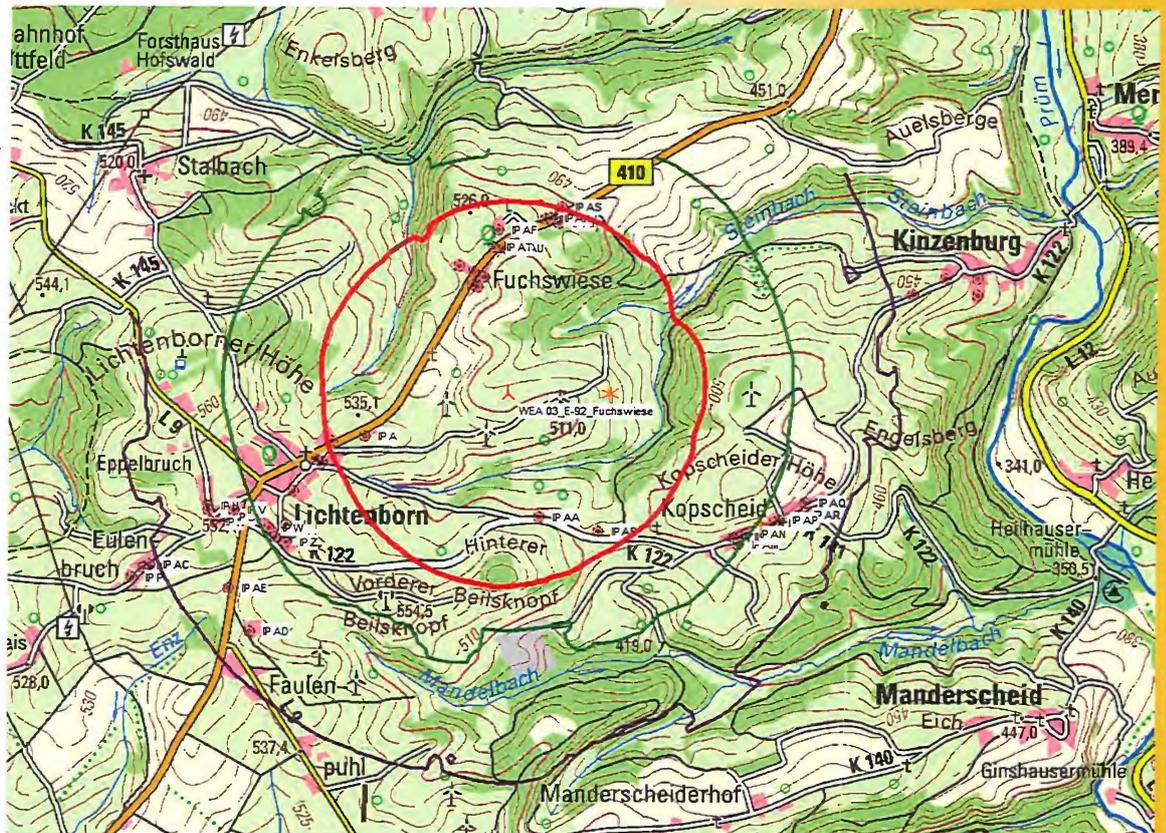


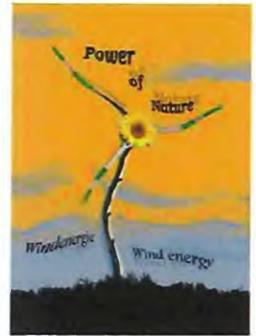
Auskundenerster B: 12.9.2016 330

## Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese



Fürtges, Jörg (Dipl.-Ing.)  
Power of Nature - Windenergie  
13.05.2016

331



Windenergie

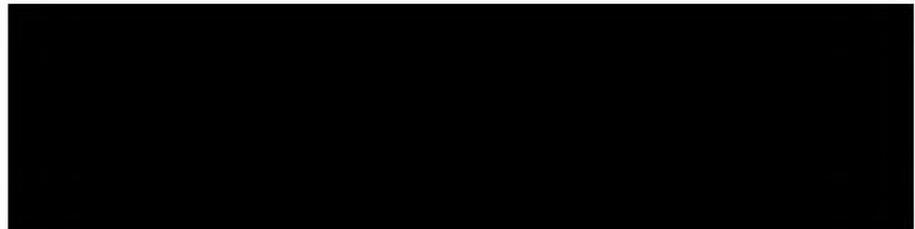
Anhang  
Schallimmissionsprognose für Emissionen  
aus dem Betrieb von Windenergieanlagen  
für den Standort

## Lichtenborn-Fuchswiese

1 Enercon E-92 E1 TES/2.350kW/138,4 m NH

unter Berücksichtigung von diversen  
anderen bestehenden Windenergieanlagen

Auftraggeber:



Auftragnehmer: Power of Nature - Windenergie  
Aulendorf 40

D-48727 Billerbeck

Erstellungsdatum: 13.05.2016

Geschäftsführer:  
Jörg Fürtges, Dipl.-Ing

[www.powernature.de](http://www.powernature.de)  
[joerg.fuertges@powernature.de](mailto:joerg.fuertges@powernature.de)

Power of Nature - Windenergie  
Aulendorf 40  
D-48727 Billerbeck  
Tel. +49 (0) 2543/930 46 74  
Fax +49 (0) 2543/930 46 73



## Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

Inhaltsverzeichnis des Anhangs (6 Seiten, 44 Duplex-Seiten)

Anhang 1: Detaillierte Ergeb. Einwirkberechnung (Zusatzbelastung) (4 Duplex-Seiten)

Anhang 2: Detaillierte Ergebnisse Gesamtbelastung (3 Duplex-Seiten)

Anhang 3: Einwirkbereich WP Arzfeld (an relev. IP) (1 Duplex-Seite)

Anhang 4: Detaillierte Ergebnisse WP Arzfeld (an relev. IP) (2 Duplex-Seiten)

Anhang 5: Einwirkbereich WP Manderscheid (an relevante IP) (1 Duplex-Seite)

Anhang 6: Detaillierte Ergebnisse Einwirkb. WP Manderscheid (an relev. IP) (1 Duplex-Seite)

Anhang 7: Detaillierte Ergebnisse Einwirkb. WP Lichtenborn (an relev. IP) (2 Duplex-Seiten)

Anhang 8: Ergebnis Gesamtbel. (BestandsWEA & NeuWEA) alle IP's Tagb. (1 Duplex-Seite)

Anhang 9: Bebauungsplan „In den Rosen“ (1 Seite)

Anhang 10: Windt. Grevenb. GmbH SE15013B13 E-92 E1 (BM 1.000kW) (9 Duplex-Seiten)

Anhang 11: Kötter 213498-02.02 vom 30.05.2014 der E-82 E2 TES/2.300kW (15 Duplex-Seiten)

Anhang 12: Zusammenf. Dreifachmessung Müller-BBM M62 910/3 der E-70 (5 Duplex-Seiten)

B: 12.9.2016

333



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

Anhang 1: Detaillierte Ergeb. Einwirkberechnung (Zusatzbelastung) (4 Duplex-Seiten)

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt:</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung:</b> Auftraggeber	<b>Ausdruck/Seite:</b> 13.05.2016 17:12 / 1
		<b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie
		Aulendorf 40
		DE-48727 Billerbeck
		02543 9304674
		Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de
		Berechnet 13.05.2016 16:44/2.9.285
Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz		

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** Zusatzbelastung/Einwirkbereich (1 x E-92 E1 TES/2.350kW/138,4m NH) **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Annahmen**

Berechneter L(DW) = LWA<sub>ref</sub> + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet  
 (Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Domega)

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

**Berechnungsergebnisse**

**Schall-Immissionsort: IP A Hauptstraße 1, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	737	742	65,5	Ja	33,16	101,7	3,00	68,41	1,41	1,73	0,00	0,00	71,54	0,00
Summe					33,16									

**Schall-Immissionsort: IP AA Kopscheider Straße 3, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	642	652	75,7	Ja	35,43	101,7	3,00	67,28	1,24	0,74	0,00	0,00	69,27	0,00
Summe					35,43									

**Schall-Immissionsort: IP AB Kopscheider Straße 4, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	826	836	68,9	Ja	31,72	101,7	3,00	69,45	1,59	1,94	0,00	0,00	72,98	0,00
Summe					31,72									

**Schall-Immissionsort: IP AC Eulenbruch 2, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.968	1.969	56,6	Ja	19,72	101,7	3,01	76,89	3,74	3,81	0,00	0,00	84,44	0,54
Summe					19,72									

**Schall-Immissionsort: IP AD Hauptstraße 29, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.745	1.747	68,2	Ja	21,73	101,7	3,01	75,85	3,32	3,46	0,00	0,00	82,62	0,36
Summe					21,73									

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt:</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung:</b> Auftraggeber	<b>Ausdruck/Seite:</b> 13.05.2016 17:12 / 2
		<b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie
		Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674
		Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de
	<b>Bundesland Projekt:</b> Rheinland-Pfalz	<b>Berechnet:</b> 13.05.2016 16:44/2.9.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: Zusatzbelastung/Einwirkungsbereich (1 x E-92 E1 TES/2.350kW/138,4m NH) Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Schall-Immissionsort: IP AE Hauptstraße 28, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.691	1.692	65,5	Ja	22,15	101,7	3,01	75,57	3,22	3,47	0,00	0,00	82,25	0,30
Summe					22,15									

**Schall-Immissionsort: IP AF Fuchswiese 8, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	817	823	78,7	Ja	32,35	101,7	3,00	69,31	1,56	1,48	0,00	0,00	72,35	0,00
Summe					32,35									

**Schall-Immissionsort: IP AG Fuchswiese 9, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	887	894	79,5	Ja	31,26	101,7	3,00	70,03	1,70	1,72	0,00	0,00	73,44	0,00
Summe					31,26									

**Schall-Immissionsort: IP AH Fuchswiese 10, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	896	903	78,6	Ja	31,09	101,7	3,00	70,11	1,72	1,78	0,00	0,00	73,61	0,00
Summe					31,09									

**Schall-Immissionsort: IP AI Fuchswiese 11, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	884	891	78,7	Ja	31,28	101,7	3,00	70,00	1,69	1,74	0,00	0,00	73,43	0,00
Summe					31,28									

**Schall-Immissionsort: IP AJ Fuchswiese 12, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	922	929	77,1	Ja	30,65	101,7	3,00	70,36	1,77	1,92	0,00	0,00	74,05	0,00
Summe					30,65									

**Schall-Immissionsort: IP AK Kopscheid 4, Kopscheid (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.336	1.342	70,3	Ja	25,61	101,7	3,01	73,55	2,55	3,00	0,00	0,00	79,10	0,00
Summe					25,61									

**Schall-Immissionsort: IP AL Kopscheid 5, Kopscheid (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.363	1.369	70,1	Ja	25,34	101,7	3,01	73,73	2,60	3,04	0,00	0,00	79,36	0,00
Summe					25,34									



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt: <b>Schall Lichtenborn-Fuchswiese</b>	Beschreibung: [Redacted]	Ausdruck/Seite: 13.05.2016 17:12 / 3
		Lizenzierter Anwender: <b>Power of Nature - Windenergie</b>
		Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de
	Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz	Berechnet: 13.05.2016 16:44/2.9.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: Zusatzbelastung/Einwirkungsbereich (1 x E-92 E1 TES/2.350kW/138,4m NH) Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Schall-Immissionsort: IP AM Kopscheid 3a, Kopscheid (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.375	1.380	68,5	Ja	25,19	101,7	3,01	73,80	2,62	3,09	0,00	0,00	79,51	0,00
Summe	25,19													

**Schall-Immissionsort: IP AN Kopscheid 6, Kopscheid (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.379	1.385	70,7	Ja	25,21	101,7	3,01	73,83	2,63	3,04	0,00	0,00	79,50	0,00
Summe	25,21													

**Schall-Immissionsort: IP AO Kopscheid 11, Kopscheid (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.476	1.481	68,4	Ja	24,22	101,7	3,01	74,41	2,81	3,21	0,00	0,00	80,44	0,06
Summe	24,22													

**Schall-Immissionsort: IP AP Kopscheid 13, Kopscheid (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.489	1.494	68,0	Nein	22,51	101,7	3,01	74,48	2,84	4,80	0,00	0,00	82,12	0,07
Summe	22,51													

**Schall-Immissionsort: IP AQ Kopscheid 19, Kopscheid (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.574	1.579	66,6	Nein	21,76	101,7	3,01	74,97	3,00	4,80	0,00	0,00	82,77	0,18
Summe	21,76													

**Schall-Immissionsort: IP AR Kopscheid 15, Kopscheid (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.572	1.577	64,8	Nein	21,78	101,7	3,01	74,96	3,00	4,80	0,00	0,00	82,75	0,18
Summe	21,78													

**Schall-Immissionsort: IP AS Fuchswiese 13, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	963	970	75,2	Ja	30,00	101,7	3,00	70,74	1,84	2,12	0,00	0,00	74,70	0,00
Summe	30,00													

**Schall-Immissionsort: IP AT Fuchswiese 6, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	730	738	76,7	Ja	33,76	101,7	3,00	68,36	1,40	1,18	0,00	0,00	70,94	0,00
Summe	33,76													

736



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt:</b> <b>Schall Lichtenborn-Fuchswiese</b>	<b>Beschreibung:</b> 	<b>Ausdruck/Seite:</b> 13.05.2016 17:12 / 4 <b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 13.05.2016 16:44/2.9.285
Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz		

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** Zusatzbelastung/Einwirkungsbereich (1 x E-92 E1 TES/2.350kW/138,4m NH) **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Schall-Immissionsort: IP AU Fuchswiese 7, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	722	730	77,0	Ja	33,91	101,7	3,00	68,27	1,39	1,13	0,00	0,00	70,79	0,00	
Summe					33,91										

**Schall-Immissionsort: IP B Hauptstraße 2, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	900	904	61,2	Ja	30,40	101,7	3,00	70,13	1,72	2,45	0,00	0,00	74,30	0,00	
Summe					30,40										

**Schall-Immissionsort: IP C Hauptstraße 3, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	997	1.001	59,9	Ja	29,06	101,7	3,00	71,01	1,90	2,73	0,00	0,00	75,64	0,00	
Summe					29,06										

**Schall-Immissionsort: IP D Schulstraße 1, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	979	983	59,5	Ja	29,28	101,7	3,00	70,85	1,87	2,71	0,00	0,00	75,42	0,00	
Summe					29,28										

**Schall-Immissionsort: IP E Schulstraße 5, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.165	1.168	62,9	Ja	27,19	101,7	3,01	72,35	2,22	2,94	0,00	0,00	77,51	0,00	
Summe					27,19										

**Schall-Immissionsort: IP F Dorfstraße 7, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.273	1.275	69,2	Ja	26,25	101,7	3,01	73,11	2,42	2,93	0,00	0,00	78,46	0,00	
Summe					26,25										

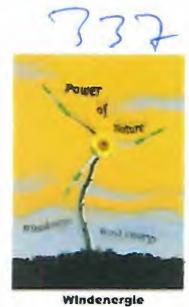
**Schall-Immissionsort: IP G Fuchswiese 4, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	675	684	72,4	Ja	34,60	101,7	3,00	67,69	1,30	1,10	0,00	0,00	70,10	0,00	
Summe					34,60										

**Schall-Immissionsort: IP H Fuchswiese 5, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	624	633	75,2	Ja	35,82	101,7	3,00	67,03	1,20	0,65	0,00	0,00	68,87	0,00	
Summe					35,82										

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung:</b> Auftraggeber	<b>Ausdruck/Seite</b> 13.05.2016 17:12 / 5
		<b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie
		Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674
		Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de
	<b>Bundesland Projekt:</b> Rheinland-Pfalz	<b>Berechnet:</b> 13.05.2016 16:44/2.9.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: Zusatzbelastung/Einwirkungsbereich (1 x E-92 E1 TES/2.350kW/138,4m NH) Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Schall-Immissionsort: IP I Fuchswiese 3, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	591	601	74,7	Ja	36,52	101,7	2,99	66,58	1,14	0,45	0,00	0,00	68,18	0,00
Summe	36,52													

**Schall-Immissionsort: IP J Fuchswiese 1, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	565	575	74,3	Ja	37,13	101,7	2,99	66,20	1,09	0,27	0,00	0,00	67,57	0,00
Summe	37,13													

**Schall-Immissionsort: IP K Fuchswiese 2, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	551	562	74,5	Ja	37,48	101,7	2,99	65,99	1,07	0,15	0,00	0,00	67,21	0,00
Summe	37,48													

**Schall-Immissionsort: IP L Dorfstraße 30, Kinzenburg (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	2.060	2.066	75,6	Ja	19,33	101,7	3,01	77,30	3,93	3,54	0,00	0,00	84,77	0,61
Summe	19,33													

**Schall-Immissionsort: IP M Dorfstraße 28, Kinzenburg (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	2.235	2.243	69,5	Ja	17,98	101,7	3,01	78,02	4,26	3,74	0,00	0,00	86,01	0,72
Summe	17,98													

**Schall-Immissionsort: IP N Dorfstraße 23, Kinzenburg (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	2.374	2.382	60,7	Ja	16,93	101,7	3,01	78,54	4,52	3,93	0,00	0,00	86,99	0,79
Summe	16,93													

**Schall-Immissionsort: IP O Dorfstraße 21, Kinzenburg (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	2.390	2.398	64,9	Ja	16,88	101,7	3,01	78,60	4,56	3,87	0,00	0,00	87,02	0,80
Summe	16,88													

**Schall-Immissionsort: IP P Eulenbruch 5, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	2.071	2.072	56,9	Ja	18,97	101,7	3,01	77,33	3,94	3,86	0,00	0,00	85,13	0,62
Summe	18,97													

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

B: 12.9.2016

338



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung</b> [Redacted]	<b>Ausdruck/Seite</b> 13.05.2016 17:12 / 6
		<b>Lizenzierter Anwender</b> Power of Nature - Windenergie
		Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674
		Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de
	<b>Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz</b>	<b>Berechnet</b> 13.05.2016 16:44/2.9.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** Zusatzbelastung/Einwirkungsbereich (1 x E-92 E1 TES/2.350kW/138,4m NH) **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Schall-Immissionsort: IP Q Eulenbruch 4, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	2.000	2.001	56,7	Ja	19,49	101,7	3,01	77,02	3,80	3,83	0,00	0,00	84,65	0,57
<b>Summe</b>					<b>19,49</b>									

**Schall-Immissionsort: IP R Im Bungert 12, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.593	1.595	59,3	Ja	22,90	101,7	3,01	75,05	3,03	3,52	0,00	0,00	81,60	0,20
<b>Summe</b>					<b>22,90</b>									

**Schall-Immissionsort: IP S Im Bungert 10, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.535	1.537	61,9	Ja	23,51	101,7	3,01	74,73	2,92	3,41	0,00	0,00	81,06	0,13
<b>Summe</b>					<b>23,51</b>									

**Schall-Immissionsort: IP T In den Rosen 1, Lichtenborn (WA)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.591	1.592	60,2	Ja	22,95	101,7	3,01	75,04	3,03	3,50	0,00	0,00	81,56	0,20
<b>Summe</b>					<b>22,95</b>									

**Schall-Immissionsort: IP U In den Rosen 3, Lichtenborn (WA)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.587	1.588	60,5	Ja	22,99	101,7	3,01	75,02	3,02	3,49	0,00	0,00	81,53	0,19
<b>Summe</b>					<b>22,99</b>									

**Schall-Immissionsort: IP V Im Bungert 6, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.476	1.477	63,1	Ja	24,12	101,7	3,01	74,39	2,81	3,33	0,00	0,00	80,53	0,06
<b>Summe</b>					<b>24,12</b>									

**Schall-Immissionsort: IP W Kopscheider Straße 1, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.358	1.360	69,1	Ja	25,41	101,7	3,01	73,67	2,58	3,05	0,00	0,00	79,30	0,00
<b>Summe</b>					<b>25,41</b>									

**Schall-Immissionsort: IP X Dorfstraße 12, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.356	1.358	70,1	Ja	25,45	101,7	3,01	73,66	2,58	3,02	0,00	0,00	79,26	0,00
<b>Summe</b>					<b>25,45</b>									

WindPRO, entwickelt von EMD International AS, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk



Windenergie

Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt:</b> <b>Schall Lichtenborn-Fuchswiese</b>	<b>Beschreibung:</b> 	<b>Ausdruck/Seite:</b> 13.05.2016 17:12 / 7 <b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtgés, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet 13.05.2016 16:44/2.9.285
Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz		

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** Zusatzbelastung/Einwirkungsbereich (1 x E-92 E1 TES/2.350kW/138,4m NH) **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

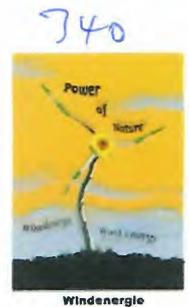
**Schall-Immissionsort: IP Y Dorfstraße 13, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.317	1.319	71,4	Ja	25,86	101,7	3,01	73,41	2,51	2,94	0,00	0,00	78,85	0,00
Summe	25,86													

**Schall-Immissionsort: IP Z Kopscheider Straße 2, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03_E-92_Fuchswiese	1.326	1.328	71,9	Ja	25,79	101,7	3,01	73,46	2,52	2,93	0,00	0,00	78,92	0,00
Summe	25,79													

B: Nr. 9. 2016



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

Anhang 2: Detaillierte Ergebnisse Gesamtbelastung (3 Duplex-Seiten)

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt:</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung:</b> [Redacted]	<b>Ausdruck/Seite:</b> 13.05.2016 17:16 / 1
<b>Bundesland Projekt:</b> Rheinland-Pfalz		<b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 13.05.2016 16:45/2.9.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** Gesamtbelastung (relev. Bestands-WKA's & Neuanlage) an relev. IP's **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Annahmen**

Berechneter L(DW) = LWA<sub>ref</sub> + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet  
 (Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Domega)

LWA <sub>ref</sub> :	Schalldruckpegel an WEA
K:	Einzelöne
Dc:	Richtwirkungskorrektur
Adiv:	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
Aatm:	Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
Agr:	Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
Abar:	Dämpfung aufgrund von Abschirmung
Amisc:	Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte
Cmet:	Meteorologische Korrektur

**Berechnungsergebnisse**

**Schall-Immissionsort: IP A Hauptstraße 1, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 02_E-82_Fuchswiese	1.231	1.233	68,6	Ja	26,86	101,9	3,01	72,82	2,34	2,88	0,00	0,00	78,05	0,00
WEA 03_E-92_Fuchswiese	737	742	65,5	Ja	33,16	101,7	3,00	68,41	1,41	1,73	0,00	0,00	71,54	0,00
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	421	429	53,6	Ja	41,76	103,6	2,99	63,64	0,81	0,37	0,00	0,00	64,83	0,00
WKA 04_E-70_Lichtenborn	977	980	64,8	Ja	31,61	103,8	3,01	70,83	1,86	2,51	0,00	0,00	75,20	0,00
WKA 05_E-82_Lichtenborn	1.051	1.055	73,7	Ja	33,05	105,9	3,00	71,46	2,00	2,38	0,00	0,00	75,85	0,00
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	607	611	50,7	Ja	36,83	103,6	3,00	66,71	1,16	1,90	0,00	0,00	69,77	0,00
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.919	1.921	84,5	Ja	22,44	103,8	3,01	76,67	3,65	3,29	0,00	0,00	83,61	0,76
<b>Summe</b>					<b>44,15</b>									

**Schall-Immissionsort: IP AA Kopscheider Straße 3, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 02_E-82_Fuchswiese	710	718	79,1	Ja	34,45	101,9	3,00	68,12	1,36	0,96	0,00	0,00	70,45	0,00
WEA 03_E-92_Fuchswiese	642	652	75,7	Ja	35,43	101,7	3,00	67,28	1,24	0,74	0,00	0,00	69,27	0,00
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	676	685	69,8	Ja	36,34	103,6	3,00	67,72	1,30	1,25	0,00	0,00	70,26	0,00
WKA 04_E-70_Lichtenborn	524	536	73,7	Ja	40,20	103,8	2,99	65,58	1,02	0,00	0,00	0,00	66,59	0,00
WKA 05_E-82_Lichtenborn	737	745	72,6	Ja	37,63	105,9	3,00	68,45	1,42	1,41	0,00	0,00	71,27	0,00
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	436	445	67,1	Ja	41,77	103,6	2,99	63,98	0,85	0,00	0,00	0,00	64,82	0,00
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.184	1.190	85,4	Ja	29,71	103,8	3,01	72,51	2,26	2,32	0,00	0,00	77,09	0,00
<b>Summe</b>					<b>46,31</b>									

**Schall-Immissionsort: IP AB Kopscheider Straße 4, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 02_E-82_Fuchswiese	693	704	79,9	Ja	34,76	101,9	3,00	67,96	1,34	0,84	0,00	0,00	70,14	0,00
WEA 03_E-92_Fuchswiese	826	836	68,9	Ja	31,72	101,7	3,00	69,45	1,59	1,94	0,00	0,00	72,98	0,00
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	938	947	63,7	Ja	31,81	103,6	3,01	70,53	1,80	2,47	0,00	0,00	74,80	0,00
WKA 04_E-70_Lichtenborn	613	626	71,5	Ja	37,87	103,8	3,00	66,93	1,19	0,81	0,00	0,00	68,93	0,00
WKA 05_E-82_Lichtenborn	810	820	71,0	Ja	36,27	105,9	3,00	69,28	1,56	1,79	0,00	0,00	72,63	0,00
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	692	700	60,1	Ja	35,55	103,6	3,00	67,91	1,33	1,81	0,00	0,00	71,05	0,00
WKA 07_E-70_Lichtenborn	981	990	67,1	Ja	31,55	103,8	3,01	70,92	1,88	2,46	0,00	0,00	75,25	0,00
<b>Summe</b>					<b>43,30</b>									

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt <b>Schall Lichtenborn-Fuchswiese</b>	Beschreibung Auftraggeber	Ausdruck/Seite 13.05.2016 17:16 / 2
		Lizenzierter Anwender: <b>Power of Nature - Windenergie</b>
		Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674
		Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de
	Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz	Berechnet: 13.05.2016 16:45/2.9.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: Gesamtbelastung (relev. Bestands-WKA's & Neuanlage) an relev. IP's Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Schall-Immissionsort: IP AF Fuchswiese 8, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 02_E-82_Fuchswiese	988	992	86,7	Ja	30,31	101,9	3,00	70,93	1,89	1,78	0,00	0,00	74,60	0,00	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	817	823	78,7	Ja	32,35	101,7	3,00	69,31	1,56	1,48	0,00	0,00	72,35	0,00	
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	969	974	62,5	Ja	31,40	103,6	3,01	70,78	1,85	2,58	0,00	0,00	75,21	0,00	
WKA 04_E-70_Lichtenborn	975	980	83,3	Ja	32,26	103,8	3,01	70,82	1,86	1,86	0,00	0,00	74,55	0,00	
WKA 05_E-82_Lichtenborn	791	797	89,2	Ja	37,44	105,9	3,00	69,03	1,52	0,91	0,00	0,00	71,46	0,00	
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	1.088	1.091	63,2	Ja	29,91	103,6	3,01	71,76	2,07	2,80	0,00	0,00	76,63	0,07	
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.539	1.542	95,7	Ja	25,99	103,8	3,01	74,76	2,93	2,67	0,00	0,00	80,36	0,45	
Summe					41,06										

**Schall-Immissionsort: IP AG Fuchswiese 9, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 02_E-82_Fuchswiese	925	930	81,4	Ja	30,99	101,9	3,00	70,37	1,77	1,77	0,00	0,00	73,91	0,00	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	887	894	79,5	Ja	31,26	101,7	3,00	70,03	1,70	1,72	0,00	0,00	73,44	0,00	
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	1.101	1.106	66,3	Ja	29,81	103,6	3,01	71,88	2,10	2,73	0,00	0,00	76,71	0,09	
WKA 04_E-70_Lichtenborn	977	983	78,2	Ja	32,04	103,8	3,01	70,85	1,87	2,05	0,00	0,00	74,77	0,00	
WKA 05_E-82_Lichtenborn	771	779	80,5	Ja	37,39	105,9	3,00	68,83	1,48	1,20	0,00	0,00	71,51	0,00	
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	1.174	1.178	65,5	Ja	28,86	103,6	3,01	72,42	2,24	2,88	0,00	0,00	77,54	0,21	
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.386	1.391	92,0	Ja	27,49	103,8	3,01	73,87	2,64	2,52	0,00	0,00	79,03	0,28	
Summe					40,78										

**Schall-Immissionsort: IP AH Fuchswiese 10, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 02_E-82_Fuchswiese	921	927	80,9	Ja	31,03	101,9	3,00	70,34	1,76	1,77	0,00	0,00	73,87	0,00	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	896	903	78,6	Ja	31,09	101,7	3,00	70,11	1,72	1,78	0,00	0,00	73,61	0,00	
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	1.114	1.120	65,8	Ja	29,61	103,6	3,01	71,98	2,13	2,77	0,00	0,00	76,88	0,12	
WKA 04_E-70_Lichtenborn	980	986	76,9	Ja	31,96	103,8	3,01	70,88	1,87	2,10	0,00	0,00	74,85	0,00	
WKA 05_E-82_Lichtenborn	772	780	79,2	Ja	37,31	105,9	3,00	68,84	1,48	1,27	0,00	0,00	71,59	0,00	
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	1.184	1.187	64,9	Ja	28,72	103,6	3,01	72,49	2,26	2,91	0,00	0,00	77,66	0,23	
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.372	1.377	91,2	Ja	27,63	103,8	3,01	73,78	2,62	2,52	0,00	0,00	78,91	0,27	
Summe					40,70										

**Schall-Immissionsort: IP AI Fuchswiese 11, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 02_E-82_Fuchswiese	887	893	82,1	Ja	31,58	101,9	3,00	70,02	1,70	1,61	0,00	0,00	73,33	0,00	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	884	891	78,7	Ja	31,28	101,7	3,00	70,00	1,69	1,74	0,00	0,00	73,43	0,00	
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	1.113	1.118	66,1	Ja	29,64	103,6	3,01	71,97	2,12	2,76	0,00	0,00	76,85	0,11	
WKA 04_E-70_Lichtenborn	955	961	76,5	Ja	32,28	103,8	3,00	70,66	1,83	2,04	0,00	0,00	74,53	0,00	
WKA 05_E-82_Lichtenborn	746	754	79,2	Ja	37,78	105,9	3,00	68,54	1,43	1,14	0,00	0,00	71,12	0,00	
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	1.173	1.176	65,3	Ja	28,87	103,6	3,01	72,41	2,23	2,88	0,00	0,00	77,53	0,21	
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.328	1.333	91,5	Ja	28,14	103,8	3,01	73,50	2,53	2,43	0,00	0,00	78,46	0,21	
Summe					41,08										

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jemesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt:</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung:</b> Auftragsgeber	<b>Ausdruck/Seite:</b> 13.05.2016 17:16 / 3
Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz		<b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 13.05.2016 16:45/2.9.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: Gesamtbelastung (relev. Bestands-WKA's & Neuanlage) an relev. IP's Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Schall-Immissionsort: IP AJ Fuchswiese 12, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 02_E-82_Fuchswiese	921	928	80,9	Ja	31,01	101,9	3,00	70,35	1,76	1,78	0,00	0,00	73,89	0,00
WEA 03_E-92_Fuchswiese	922	929	77,1	Ja	30,65	101,7	3,00	70,36	1,77	1,92	0,00	0,00	74,05	0,00
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	1.149	1.154	64,8	Ja	29,13	103,6	3,01	72,25	2,19	2,86	0,00	0,00	77,30	0,17
WKA 04_E-70_Lichtenborn	993	999	74,9	Ja	31,71	103,8	3,01	70,99	1,90	2,21	0,00	0,00	75,10	0,00
WKA 05_E-82_Lichtenborn	783	791	77,5	Ja	37,04	105,9	3,00	68,97	1,50	1,40	0,00	0,00	71,87	0,00
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	1.211	1.214	63,9	Ja	28,36	103,6	3,01	72,69	2,31	2,99	0,00	0,00	77,98	0,27
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.350	1.355	90,1	Ja	27,84	103,8	3,01	73,64	2,58	2,51	0,00	0,00	78,73	0,24
Summe	40,44													

**Schall-Immissionsort: IP AT Fuchswiese 6, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 02_E-82_Fuchswiese	930	936	87,0	Ja	31,12	101,9	3,00	70,42	1,78	1,58	0,00	0,00	73,78	0,00
WEA 03_E-92_Fuchswiese	730	738	76,7	Ja	33,76	101,7	3,00	68,36	1,40	1,18	0,00	0,00	70,94	0,00
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	877	884	60,1	Ja	32,56	103,6	3,00	69,93	1,68	2,44	0,00	0,00	74,05	0,00
WKA 04_E-70_Lichtenborn	900	906	80,4	Ja	33,21	103,8	3,00	70,14	1,72	1,73	0,00	0,00	73,59	0,00
WKA 05_E-82_Lichtenborn	724	732	88,1	Ja	38,61	105,9	3,00	68,29	1,39	0,61	0,00	0,00	70,29	0,00
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	998	1.002	60,6	Ja	30,98	103,6	3,01	71,02	1,90	2,71	0,00	0,00	75,63	0,00
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.509	1.514	95,1	Ja	26,27	103,8	3,01	74,60	2,88	2,64	0,00	0,00	80,12	0,42
Summe	42,18													

**Schall-Immissionsort: IP AU Fuchswiese 7, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 02_E-82_Fuchswiese	895	901	85,2	Ja	31,58	101,9	3,00	70,09	1,71	1,52	0,00	0,00	73,32	0,00
WEA 03_E-92_Fuchswiese	722	730	77,1	Ja	33,91	101,7	3,00	68,27	1,39	1,13	0,00	0,00	70,79	0,00
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	887	894	60,8	Ja	32,43	103,6	3,00	70,03	1,70	2,44	0,00	0,00	74,17	0,00
WKA 04_E-70_Lichtenborn	877	884	80,6	Ja	33,56	103,8	3,00	69,93	1,68	1,64	0,00	0,00	73,24	0,00
WKA 05_E-82_Lichtenborn	694	703	87,9	Ja	39,18	105,9	3,00	67,94	1,34	0,44	0,00	0,00	69,72	0,00
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	996	1.000	61,1	Ja	31,01	103,6	3,01	71,00	1,90	2,69	0,00	0,00	75,59	0,00
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.462	1.467	93,4	Ja	26,71	103,8	3,01	74,33	2,79	2,61	0,00	0,00	79,73	0,37
Summe	42,54													

**Schall-Immissionsort: IP B Hauptstraße 2, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 02_E-82_Fuchswiese	1.395	1.398	64,6	Ja	25,13	101,9	3,01	73,91	2,66	3,21	0,00	0,00	79,77	0,00
WEA 03_E-92_Fuchswiese	900	904	61,2	Ja	30,40	101,7	3,00	70,13	1,72	2,45	0,00	0,00	74,30	0,00
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	585	591	50,7	Ja	37,25	103,6	3,00	66,43	1,12	1,80	0,00	0,00	69,35	0,00
WKA 04_E-70_Lichtenborn	1.141	1.144	61,0	Ja	29,51	103,8	3,01	72,17	2,17	2,96	0,00	0,00	77,30	0,00
WKA 05_E-82_Lichtenborn	1.214	1.217	69,1	Ja	31,04	105,9	3,01	72,71	2,31	2,84	0,00	0,00	77,86	0,00
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	767	770	47,0	Ja	33,73	103,6	3,00	68,73	1,46	2,68	0,00	0,00	72,87	0,00
WKA 07_E-70_Lichtenborn	2.083	2.085	80,8	Ja	21,14	103,8	3,01	77,38	3,96	3,47	0,00	0,00	84,82	0,86
Summe	40,56													

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung:</b> [Redacted]	<b>Ausdruck/Seite</b> 13.05.2016 17:16 / 4
<b>Bundesland Projekt:</b> Rheinland-Pfalz		<b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürntges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 13.05.2016 16:45/2.9.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: Gesamtbelastung (relev. Bestands-WKA's & Neuanlage) an relev. IP's Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Schall-Immissionsort: IP G Fuchswiese 4, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 02_E-82_Fuchswiese	978	983	82,9	Ja	30,31	101,9	3,00	70,85	1,87	1,88	0,00	0,00	74,60	0,00
WEA 03_E-92_Fuchswiese	675	684	72,4	Ja	34,60	101,7	3,00	67,69	1,30	1,10	0,00	0,00	70,10	0,00
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	757	764	56,1	Ja	34,24	103,6	3,00	68,66	1,45	2,24	0,00	0,00	72,36	0,00
WKA 04_E-70_Lichtenborn	895	901	75,6	Ja	33,11	103,8	3,00	70,09	1,71	1,89	0,00	0,00	73,69	0,00
WKA 05_E-82_Lichtenborn	752	759	83,1	Ja	37,87	105,9	3,00	68,60	1,44	0,99	0,00	0,00	71,03	0,00
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	915	919	56,0	Ja	31,91	103,6	3,01	70,26	1,75	2,69	0,00	0,00	74,70	0,00
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.608	1.612	97,0	Ja	25,34	103,8	3,01	75,15	3,06	2,73	0,00	0,00	80,94	0,52
<b>Summe</b>					<b>42,22</b>									

**Schall-Immissionsort: IP H Fuchswiese 5, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 02_E-82_Fuchswiese	904	909	85,4	Ja	31,46	101,9	3,00	70,17	1,73	1,55	0,00	0,00	73,45	0,00
WEA 03_E-92_Fuchswiese	624	633	75,2	Ja	35,82	101,7	3,00	67,03	1,20	0,65	0,00	0,00	68,87	0,00
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	735	743	57,9	Ja	34,69	103,6	3,00	68,41	1,41	2,09	0,00	0,00	71,91	0,00
WKA 04_E-70_Lichtenborn	830	837	78,3	Ja	34,21	103,8	3,00	69,45	1,59	1,55	0,00	0,00	72,60	0,00
WKA 05_E-82_Lichtenborn	680	688	85,8	Ja	39,39	105,9	3,00	67,75	1,31	0,45	0,00	0,00	69,51	0,00
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	876	880	58,7	Ja	32,56	103,6	3,00	69,89	1,67	2,49	0,00	0,00	74,05	0,00
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.531	1.535	98,4	Ja	26,13	103,8	3,01	74,72	2,92	2,60	0,00	0,00	80,23	0,45
<b>Summe</b>					<b>43,37</b>									

**Schall-Immissionsort: IP I Fuchswiese 3, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 02_E-82_Fuchswiese	853	859	84,5	Ja	32,20	101,9	3,00	69,68	1,63	1,39	0,00	0,00	72,70	0,00
WEA 03_E-92_Fuchswiese	591	601	74,7	Ja	36,52	101,7	2,99	66,58	1,14	0,45	0,00	0,00	68,18	0,00
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	724	732	57,7	Ja	34,86	103,6	3,00	68,29	1,39	2,06	0,00	0,00	71,74	0,00
WKA 04_E-70_Lichtenborn	787	794	77,3	Ja	34,88	103,8	3,00	69,00	1,51	1,42	0,00	0,00	71,92	0,00
WKA 05_E-82_Lichtenborn	631	640	85,3	Ja	40,41	105,9	3,00	67,13	1,22	0,14	0,00	0,00	68,49	0,00
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	851	856	58,1	Ja	32,88	103,6	3,00	69,65	1,63	2,45	0,00	0,00	73,72	0,00
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.477	1.482	96,9	Ja	26,64	103,8	3,01	74,42	2,82	2,55	0,00	0,00	79,78	0,39
<b>Summe</b>					<b>44,10</b>									

**Schall-Immissionsort: IP J Fuchswiese 1, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 02_E-82_Fuchswiese	868	874	84,2	Ja	31,96	101,9	3,00	69,83	1,66	1,46	0,00	0,00	72,94	0,00
WEA 03_E-92_Fuchswiese	565	575	74,3	Ja	37,13	101,7	2,99	66,20	1,09	0,27	0,00	0,00	67,57	0,00
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	672	680	56,5	Ja	35,75	103,6	3,00	67,65	1,29	1,90	0,00	0,00	70,85	0,00
WKA 04_E-70_Lichtenborn	780	788	76,6	Ja	34,96	103,8	3,00	68,93	1,50	1,42	0,00	0,00	71,84	0,00
WKA 05_E-82_Lichtenborn	639	648	85,5	Ja	40,23	105,9	3,00	67,24	1,23	0,20	0,00	0,00	68,66	0,00
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	813	818	57,4	Ja	33,43	103,6	3,00	69,25	1,55	2,36	0,00	0,00	73,17	0,00
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.510	1.514	97,3	Ja	26,32	103,8	3,01	74,60	2,88	2,59	0,00	0,00	80,07	0,42
<b>Summe</b>					<b>44,28</b>									

3x4



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt:  
Schall Lichtenborn-Fuchswiese

Beschreibung:  
Auftraggeber



Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz

Ausdruck/Seite:  
13.05.2016 17:16 / 5

Lizenzierter Anwender:  
Power of Nature - Windenergie  
Aulendorf 40  
DE-48727 Billerbeck  
02543 9304674

Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de  
Berechnet:  
13.05.2016 16:45/2.9.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: Gesamtbelastung (relev. Bestands-WKA's & Neuanlage) an relev. IP's **Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**

**Schall-Immissionsort: IP K Fuchswiese 2, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 02_E-82_Fuchswiese	843	850	83,9	Ja	32,33	101,9	3,00	69,59	1,61	1,37	0,00	0,00	72,57	0,00	
WEA 03_E-92_Fuchswiese	551	562	74,5	Ja	37,48	101,7	2,99	65,99	1,07	0,15	0,00	0,00	67,21	0,00	
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	670	679	56,9	Ja	35,80	103,6	3,00	67,63	1,29	1,88	0,00	0,00	70,80	0,00	
WKA 04_E-70_Lichtenborn	760	768	76,7	Ja	35,31	103,8	3,00	68,71	1,46	1,33	0,00	0,00	71,49	0,00	
WKA 05_E-82_Lichtenborn	616	626	85,5	Ja	40,76	105,9	3,00	66,93	1,19	0,02	0,00	0,00	68,14	0,00	
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	804	809	57,4	Ja	33,57	103,6	3,00	69,16	1,54	2,33	0,00	0,00	73,03	0,00	
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.484	1.488	96,8	Ja	26,57	103,8	3,01	74,45	2,83	2,56	0,00	0,00	79,84	0,40	
Summe					44,64										



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

Anhang 3: Einwirkbereich WP Arzfeld (an relev. IP) (1 Duplex-Seite)

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt:</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung:</b> 	<b>Ausdruck/Seite:</b> 13.05.2016 17:47 / 1
Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz		<b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtgés, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 13.05.2016 16:44/2.9.285

**DECIBEL - Hauptergebnis**

**Berechnung:** Einwirkbereich WP Arzfeld an relev. IP's

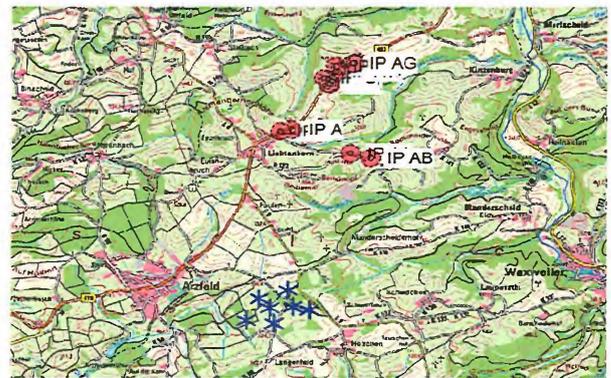
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

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

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
 Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 2,0 dB

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

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



Maßstab 1:100.000  
 \* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

**WEA**

UTM (north)-WGS84 Zone: 32	Ost		Z	Beschreibung	WEA-Typ	Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschw. [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzel-töne
	Quelle	Name														
WKA 01_E-66_Arzfeld	306.821	5.551.940	529,0	WKA 01 E-66/18.70/98...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	Kotter 25716-1.001.1.400kW 102,0 dB(A)+ ob/Vertr. 2,5dB	10,0	104,5	0 dB	
WKA 02_E-66_Arzfeld	306.548	5.551.642	520,0	WKA 02 E-66/18.70/98...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	Kotter 25716-1.001.1.400kW 102,0 dB(A)+ ob/Vertr. 2,5dB	10,0	104,5	0 dB	
WKA 03_E-66_Arzfeld	306.615	5.551.384	522,7	WKA 03 E-66/18.70/98...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	Kotter 25716-1.001.1.400kW 102,0 dB(A)+ ob/Vertr. 2,5dB	10,0	104,5	0 dB	
WKA 04_E-66_Arzfeld	306.898	5.551.655	535,0	WKA 04 E-66/18.70/98...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	USER	Kotter 25716-1.001.1.400kW 102,0 dB(A)+ ob/Vertr. 2,5dB	10,0	104,5	0 dB	
WKA 05_E-66_Arzfeld	306.215	5.551.442	515,0	WKA 05 E-66/18.70/11...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	114,0	USER	Kotter 25716-1.001.103,0 dB(A) - ob/Vertr. 2,5dB	10,0	105,0	0 dB	
WKA 06_E-82_Arzfeld	306.407	5.551.794	512,9	WKA 06 E-82 E22.300...	Ja	ENERCON	E-82 E2.300	2.300	82,0	108,4	USER	KCE 209244-03.05.1.000kW (98,9 + 2,3 vdB) dB(A)	(95%)	101,2	0 dB	
WKA 07_E-53_Arzfeld	307.132	5.551.610	529,2	WKA 07 E-53/800kW/7...	Ja	ENERCON	E-53-800	800	52,9	73,3	USER	berech. Herstellerpegel (102,5 + 2,2 vdB) dB(A)	(95%)	104,7	0 dB	

**Berechnungsergebnisse**

**Beurteilungspegel**

Schall-Immissionsort Nr.	Name	UTM (north)-WGS84 Zone: 32				Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderungen erfüllt? Schall
		Ost	Nord	Z	UTM				
IP A	Hauptstraße 1, Lichtenborn (MI)	306.870	5.554.577	535,0	5,0	45,0	24,3	Ja	
IP AA	Kopscheider Straße 3, Lichtenborn (MI)	307.736	5.554.177	507,8	5,0	45,0	24,7	Ja	
IP AB	Kopscheider Straße 4, Lichtenborn (MI)	308.025	5.554.107	490,0	5,0	45,0	24,9	Ja	
IP AF	Fuchswiese 8, Lichtenborn (MI)	307.523	5.555.613	517,7	5,0	45,0	19,0	Ja	
IP AG	Fuchswiese 9, Lichtenborn (MI)	307.760	5.555.665	509,1	5,0	45,0	18,6	Ja	
IP AH	Fuchswiese 10, Lichtenborn (MI)	307.783	5.555.669	507,7	5,0	45,0	18,5	Ja	
IP AI	Fuchswiese 11, Lichtenborn (MI)	307.822	5.555.646	507,0	5,0	45,0	18,6	Ja	
IP AJ	Fuchswiese 12, Lichtenborn (MI)	307.828	5.555.684	504,6	5,0	45,0	18,4	Ja	
IP AT	Fuchswiese 6, Lichtenborn (MI)	307.499	5.555.524	512,0	5,0	45,0	19,4	Ja	
IP AU	Fuchswiese 7, Lichtenborn (MI)	307.552	5.555.519	507,6	5,0	45,0	19,4	Ja	
IP B	Hauptstraße 2, Lichtenborn (MI)	306.708	5.554.549	532,6	5,0	45,0	24,4	Ja	
IP G	Fuchswiese 4, Lichtenborn (MI)	307.335	5.555.430	515,2	5,0	45,0	19,9	Ja	
IP H	Fuchswiese 5, Lichtenborn (MI)	307.406	5.555.399	514,1	5,0	45,0	20,0	Ja	
IP I	Fuchswiese 3, Lichtenborn (MI)	307.455	5.555.377	507,7	5,0	45,0	20,0	Ja	
IP J	Fuchswiese 1, Lichtenborn (MI)	307.400	5.555.336	510,9	5,0	45,0	20,3	Ja	
IP K	Fuchswiese 2, Lichtenborn (MI)	307.426	5.555.329	508,7	5,0	45,0	20,3	Ja	

**Abstände (m)**

Schall-Immissionsort	WEA						
	WKA 01_E-66_Arzfeld	WKA 02_E-66_Arzfeld	WKA 03_E-66_Arzfeld	WKA 04_E-66_Arzfeld	WKA 05_E-66_Arzfeld	WKA 06_E-82_Arzfeld	WKA 07_E-53_Arzfeld
IP A	2638	2953	3203	2922	3203	2821	2979
IP AA	2417	2800	3010	2658	3130	2729	2637
IP AB	2479	2874	3066	2699	3222	2823	2652
IP AF	3739	4089	4325	4007	4371	3979	4022
IP AG	3842	4202	4431	4102	4497	4101	4103
IP AH	3851	4212	4441	4110	4508	4112	4111
IP AI	3839	4202	4430	4097	4501	4104	4095

(Fortsetzung nächste Seite)...

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt:</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung:</b> Auftraggeber 	<b>Ausdruckselle:</b> 13.05.2016 17:47 / 2 <b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de <b>Berechnet:</b> 13.05.2016 16:44/2.9.285
--	--	---

Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz

**DECIBEL - Hauptergebnis**

**Berechnung:** Einwirkungsbereich WP Arzfeld an relev. IP's

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Schall-Immissionsort	WEA						
	WKA						
	01_E-66_Arzfeld	02_E-66_Arzfeld	03_E-66_Arzfeld	04_E-66_Arzfeld	05_E-66_Arzfeld	06_E-82_Arzfeld	07_E-53_Arzfeld
IP AJ	3877	4240	4468	4135	4538	4141	4133
IP AT	3648	3997	4233	3915	4279	3887	3931
IP AU	3653	4005	4240	3919	4291	3897	3932
IP B	2611	2911	3166	2900	3146	2771	2969
IP G	3528	3869	4110	3800	4142	3753	3825
IP H	3508	3854	4092	3778	4132	3741	3799
IP I	3495	3844	4080	3763	4126	3733	3781
IP J	3445	3791	4029	3715	4070	3678	3735
IP K	3442	3789	4027	3711	4071	3678	3730

3x6



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

Anhang 4: Detaillierte Ergebnisse WP Arzfeld (an relev. IP) (2 Duplex-Seiten)

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt:</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung:</b> 	<b>Ausdruck/Seite:</b> 13.05.2016 17:49 / 1 <b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 13.05.2016 16:44/2.9.285
Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz		

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** Einwirkungsbereich WP Arzfeld an relev. IP's **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Annahmen**

Berechneter L(DW) = LWA<sub>ref</sub> + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet  
 (Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Domega)

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

**Berechnungsergebnisse**

**Schall-Immissionsort: IP A Hauptstraße 1, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	2.638	2.639	58,3	Ja	17,80	104,5	3,01	79,43	5,01	4,04	0,00	0,00	88,49	1,22
WKA 02_E-66_Arzfeld	2.953	2.954	53,0	Ja	16,00	104,5	3,01	80,41	5,61	4,19	0,00	0,00	90,21	1,30
WKA 03_E-66_Arzfeld	3.203	3.204	53,7	Ja	14,72	104,5	3,01	81,11	6,09	4,23	0,00	0,00	91,43	1,36
WKA 04_E-66_Arzfeld	2.922	2.924	61,8	Ja	16,26	104,5	3,01	80,32	5,56	4,08	0,00	0,00	89,95	1,30
WKA 05_E-66_Arzfeld	3.203	3.204	60,7	Ja	15,40	105,0	3,01	81,11	6,09	4,15	0,00	0,00	91,35	1,26
WKA 06_E-82_Arzfeld	2.821	2.824	70,1	Ja	13,89	101,2	3,01	80,02	5,37	3,95	0,00	0,00	89,33	0,98
WKA 07_E-53_Arzfeld	2.979	2.979	48,7	Ja	15,85	104,7	3,01	80,48	5,66	4,24	0,00	0,00	90,38	1,47
Summe	24,31													

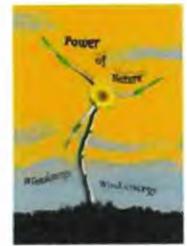
**Schall-Immissionsort: IP AA Kopscheider Straße 3, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	2.417	2.420	55,0	Nein	18,29	104,5	3,01	78,68	4,60	4,80	0,00	0,00	88,07	1,15
WKA 02_E-66_Arzfeld	2.800	2.802	48,0	Nein	16,17	104,5	3,01	79,95	5,32	4,80	0,00	0,00	90,07	1,26
WKA 03_E-66_Arzfeld	3.010	3.012	49,2	Nein	15,10	104,5	3,01	80,58	5,72	4,80	0,00	0,00	91,10	1,32
WKA 04_E-66_Arzfeld	2.658	2.661	57,1	Nein	16,93	104,5	3,01	79,50	5,06	4,80	0,00	0,00	89,35	1,22
WKA 05_E-66_Arzfeld	3.130	3.132	54,3	Nein	15,10	105,0	3,01	80,92	5,95	4,80	0,00	0,00	91,67	1,24
WKA 06_E-82_Arzfeld	2.729	2.732	65,2	Nein	13,54	101,2	3,01	79,73	5,19	4,80	0,00	0,00	89,72	0,95
WKA 07_E-53_Arzfeld	2.637	2.639	44,5	Nein	17,06	104,7	3,01	79,43	5,01	4,80	0,00	0,00	89,24	1,41
Summe	24,72													

**Schall-Immissionsort: IP AB Kopscheider Straße 4, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	2.479	2.483	58,6	Ja	18,73	104,5	3,01	78,90	4,72	3,99	0,00	0,00	87,61	1,17
WKA 02_E-66_Arzfeld	2.874	2.876	51,6	Nein	15,79	104,5	3,01	80,18	5,46	4,80	0,00	0,00	90,44	1,28
WKA 03_E-66_Arzfeld	3.066	3.069	50,2	Ja	15,37	104,5	3,01	80,74	5,83	4,24	0,00	0,00	90,81	1,33
WKA 04_E-66_Arzfeld	2.699	2.702	59,3	Ja	17,46	104,5	3,01	79,63	5,13	4,05	0,00	0,00	88,82	1,24
WKA 05_E-66_Arzfeld	3.222	3.224	55,9	Nein	14,65	105,0	3,01	81,17	6,13	4,80	0,00	0,00	92,10	1,26
WKA 06_E-82_Arzfeld	2.823	2.827	68,2	Nein	13,03	101,2	3,01	80,03	5,37	4,80	0,00	0,00	90,20	0,98
WKA 07_E-53_Arzfeld	2.652	2.654	45,1	Ja	17,56	104,7	3,01	79,48	5,04	4,22	0,00	0,00	88,74	1,41
Summe	24,90													

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk



<b>Projekt:</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung:</b> Auftraggeber	<b>Ausdruck/Seite:</b> 13.05.2016 17:49 / 2
		<b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie
		Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de
	<b>Bundesland Projekt:</b> Rheinland-Pfalz	<b>Berechnet:</b> 13.05.2016 16:44/2.9.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** Einwirkungsbereich WP Arzfeld an relev. IP's Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

**Schall-Immissionsort: IP AF Fuchswiese 8, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.739	3.741	60,7	Ja	12,25	104,5	3,01	82,46	7,11	4,25	0,00	0,00	93,81	1,45
WKA 02_E-66_Arzfeld	4.089	4.090	52,2	Ja	10,64	104,5	3,01	83,23	7,77	4,36	0,00	0,00	95,37	1,50
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.325	4.326	54,3	Ja	9,67	104,5	3,01	83,72	8,22	4,37	0,00	0,00	96,31	1,52
WKA 04_E-66_Arzfeld	4.007	4.009	64,3	Ja	11,10	104,5	3,01	83,06	7,62	4,25	0,00	0,00	94,93	1,49
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.371	4.373	57,2	Ja	10,08	105,0	3,01	83,81	8,31	4,35	0,00	0,00	96,48	1,46
WKA 06_E-82_Arzfeld	3.979	3.981	67,9	Ja	8,15	101,2	3,01	83,00	7,56	4,22	0,00	0,00	94,78	1,28
WKA 07_E-53_Arzfeld	4.022	4.023	50,7	Ja	11,00	104,7	3,01	83,09	7,64	4,37	0,00	0,00	95,10	1,61
Summe	19,02													

**Schall-Immissionsort: IP AG Fuchswiese 9, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.842	3.843	62,9	Ja	11,81	104,5	3,01	82,69	7,30	4,24	0,00	0,00	94,24	1,46
WKA 02_E-66_Arzfeld	4.202	4.203	55,4	Ja	10,19	104,5	3,01	83,47	7,99	4,35	0,00	0,00	95,81	1,51
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.431	4.433	56,5	Ja	9,25	104,5	3,01	83,93	8,42	4,36	0,00	0,00	96,72	1,54
WKA 04_E-66_Arzfeld	4.102	4.103	64,9	Ja	10,69	104,5	3,01	83,26	7,80	4,26	0,00	0,00	95,32	1,56
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.497	4.498	58,4	Ja	9,57	105,0	3,01	84,06	8,55	4,36	0,00	0,00	96,96	1,47
WKA 06_E-82_Arzfeld	4.101	4.103	70,1	Ja	7,64	101,2	3,01	83,26	7,80	4,22	0,00	0,00	95,27	1,30
WKA 07_E-53_Arzfeld	4.103	4.104	50,6	Ja	10,65	104,7	3,01	83,26	7,80	4,38	0,00	0,00	95,44	1,62
Summe	18,59													

**Schall-Immissionsort: IP AH Fuchswiese 10, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.851	3.853	62,3	Ja	11,76	104,5	3,01	82,72	7,32	4,25	0,00	0,00	94,23	1,47
WKA 02_E-66_Arzfeld	4.212	4.213	55,0	Ja	10,15	104,5	3,01	83,49	8,01	4,35	0,00	0,00	95,85	1,51
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.441	4.443	56,1	Ja	9,21	104,5	3,01	83,95	8,44	4,37	0,00	0,00	96,76	1,54
WKA 04_E-66_Arzfeld	4.110	4.112	64,2	Ja	10,65	104,5	3,01	83,28	7,81	4,27	0,00	0,00	95,36	1,50
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.508	4.510	58,0	Ja	9,52	105,0	3,01	84,08	8,57	4,36	0,00	0,00	97,01	1,47
WKA 06_E-82_Arzfeld	4.112	4.114	69,8	Ja	7,58	101,2	3,01	83,29	7,82	4,22	0,00	0,00	95,32	1,30
WKA 07_E-53_Arzfeld	4.111	4.112	49,9	Ja	10,61	104,7	3,01	83,28	7,81	4,39	0,00	0,00	95,48	1,62
Summe	18,54													

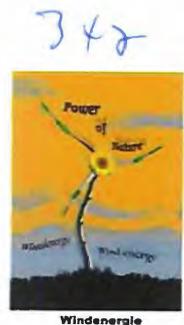
**Schall-Immissionsort: IP AI Fuchswiese 11, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.839	3.841	62,2	Ja	11,82	104,5	3,01	82,69	7,30	4,25	0,00	0,00	94,23	1,46
WKA 02_E-66_Arzfeld	4.202	4.203	55,3	Ja	10,19	104,5	3,01	83,47	7,99	4,35	0,00	0,00	95,81	1,51
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.430	4.431	56,1	Ja	9,26	104,5	3,01	83,93	8,42	4,37	0,00	0,00	96,72	1,53
WKA 04_E-66_Arzfeld	4.097	4.098	63,8	Ja	10,71	104,5	3,01	83,25	7,79	4,27	0,00	0,00	95,31	1,50
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.501	4.502	58,6	Ja	9,56	105,0	3,01	84,07	8,55	4,36	0,00	0,00	96,98	1,47
WKA 06_E-82_Arzfeld	4.104	4.106	70,6	Ja	7,63	101,2	3,01	83,27	7,80	4,21	0,00	0,00	95,28	1,30
WKA 07_E-53_Arzfeld	4.095	4.096	49,9	Ja	10,68	104,7	3,01	83,25	7,78	4,38	0,00	0,00	95,41	1,62
Summe	18,59													

**Schall-Immissionsort: IP AJ Fuchswiese 12, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.877	3.879	61,1	Ja	11,64	104,5	3,01	82,77	7,37	4,26	0,00	0,00	94,41	1,47
WKA 02_E-66_Arzfeld	4.240	4.241	54,2	Ja	10,02	104,5	3,01	83,55	8,06	4,36	0,00	0,00	95,97	1,51
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.468	4.469	55,1	Ja	9,10	104,5	3,01	84,00	8,49	4,38	0,00	0,00	96,88	1,54
WKA 04_E-66_Arzfeld	4.135	4.137	62,8	Ja	10,53	104,5	3,01	83,33	7,86	4,28	0,00	0,00	95,47	1,50

(Fortsetzung nächste Seite)...



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt:</b> <b>Schall Lichtenborn-Fuchswiese</b>	<b>Beschreibung:</b> 	<b>Ausdruck/Seite:</b> 13.05.2016 17:49 / 3  <b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 13.05.2016 16:44/2.9.285
---	--	--

Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** Einwirkungsbereich WP Arzfeld an relev. IP's **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...(Fortsetzung von letzter Seite)

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.538	4.540	57,5	Ja	9,40	105,0	3,01	84,14	8,63	4,37	0,00	0,00	97,13	1,48
WKA 06_E-82_Arzfeld	4.141	4.144	69,5	Ja	7,45	101,2	3,01	83,35	7,87	4,23	0,00	0,00	95,45	1,31
WKA 07_E-53_Arzfeld	4.133	4.134	48,9	Ja	10,51	104,7	3,01	83,33	7,85	4,40	0,00	0,00	95,58	1,62
<b>Summe</b>	<b>18,42</b>													

**Schall-Immissionsort: IP AT Fuchswiese 6, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.648	3.649	57,6	Ja	12,64	104,5	3,01	82,24	6,93	4,26	0,00	0,00	93,44	1,44
WKA 02_E-66_Arzfeld	3.997	3.998	49,2	Ja	11,01	104,5	3,01	83,04	7,60	4,38	0,00	0,00	95,01	1,48
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.233	4.235	51,2	Ja	10,03	104,5	3,01	83,54	8,05	4,39	0,00	0,00	95,97	1,51
WKA 04_E-66_Arzfeld	3.915	3.917	61,2	Ja	11,47	104,5	3,01	82,86	7,44	4,27	0,00	0,00	94,57	1,47
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.279	4.281	54,3	Ja	10,44	105,0	3,01	83,63	8,13	4,37	0,00	0,00	96,13	1,44
WKA 06_E-82_Arzfeld	3.887	3.889	65,0	Ja	8,53	101,2	3,01	82,80	7,39	4,23	0,00	0,00	94,42	1,26
WKA 07_E-53_Arzfeld	3.931	3.932	47,5	Ja	11,36	104,7	3,01	82,89	7,47	4,39	0,00	0,00	94,75	1,60
<b>Summe</b>	<b>19,39</b>													

**Schall-Immissionsort: IP AU Fuchswiese 7, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.653	3.655	57,6	Ja	12,61	104,5	3,01	82,26	6,94	4,26	0,00	0,00	93,46	1,44
WKA 02_E-66_Arzfeld	4.005	4.007	49,0	Ja	10,97	104,5	3,01	83,06	7,61	4,38	0,00	0,00	95,05	1,49
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.240	4.242	51,1	Ja	10,00	104,5	3,01	83,55	8,06	4,39	0,00	0,00	96,00	1,51
WKA 04_E-66_Arzfeld	3.919	3.921	60,8	Ja	11,45	104,5	3,01	82,87	7,45	4,27	0,00	0,00	94,59	1,47
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.291	4.292	53,5	Ja	10,38	105,0	3,01	83,65	8,16	4,37	0,00	0,00	96,18	1,45
WKA 06_E-82_Arzfeld	3.897	3.900	64,5	Ja	8,48	101,2	3,01	82,82	7,41	4,24	0,00	0,00	94,47	1,26
WKA 07_E-53_Arzfeld	3.932	3.933	46,9	Ja	11,35	104,7	3,01	82,89	7,47	4,39	0,00	0,00	94,76	1,60
<b>Summe</b>	<b>19,36</b>													

**Schall-Immissionsort: IP B Hauptstraße 2, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	2.611	2.613	53,3	Ja	17,89	104,5	3,01	79,34	4,96	4,10	0,00	0,00	88,41	1,21
WKA 02_E-66_Arzfeld	2.911	2.913	49,1	Ja	16,17	104,5	3,01	80,29	5,53	4,22	0,00	0,00	90,04	1,29
WKA 03_E-66_Arzfeld	3.166	3.167	49,8	Ja	14,87	104,5	3,01	81,01	6,02	4,26	0,00	0,00	91,29	1,35
WKA 04_E-66_Arzfeld	2.900	2.902	56,9	Ja	16,32	104,5	3,01	80,25	5,51	4,13	0,00	0,00	89,90	1,29
WKA 05_E-66_Arzfeld	3.146	3.147	57,5	Ja	15,65	105,0	3,01	80,96	5,98	4,18	0,00	0,00	91,11	1,24
WKA 06_E-82_Arzfeld	2.771	2.774	67,4	Ja	14,14	101,2	3,01	79,86	5,27	3,97	0,00	0,00	89,10	0,97
WKA 07_E-53_Arzfeld	2.969	2.970	44,6	Ja	15,85	104,7	3,01	80,46	5,64	4,29	0,00	0,00	90,38	1,47
<b>Summe</b>	<b>24,44</b>													

**Schall-Immissionsort: IP G Fuchswiese 4, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.528	3.529	54,0	Ja	13,16	104,5	3,01	81,95	6,71	4,28	0,00	0,00	92,94	1,42
WKA 02_E-66_Arzfeld	3.869	3.870	47,3	Ja	11,55	104,5	3,01	82,75	7,35	4,38	0,00	0,00	94,49	1,47
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.110	4.111	48,4	Ja	10,52	104,5	3,01	83,28	7,81	4,40	0,00	0,00	95,49	1,50
WKA 04_E-66_Arzfeld	3.800	3.802	57,8	Ja	11,95	104,5	3,01	82,60	7,22	4,28	0,00	0,00	94,10	1,46
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.142	4.144	53,6	Ja	11,01	105,0	3,01	83,35	7,87	4,36	0,00	0,00	95,58	1,43
WKA 06_E-82_Arzfeld	3.753	3.755	63,9	Ja	9,13	101,2	3,01	82,49	7,13	4,22	0,00	0,00	93,84	1,24
WKA 07_E-53_Arzfeld	3.825	3.826	45,0	Ja	11,80	104,7	3,01	82,66	7,27	4,40	0,00	0,00	94,32	1,59
<b>Summe</b>	<b>19,91</b>													

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emnd.dk



Windenergie

Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt</b> <b>Schall Lichtenborn-Fuchswiese</b>	<b>Beschreibung:</b> <b>Auftraggeber:</b> 	<b>Ausdruck/Seite</b> 13.05.2016 17:49 / 4 <b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de <b>Berechnet:</b> 13.05.2016 16:44/2.9.285
--	--	--

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** Einwirkungsbereich WP Arzfeld an relev. IP's **Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**

**Schall-Immissionsort: IP H Fuchswiese 5, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.508	3.510	55,6	Ja	13,26	104,5	3,01	81,91	6,67	4,26	0,00	0,00	92,83	1,41
WKA 02_E-66_Arzfeld	3.854	3.855	48,1	Ja	11,63	104,5	3,01	82,72	7,32	4,37	0,00	0,00	94,42	1,47
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.092	4.093	49,7	Ja	10,61	104,5	3,01	83,24	7,78	4,39	0,00	0,00	95,40	1,50
WKA 04_E-66_Arzfeld	3.778	3.780	59,6	Ja	12,06	104,5	3,01	82,55	7,18	4,26	0,00	0,00	93,99	1,45
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.132	4.134	53,9	Ja	11,05	105,0	3,01	83,33	7,85	4,35	0,00	0,00	95,54	1,42
WKA 06_E-82_Arzfeld	3.741	3.743	64,3	Ja	9,19	101,2	3,01	82,46	7,11	4,21	0,00	0,00	93,79	1,23
WKA 07_E-53_Arzfeld	3.799	3.800	46,4	Ja	11,92	104,7	3,01	82,60	7,22	4,38	0,00	0,00	94,20	1,59
Summe	20,00													

**Schall-Immissionsort: IP I Fuchswiese 3, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.495	3.497	54,8	Ja	13,32	104,5	3,01	81,87	6,64	4,26	0,00	0,00	92,78	1,41
WKA 02_E-66_Arzfeld	3.844	3.845	46,8	Ja	11,66	104,5	3,01	82,70	7,31	4,38	0,00	0,00	94,39	1,46
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.080	4.082	48,6	Ja	10,65	104,5	3,01	83,22	7,76	4,39	0,00	0,00	95,37	1,50
WKA 04_E-66_Arzfeld	3.763	3.765	58,5	Ja	12,12	104,5	3,01	82,52	7,15	4,27	0,00	0,00	93,94	1,45
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.126	4.127	52,3	Ja	11,06	105,0	3,01	83,31	7,84	4,37	0,00	0,00	95,52	1,42
WKA 06_E-82_Arzfeld	3.733	3.736	62,8	Ja	9,21	101,2	3,01	82,45	7,10	4,23	0,00	0,00	93,77	1,23
WKA 07_E-53_Arzfeld	3.781	3.782	44,9	Ja	11,99	104,7	3,01	82,55	7,19	4,39	0,00	0,00	94,13	1,59
Summe	20,04													

**Schall-Immissionsort: IP J Fuchswiese 1, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.445	3.447	54,1	Ja	13,55	104,5	3,01	81,75	6,55	4,26	0,00	0,00	92,56	1,40
WKA 02_E-66_Arzfeld	3.791	3.792	46,6	Ja	11,89	104,5	3,01	82,58	7,21	4,38	0,00	0,00	94,16	1,46
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.029	4.030	48,3	Ja	10,87	104,5	3,01	83,11	7,66	4,39	0,00	0,00	95,16	1,49
WKA 04_E-66_Arzfeld	3.715	3.717	58,1	Ja	12,33	104,5	3,01	82,40	7,06	4,27	0,00	0,00	93,73	1,45
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.070	4.072	52,5	Ja	11,30	105,0	3,01	83,20	7,74	4,36	0,00	0,00	95,29	1,42
WKA 06_E-82_Arzfeld	3.678	3.681	63,0	Ja	9,46	101,2	3,01	82,32	6,99	4,22	0,00	0,00	93,53	1,22
WKA 07_E-53_Arzfeld	3.735	3.736	44,9	Ja	12,19	104,7	3,01	82,45	7,10	4,39	0,00	0,00	93,94	1,58
Summe	20,27													

**Schall-Immissionsort: IP K Fuchswiese 2, Lichtenborn (MI)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 01_E-66_Arzfeld	3.442	3.444	54,1	Ja	13,56	104,5	3,01	81,74	6,54	4,26	0,00	0,00	92,55	1,40
WKA 02_E-66_Arzfeld	3.789	3.791	46,2	Ja	11,89	104,5	3,01	82,57	7,20	4,38	0,00	0,00	94,16	1,46
WKA 03_E-66_Arzfeld	4.027	4.028	48,0	Ja	10,87	104,5	3,01	83,10	7,65	4,39	0,00	0,00	95,15	1,49
WKA 04_E-66_Arzfeld	3.711	3.713	57,9	Ja	12,35	104,5	3,01	82,39	7,05	4,27	0,00	0,00	93,72	1,44
WKA 05_E-66_Arzfeld	4.071	4.072	52,0	Ja	11,30	105,0	3,01	83,20	7,74	4,36	0,00	0,00	95,30	1,42
WKA 06_E-82_Arzfeld	3.678	3.681	62,4	Ja	9,46	101,2	3,01	82,32	6,99	4,22	0,00	0,00	93,53	1,22
WKA 07_E-53_Arzfeld	3.730	3.731	44,4	Ja	12,21	104,7	3,01	82,44	7,09	4,39	0,00	0,00	93,92	1,58
Summe	20,27													



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

Anhang 5: Einwirkungsbereich WP Manderscheid (an relevante IP) (1 Duplex-Seite)

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt:  
**Schall Lichtenborn-Fuchswiese**

Beschreibung:



Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz

Ausdruck/Seite  
13.05.2016 17:52 / 1

Lizenzierter Anwender:

**Power of Nature - Windenergie**

Aulendorf 40

DE-48727 Billerbeck

02543 9304674

Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de

Berechnet:

13.05.2016 16:44/2.9.285

**DECIBEL - Hauptergebnis**

**Berechnung:** Einwirkungsbereich WP Manderscheid an relev. IP's

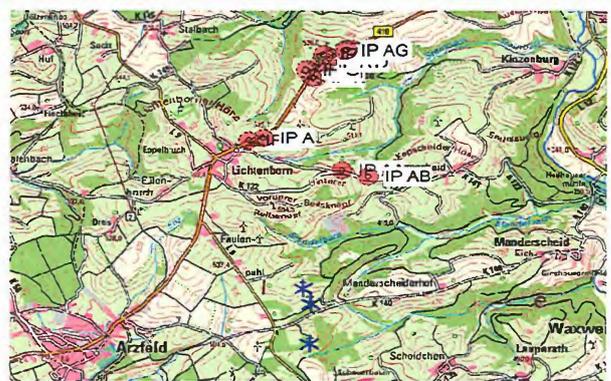
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

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

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 2,0 dB

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

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



Maßstab 1:75.000  
\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

**WEA**

WKA	UTM (north)-WGS84 Zone: 32			Beschreibung	WKA-Typ	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte	Windgeschw.	LWA	Einzel-töne
	Ost	Nord	Z											
WKA 01_E-66_Mandersch.	307.396	5.552.540	531,5	WKA 01 E-66/18.70/95_ Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	70,0	95,0	USER Kötter 25716-1.001 1.400kW 102,0 dB(A)+ obVerz: 2,5dB	10,0	104,5	0 dB
WKA 02_E-66_Mandersch.	307.313	5.552.725	522,2	WKA 02 E-66/18.70/98_ Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	98,0	USER Kötter 25716-1.001 1.400kW 102,0 dB(A)+ obVerz: 2,5dB	10,0	104,5	0 dB
WKA 03_E-66_Mandersch.	307.380	5.552.047	532,3	WKA 03 E-66/18.70/98_ Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	98,0	USER Kötter 25716-1.001 1.400kW 102,0 dB(A)+ obVerz: 2,5dB	10,0	104,5	0 dB

**Berechnungsergebnisse**

**Beurteilungspegel**

Schall-Immissionsort Nr.	Name	UTM (north)-WGS84 Zone: 32			Anforderungen	Beurteilungspegel	Anforderungen erfüllt?	
		Ost	Nord	Z				Schall [dB(A)]
IP A	Hauptstraße 1, Lichtenborn (MI)	306.870	5.554.577	535,0	5,0	45,0	25,9	Ja
IP AA	Kopscheider Straße 3, Lichtenborn (MI)	307.736	5.554.177	507,8	5,0	45,0	27,7	Ja
IP AB	Kopscheider Straße 4, Lichtenborn (MI)	308.025	5.554.107	490,0	5,0	45,0	28,9	Ja
IP AF	Fuchswiese 8, Lichtenborn (MI)	307.523	5.555.613	517,7	5,0	45,0	20,0	Ja
IP AG	Fuchswiese 9, Lichtenborn (MI)	307.760	5.555.665	509,1	5,0	45,0	19,6	Ja
IP AH	Fuchswiese 10, Lichtenborn (MI)	307.783	5.555.669	507,7	5,0	45,0	19,6	Ja
IP AI	Fuchswiese 11, Lichtenborn (MI)	307.822	5.555.646	507,0	5,0	45,0	19,7	Ja
IP AJ	Fuchswiese 12, Lichtenborn (MI)	307.828	5.555.684	504,6	5,0	45,0	19,4	Ja
IP AT	Fuchswiese 6, Lichtenborn (MI)	307.499	5.555.524	512,0	5,0	45,0	20,4	Ja
IP AU	Fuchswiese 7, Lichtenborn (MI)	307.552	5.555.519	507,6	5,0	45,0	20,4	Ja
IP B	Hauptstraße 2, Lichtenborn (MI)	306.708	5.554.549	532,6	5,0	45,0	25,7	Ja
IP G	Fuchswiese 4, Lichtenborn (MI)	307.335	5.555.430	515,2	5,0	45,0	20,9	Ja
IP H	Fuchswiese 5, Lichtenborn (MI)	307.406	5.555.399	514,1	5,0	45,0	21,1	Ja
IP I	Fuchswiese 3, Lichtenborn (MI)	307.455	5.555.377	507,7	5,0	45,0	21,2	Ja
IP J	Fuchswiese 1, Lichtenborn (MI)	307.400	5.555.336	510,9	5,0	45,0	21,4	Ja
IP K	Fuchswiese 2, Lichtenborn (MI)	307.426	5.555.329	508,7	5,0	45,0	21,5	Ja

**Abstände (m)**

Schall-Immissionsort	WEA		
	WKA 01_E-66_Mandersch.	WKA 02_E-66_Mandersch.	WKA 03_E-66_Mandersch.
IP A	2104	1904	2581
IP AA	1672	1513	2160
IP AB	1688	1555	2159
IP AF	3076	2896	3569
IP AG	3146	2974	3638
IP AH	3153	2981	3644
IP AI	3135	2965	3626
IP AJ	3174	3003	3664
IP AT	2986	2805	3479
IP AU	2983	2805	3477

(Fortsetzung nächste Seite)...

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk



Windenergie

## Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt:

Schall Lichtenborn-Fuchswiese

Beschreibung:

Auftraggeber



Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz

AusdruckSeite

13.05.2016 17:52 / 2

Lizenzierter Anwender:

Power of Nature - Windenergie

Aulendorf 40

DE-48727 Billerbeck

02543 9304674

Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de

Berechnet:

13.05.2016 16:44/2.9.285

### DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Einwirkungsbereich WP Manderscheid an relev. IP's

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Schall-Immissionsort	WEA WKA 01_E-66_Mandersch.	WKA 02_E-66_Mandersch.	WKA 03_E-66_Mandersch.
IP B	2124	1922	2591
IP G	2891	2705	3383
IP H	2859	2676	3352
IP I	2838	2656	3331
IP J	2796	2612	3289
IP K	2789	2606	3282



Anhang 6: Detaillierte Ergebnisse Einwirkb. WP Manderscheid (an relev. IP) (1 Duplex-Seite)

Projekt: Schall Lichtenborn-Fuchswiese  
 13.05.2016 17:56 / 1  
 Power of Nature - Windenergie  
 Aulendorf 40  
 DE-48727 Billebeck  
 02543 9304674  
 Fürges, Jörg / joerg.fueorges@powernature.de  
 Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz  
 13.05.2016 16:44:29.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**  
 Berechnung: Einwirkbereich WP Manderscheid an relev. IP: Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s  
 Annahmen  
 Berechner L(DW) = LWA<sub>ref</sub> + K + Dc - (Adiv + Aaalm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet  
 (Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Domega)

LWA <sub>ref</sub> :	Schalldruckpegel an WEA
K:	Einzellöne
Dc:	Richtwirkungskorrektur
Adiv:	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
Aaalm:	Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
Abar:	Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
Amisc:	Dämpfung aufgrund von Abschirmung
Cmet:	Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte Meteorologische Korrektur

**Berechnungsergebnisse**

Schall-Immissionsort: IP A Hauptstraße 1, Lichtenborn (MI)

Nr.	WEA	Abstand		Schallweg		Mittlere Höhe		Schallbar		Lauter Wert bis 95% Nennleistung		Berechnet		LWA		Dc		Agr		Abar		Amisc		A		Cmet				
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
WKA 01_E-66	Mandersch.	2.104	2.105	63,0	62,0	2.112	2.112	104,5	3,01	77,47	4,00	3,77	0,00	0,00	85,24	1,14														
WKA 02_E-66	Mandersch.	1.904	1.906	85,9	85,9	2.275	2.275	104,5	3,01	79,60	3,82	3,61	0,00	0,00	83,64	0,92														
WKA 03_E-66	Mandersch.	2.591	2.593	67,0	67,0	18,25	18,25	104,5	3,01	75,24	4,81	3,91	0,00	0,00	86,06	1,20														
Summe	25,85																													

Schall-Immissionsort: IP AA Kopscheider Straße 3, Lichtenborn (MI)

Nr.	WEA	Abstand		Schallweg		Mittlere Höhe		Schallbar		Lauter Wert bis 95% Nennleistung		Berechnet		LWA		Dc		Agr		Abar		Amisc		A		Cmet					
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		
WKA 01_E-66	Mandersch.	1.688	1.693	62,0	62,0	2.112	2.112	104,5	3,01	75,49	3,18	4,80	0,00	0,00	85,47	0,82															
WKA 02_E-66	Mandersch.	1.512	1.514	64,9	64,9	19,85	19,85	104,5	3,01	77,70	4,11	4,89	0,00	0,00	86,61	1,05															
WKA 03_E-66	Mandersch.	2.160	2.163	64,9	64,9	19,85	19,85	104,5	3,01	77,70	4,11	4,89	0,00	0,00	86,61	1,05															
Summe	27,70																														

Schall-Immissionsort: IP AB Kopscheider Straße 4, Lichtenborn (MI)

Nr.	WEA	Abstand		Schallweg		Mittlere Höhe		Schallbar		Lauter Wert bis 95% Nennleistung		Berechnet		LWA		Dc		Agr		Abar		Amisc		A		Cmet					
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		
WKA 01_E-66	Mandersch.	1.688	1.693	62,0	62,0	2.112	2.112	104,5	3,01	75,57	3,22	3,46	0,00	0,00	82,25	0,93															
WKA 02_E-66	Mandersch.	1.555	1.560	71,0	71,0	25,77	25,77	104,5	3,01	74,86	2,96	3,23	0,00	0,00	81,06	0,97															
WKA 03_E-66	Mandersch.	2.159	2.163	65,6	65,6	20,89	20,89	104,5	3,01	77,70	4,11	3,76	0,00	0,00	85,57	1,05															
Summe	28,88																														

Schall-Immissionsort: IP AF Fuchswiese 8, Lichtenborn (MI)

Nr.	WEA	Abstand		Schallweg		Mittlere Höhe		Schallbar		Lauter Wert bis 95% Nennleistung		Berechnet		LWA		Dc		Agr		Abar		Amisc		A		Cmet					
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		
WKA 01_E-66	Mandersch.	3.076	3.077	66,2	66,2	15,42	15,42	104,5	3,01	80,78	5,85	4,00	0,00	0,00	90,97	1,41															
WKA 02_E-66	Mandersch.	3.556	3.570	70,1	70,1	15,12	15,12	104,5	3,01	82,24	5,50	4,00	0,00	0,00	89,74	1,29															
WKA 03_E-66	Mandersch.	3.959	3.959	70,1	70,1	15,12	15,12	104,5	3,01	82,95	6,76	4,13	0,00	0,00	92,97	1,42															
Summe	19,89																														

Projekt: Schall Lichtenborn-Fuchswiese  
 13.05.2016 17:56 / 2  
 Power of Nature - Windenergie  
 Aulendorf 40  
 DE-48727 Billebeck  
 02543 9304674  
 Fürges, Jörg / joerg.fueorges@powernature.de  
 Bundesland Projekt: Rheinland-Pfalz  
 13.05.2016 16:44:29.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**  
 Berechnung: Einwirkbereich WP Manderscheid an relev. IP: Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: IP AG Fuchswiese 9, Lichtenborn (MI)

Nr.	WEA	Abstand		Schallweg		Mittlere Höhe		Schallbar		Lauter Wert bis 95% Nennleistung		Berechnet		LWA		Dc		Agr		Abar		Amisc		A		Cmet					
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]			
WKA 01_E-66	Mandersch.	3.148	3.148	66,4	66,4	15,00	15,00	104,5	3,01	80,86	5,98	4,00	0,00	0,00	91,02	1,40															
WKA 02_E-66	Mandersch.	2.974	2.976	67,8	67,8	16,08	16,08	104,5	3,01	80,47	5,85	4,02	0,00	0,00	90,15	1,31															
WKA 03_E-66	Mandersch.	3.638	3.640	70,3	70,3	12,80	12,80	104,5	3,01	82,22	6,82	4,14	0,00	0,00	93,28	1,43															
Summe	19,81																														

Schall-Immissionsort: IP AH Fuchswiese 10, Lichtenborn (MI)

Nr.	WEA	Abstand		Schallweg		Mittlere Höhe		Schallbar		Lauter Wert bis 95% Nennleistung		Berechnet		LWA		Dc		Agr		Abar		Amisc		A		Cmet					
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]			
WKA 01_E-66	Mandersch.	3.153	3.155	65,8	65,8	15,02	15,02	104,5	3,01	80,98	5,99	4,09	0,00	0,00	91,06	1,43															
WKA 02_E-66	Mandersch.	2.953	2.953	67,1	67,1	16,01	16,01	104,5	3,01	80,49	5,87	4,03	0,00	0,00	90,19	1,31															
WKA 03_E-66	Mandersch.	3.844	3.846	69,7	69,7	12,76	12,76	104,5	3,01	82,24	6,93	4,15	0,00	0,00	93,31	1,43															
Summe	19,57																														

Schall-Immissionsort: IP AI Fuchswiese 11, Lichtenborn (MI)

Nr.	WEA	Abstand		Schallweg		Mittlere Höhe		Schallbar		Lauter Wert bis 95% Nennleistung		Berechnet		LWA		Dc		Agr		Abar		Amisc		A		Cmet					
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]			
WKA 01_E-66	Mandersch.	3.135	3.137	65,8	65,8	15,11	15,11	104,5	3,01	80,93	5,96	4,03	0,00	0,00	91,13	1,43															
WKA 02_E-66	Mandersch.	2.955	2.957	67,1	67,1	16,09	16,09	104,5	3,01	80,45	5,84	4,03	0,00	0,00	90,11	1,31															
WKA 03_E-66	Mandersch.	3.628	3.628	69,7	69,7	12,85	12,85	104,5	3,01	82,19	6,89	4,14	0,00	0,00	93,23	1,43															
Summe	19,66																														

Schall-Immissionsort: IP AJ Fuchswiese 12, Lichtenborn (MI)

Nr.	WEA	Abstand		Schallweg		Mittlere Höhe		Schallbar		Lauter Wert bis 95% Nennleistung		Berechnet		LWA		Dc		Agr		Abar		Amisc		A		Cmet	
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
WKA 01_E-66	Mandersch.	3.174	3.175	64,5	64,5	14,80	14,80	104,5	3,01	81,04</																	



Projekt: **Schall Lichtenborn-Fuchswiese**

13.05.2016 17:56 / 3

LiDAR-Modell-Anwendung

Power of Nature - Windenergie

Autonome Schallimmissionsprognose

02543 9304674

Fürtinger, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de

Berechnung: 13.05.2016 16:44/2, 9:285

Bundesland/Projekt: Rheinland-Pfalz

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: Einwirkungsbereich WP Manderscheid an relev. IP: Schallberechnungs-Modell: ISO 9613:2 Deutschland 10,0 m/s

**Schall-Immissionsort: IP B Hauptstraße 2, Lichtenborn (MI)**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	Dc [dB]	Adv [dB]	Aa1m [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]		
WKA.01_E-66_Mandersch.	2.124	2.125	60,4	Ja	20,95	104,5	3,01	77,55	4,04	3,63	0,00	0,00	85,41	1,15
WKA.02_E-66_Mandersch.	1.922	1.924	63,4	Ja	22,58	104,5	3,01	76,68	3,65	3,67	0,00	0,00	84,00	0,63
WKA.03_E-66_Mandersch.	2.591	2.592	64,6	Ja	18,16	104,5	3,01	79,27	4,83	3,95	0,00	0,00	86,15	1,20
Summe	25,69													

**Schall-Immissionsort: IP G Fuchswiese 4, Lichtenborn (MI)**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB]	Dc [dB]	Adv [dB]	Aa1m [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	
WKA.01_E-66_Mandersch.	2.891	2.892	59,8	Ja	16,32	104,5	3,01	80,22	5,50	4,09	0,00	0,00	89,81	1,38
WKA.02_E-66_Mandersch.	2.705	2.707	61,0	Ja	17,45	104,5	3,01	79,65	5,14	4,03	0,00	0,00	89,28	1,41
WKA.03_E-66_Mandersch.	3.363	3.365	63,6	Ja	13,94	104,5	3,01	81,59	6,49	4,16	0,00	0,00	92,16	1,39
Summe	20,91													

**Schall-Immissionsort: IP H Fuchswiese 5, Lichtenborn (MI)**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB]	Dc [dB]	Adv [dB]	Aa1m [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	
WKA.01_E-66_Mandersch.	2.859	2.861	61,9	Ja	16,51	104,5	3,01	80,13	5,44	4,09	0,00	0,00	89,62	1,37
WKA.02_E-66_Mandersch.	2.678	2.678	63,3	Ja	17,65	104,5	3,01	79,55	5,09	3,89	0,00	0,00	88,83	1,23
WKA.03_E-66_Mandersch.	3.352	3.354	65,4	Ja	14,11	104,5	3,01	81,51	6,37	4,13	0,00	0,00	92,02	1,39
Summe	21,10													

**Schall-Immissionsort: IP I Fuchswiese 3, Lichtenborn (MI)**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB]	Dc [dB]	Adv [dB]	Aa1m [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	
WKA.01_E-66_Mandersch.	2.839	2.839	60,8	Ja	16,61	104,5	3,01	80,06	5,40	4,07	0,00	0,00	89,53	1,37
WKA.02_E-66_Mandersch.	2.656	2.656	61,9	Ja	17,74	104,5	3,01	79,49	5,33	4,14	0,00	0,00	89,44	1,37
WKA.03_E-66_Mandersch.	3.331	3.333	64,2	Ja	14,29	104,5	3,01	81,46	6,33	4,14	0,00	0,00	91,93	1,38
Summe	21,19													

**Schall-Immissionsort: IP J Fuchswiese 1, Lichtenborn (MI)**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB]	Dc [dB]	Adv [dB]	Aa1m [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	
WKA.01_E-66_Mandersch.	2.798	2.798	60,3	Ja	16,84	104,5	3,01	79,94	5,32	4,06	0,00	0,00	89,31	1,36
WKA.02_E-66_Mandersch.	2.612	2.614	61,7	Ja	17,99	104,5	3,01	79,35	4,97	3,99	0,00	0,00	88,31	1,21
WKA.03_E-66_Mandersch.	3.289	3.291	64,0	Ja	14,40	104,5	3,01	81,35	6,25	4,14	0,00	0,00	91,73	1,37
Summe	21,43													

**Schall-Immissionsort: IP K Fuchswiese 2, Lichtenborn (MI)**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB]	Dc [dB]	Adv [dB]	Aa1m [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	
WKA.01_E-66_Mandersch.	2.769	2.769	60,0	Ja	16,87	104,5	3,01	79,91	5,30	4,08	0,00	0,00	89,26	1,35
WKA.02_E-66_Mandersch.	2.606	2.606	61,4	Ja	18,02	104,5	3,01	79,33	4,94	4,14	0,00	0,00	89,26	1,35
WKA.03_E-66_Mandersch.	3.282	3.284	63,6	Ja	14,43	104,5	3,01	81,33	6,24	4,14	0,00	0,00	91,71	1,37
Summe	21,46													





WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt: Schall Lichtenborn-Fuchswiese
Datum: 13.05.2016 17:58 / 3
Lautstärke: 100
Power of Nature - Windenergie
Aulendorf 40
DE-48727 Billerbeck
02543 9304674
Fürges, Jörg / berg.hertges@gowemaure.de
13.05.2016 16:44/2 9.285

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse
Berechnung: Einwirkungsbereich WP Lichtenborn an relev. IP: Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Table with columns: WEA Nr., Abstand Schallweg [m], Mittlere Höhe [m], Schichtbar, Berechnet, LWA, Dc, Adv, Aadm, Agr, Abar, Amisc, A, Cmet. Rows include WEA 02\_E-82\_Fuchswiese, WKA 01\_E-66, WKA 03\_MD 77\_Lichtenborn, etc.

Table with columns: WEA Nr., Abstand Schallweg [m], Mittlere Höhe [m], Schichtbar, Berechnet, LWA, Dc, Adv, Aadm, Agr, Abar, Amisc, A, Cmet. Rows include WEA 02\_E-82\_Fuchswiese, WKA 01\_E-66, WKA 03\_MD 77\_Lichtenborn, etc.

Table with columns: WEA Nr., Abstand Schallweg [m], Mittlere Höhe [m], Schichtbar, Berechnet, LWA, Dc, Adv, Aadm, Agr, Abar, Amisc, A, Cmet. Rows include WEA 02\_E-82\_Fuchswiese, WKA 01\_E-66, WKA 03\_MD 77\_Lichtenborn, etc.

Table with columns: WEA Nr., Abstand Schallweg [m], Mittlere Höhe [m], Schichtbar, Berechnet, LWA, Dc, Adv, Aadm, Agr, Abar, Amisc, A, Cmet. Rows include WEA 02\_E-82\_Fuchswiese, WKA 01\_E-66, WKA 03\_MD 77\_Lichtenborn, etc.

WindPRO: verteilbar von EMD International AG, Moth, Ammerweg 10, DK-8250 Aulendorf 9, Tel. +49 08 35 14 44, Fax +49 08 35 14 46, e-mail: windprog@emdg.de
Power of Nature - Windenergie
Autoren: Schallimmissionsprognose, Lichtimmissionsprognose, vom 13.05.2016



WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt: Schall Lichtenborn-Fuchswiese
Datum: 13.05.2016 17:58 / 4
Lautstärke: 100
Power of Nature - Windenergie
Aulendorf 40
DE-48727 Billerbeck
02543 9304674
Fürges, Jörg / berg.hertges@gowemaure.de
13.05.2016 16:44/2 9.285

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse
Berechnung: Einwirkungsbereich WP Lichtenborn an relev. IP: Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Table with columns: WEA Nr., Abstand Schallweg [m], Mittlere Höhe [m], Schichtbar, Berechnet, LWA, Dc, Adv, Aadm, Agr, Abar, Amisc, A, Cmet. Rows include WEA 02\_E-82\_Fuchswiese, WKA 01\_E-66, WKA 03\_MD 77\_Lichtenborn, etc.

Table with columns: WEA Nr., Abstand Schallweg [m], Mittlere Höhe [m], Schichtbar, Berechnet, LWA, Dc, Adv, Aadm, Agr, Abar, Amisc, A, Cmet. Rows include WEA 02\_E-82\_Fuchswiese, WKA 01\_E-66, WKA 03\_MD 77\_Lichtenborn, etc.

Table with columns: WEA Nr., Abstand Schallweg [m], Mittlere Höhe [m], Schichtbar, Berechnet, LWA, Dc, Adv, Aadm, Agr, Abar, Amisc, A, Cmet. Rows include WEA 02\_E-82\_Fuchswiese, WKA 01\_E-66, WKA 03\_MD 77\_Lichtenborn, etc.

Table with columns: WEA Nr., Abstand Schallweg [m], Mittlere Höhe [m], Schichtbar, Berechnet, LWA, Dc, Adv, Aadm, Agr, Abar, Amisc, A, Cmet. Rows include WEA 02\_E-82\_Fuchswiese, WKA 01\_E-66, WKA 03\_MD 77\_Lichtenborn, etc.

WindPRO: verteilbar von EMD International AG, Moth, Ammerweg 10, DK-8250 Aulendorf 9, Tel. +49 08 35 14 44, Fax +49 08 35 14 46, e-mail: windprog@emdg.de
Power of Nature - Windenergie
Autoren: Schallimmissionsprognose, Lichtimmissionsprognose, vom 13.05.2016

**Projekt**  
Schall Lichtenborn-Fuchsw

**Erstellung**  
[Redacted]

**Maßstab**  
[Redacted]

**Bundesland/Projekt**  
Rheinland-Pfalz

**WindPRO version 2.9.285 Sep 2014**

**Auftrags-Nr.**  
13.05.2016 17:59 / 5

**Kunde**  
Power of Nature - Windenergie  
Aulendorf 40  
DE-48727 Billebeck  
02543 9304674  
Furtges, Jörg / joerg.furtges@powernature.de  
13.05.2016 16:44/2.9.285

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: Einwirkungsbereich WP Lichtenborn an relev. IP: Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10.0 m/s

Schall-immissionsort: IP K Fuchswiese 2, Lichtenborn (M)

WEA Nr.      Abstand    Schallweg    Mittlere    Höhe    Lautester Wert bis 95% Regenleistung

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Berechnet		LWA		Dc		Aatm		Agr		Abar		Amits		A		Cmet		
				[dB(A)]	[dB]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 02_E-42_Fuchswiese	843	850	83,9	Ja	32,33	101,9	3,00	89,59	1,61	1,37	0,00	0,00	72,57	0,00								
WKA 01_E-66	2.160	2.163	48,8	Ja	20,51	104,5	3,01	77,70	4,11	4,03	0,00	0,00	85,84	1,16								
WKA 02_E-66	2.160	2.163	48,8	Ja	20,51	104,5	3,01	77,70	4,11	4,03	0,00	0,00	85,84	1,16								
WKA 03_MD 77_Lichtenborn	670	679	58,9	Ja	35,80	103,6	3,00	87,63	1,20	1,87	0,00	0,00	85,80	0,00								
WKA 04_E-70_Lichtenborn	760	768	76,7	Ja	35,31	103,8	3,00	88,71	1,48	1,33	0,00	0,00	71,50	0,00								
WKA 05_E-42_Lichtenborn	616	628	85,5	Ja	40,76	105,9	3,00	86,83	1,19	0,02	0,00	0,00	68,14	0,00								
WKA 06_MD 77_Lichtenborn	804	809	57,4	Ja	33,57	103,6	3,00	89,16	1,54	2,33	0,00	0,00	73,03	0,00								
WKA 07_E-70_Lichtenborn	1.484	1.488	96,8	Ja	26,57	103,8	3,01	74,45	2,83	2,58	0,00	0,00	79,84	0,40								
Summe																						43,78



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

Anhang 8: Ergebnis Gesamtbel. (BestandsWEA & NeuWEA) alle IP's Tagb. (1 Duplex-Seite)

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

<b>Projekt:</b> Schall Lichtenborn-Fuchswiese	<b>Beschreibung:</b> Auftraggeber	<b>Ausdruck/Seite:</b> 13.05.2016 18:03 / 1
		<b>Lizenzierter Anwender:</b> Power of Nature - Windenergie Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges, Jörg / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 13.05.2016 16:45/2.9.285
	<b>Bundesland/Projekt:</b> Rheinland-Pfalz	

**DECIBEL - Hauptergebnis**

**Berechnung:** Gesamtbelastung (alle Bestands-WKA's & Neuanlage) an allen IP's Tagbetrieb

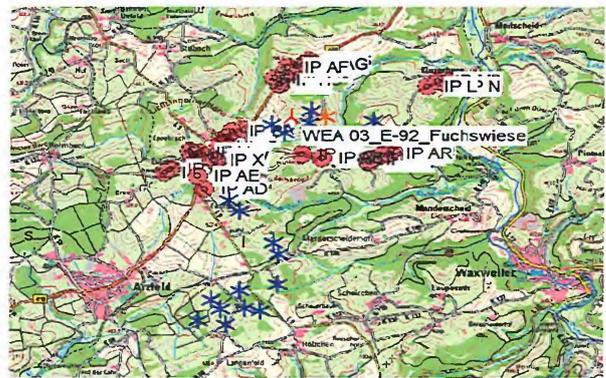
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

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

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 2,0 dB

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

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



**WEA**

WEA	UTM (north)-WGS84 Zone: 32			Beschreibung	WEA-Typ	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle Name	Windgeschw. [m/s]	LWA [dB(A)]	Enzelle
	Ost	Nord	Z											
WEA 02_E-02_Fuchswiese	308.801	5.554.736	480,0	WEA 02 E-02 E2 TES2 30	Ja	ENERCON	E-62 E2-2.300	2.300	62,0	138,4	USER KCE 214085-01 01 TES 2.300kW (Utlaw, alle NH) (101,8 - 2,1 oVB) dB(A)	(95%)	103,9	0 dB
WEA 02_E-02_Fuchswiese	307.573	5.554.736	487,5	WEA 03 E-02 E1 TES2 25	Ja	ENERCON	E-02 E1-2.350	2.350	62,0	138,4	USER SE15012002 alle NH (Utlaw) (104,7 - 2,2 oVB) dB(A)	(95%)	106,9	0 dB
WKA 01_E-66_Arztel	306.829	5.553.252	532,5	WKA 01 E-66/18.70/50m NH Ja	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.500	1.500	70,0	86,0	USER Kötter 25716-1.001 103,0 dB(A) = ob.Ventl.ber. 2 dB	10,0	105,0	0 dB
WKA 01_E-66_Manderscheid	307.298	5.552.540	515,0	WKA 01 E-66/18.70/50m NH Ja	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.500	1.500	70,0	95,0	USER Kötter 25716-1.001 103,0 dB(A) = ob.Ventl.ber. 2 dB	10,0	105,0	0 dB
WKA 02_E-66_Arztel	306.680	5.553.424	545,3	WKA 02 E-66/18.70/50m NH Ja	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.500	1.500	70,0	85,0	USER Kötter 25716-1.001 103,0 dB(A) = ob.Ventl.ber. 2 dB	10,0	105,0	0 dB
WKA 02_E-66_Arztel	306.549	5.551.842	529,0	WKA 02 E-66/18.70/50m NH Ja	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.500	1.500	70,0	90,0	USER Kötter 25716-1.001 103,0 dB(A) = ob.Ventl.ber. 2 dB	10,0	105,0	0 dB
WKA 02_E-66_Manderscheid	307.313	5.552.722	522,2	WKA 02 E-66/18.70/50m NH Ja	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.500	1.500	70,0	90,0	USER Kötter 25716-1.001 103,0 dB(A) = ob.Ventl.ber. 2 dB	10,0	105,0	0 dB
WKA 03_E-66_Arztel	306.815	5.551.254	522,7	WKA 03 E-66/18.70/50m NH Ja	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.500	1.500	70,0	90,0	USER Kötter 25716-1.001 103,0 dB(A) = ob.Ventl.ber. 2 dB	10,0	105,0	0 dB
WKA 03_E-66_Manderscheid	307.280	5.552.947	532,3	WKA 03 E-66/18.70/50m NH Ja	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.500	1.500	70,0	90,0	USER Kötter 25716-1.001 103,0 dB(A) = ob.Ventl.ber. 2 dB	10,0	105,0	0 dB
WKA 03_MD_77_Lichtenborn	307.279	5.554.675	523,9	WKA 03 MD 77/1.500kW/11...	Ja	FUHLÄNDER	FL-MD77-1.500	1.500	77,0	100,0	USER WCO 0875E302 100m NH (102,3 = 1,3 Aufschub) dB(A)	(95%)	105,6	0 dB
WKA 04_E-66_Arztel	306.598	5.551.655	535,0	WKA 04 E-66/18.70/50m NH Ja	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.500	1.500	70,0	90,0	USER Kötter 25716-1.001 103,0 dB(A) = ob.Ventl.ber. 2 dB	10,0	105,0	0 dB
WKA 04_E-70_Lichtenborn	307.840	5.554.691	507,8	WKA 04 E-70 E42.000kW/...	Ja	ENERCON	E-70 E42-2.000	2.000	71,0	114,0	USER Müller M82 9102 3fach 101,9-2,0 dB(A)	10,0	103,5	0 dB
WKA 05_E-66_Arztel	306.215	5.551.442	515,0	WKA 05 E-66/18.70/114m...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.500	1.500	70,0	114,0	USER Kötter 25716-1.001 103,0 dB(A) = ob.Ventl.ber. 2 dB	10,0	105,0	0 dB
WKA 05_E-62_Lichtenborn	307.870	5.554.902	484,4	WKA 05 E-62 E32.300kW/...	Ja	ENERCON	E-62 E2-2.300	2.300	62,0	138,4	USER Kötter 209244-03 03 Betreib. l. alle NH (103,4 = 2,1 oVB) dB(A)	(95%)	105,5	0 dB
WKA 06_E-62_Arztel	306.407	5.551.794	512,9	WKA 06 E-62 E22.300kW/...	Ja	ENERCON	E-62 E2-2.300	2.300	62,0	138,4	USER KCE 211376-01 01 Utlaw. 65-100mNH (103,8 = 2,1 oVB) dB(A)	(95%)	105,9	0 dB
WKA 06_MD_77_Lichtenborn	307.475	5.554.526	503,8	WKA 06 MD 77/1.500kW/11...	Ja	FUHLÄNDER	FL-MD77-1.500	1.500	77,0	100,0	USER WCO 0875E302 100m NH (102,3 = 1,3 Aufschub) dB(A)	(95%)	103,6	0 dB
WKA 07_E-53_Arztel	307.132	5.551.610	509,2	WKA 07 E-53/800kW/77,3...	Ja	ENERCON	E-53-800	800	52,9	70,3	USER berechn. Herstellerangeb. (102,5 = 2,2 oVB) dB(A)	10,0	104,7	0 dB
WKA 07_E-70_Lichtenborn	308.793	5.554.736	517,2	WKA 07 E-70 E42.000kW/...	Ja	ENERCON	E-70 E42-2.000	2.000	71,0	114,0	USER Müller M82 9102 3fach 101,9-2,0 dB(A)	10,0	103,5	0 dB

**Berechnungsergebnisse**

**Beurteilungspegel**

Schall-Immissionsort Nr.	Name	UTM (north)-WGS84 Zone: 32			Aufpunkthöhe [m]	Schall [dB(A)]	Anforderungen Von WEA [dB(A)]	Anforderungen erfüllt? Schall
		Ost	Nord	Z				
IP AA	Hauptstraße 1, Lichtenborn (MI)	306.870	5.554.577	535,0	5,0	60,0	45,2 Ja	
IP AA	Kopscheider Straße 3, Lichtenborn (MI)	307.736	5.554.177	507,8	5,0	60,0	47,3 Ja	
IP AB	Kopscheider Straße 4, Lichtenborn (MI)	308.025	5.554.107	490,0	5,0	60,0	44,5 Ja	
IP AC	Eulenbruch 2, Lichtenborn (MI)	305.807	5.553.930	543,3	5,0	60,0	36,4 Ja	
IP AD	Hauptstraße 29, Lichtenborn (MI)	306.303	5.553.601	544,6	5,0	60,0	45,0 Ja	
IP AE	Hauptstraße 28, Lichtenborn (MI)	306.198	5.553.814	549,2	5,0	60,0	41,1 Ja	
IP AF	Fuchswiese 8, Lichtenborn (MI)	307.523	5.555.613	517,7	5,0	60,0	42,4 Ja	
IP AG	Fuchswiese 9, Lichtenborn (MI)	307.760	5.555.665	509,1	5,0	60,0	41,9 Ja	
IP AH	Fuchswiese 10, Lichtenborn (MI)	307.783	5.555.669	507,7	5,0	60,0	41,9 Ja	
IP AI	Fuchswiese 11, Lichtenborn (MI)	307.822	5.555.646	507,0	5,0	60,0	42,2 Ja	
IP AJ	Fuchswiese 12, Lichtenborn (MI)	307.828	5.555.684	504,6	5,0	60,0	41,6 Ja	
IP AK	Kopscheid 4, Kopscheid (MI)	308.698	5.554.077	500,0	5,0	60,0	40,5 Ja	
IP AL	Kopscheid 5, Kopscheid (MI)	308.733	5.554.081	499,7	5,0	60,0	40,4 Ja	
IP AM	Kopscheid 3a, Kopscheid (MI)	308.722	5.554.043	496,5	5,0	60,0	40,0 Ja	
IP AN	Kopscheid 6, Kopscheid (MI)	308.761	5.554.097	500,6	5,0	60,0	40,5 Ja	
IP AO	Kopscheid 11, Kopscheid (MI)	308.900	5.554.152	500,2	5,0	60,0	40,2 Ja	
IP AP	Kopscheid 13, Kopscheid (MI)	308.920	5.554.164	500,3	5,0	60,0	40,1 Ja	
IP AQ	Kopscheid 19, Kopscheid (MI)	309.050	5.554.253	497,8	5,0	60,0	40,3 Ja	
IP AR	Kopscheid 15, Kopscheid (MI)	309.024	5.554.193	494,4	5,0	60,0	39,4 Ja	
IP AS	Fuchswiese 13, Lichtenborn (MI)	307.838	5.555.724	501,8	5,0	60,0	41,0 Ja	
IP AT	Fuchswiese 6, Lichtenborn (MI)	307.499	5.555.524	512,0	5,0	60,0	43,5 Ja	
IP AU	Fuchswiese 7, Lichtenborn (MI)	307.552	5.555.519	507,6	5,0	60,0	43,8 Ja	
IP B	Hauptstraße 2, Lichtenborn (MI)	306.708	5.554.549	532,6	5,0	60,0	42,2 Ja	

(Fortsetzung nächste Seite)...

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk







Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

Anhang 10: Windt. Grevenb. GmbH SE15013B13 E-92 E1 (BM 1.000kW) (9 Duplex-Seiten)

**Schalltechnisches Gutachten gemäß  
FGW TR 1 zur Windenergieanlage des  
Herstellers Enercon des Typs E-92  
Ser.-Nr.: 920192 im Windpark Ense-Ruhne**

**- Betriebsmodus 1000 kWs -**

**- Betriebsmodus 1000 kWs -**

Messung 2015-04-29  
Vollständiger Bericht  
2015-09-16

**SE15013B13**

**Schalltechnisches Gutachten gemäß FGW TR 1  
zur Windenergieanlage des  
Herstellers Enercon des Typs E-92  
Ser.-Nr.: 920192 im Windpark Ense-Ruhne**

Bericht SE15013B13

<b>Standort bzw. Messort:</b>	Ense-Ruhne, Ser.-Nr. 920192
-------------------------------	-----------------------------

<b>Auftraggeber:</b>	Enercon GmbH Dreekamp 5 D-26605 Aurich
----------------------	--

<b>Auftragnehmer:</b>	windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Str. 73a D-41517 Grevenbroich
-----------------------	---

<b>Datum der Auftragserteilung:</b>	2015-04-16	<b>Auftragsnummer:</b>	15 0078 06
-------------------------------------	------------	------------------------	------------

**Prüfer:**

**Bearbeiter:**



Dipl.-Ing. David Rode  
Gruppenleiter

Grevenbroich, 2015-09-16



Dipl.-Ing. Marco Klose  
Projektleiter

Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der windtest grevenbroich gmbh vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 35 Seiten inkl. der Anlagen.

304



1	AUFGABENSTELLUNG .....	4
2	DURCHFÜHRUNG DER MESSUNG .....	4
2.1	Messverfahren .....	4
2.2	Messobjekt .....	4
2.3	Messort .....	5
2.4	Messaufbau .....	5
2.5	Messablauf .....	7
2.6	Meteorologische Bedingungen .....	8
3	MESSERGEBNISSE .....	8
3.1	Subjektives Geräuschempfinden .....	8
3.2	Richtcharakteristik .....	8
3.3	Schalldruckpegel .....	8
3.4	Immissionsrelevanter Schalleistungspegel .....	11
3.5	Impulshaltigkeit .....	13
3.6	Pegel von Einzelereignissen .....	13
3.7	Tonhaltigkeitsanalyse .....	13
3.7.1	Verfahren der Tonhaltigkeitsanalyse .....	13
3.7.2	Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse .....	13
3.8	Turbulenzintensität .....	15
3.9	Betriebszustand während der Messung .....	15
3.10	Messunsicherheit .....	16
3.11	Messunsicherheit Typ A .....	16
3.12	Messunsicherheiten Typ B .....	16
3.13	Abschätzung der Gesamtmessunsicherheit $U_c$ .....	17
3.14	Messunsicherheiten für Tonhaltigkeiten .....	17
3.15	Messunsicherheiten für Terzspektren .....	17
4	ABWEICHUNGEN ZUR RICHTLINIE FGW TR 1 .....	18
5	ZUSAMMENFASSUNG .....	19
6	LITERATURVERZEICHNIS .....	20
7	VERZEICHNIS DER VERWENDETEN FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN .....	21
8	BEARBEITUNGSVERLAUF .....	22
9	ANHANG .....	23

Anhang 1	Herstellerbescheinigung
Anhang 2	Leistungskennlinie
Anhang 3	Oktav- und Terzspektrum
Anhang 4	Schmalbandspektren



## 1 Aufgabenstellung

Die windtest grevenbroich gmbh (wtg) wurde 2015-04-16 von der Enercon GmbH beauftragt, die charakteristische Geräuschabstrahlung der Windenergieanlage (WEA) E-92 mit einer Nabenhöhe von  $H = 103,9$  m inkl. Fundament im Betriebsmodus 1000 kW mit 1000 kW im Windpark Ense-Ruhne gemäß der aktuellen Technischen Richtlinie Teil 1 zu erfassen.

## 2 Durchführung der Messung

### 2.1 Messverfahren

Die Mess- und Beurteilungsmethoden basieren auf der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“ [1], Revision 18, Stand 2008-02-01. Gemäß dieser Richtlinie ist die Tonhaltigkeitsauswertung entsprechend der IEC 61400-11 [2] durchzuführen und nach DIN 45681 [3] mit einem Tonzuschlag  $K_{TN}$  zu bewerten.

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

### 2.2 Messobjekt

Beim zu vermessenden Objekt handelt es sich um eine im Dauerbetrieb betriebene Windenergieanlage des Typs E-92.

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

Aerodynamisch bedingte Geräusche, verursacht durch die Rotation der Rotorblätter, stellen eine weitere wesentliche Schallquelle dar. Diese Geräusche sind in der Regel breitbandig und in erster Linie von der Blattspitzengeschwindigkeit und den Blattprofilen bzw. dem Regelverhalten (Pitch oder Stall) abhängig.

Die vermessene WEA weist die in der Tab. 1 dargestellten Eigenschaften auf. Detaillierte Angaben finden sich in der Herstellerbescheinigung im Anhang.



Tab. 1: Technische Daten der Windenergieanlage

Hersteller	Enercon	
WEA-Typ	E-92	
Seriennummer	920192	
Standort	Windpark Ense-Ruhne	
Nennleistung (Reduzierte Leistung)	2350 kW (1000 kW)	
Leistungsregelung	pitch	
Nabenhöhe ü. Grund	103,9 m	
Turmbauart	konischer Beton- / Stahl- / Hybridturm	
Anordnung Rotorblät- ter zum Turm	luv	
Anzahl der Rotorblätter	3	
Rotordurchmesser	92 m	
Blatt-Typ	E92-1	
Drehzahlbereich (Rotor)	5 – 14,5 min <sup>-1</sup>	
Getriebe-Typ	entfällt	
Generator-Typ	G-92 / 23-G1	

Abb. 1: WE A E-92

### 2.3 Messort

Die WE A befindet sich mit weiteren WE A im Windpark Ense-Ruhne auf einem Hügelkamm. Der Windpark liegt ca. 6 km südlich von Werl in NRW. Die Umgebung der WE A wird landwirtschaftlich genutzt und war zum Zeitpunkt der Messung zum Teil bestellt. Größere Baumreihen oder Waldstücke befinden sich nicht in direkter Umgebung des Windparks.

### 2.4 Messaufbau

Die Anordnung der Messpunkte wurde gemäß [2] gewählt. Die Messung der Schallemissionen am Referenzpunkt wurde mit einem Mikrofon auf einer schallharten Platte mit einem Durchmesser von 1 m in einem Abstand zum Turmmittelpunkt der WE A von  $R_{0, \text{gewählt}} = 149 \text{ m}$  durchgeführt. Der Referenzpunkt war in Mitwindrichtung zur WE A angeordnet (Abb. 2).

$$R_v = H + \frac{D}{2} \pm 20\%$$

(H: Nabenhöhe; D: Rotordurchmesser)

Die Schalldruckpegel (Betriebs- bzw. Gesamtgeräusche und Fremdgeräusche) wurde mit Hilfe eines Mikrofons und eines Schallpegelmessers aufgezeichnet und für nachträgliche Analysen zeitgleich mit einem Audiorecorder aufgenommen. Bei der Messung wurde ein sekundärer halbkugelförmiger Windschirm (Spezifikation nach [2]) verwendet. Der Frequenzgang des Windschirms ist bekannt. Der dämpfende Einfluss beträgt 0,17 dB und wurde im Folgenden berücksichtigt.



Die eingespeiste Wirkleistung der WE A wurde über ein spezielles Modul des Herstellers als Spannungssignal aus der Anlagensteuerung entnommen, digitalisiert und mit Hilfe eines Analog-Digitalwandlers auf der Festplatte eines Mess-PCs gespeichert.

Da die WE A E-92 auf Grund der regelbaren Drehzahl in verschiedenen Betriebsmodi betrieben werden kann, ist nach [1] vorgesehen, zur eindeutigen Charakterisierung des Betriebszustandes die Drehzahl der WE A während der Messung mit aufzuzeichnen.

Das Drehzahlsignal und ebenfalls das Signal der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe wurden über ein spezielles Modul des Herstellers als Spannungssignal aus der Anlagensteuerung entnommen, digitalisiert und ebenfalls auf der Festplatte des Messrechners gespeichert.

Die Windrichtung und Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe wurden von einem Anemometer und einer Windfahne im Abstand von 88 m zur WE A luvseitig erfasst (Abb. 3), digitalisiert und ebenfalls auf der Festplatte des Mess-PCs gespeichert.



Abb. 2: Aufbau Mikrofon

Abb. 3: Aufbau Windmessmast

Die Erfassung der meteorologischen, akustischen und elektrischen Signale wurde mit Hilfe einer Funkuhr (DCF77) synchronisiert. Die verwendeten Messgeräte zur Erfassung aller Signale sind in Tabelle 2 aufgeführt.

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

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



Tab. 2: Messgeräte

Geräte Akustik devices acoustic	Hersteller / Serien-Nr. manufacturer / serial number	Kalibriert bis calibrated until	WTG-Nummer wtg number
Mikrofon microphone	Norsonic, Typ 1225, Serien-Nr. 215426 Norsonic, type 1225, serial-no. 215426	2017-12-31	WTGMT2797
Mikrofonvorverstärker preamplifier	Norsonic, Typ 1209, Serien-Nr. 20181 Norsonic, type 1209, serial-no. 20181	2017-12-31	WTGMT2798
Schallpegelmesser sound level meter	Norsonic 140, Serien-Nr. 1406102 Norsonic 140, serial-no. 1406102	2017-12-31	WTGMT2796
Akustischer Kalibrator acoustical calibrator	Norsonic, Typ 1251, Serien-Nr. 34226 Norsonic, type 1251, serial-no. 34226	2016-01-27	WTGMT2799
Prim. Windschirm primary wind screen	Norsonic Norsonic		
Sek. Windschirm secondary wind screen	windtest grevenbroich gmbh windtest grevenbroich gmbh		
Geräte Meteorologie meteorological devices	Hersteller / Serien-Nr. manufacturer / serial number	Kalibriert bis calibrated until	WTG-Nummer wtg number
Messmast 10 m meteorological mast	Teksam Clark-Mast, Typ Cot 10-6/HP, Serien-Nr. GK94289 Teksam Clark-Mast, type Cot 10-6/HP, serial-no. GK94289		WTGMT1806
Anemometer anemometer	Thies, Typ: 4.3519.00.700, Serien-Nr. 08120909 Thies, type: 4.3519.00.700, serial no. 08120909	2016-08-16	WTGMT2417
Windfahne wind vane	Thies, Typ: 4.312.30.021A, SN: 0110039 Thies, type: 4.312.30.021A, SN: 0110039		WTGMT1780
Messumformer signal transformer	Weidmüller, Typ: WAZ4 PRO DC/DC Weidmüller, type: WAZ4 PRO DC/DC		WTGMT1402
Messumformer signal transformer	Weidmüller, Typ: WAZ5 PRO RTD Weidmüller, type: WAZ5 PRO RTD		WTGMT1467
Thermometer und Hygrometer thermometer and hygrometer	Thies, 1.1005.54.241, Serien-Nr. 1002-46 Thies, 1.1005.54.241, serial-no. 1002-46		WTGMT2152
Barometer barometer	Greisinger, Typ GDH 12AN Greisinger, type GDH 12AN		WTGMT0563
Geräte Hard- und Software devices hard- and software	Hersteller / Serien-Nr. manufacturer / serial number	Kalibriert bis calibrated until	WTG-Nummer wtg number
Datenlogger data logger	IMC CS4108, Serien-Nr. 125918 IMC CS4108, serial-no. 125918		WTGMT2089
Datenlogger data logger	IMC SC18, Serien-Nr. 888416 IMC SC18, serial-no. 888416		WTGMT2090
Computer computer	Toshiba Tecra R950-15F, Serien-Nr. XC130731 Toshiba Tecra R950-15F, serial-no. XC130731		WTGPC1146
Laserentfernungsmesser laser rangefinder	Yardage Pro, 1000 Serien-Nr. 027178 Yardage Pro, 1000 serial-no. 027178		WTGMT1050
Laserentfernungsmesser laser rangefinder	Nikon, Laser 800 S Serien-Nr. WR009658 Nikon, Laser 800 S serial-no. WR009658		WTGMT1815
Laserentfernungsmesser laser rangefinder	Nikon, Laser 1000 AS Serien-Nr. WX048728 Nikon, Laser 1000 AS serial-no. WX048728		WTGMT2789
Auswertesoftware data acquisition software	WTG Technik WTG Technik		
Auswertesoftware data acquisition software	IMC Famos Version 6.0 Rev. 3 IMC Famos version 6.0 rev. 3		
Wechselrichter power converter	Reichelt, Serien-Nr. 600,DC-AC 600W Reichelt, serial-no. 600,DC-AC 600W		WTGMT1805
GPS-Gerät GPS system	Garmin, 86602049 Garmin, 86602049		WTGMT1014
GPS-Gerät GPS system	Garmin, 16Q125248 Garmin, 16Q125248		WTGMT1462

## 2.5 Messablauf

Die Messung wurde 2015-04-29 in der Zeit zwischen 09<sup>45</sup> Uhr und 13<sup>40</sup> Uhr durchgeführt. Für die Messung der Schallemissionen wurden die benachbarten WEA außer Betrieb gesetzt. Die während der Messung in 10 m Höhe aufgetretenen Windgeschwindigkeiten lagen in einem Bereich



zwischen 3 m/s und 7,5 m/s. Die abgegebene Wirkleistung der WEA lag zwischen 50 kW und 1000 kW. Während der Messungen des Betriebsgeräusches lief die WEA im Dauerbetrieb.

Bei der Messung wurden parallel der Schalldruckpegel, die elektrische Wirkleistung, die Generatordrehzahl, die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe und Windgeschwindigkeit sowie Windrichtung in 10 m Höhe und Ausrichtung der Gondel gemessen und aufgezeichnet.

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

## 2.6 Meteorologische Bedingungen

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

Tabelle 3: Meteorologische Bedingungen während der Messzeit

Bewölkung	heiter bis wolkig
Luftdruck	989 - 992 hPa
Lufttemperatur	10,6 - 14,6 °C
Luftfeuchte	39 - 62 %

## 3 Messergebnisse

Grundlage aller Auswertungen (Tabellen, Grafiken) ist eine Mittelungszeit von 10 sek. für alle aufgezeichneten Signale.

### 3.1 Subjektives Geräuschempfinden

Aerodynamisch bedingte Geräusche traten durch die Rotation der Rotorblätter auf. Am Referenzpunkt sind Tonhaltigkeiten zeitweise und nur sehr schwach wahrnehmbar. Das Anlagengeräusch ist insgesamt als unauffällig einzustufen.

### 3.2 Richtcharakteristik

Es wurde subjektiv keine ausgeprägte Richtcharakteristik für die WEA E-92 festgestellt.

### 3.3 Schalldruckpegel

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

Es wurde unterschieden zwischen den Zeiträumen Anlagenbetrieb (Betriebs- bzw. Gesamtgeräusche, Status = 1) und Anlagenstillstand (Fremdgeräusche, Status = 0,5). Status = 0 bedeutet, dass die Geräuschdaten aufgrund von Störgeräuschen oder andere Betriebsmodi nicht für die Auswertung herangezogen werden dürfen (vgl. Abb. 4).

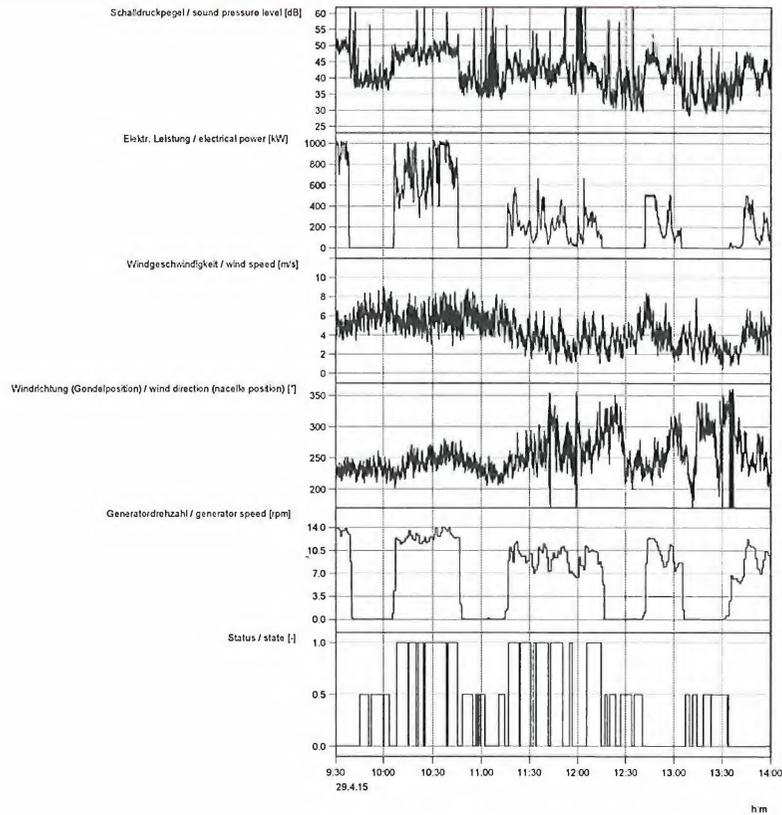


Abb. 4: Messwerte

Aus dem zeitlichen Verlauf der gemessenen Werte wurden je nach Status die Leistung, Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Schalldruckpegel gefiltert. Das arithmetische Mittel der Windgeschwindigkeit und der Leistung sowie das energetische Mittel der Schalldruckpegel über jeweils 10 sek. waren Grundlage zur Ermittlung der Regressionen für die Schalldruckpegel Betrieb und Hintergrund (vgl. Abb. 5 bis Abb. 7).

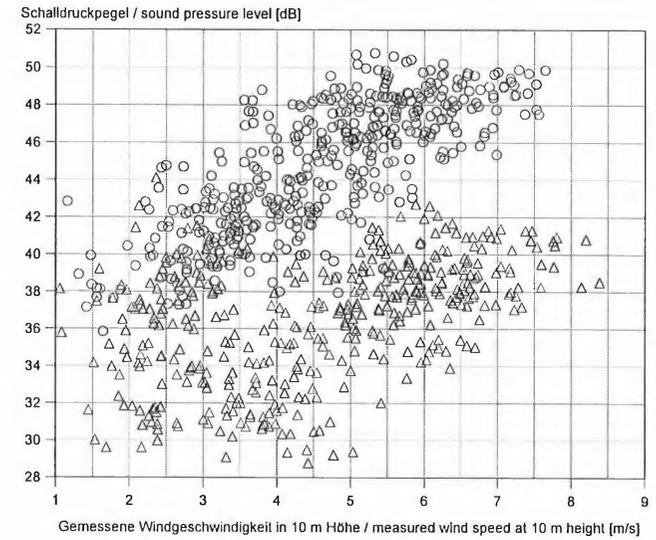


Abb. 5: Schalldruckpegel über gemessener Windgeschwindigkeit (Betrieb  $\circ$  und Hintergrund  $\Delta$ , 10 sek. Mittelwerte)

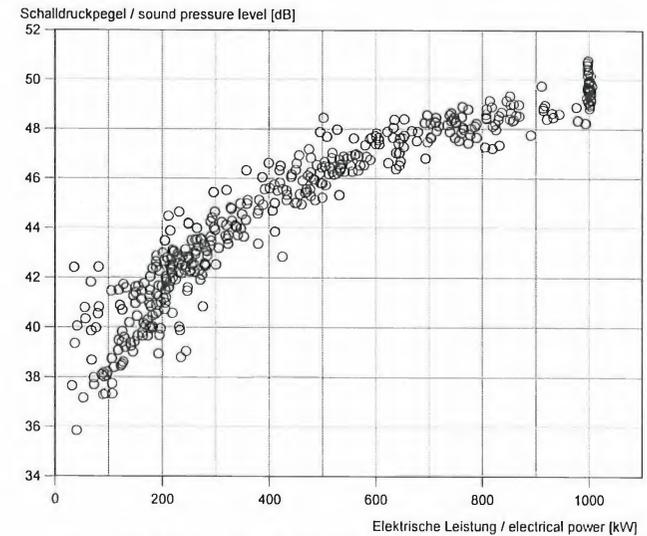


Abb. 6: Schalldruckpegel über elektrischer Leistung (10 sek. Mittelwerte)

356



### 3.4 Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

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

$$v_{p10} = v_H \cdot \frac{\ln \frac{10}{z_0}}{\ln \frac{H}{z_0}} \quad \text{mit } z_0 = 0,05 \text{ m, } H = 103,9 \text{ m}$$

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

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

Es wurde ein Korrekturfaktor  $\kappa = 0,99$  zur Korrektur der gemessenen Hintergrundwindgeschwindigkeiten bestimmt. Daraus ergaben sich die in der folgenden Abbildung dargestellten Regressionen. Messwerte bei mehr als 95 % der Nennleistung sind in der Abb.7 über ihre gemessene, mit dem Korrekturfaktor  $\kappa$  korrigierte Windgeschwindigkeit mit quadratischen Symbolen  $\square$  dargestellt. Dabei entfallen gemäß [1] solche Messwerte, bei denen die korrigierte Windgeschwindigkeit unterhalb der Windgeschwindigkeit zu 95 % der Nennleistung liegt.

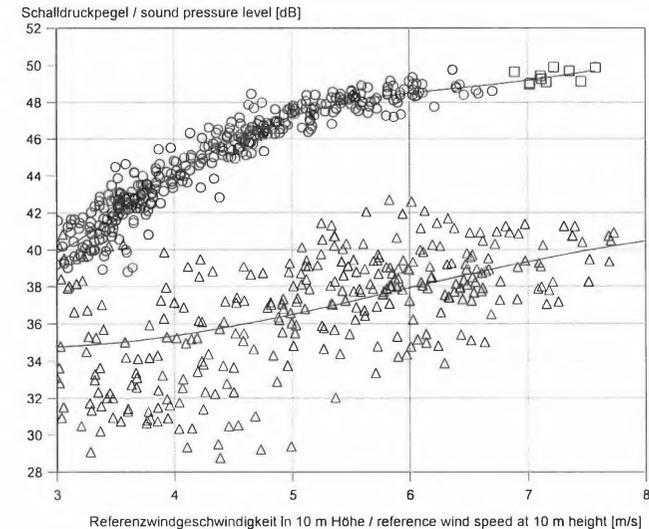


Abb. 7: Schalldruckpegel über standardisierter Windgeschwindigkeit (10 sek. Mittelwerte)  
 Regression Betrieb  $\circ$ :  $117,28 - 89,935 \cdot X + 37,5695 \cdot X^2 - 7,10743 \cdot X^3 - 0,635125 \cdot X^4 - 0,0218088 \cdot X^5$  [dB]  
 Regression Hintergrund  $\Delta$ :  $39,17 - 3,572 \cdot X + 0,8430 \cdot X^2 - 0,04699 \cdot X^3$  [dB]  
 $\square$ : Messwerte größer 95%-Nennleistung

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

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

Aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel  $L_{Aeq,c}$  wurde für die standardisierten Windgeschwindigkeiten von 4 m/s bis 7 m/s in 10 m Höhe der Schalleistungspegel  $L_{WA}$  der WEA berechnet.

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

$$R_i = \sqrt{(R_0 + N_A)^2 + (H - h_A)^2}$$

$$R_0 = 149 \text{ m, } N_A = 4,62 \text{ m, } H = 103,9 \text{ m, } h_A = 0 \text{ m}$$

Damit ergaben sich für die WEA E-92 in der vorliegenden Konfiguration die in der Tab. 4 dargestellten immissionsrelevanten Schalleistungspegel.



Tab. 4: Immissionsrelevanter Schallleistungspegel E-92, Betriebsmodus 1000 kW/s

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe ( $v_{p10}$ )	BIN 4 3,5–4,5 m/s	BIN 5 4,5–5,5 m/s	BIN 6 5,5–6,5 m/s	6,73 m/s <sup>1)</sup>	BIN 7 6,5–7,5 m/s
Gesamtgeräusch $L_{Aeq,BQ}$ [dB]	44,0	47,2	48,5	49,2	49,2
Fremdgeräusch $L_{Aeq,HQ}$ [dB]	35,4	36,5	37,9	39,0	39,4
Abstand $\Delta L$ [dB]	8,7	10,7	10,6	10,0	9,8
Betriebsgeräusch $L_{Aeq,C}$ [dB]	43,4	46,8	48,1	48,5	48,7
Schallleistungspegel $L_{WA}$ [dB]	88,9	97,2	98,5	98,9	99,1 <sup>2)</sup>
Elektrische Leistung P [kW]	134	603	851	950	1000

1) 95 % Nennleistung

2) Nur wenige Messwerte vorhanden,  $L_{WA}$  abgeschätzt

### 3.5 Impulshaltigkeit

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

### 3.6 Pegel von Einzelereignissen

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

### 3.7 Tonalitätsanalyse

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

#### 3.7.1 Verfahren der Tonalitätsanalyse

Das aufgezeichnete Geräusch (Hintergrund und Betrieb) wird zur Bestimmung der Frequenzzusammensetzung mit 40 kHz unter Verwendung eines Antialiasing-Filters mit einer Grenzfrequenz von 20 kHz digitalisiert und einer Fastfourieranalyse (FFT) unterzogen.

Je Windgeschwindigkeitsklasse (BIN) werden für das Betriebsgeräusch und das Hintergrundgeräusch jeweils zwölf Aufnahmen mit einer Länge von je 10 sek. der FFT zu Grunde gelegt. Die Frequenzauflösung beträgt 2 Hz. Für die FFT wurde ein Hanning Fenster verwendet.

Nach energetischer Mittelung der zwölf Differenzpegel  $\Delta L$  und Berücksichtigung des Audiibilitätsmaßes ( $L_s$ ) wird ein Tonalitätszuschlag ( $K_{TN}$ ) für den Nahbereich der Windenergieanlage nach [3] je BIN vergeben.

#### 3.7.2 Ergebnisse der Tonalitätsanalyse

Das von der E-92 analysierte Betriebsgeräusch weist im Spektrum zeitweise eine tonale Komponente im Bereich 70 Hz bis 100 Hz auf, die nach dem genannten Verfahren nicht mit einem Tonalitätszuschlag  $K_{TN}$  für den Nahbereich der WEA zu bewerten sind. Die Ergebnisse der



Analyse in den jeweiligen BINs sind in der Tab. 5 aufgeführt. Die Spektren sind im Anhang 4 dargestellt.

Tab. 5: Bestimmung des Tonalitätszuschlags:

Spektrum Nr.	BIN 4		BIN 5		BIN 6 <sup>1)</sup>		BIN 7 <sup>2)</sup>	
	$f_r$ [Hz]	$\Delta L_{i,k}$ [dB]	$f_r$ [Hz]	$\Delta L_{i,k}$ [dB]				
1	72	-0,77	90	-1,28	94	-1,88	--	--
2	74	-6,40	90	-2,88	96	-2,38	--	--
3	74	-6,21	90	-2,54	96	-1,96	--	--
4	74	-0,14	92	0,30	94	-1,50	--	--
5	74	0,87	92	0,63	94	-2,42	--	--
6	74	-0,81	90	-0,31	96	-1,42	--	--
7	76	-5,01	88	-1,69	92	-3,78	--	--
8	78	-3,93	90	-2,08	94	-2,99	--	--
9	78	-15,23	90	-2,66	94	-0,72	--	--
10	76	-3,10	92	-0,89	94	-1,36	--	--
11	76	-15,23	88	-1,60	94	0,48	--	--
12	80	-7,58	90	-1,91	94	-4,25	--	--
Energ. Mittel $\Delta L_s$ [dB]		-3,18		-1,27		-1,84		--
Tonalität $\Delta L_{s,k}$ [dB]		-1,18		0,74		0,17		--
$K_{TN}$ [dB]		0		1		1		0

1) 95 % Nennleistung bei 6,73 m/s

2) Keine nennenswerten Töne nach [2] mit  $\Delta L_{i,k} > -3,0$  dB

Anmerkung 1: Am Referenzpunkt sind Tonalitäten subjektiv zeitweise und nur sehr schwach wahrnehmbar im Bereich 70 Hz bis 100 Hz.

Anmerkung 2: Die angegebenen Tonalitätszuschläge  $K_{TN}$  bezeichnen das Geräuschverhalten der WEA im Nahbereich. Diese Werte können nicht direkt auf immissionsrelevante Entfernungen übertragen werden.

352



### 3.8 Turbulenzintensität

Die Turbulenzintensität wurde gemäß [2] aus drei repräsentativen 10 Minuten Zeitabschnitten der Windgeschwindigkeit und der zugehörigen Standardabweichung ermittelt. Die Turbulenzintensität beträgt im Durchschnitt 23,5 %. Dieser Wert wurde in 10 m Höhe gemessen und ist nicht direkt mit Werten an anderer Stelle, z. B. in Standortgutachten, zu vergleichen.

### 3.9 Betriebszustand während der Messung

In Abb. 8 wurde die Generatorzahl über der Leistung aufgetragen. Dieser Messdatenverlauf charakterisiert den eingestellten Betriebsmodus der WEA und kann mit Sollkurven des Herstellers verglichen werden.

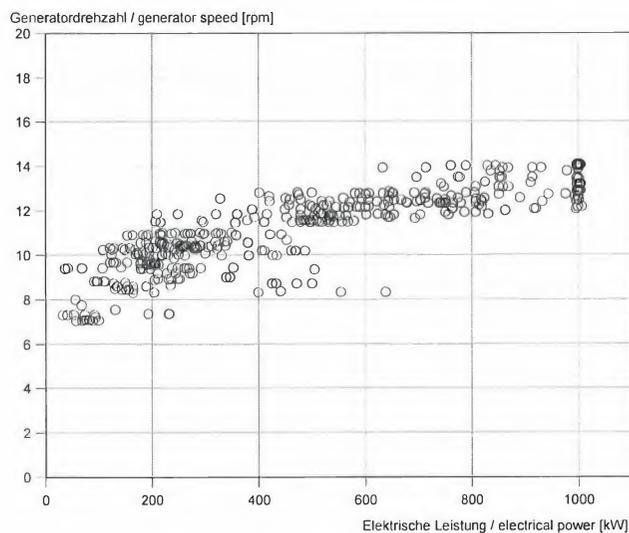


Abb. 8: Drehzahl über Leistung (10 sek. Mittelwerte)



### 3.10 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit wird bei Schallemissionsmessungen an WEA gemäß [2] abgeschätzt. Sie setzt sich zusammen aus statistischen Unsicherheiten (Typ A) und systematischen Abweichungen (Typ B).

#### 3.11 Messunsicherheit Typ A

Aus den gemessenen Schalldruckpegeln und den berechneten Schalldruckpegeln (Regressionsanalyse) wurde die Messunsicherheit des Typs A in 10 m Höhe bestimmt.

Die Gleichung für  $U_A$  in [1] beschreibt die Standardabweichungen der ermittelten Regressionswerte für das Betriebs- und Fremdgeräusch.

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

Die Unsicherheit des gemessenen fremdgeräuschkorrigierten Anlagenpegels  $U_{A,s}$  wird wie folgt berechnet:

$$U_{A,s} = \sqrt{\frac{(U_{A,BG} * 10^{0,1 * L_{BG}})^2 + (U_{A,FG} * 10^{0,1 * L_{FG}})^2}{10^{0,1 * L_{WEA}}}}$$

Tab. 6: Messunsicherheiten Typ A

Stand. Windgeschwindigkeit	BIN 4	BIN 5	BIN 6	BIN 7
Messunsicherheit $U_{A,s}$ [dB]	0,11	0,07	0,08	0,14

#### 3.12 Messunsicherheiten Typ B

Messunsicherheiten des Typs B wurden nach Tab. 7 abgeschätzt.

Tab. 7: Messunsicherheiten Typ B

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



### 3.13 Abschätzung der Gesamtmessunsicherheit $U_c$

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

$$U_c = \sqrt{U_{A,s}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2 + U_{B4}^2 + U_{B5}^2 + U_{B6}^2 + U_{B7}^2 + U_{B8}^2}$$

Die ermittelten Gesamtmessunsicherheiten  $U_c$  sind in Tab. 8 dargestellt:

Tab. 8: Gesamtmessunsicherheit  $U_c$  für den Schalleistungspegel

Windgeschwindigkeit auf 10m Höhe ( $v_{p10}$ )	BIN 4 3,5-4,5 m/s	BIN 5 4,5-5,5 m/s	BIN 6 5,5-6,5 m/s	BIN 7 6,5-7,5 m/s
Gesamtmessunsicherheit $U_c$ [dB]	0,7	0,7	0,7	0,7

### 3.14 Messunsicherheiten für Tonhaltigkeiten

Bei der Tonhaltigkeit ist  $U_A$  für jeden Einzelton der Fehler des Mittelwertes aus den maximalen Tonpegeln. Der Wert von  $U_{B3}$  kann mit 1,7 dB abgeschätzt werden. Da es sich bei dem angegebenen Wert  $\Delta L_{a,k}$  um eine Differenz handelt und des Weiteren die Windgeschwindigkeit hier von zweitrangiger Bedeutung ist, können die Werte von  $U_{B1}$ ,  $U_{B4}$  und  $U_{B6}$  geringer angenommen werden als beim Schalleistungspegel  $L_{WA}$ .

Die Ergebnisse der kombinierten Gesamtmessunsicherheit  $U_c$  für Tonhaltigkeiten bei ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten ist in Tab. 9 dargelegt:

Tab. 9: Gesamtmessunsicherheit  $U_c$  für Tonhaltigkeiten

Windgeschwindigkeit auf 10m Höhe ( $v_{p10}$ )	BIN 4 3,5-4,5 m/s	BIN 5 4,5-5,5 m/s	BIN 6 5,5-6,5 m/s	BIN 7 6,5-7,5 m/s
Gesamtmessunsicherheit $U_c$ [dB]	5,92 <sup>2)</sup>	1,66	1,77	.. <sup>2)</sup>

1) Keine nennenswerten Töne nach [2] mit  $\Delta L_{a,k} > -3,0$  dB

2) Erhöhte Gesamtunsicherheit  $U_c$ , da nicht für jedes der 12 Spektren eine Tonalität ermittelt werden konnte

### 3.15 Messunsicherheiten für Terzspektren

Bei der Betrachtung von Terzbänder gibt  $U_A$  die Abweichung zum jeweiligen Frequenzbandmittlungspegels in jedem Frequenzband an, welcher aus der Standardabweichung mit dem Nenner  $\sqrt{N-1}$  berechnet wurde, wobei  $N$  die Anzahl der gemessenen Spektren ist. Der Wert für  $U_{B3}$  muss hier im Vergleich zur Messunsicherheitsbetrachtung des Schalleistungspegels  $L_{WA}$  größer eingeschätzt werden und liegt typischerweise bei 1,7 dB. Die Gesamtunsicherheiten  $U_c$  für die Frequenzbandmittlungspegel der Terzspektren sind in den Tabellen im Anhang 3 dargestellt.



## 4 Abweichungen zur Richtlinie FGW TR 1

- [1] Die Abgegebene Leistung der Anlage wurde nicht 3-phasig gemessen, sondern als Stromsignal aus der Anlagensteuerung entnommen.
- [2] Trotz einer Mittelungszeit von 10 Sekunden wurden Messwerte bei mehr als 95 % der Nennleistung in der Abb. 7 über ihre gemessene, mit dem Korrekturfaktor  $\kappa$  korrigierte Windgeschwindigkeit dargestellt, da die Messwerteverteilung unter Verwendung der Gondelanemometermethode die vor Ort aufgetretenen Windgeschwindigkeiten nicht hinreichend gut wiedergibt.



## 5 Zusammenfassung

Im Auftrag der Enercon GmbH wurde von der Firma windtest grevenbroich gmbh die Geräuschabstrahlung der WEA E-92 mit einer Nabenhöhe von  $H = 103,9$  m inkl. Fundament nach Technischer Richtlinie für Windenergieanlagen der FGW [1] untersucht.

Grundlage für den Messaufbau ist dabei die IEC 61400-11 [2]. Für die Bestimmung der Tonhaltigkeitszuschläge im Nahfeld der WEA ist die IEC 61400-11 bzw. die DIN 45681 [3] die Grundlage.

Die Messung wurde 2015-04-29 im Windpark Ense-Ruhne an der WEA E-92 mit der Ser.-Nr. 920192, im Betriebsmodus 1000 kW durchgeföhrt.

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

Bezüglich des Schalleistungspegels  $L_{WA}$  wurde für diese Messung eine typische Messunsicherheit von  $U_C = 0,7$  ermittelt.

Die Tonhaltigkeitsanalyse nach IEC 61400-11 [2] für das in 149 m Entfernung gemessene Anlagengeräusch ergab nach DIN 45681 [3] einen Tonhaltigkeitszuschlag von maximal 1 dB für die hier analysierten BINs.

Das Anlagengeräusch ist insgesamt als unauffällig einzustufen.

Nach Auswertung der gemessenen Werte in den einzelnen BINs ergeben sich für die E-92 die in Tab. 10 aufgeführten Pegel.

Tab. 10: Messergebnisse für die WEA E-92, Betriebsmodus 1000 kW/s

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe ( $v_{10}$ ) [m/s]	BIN 4 3,5–4,5 m/s	BIN 5 4,5–5,5 m/s	BIN 6 5,5–6,5 m/s	6,73 m/s <sup>1)</sup>	BIN 7 6,5–7,5 m/s
Schalleistungspegel $L_{WA}$ [dB]	88,9	97,2	98,5	98,9	99,1 <sup>3)</sup>
Tonzuschlag KTN [dB]	0	1	1	0 <sup>2)</sup>	0 <sup>2)</sup>
Impulshaltigkeit KIN [dB]	0	0	0	0	0
Generatordrehzahl $N_{Gen}$ [min <sup>-1</sup> ]	7,5 - 10,5	11,7 - 13,0	12,0 - 14,0	12,0 - 14,0	12,0 - 14,2
Elektrische Leistung $P$ [kW]	134	603	851	950	1000

1) 95 % Nennleistung

2) Keine nennenswerten Töne nach [2] mit  $\Delta L_{a,k} > -3,0$  dB

3) Datengrundlage zu gering,  $L_{WA}$  aus der Regression abgeschätzt

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

Die in diesem Bericht aufgeführten Ergebnisse beziehen sich nur auf diese Anlage (vgl. Herstellerbescheinigung im Anhang).

Grevenbroich, 2015-09-16

  
Dipl.-Ing. Marco Klose  
Projektleiter



## 6 Literaturverzeichnis

- [1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 18, Stand 01.02.2008 Teil1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V.
- [2] IEC 61400-11:2002 + A1:2006, Wind turbine generator systems- Part 11: Acoustic noise measurement techniques
- [3] DIN 45681 Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen August 2006
- [4] DIN 45645, Teil 1 Ermittlung von Beurteilungspegel aus Messungen, Teil1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft Juli 1996.



## 7 Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen

$\Delta L$	- Pegeldifferenz	dB
$\Delta L_k$	- energetisches Mittel	dB
$\Delta L_{a,k}$	- Tonalität	dB
BG	- Betriebsgeräusch	-
D	- Rotordurchmesser	m
$f_T$	- Tonfrequenz	Hz
H	- Höhe Rotormittelpunkt (Nabenhöhe)	m
$h_A$	- Aufpunkthöhe (bei Messungen gleich der Mikrofonhöhe)	m
HG	- Hintergrundgeräusch	-
$h_{N, neu}$	- Nabenhöhe für gleiche WEA, aber andere Nabenhöhe als die vermessene	m
$h_{N, vermessen}$	- Nabenhöhe der vermessenen WEA	m
K	- Korrekturfaktor	-
$K_{IN}$	- Impulshaltigkeit	dB
$K_{TN}$	- Tonzuschlag im Nahfeld nach DIN 45681	dB
$L_a$	- Audibilitätsmaß	-
$L_{Aeq}$	- äquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet	dB
$L_{Aeq,c}$	- hintergrundkorrigierter Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,mess}$	- gemessene Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,reg}$	- aus Regression berechnete Schalldruckpegel	dB
$L_T$	- Tonpegel	dB
$L_{WA}$	- A-bewerteter Schalleistungspegel	dB
N	- Anzahl Werte	-
$N_A$	- Nabenabstand Rotormittelpunkt - Turmmitte	m
$N_{Gen}$	- Generator Drehzahl	$\text{min}^{-1}$
$N_{Rot}$	- Rotordrehzahl	$\text{min}^{-1}$
P	- abgegebene elektrische Wirkleistung	kW
$R_0$	- Messradius (= projizierter Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt)	m
$R_i$	- Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt (Hüllflächenradius)	m
$U_a, U_b, U_c$	- Messunsicherheiten	dB
$v_H$	- Windgeschwindigkeit aus Leistungskurve in Nabenhöhe	m/s
$v_{mess,10}$	- gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
$v_{mess,10,korr}$	- korrigierte gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
$v_{p10}$	- standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
$v_{10,i}$	- Windgeschwindigkeit der vermessenen WEA in 10 m Höhe	m/s
$v_{10,ref}$	- ganzzahlige Windgeschwindigkeit der WEA mit neuer Nabenhöhe	m/s
WEA	- Windenergieanlage	-
$Z_0$	- Rauigkeitslänge	m



## 8 Bearbeitungsverlauf

Fassung	Datum	Inhalt
SE15013B13	2015-09-16	Schalltechnisches Gutachten gemäß FGW TR 1 zur Windenergieanlage des Herstellers Enercon des Typs E-92 Ser.-Nr.: 920192 im Windpark Ense-Ruhne  - Betriebsmodus 1000 kW -

Umlauf	Kopie Nr.
Auftraggeber	1
Projektordner	2
QM-Ablage	3

Kopie Nr.: \_\_\_\_



## 9 Anhang

Anhang 1	Herstellerbescheinigung
Anhang 2	Verwendete Leistungskurve
Anhang 3	Oktav- und Terzspektrum
Anhang 4	Schmalbandspektren



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

<b>1. Allgemeine Informationen – General informations</b>	
Anlagenhersteller – turbine manufacturer:	ENERCON
Spezifische Anlagenbezeichnung – specific turbine type name:	E-92
Seriennummer der vermessenen WEA – serial number of tested WT:	920192
Standort der vermessenen WEA – location of tested WT:	59469 Ense-Ruhne
Koordinaten des Standortes – coordinates of turbine location:	R: 3425861 / H: 6707383
Rotorachse – rotor axis:	horizontal – horizontal <input checked="" type="checkbox"/> vertikal – vertical <input type="checkbox"/>
Nennleistung – rated power:	1000 kW
Leistungsregelung – power control:	pitch <input checked="" type="checkbox"/> stall <input type="checkbox"/>
Nabenhöhe über Grund – hub height above ground:	103,00 m
Nabenhöhe über Fundamentflansch – hub height above top of foundation flange:	102,28 m
Nennwindgeschwindigkeit – rated wind speed:	12 m/s
Ein- / Abschaltwindgeschwindigkeit – cut-in / cut out wind speed:	2,5 m/s / 25 m/s
<b>2. Rotor – Rotor</b>	
Durchmesser – rotor diameter:	92 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 type="checkbox"/>
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – rot. speed range / stages of rot. speed:	5 – 14,5 Upm (BM 1000 kW) – 5 – 14,5 rpm (OM 1000 kW)
Rotorblatteinsteilwinkel – 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
<b>3. Rotorblatt – Rotor blade</b>	
Hersteller – manufacturer:	ENERCON
Typenbezeichnung – type:	E92-1
Seriennummern der Rotorblätter – serial numbers of rotor blades:	1: EVC0933 2: EVC0934 3: EVC0935
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Gen., Turbulatoren) – additional components (e.g. stall strips, vortex gen., trip strips):	Serrations, Vortex-Generatoren, Grenzschichtzäune
<b>4. Getriebe – Gearbox</b>	
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
<b>5. Generator – Generator</b>	
Hersteller – manufacturer:	ENERCON
Typenbezeichnung – type:	G-92 / 23-G1
Seriennummer des Generators – serial number of generator:	Rotor: CF001-1-0251 Stator: CF191-4-0500
Anzahl – number of generators:	1
Art – design:	synchron, Ringgenerator
Nennleistung(en) – rated power value(s):	2560 kW
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – rot. speed range / stages of rot. speed:	5 – 14,5 Upm (BM 1000 kW) – 5 – 14,5 rpm (OM 1000 kW)
<b>6. Turm – Tower</b>	
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/Stahl – concrete/steel
Durchmesser - Turmfuß – foot of the tower diameter:	7,71 m
<b>7. Betriebsführung / Regelung – Control system</b>	
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:	CS82a
Bezeichnung der verwendeten Steuerungskurve – designation of used control setup:	Betriebsmodus 1000 kW / BM 1000 kW / OM 1000 kW
Bezeichnung / Messbericht der verwendeten Leistungskurve – designation of power curve report:	LK_E-92_1000kW_BM0a_berechned_V1.0_00386213-1

**ENERCON**  
ENERGY FOR THE WORLD  
ENERCON GmbH  
Dreikamp 6, 25605 Aurich

Stempel und Unterschrift des Herstellers  
manufacturer's stamp and signature  
Aurich, 23.06.2015

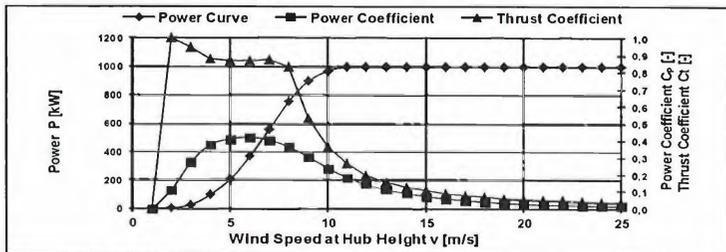
Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemission, Leistungskurve und elektrische Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet sind, die o. g. Eigenschaften aufweist. – The manufacturer of the wind turbine (WT) confirms that the WT whose noise level, performance curve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



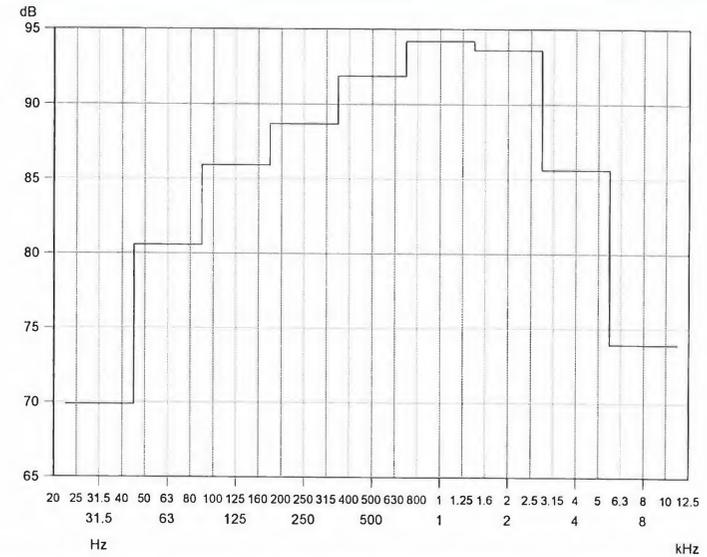
Verwendete Leistungskennlinie E-92

	<b>Power Curve ENERCON E-92 1000 kW OM 0s</b>
	Rated Power Output: 1000 kW Operation Mode: OM 0s Designation: PC_E-92_1000kW_OM0s_calculated_V1.0 Standard Air Density: 1.225 kg/m³

Wind Speed v [m/s]	Power P [kW]	Power Coefficient Cp [-]	Thrust Coefficient Ct [-]
1.0	0.0	0.00	-
2.0	3.6	0.11	1.00
3.0	29.9	0.27	0.95
4.0	98.2	0.38	0.88
5.0	208.3	0.41	0.87
6.0	368.3	0.42	0.87
7.0	562.4	0.40	0.87
8.0	757.1	0.36	0.83
9.0	900.9	0.30	0.53
10.0	970.1	0.24	0.36
11.0	998.2	0.18	0.26
12.0	1000.0	0.14	0.20
13.0	1000.0	0.11	0.16
14.0	1000.0	0.09	0.13
15.0	1000.0	0.07	0.11
16.0	1000.0	0.06	0.09
17.0	1000.0	0.05	0.08
18.0	1000.0	0.04	0.07
19.0	1000.0	0.04	0.06
20.0	1000.0	0.03	0.06
21.0	1000.0	0.03	0.05
22.0	1000.0	0.02	0.05
23.0	1000.0	0.02	0.04
24.0	1000.0	0.02	0.04
25.0	1000.0	0.02	0.03

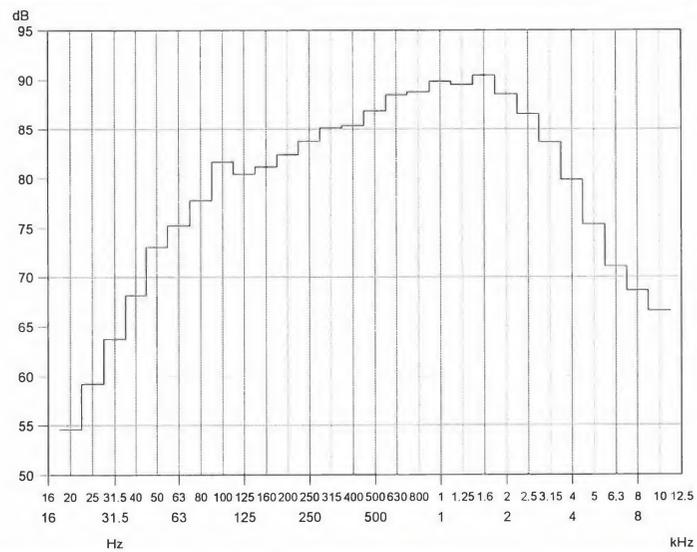


Document Information: © Copyright ENERCON GmbH. All rights reserved.  
 Author: M.Weber  
 Department: Power Performance  
 Date: 29.10.2014  
 Document-No: D0356214

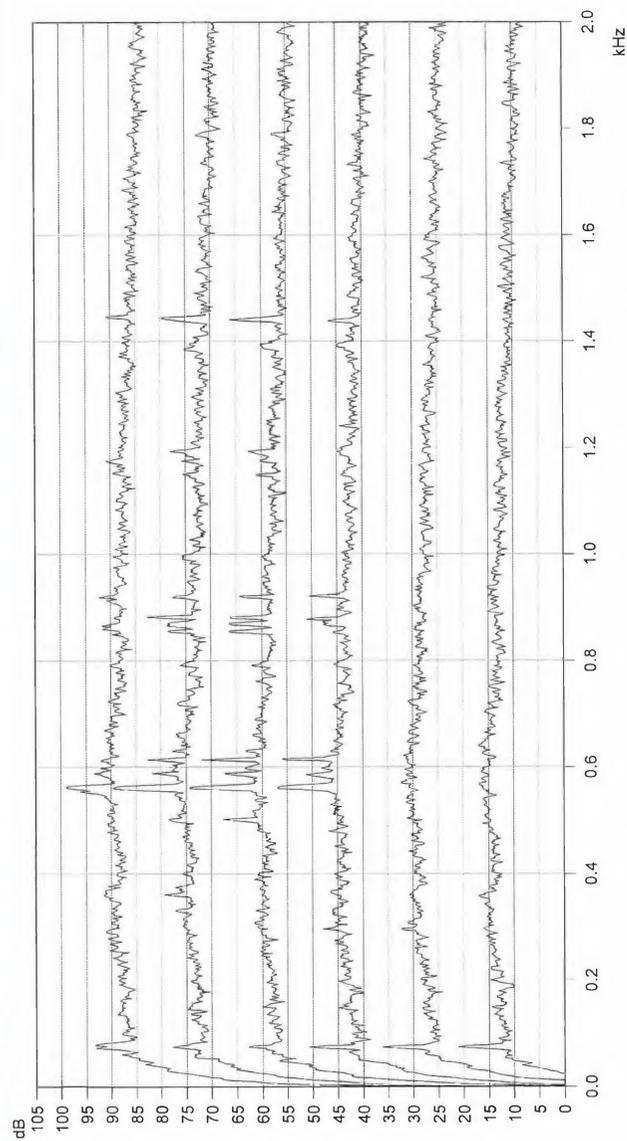


Oktavpegel für 7 m/s, Summenpegel = 99,1 dB			
Oktavmittenfrequenz [Hz]	Schalleistungspegel [dB]	Oktavmittenfrequenz [Hz]	Schalleistungspegel [dB]
31,5	69,88	1000	94,21
63	80,58	2000	93,61
125	85,93	4000	85,62
250	88,70	8000	73,94
500	91,90		

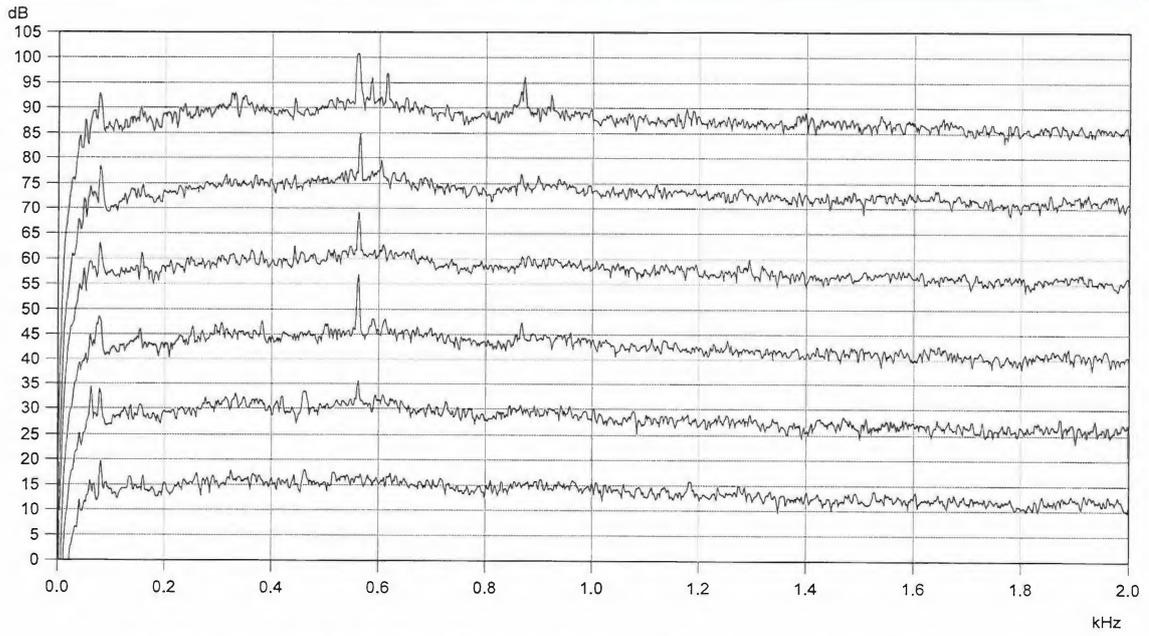
092



Terzpegel für 7 m/s, Summenpegel = 99,1 dB					
Terzmittenfrequenz [Hz]	Schalleistungspiegel [dB]	Unsicherheit Uc [dB]	Terzmittenfrequenz [Hz]	Schalleistungspiegel [dB]	Unsicherheit Uc [dB]
20	54,57	2,10	500	86,90	1,88
25	59,23	2,11	630	88,50	1,88
31,5	63,75	2,22	800	88,81	1,89
40	68,14	2,07	1000	89,88	1,98
50	73,10	2,07	1250	89,54	1,91
63	75,26	2,19	1600	90,50	2,00
80	77,8	2,15	2000	88,85	1,89
100	81,73	2,53	2500	86,58	1,89
125	80,45	2,04	3150	83,68	1,89
160	81,21	2,02	4000	79,87	1,97
200	82,44	2,19	5000	75,38	2,61
250	83,79	2,02	6300	71,10	3,05
315	85,15	1,96	8000	68,66	3,46
400	85,44	1,96	10000	66,58	3,56

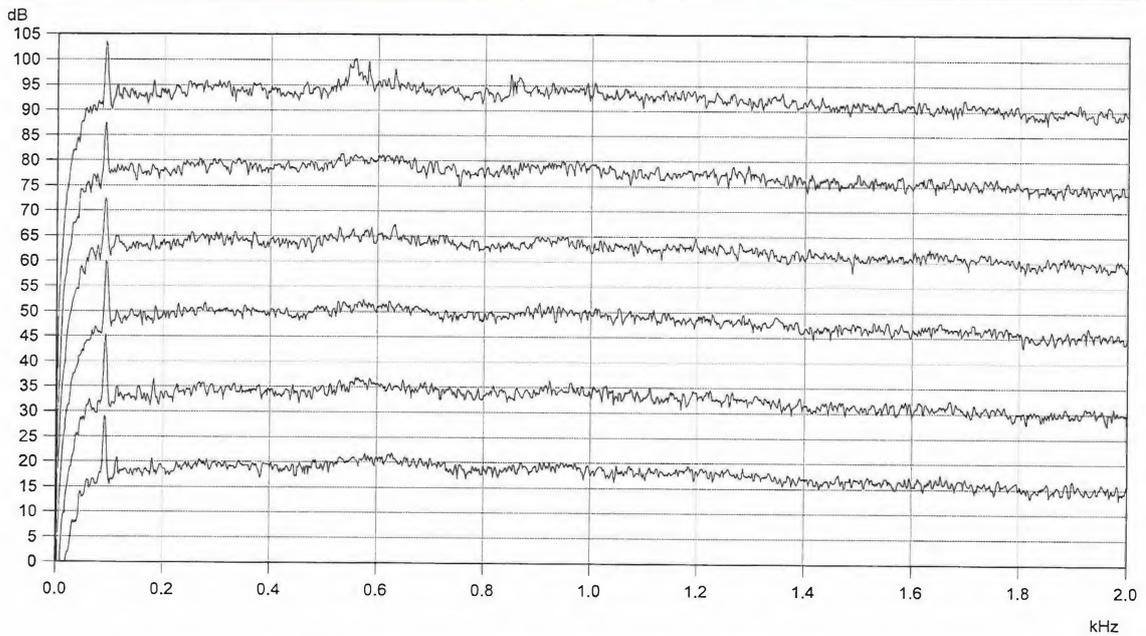


Spektren 1 – 6 aus BIN 4 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 1 ganz oben)



Spektren 7 – 12 aus BIN 4 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 7 ganz oben)

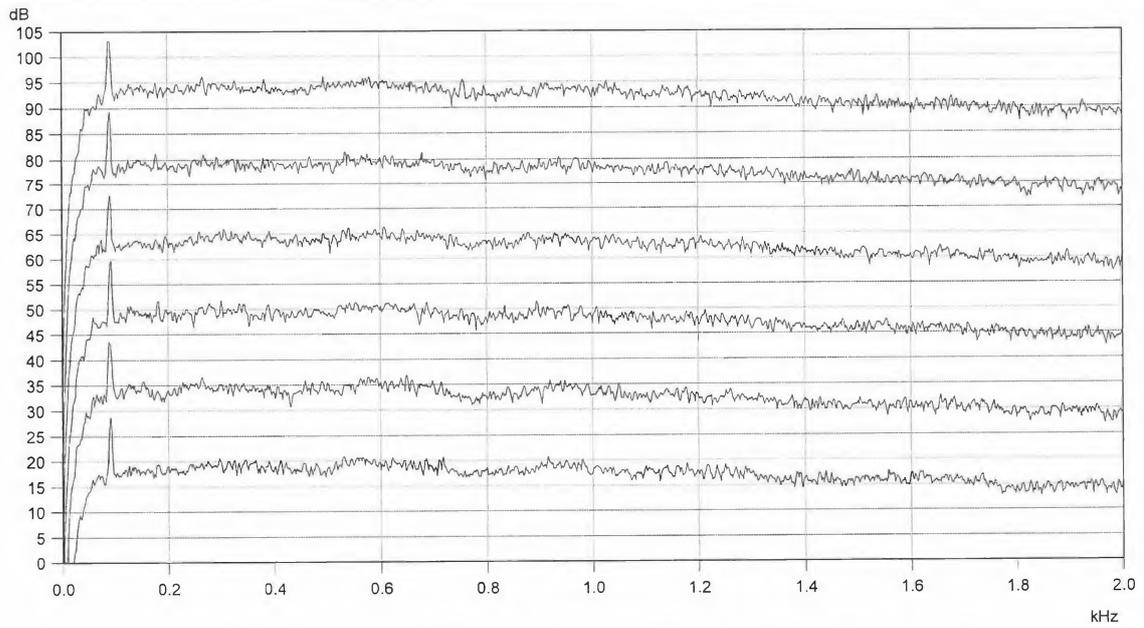
www.windtest-nrw.de



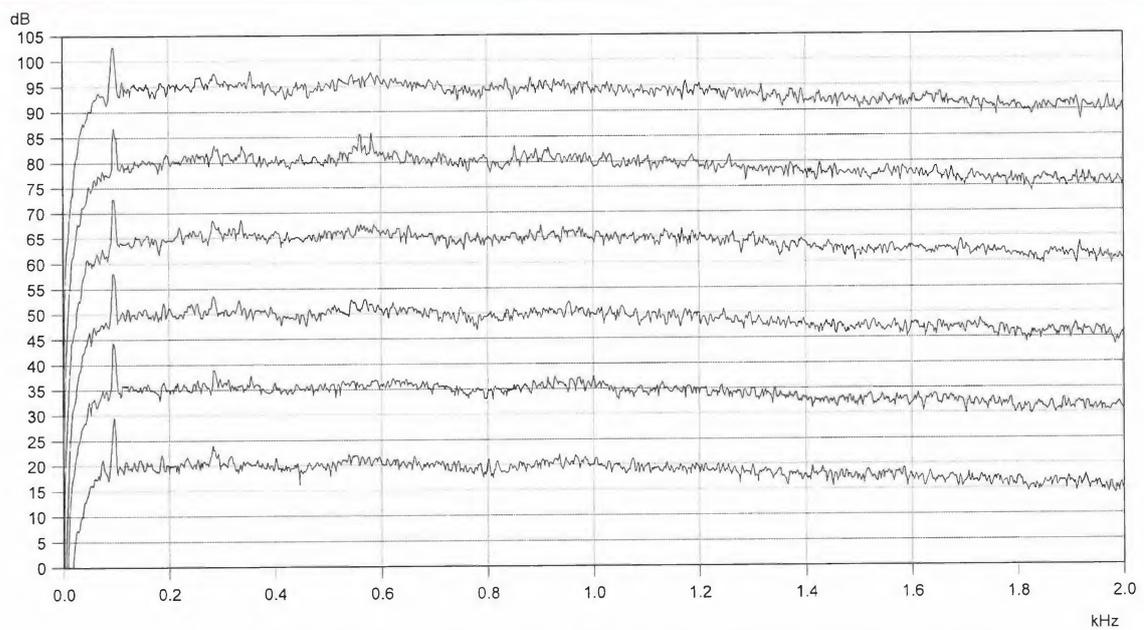
Spektren 1 – 6 aus BIN 5 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 1 ganz oben)

www.windtest-nrw.de

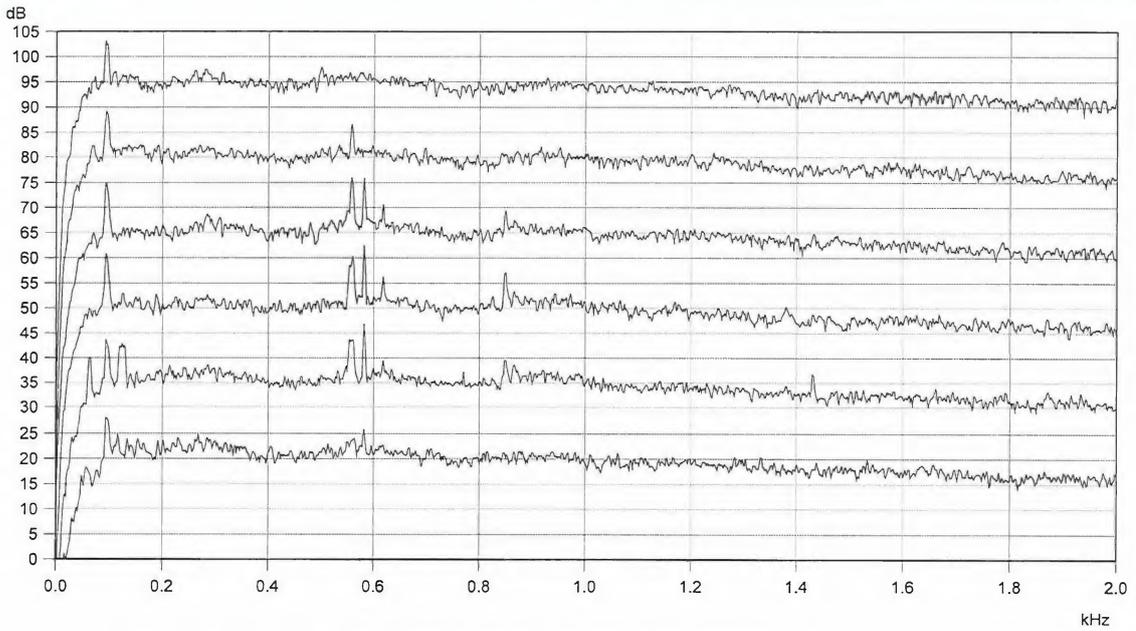
492



Spektren 7 – 12 aus BIN 5 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 7 ganz oben)

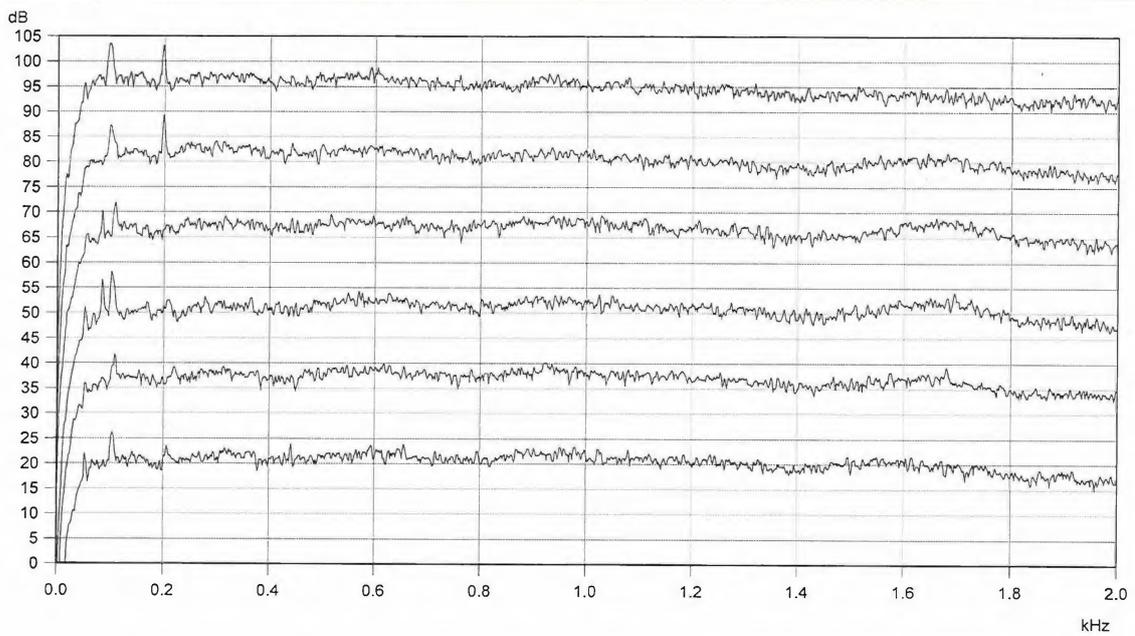


Spektren 1 – 6 aus BIN 6 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 1 ganz oben)



Spektren 7 – 12 aus BIN 6 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 7 ganz oben)

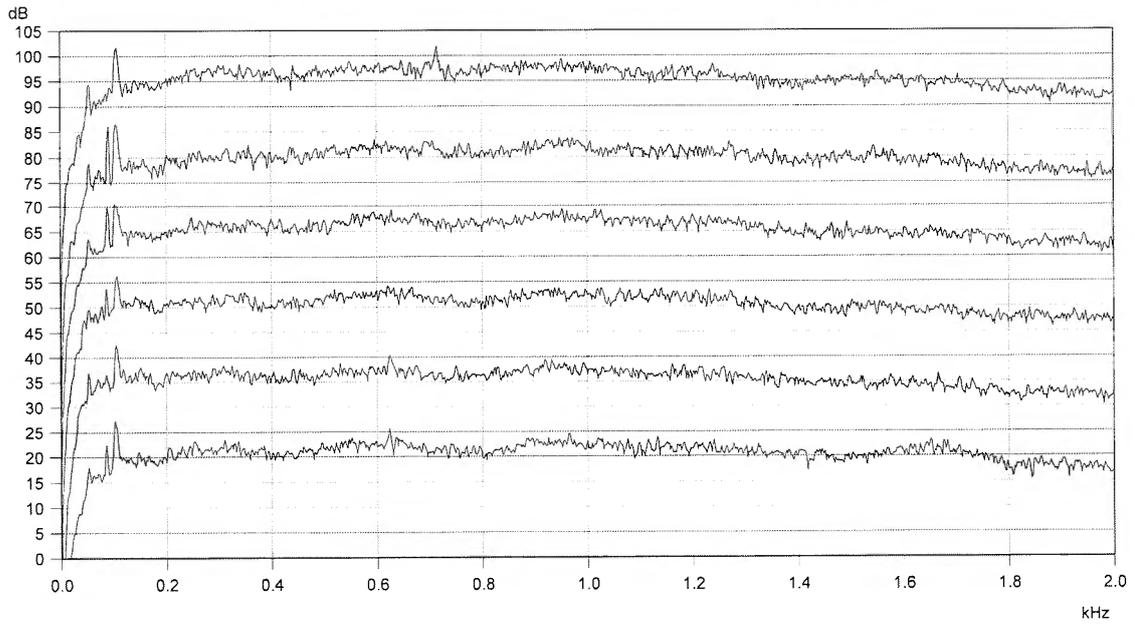
www.windtest-mrw.de



Spektren 1 – 6 aus BIN 7 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 1 ganz oben)

www.windtest-mrw.de

792



Spektr7en 7 – 12 aus BIN 7 (obere Spektr7en jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 7 ganz oben)

363



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

Anhang 11: Kötter 213498-02.02 vom 30.05.2014 der E-82 E2 TES/2.300kW (15 Duplex-Seiten)

## SCHALLTECHNISCHER BERICHT NR. 213498-02.02

über die Ermittlung der Schallemissionen einer Windenergieanlage des Typs Enercon E-82 E2 mit TES, im Windpark Büren-Hegensdorf, bei 33142 Büren OT Weiberg im schallreduzierten 2.000 kW-Betrieb

**Datum:**

30.05.2014

**Auftraggeber:**

Enercon GmbH  
Dreerkamp 5  
26605 Aurich

**Bearbeiter:**

Dipl.-Ing. Oliver Bunk  
Markus Niehues

### 1.) Zusammenfassung

Am 27.03.2014 wurden bei 33142 Büren OT Weiberg die Schallemissionen einer Windenergieanlage (WEA) des Typs Enercon E-82 E2 mit TES (= Trailing Edge Serrations) mit der Seriennummer 825157 gemessen. Es wird der Windgeschwindigkeitsbereich von  $v_s = 6$  m/s bis 9 m/s im schallreduzierten Betrieb mit der reduzierten Nennleistung von  $P_{\text{Nenn}} = 2.050$  kW untersucht.

Die Messung ist hinsichtlich des gemessenen Windgeschwindigkeitsbereiches in Bezug auf die Vorgabe der Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen [7] nicht vollständig. Jedoch wurde der Betriebspunkt der maximalen Schallemission mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit erfasst, wie in Abschnitt 5.1 erläutert wird. Die Messung ist deswegen aussagekräftig und im Wesentlichen konform zu [7].

Die maximale Schalleistung von  $L_{\text{WA}} = 99,4$  dB(A) wird für die normierte Windgeschwindigkeit  $v_s = 9$  m/s bestimmt.

Die rechnerische Auswertung ergibt einen maximalen Tonzuschlag von  $K_{\text{TN}} = 1$  dB bei einer Frequenz um  $f = 116$  Hz für die normierte Windgeschwindigkeit  $v_s = 6$  m/s. Gemäß dem subjektiven Höreindruck sind die Anlagengeräusche nicht tonhaltig. Es wird subjektiv kein Tonzuschlag vergeben.

Nach dem subjektiven Höreindruck waren die Anlagengeräusche nicht impulsartig.

764

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

Dieser Bericht enthält 31 Seiten und sechs Anlagen.

Rheine, 30.05.2014 MN / BB

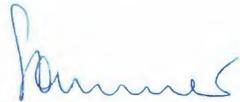
KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Markus Niehues



i. V. Dipl.-Ing. Kerstin Sommer (stellvertr. Messstellenleiterin)



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

Vom Ministerium MURL. beantragte  
Messstelle nach § 26 BImSchG  
Bundesimmissionsschutzgesetz

## INHALTSVERZEICHNIS

1.)	Zusammenfassung	2
2.)	Situation und Aufgabenstellung	5
3.)	Bearbeitungsgrundlagen	6
4.)	Messprotokoll	8
5.)	Ergebnis der Luftschallmessung	12
5.1.	Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt	12
5.2.	Tonhaltigkeit im Nahbereich	21
5.3.	Impulshaltigkeit	22
5.4.	Richtcharakteristik	23
5.5.	Tieffrequente Geräusche und Infraschall	23
5.6.	Schalleistungspegel	24
6.)	Messunsicherheit	26
7.)	Abkürzungen und Formelzeichen	28
8.)	Anlagen	31

## 2.) Situation und Aufgabenstellung

Am Standort 33142 Büren OT Weiberg befindet sich neben mehreren Windenergieanlagen eine Windenergieanlage vom Typ Enercon E-82 E2 mit einem Rotordurchmesser von 82 m und einer Nabenhöhe von 138 m ausgerüstet mit Trailing Edge Serrations (TES) zur Schalloptimierung der Rotorblätter.

Im Auftrag der Enercon GmbH soll der Schalleistungspegel für die Windenergieanlage mit der Seriennummer 825157 im schallreduzierten Betrieb mit der reduzierten Nennleistung  $P_{Nenn} = 2.050$  kW nach der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen [7] ermittelt werden, welche auf die DIN EN 61400-11, Edition 2, [1] als anzuwendende Norm verweist. 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 61400-12-1, Windenergieanlagen, Teil 12-1: Messung des Leistungsverhaltens einer Windenergieanlage; Ausgabe Februar 2007
- [3] DIN 45645-1, Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, Teil 1: Geräuschemissionen in der Nachbarschaft; Ausgabe Juli 1996
- [4] DIN 45680, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft, Ausgabe März 1997
- [5] DIN 45681, Akustik - Bestimmung der Tönhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschemissionen; Ausgabe März 2005
- [6] DIN 45681 Berichtigung 2, August 2006: Akustik – Bestimmung der Tönhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschemissionen, Berichtigungen zu DIN 45681: 2005-03
- [7] Fördergesellschaft Windenergie e. V.: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 18, Stand 01.02.2008, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte
- [8] Leistungskennlinie der WEA des Typs E-82 E2, berechnet von der Enercon GmbH vom 25.02.2010 und Herstellerbescheinigung vom 08.04.2014 zu spezifischen Daten der vermessenen Anlage des Typs E-82 E2, zur Verfügung gestellt von der Enercon GmbH
- [9] Luftaufnahme aus Google Earth © von dem Gebiet der vermessenen WEA und der Messpunkte am Standort Büren OT Weiberg

- [10] Akustische Ringversuche des LANUV NRW (ehemals LUA NRW) in Essen, Herr Dipl.-Ing. D. Piorr, zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen, November 2000 (KÖTTER Consulting Engineers (KCE) war Teilnehmer der Ringversuche)
- [11] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Empfehlungen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), März 2005
- [12] Infraschallmessungen an Windenergieanlagen, Vortrag zum 5. Rheiher Windenergie-Forum 2009 am 11./12. März, Dipl.-Ing. Oliver Bunk, KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

#### 4.) Messprotokoll

##### Aufgabenstellung:

Messung der anlagenbezogenen Geräuschemissionen einer Windenergieanlage des Typs E-82 E2 mit TES bei 33142 Büren OT Weiberg. Messung bei schallreduziertem Betrieb mit der reduzierten Nennleistung  $P_{Nenn} = 2.050 \text{ kW}$ .

##### Schallmesspunkt:

Referenzmesspunkt in 152,2 m Abstand zur Rotorebene auf einer schallharten ebenerdigen Holzplatte von 1 m Durchmesser in Mitwindrichtung, freie Ausbreitungsbedingungen. Bodenbeschaffenheit um die Platte: Ackerfläche mit niedrigem Bewuchs.

Umgebung: Landwirtschaftliche Nutzflächen mit Hecken und leicht hügelig.

Die Lage des Schallmesspunktes ist dem Lageplan in Anlage A zu entnehmen.

##### Windmesspunkt:

In 168 m Abstand von der vermessenen WEA, seitlich leicht im Luv. Die Lage des Windmesspunktes ist dem Lageplan in Anlage A zu entnehmen.

##### Datum/Uhrzeit:

27.03.2014, 10:47 bis 17:23 Uhr  
Die Messgerätezeit wurde mit der WEA-Zeit synchronisiert.

##### Messpersonal:

Matthias Humpohl, B.Sc. (KCE)  
Markus Niehues (KCE)  
Thomas Schmatloch B.Sc. (KCE)

Anlagenbeschreibung:

Typ:	E-82 E2 mit TES
Serien-Nr.:	825157
Hersteller:	Enercon GmbH
Nabenhöhe über Grund:	138 m
Rotordurchmesser:	82 m
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie:	4,62 m
Installierte Nennleistung:	2.300 kW
Vermessene Nennleistung:	2.050 kW
Rotornendrehzahl:	17,5 U/min
Leistungsregelung:	Pitch

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

Standort:

Die Windenergieanlage befindet sich bei 33142 Büren OT Weiberg im Windpark Büren-Hegensdorf, Landkreis Paderborn, Nordrhein-Westfalen.

Koordinaten des Standortes:  
 GK Zone 3 RW: 3472774  
 GK Zone 3 HW: 5709225

Betriebsweisen:

Messgerätezeiten und Betriebsweisen:

10:47 Uhr bis 11:43 Uhr:	2.000 kW-Betrieb
11:44 Uhr bis 11:59 Uhr:	WEA abgeschaltet
12:00 Uhr bis 12:29 Uhr:	WEA abgeschaltet
12:30 Uhr bis 13:13 Uhr:	2.000 kW-Betrieb
13:15 Uhr bis 13:31 Uhr:	WEA abgeschaltet
14:33 Uhr bis 14:52 Uhr:	WEA abgeschaltet
15:47 Uhr bis 15:58 Uhr:	WEA abgeschaltet
17:06 Uhr bis 17:23 Uhr:	WEA abgeschaltet

Der Verlauf der Betriebs- und Abschaltzeiten der WEA über der Messgerätezeit ist einem Diagramm in Anlage B zu entnehmen.

Die Auswahl der zu vermessenden Kennlinien und die Einstellung der Betriebsparameter erfolgte durch den WEA-Hersteller.

Die nächstgelegenen WEA waren im Messzeitraum nicht in Betrieb. Die übrigen WEA im Abstand > 500 m waren in Betrieb.

Witterungsbedingungen:

Temperatur (Mittelwert):	11,5 °C (Bodenwert für Luftdichtekorrektur)
Luftdruck (Mittelwert):	970 hPa (Bodenwert für Luftdichtekorrektur)
Relative Luftfeuchte (Mittelwert):	45 %
Windgeschwindigkeit $v_{10}$ :	3,1 bis 14,5 m/s aus östlicher Richtung (Sekundenwerte, Anemometer 10 m Höhe)
Bewölkung/Niederschlag:	1/8 Bewölkung, kein Niederschlag

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 Aufbau der Messgeräte ist in Anlage E schematisch dargestellt. Der Schallpegelmessgerät wurde mittels des in der Geräteliste aufgeführten Kalibrators vor der Messung mit einem Kalibrierpegel von  $L_{kal1} = 114,0$  dB und nach der Messung mit  $L_{kal2} = 113,9$  dB kalibriert. Der Sollwert liegt bei  $L_{kal, soll} = 113,8$  dB. Die Abweichungen liegen im üblichen Rahmen.

366

Gerät	Hersteller	Typ	Serien-Nr.	Eichung (E) Kalibrierung (K) Geräteprüfung (G)
Präzisionsschallpegelmessgerät	Norsonic	Nor140	140 2976	(E) bis inkl. 2016
Kondensatormikrofon mit Kugelcharakteristik	Norsonic	1225	91877	(E) bis inkl. 2016
Vorverstärker	Norsonic	1209	12411	(E) bis inkl. 2016
Kalibrator	Norsonic	1251	32009	(E) bis inkl. 2016
Messsystem (8-Kanal)	IMC	Cronos-PL3	120671	(G) in 2014
Halber primärer Windschirm	Brüel & Kjaer	UA 0237	--	(G) in 2014
Sekundärer Windschirm (halbrund)	KCE	--	--	(G) in 2014
Entfernungsmesser	Leica	LRF 800	--	(G) in 2014
Anemometer	Thies	Ultrasonic 2D Compact 4.3875.01.311	01140031	(G) in 2014
Klimamessgerät	Airflow	THB4130	07900148	(G) in 2014
Messsoftware	IMC	imc Devices, V 2.6	--	--
Signalanalysesoftware	IMC	Famos Signalanalyse, Version 6.0 Rev. 6	--	--

Erfassung der elektrischen Leistung, der Rotordrehzahl und der Gondelwindgeschwindigkeit

Schnittstelle	Schnittstelle der Enercon GmbH mit Gleichspannungssignalen von Leistung, Rotordrehzahl und Gondelwindgeschwindigkeit. Leistungsmessung nicht gemäß [7], Begründung: Leistungsmessung per Schnittstelle ist vom Hersteller sowie von KCE geprüft und die Signale von Rotordrehzahl und Gondelwindgeschwindigkeit werden von der Schnittstelle mitgeliefert.
---------------	--

## 5.) Ergebnis der Luftschallmessung

### 5.1. Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt

Die nachstehende Vorgehensweise entspricht den Regelungen der DIN EN 61400-11 [1] zusammen mit der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen [7].

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

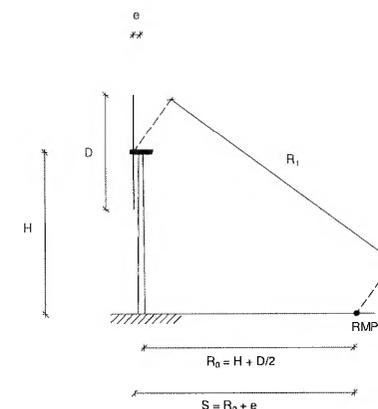


Abbildung 1: Prinzipskizze zur Position des Referenzmesspunktes

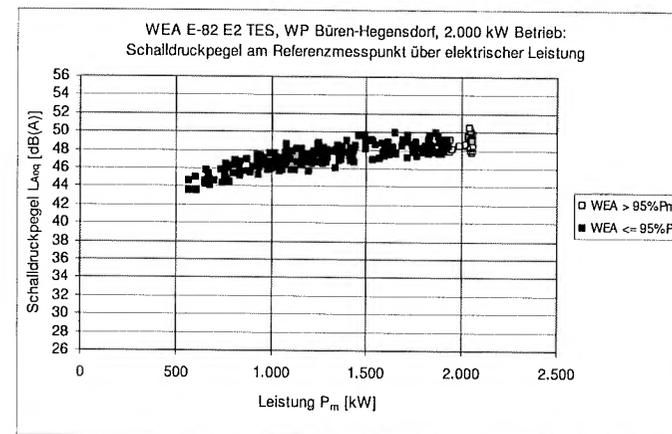
- D = Rotordurchmesser (D = 82 m)
- H = Nabenhöhe (H = 138 m)
- e = Abstand Rotorflanschmittelpunkt – Turmmittellinie (e = 4,62 m)
- RMP = Referenzmesspunkt (Mikrofon)
- R<sub>0</sub> = horizontaler Abstand von der Turmmittellinie zum RMP (R<sub>0</sub> = 147,6 m)
- S = horizontaler Abstand vom Rotorflanschmittelpunkt zum RMP (S = 152,2 m)
- R<sub>1</sub> = schräger Abstand vom Rotorflanschmittelpunkt zum RMP (R<sub>1</sub> = 205,5 m)

Die horizontale Entfernung  $S$  von der Rotorebene zum Referenzmesspunkt RMP setzt sich zusammen aus dem Abstand  $R_0$  der Turmmittellinie zum RMP und dem Rotorabstand  $e$  zur Turmmittellinie.  $R_0$  berechnet sich standardmäßig aus der Nabenhöhe  $H$  und dem Rotorradius  $D/2$ . Der Wert von  $R_0$  darf von diesem Standardmaß um bis zu 20 % abweichen, d. h. verlängert oder verkürzt werden. Er wurde bei dieser Untersuchung um 18 % verkürzt, um den Störabstand zu erhöhen.

Der RMP soll in Mitwindrichtung positioniert werden, wie es die Prinzipskizze zeigt. Ändert sich die Windrichtung, d. h. die Gondelposition, während der Messung des WEA-Betriebs, soll der RMP in einem Toleranzbereich von  $\pm 15^\circ$  zur Mitwindrichtung liegen. Dies war während des Messzeitraumes gegeben.

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 [7] aus Zeitintervallen zwischen einer Minute und zehn Sekunden bestehen können. In dieser Auswertung werden 10-Sekunden-Mittelwerte gewählt. Minutenmittelwerte sind zwar bevorzugt, jedoch ergibt eine Vorauswertung, dass der geforderte Bereich der normierten Windgeschwindigkeit von  $v_s = 6$  m/s bis zu  $v_s = 10$  m/s nicht vollständig abgedeckt wird. Bei einem kürzeren Zeitintervall als einer Minute wird dies hingegen eher erreicht. Zudem wird durch ein kürzeres Zeitintervall ein größerer Teil der Messzeit auswertbar als bei Minutenmittelwerten (geringerer Ausschuss wegen Fremdgeräuschen, WEA-Ab- und -Einschaltung und anderer Unterbrechungen).

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



**Abbildung 2:** Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über elektrischer Leistung (10-Sekunden-Mittelwerte)

Das Diagramm zeigt, dass die Nennleistung von 2.050 kW erreicht worden ist.

Nach [7] 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 [7] 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 [7] bei Anlagenbetrieb bis 95 % der Nennleistung (hier  $P_{95\%} = 1.948$  kW) aus der elektrischen Wirkleistung bestimmt. 95 % der Nennleistung werden mit der zugehörigen Leistungskurve bei der Referenzwindgeschwindigkeit von  $v_s = 7,9$  m/s erzeugt.

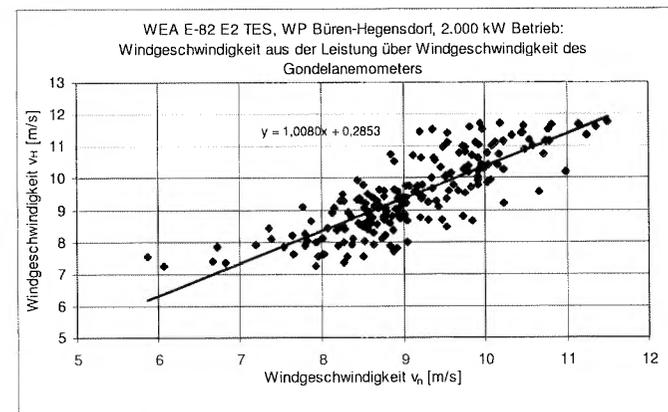
295

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:

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

- $v_s$       $\triangleq$      normierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe
- $v_H$       $\triangleq$      Windgeschwindigkeit in Höhe des Rotormittelpunktes
- $z_{ref}$     $\triangleq$      Referenzrauigkeitslänge von 0,05 m
- $H$        $\triangleq$      Höhe des Rotormittelpunktes (hier:  $H = 138$  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  $\kappa$  zu korrigierende, in 10 m Höhe gemessene Windgeschwindigkeit  $v_{10}$  oder die mit dem Gondelanemometer der WEA gemessene, zu korrigierende Windgeschwindigkeit  $v_n$ . Hier ist wegen des kurzen Mittelungszeitraumes von 10 Sekunden zwingend die Gondelanemometer-Windgeschwindigkeit  $v_n$  zu verwenden. 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  $v_H$  (10-Sekunden-Mittelwerte)

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

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

$$= 1,0080 \cdot v_n + 0,2853$$

- $v_n$       $\triangleq$      Windgeschwindigkeit des Gondelanemometers
- $v_H$       $\triangleq$      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  $\kappa$  korrigiert.

Bei der untersuchten WEA ergibt sich der Wert:

$$\kappa = \bar{v}_s / \bar{v}_{10} = 0,83$$

- $\bar{v}_s$   $\triangleq$  mittlere normierte Windgeschwindigkeit bis zu 95 % der Nennleistung
- $\bar{v}_{10}$   $\triangleq$  mittlere, mit dem Anemometer in 10 m Höhe gemessene Windgeschwindigkeit bis zu 95 % der Nennleistung

Beide Mittelwerte ( $\bar{v}_s, \bar{v}_{10}$ ) gehen aus den gleichen Messzeiträumen hervor. Der Unterschied zwischen den mittleren  $v_s$  und  $v_{10}$  (aus 10-Sekunden-Mittelwerten) von 17 % 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.

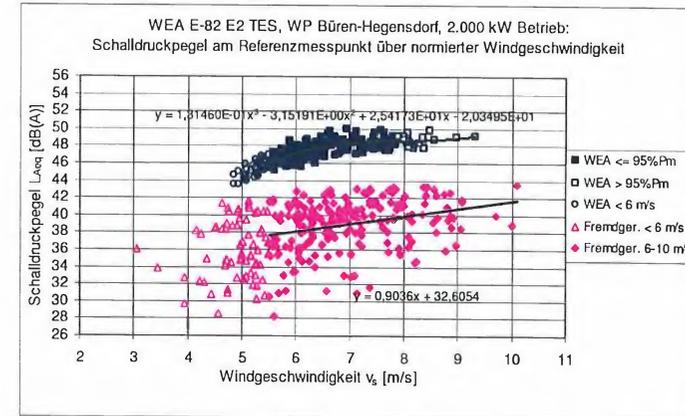


Abbildung 4: Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über normierter Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für WEA-Betrieb und Fremdgeräusch (10-Sekunden-Mittelwerte)

Für die Datenpunkte bei Anlagenbetrieb wird eine polynomische Regression 3. Ordnung gewählt. Dies weicht bei dem hier vermessenen Anlagentyp einer Pitchanlage von einer Empfehlung in [7] ab, da so eine genauere Anpassung an die Datenpunkte erzielt wird. Die Regression erfolgt für normierte Windgeschwindigkeiten von  $v_s = 6$  m/s bis  $v_s = 9$  m/s. Datenpunkte mit Anlagenleistungen über 95 % der Nennleistung sind in Abbildung 4 extra gekennzeichnet. Ein weiterer Anstieg des Pegel bei höherem Windgeschwindigkeiten ist Erfahrungsgemäß nicht zu erwarten.

368

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 seitlich leicht im Luv zur 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  $v_{s,95\%} = 7,9$  m/s von der normierten Windgeschwindigkeit überschritten, aber von der gemessenen und korrigierten Windgeschwindigkeit des Gondelanemometers unterschritten wird.

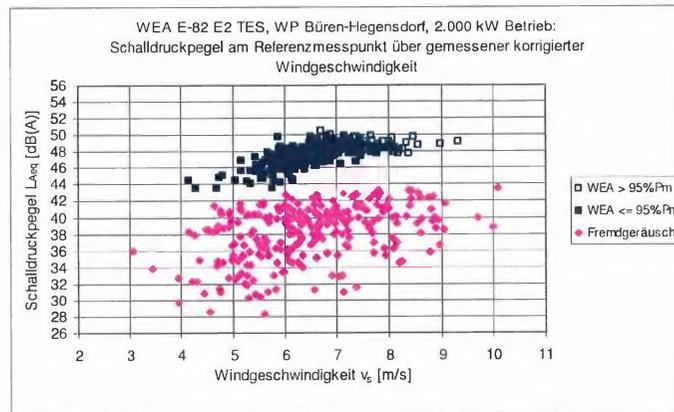


Abbildung 5: Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über gemessener korrigierter Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für WEA-Betrieb und Fremdgeräusch (10-Sekunden-Mittelwerte)

Die Streuung der Pegelwerte bei Anlagenbetrieb 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 3. 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]	6	7	8	9 <sup>3)4)</sup>	10 <sup>2)</sup>	7,9 <sup>1)</sup>
Anzahl Werte: WEA an / aus	90 / 74	58 / 70	33 / 36	3 / 18	-- / 3	--
$L_{s+n}$ [dB(A)]	47,0	48,2	48,5	48,9	--	48,5
$L_n$ [dB(A)]	38,0	38,9	39,8	40,7	41,6	39,7
$\Delta L_{s+n,n}$ [dB]	9,1	9,3	8,7	8,2	--	8,8
$L_{Aeq,c}$ [dB(A)]	46,5	47,6	47,9	48,2	--	47,9

- 1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{95\%} = 1.948$  kW
- 2) Witterungsbedingt keine Daten bei WEA-Betrieb vorhanden
- 3) Höchste gemessene normierte Windgeschwindigkeit  $v_s = 9,3$  m/s
- 4) Weniger als 18 Werte entsprechend 3 min Messzeit bei WEA-Betrieb, abweichend von [1].  $L_{Aeq,c}$  ist ein Anhallswert.

Tabelle 1: Emissionsdaten der WEA vom Typ E-82 E2 aus der Regression 3. 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 Gondelanemometer-Windgeschwindigkeit und der Anemometer-Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe. Weiterhin ist dort ein Scatterplot der 10-Sekunden-Mittelwerte der Rotordrehzahl über der elektrischen Leistung dargestellt. Aus einer polynomischen Regression 6. 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 zehn Minuten ermittelt. Sie beträgt durchschnittlich 18 %.

## 5.2. Tonhaltigkeit im Nahbereich

Eine Tonhaltigkeitsanalyse für den Nahbereich der WEA erfolgt mit dem während der Messung aufgezeichneten Rohsignal des Schalldruckes am Referenzmesspunkt. Mit der Signalanalysesoftware Famos, Version 6.0, werden Schmalbandfrequenzspektren mit einer Linienbreite von  $\Delta f = 2$  Hz unter Anwendung eines Hanning-Fensters für das WEA- und das Fremdgeräusch erzeugt.

Angewendet wird das Auswerteverfahren nach [1]. Es wird der gesamte Frequenzbereich in 10s-Schmalbandfrequenzspektren untersucht, in dem gegebenenfalls Tonfrequenzen der WEA während der Messung aufgetreten sind, in jedem Falle aber ein Frequenzbereich von mindestens 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 der tonalen Wahrnehmbarkeit  $\Delta L_{a,k} \geq -3,0$  dB ergeben. Tonfrequenzen werden auch dann angegeben, wenn aufgrund zu geringen Störabstandes  $< 3$  dB kein  $\Delta L_{a,k}$  berechnet werden kann. Die in der letzten Zeile stehenden  $K_{TN}$ -Werte, die gemäß der DIN 45681 [5], Tabelle 1, aus den Werten von  $\Delta L_{a,k}$  bestimmt werden bzw. gleich Null zu setzen sind, wenn kein Ton gefunden wird, sind die resultierenden Tonzuschläge der WEA.

$v_s$ [m/s]	6	7	8	9 <sup>3) 4)</sup>	10 <sup>2)</sup>	7,9 <sup>1)</sup>
$f_T$ [Hz]	≈ 116	--	≈ 126	--	--	--
$\Delta L_{a,k}$ [dB]	1,4	--	-1,8	--	--	--
$K_{TN}$ [dB]	1	0	0	0	--	0

- 1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{95\%} = 1.948$  kW
- 2) Witterungsbedingt keine Daten bei WEA-Betrieb vorhanden
- 3) Höchste gemessene normierte Windgeschwindigkeit  $v_s = 9,0$  m/s
- 4) Weniger als zwei Minuten Messzeit bei WEA-Betrieb. Das Ergebnis ist ein Anhaltswert.

**Tabelle 2:** Tonhaltigkeit im Nahbereich

Die rechnerische Auswertung nach [1] ergibt die höchste Tonhaltigkeit bei einer Windgeschwindigkeit von  $v_s = 6$  m/s mit einem Tonzuschlag von  $K_{TN} = 1$  dB bei einer Tonfrequenz von  $f_T = 116$  Hz. Die zum Tonzuschlag führende Frequenz waren nach dem subjektiven Höreindruck als ein leiser „Brumnton“ zeitweise wahrnehmbar. Diese führt allerdings nicht zu einem Tonzuschlag.

Die einzelnen Spektren des Frequenzbereichs 0 bis 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 und im Fernbereich (Ortsbegehung am Messtag mit ca. 300 m Abstand) nicht relevant tonhaltig.

## 5.3. Impulshaltigkeit

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

$v_s$ [m/s]	6	7	8	9 <sup>3)</sup>	10 <sup>2)</sup>	7,9 <sup>1)</sup>
$K_{IN}$ [dB]	0	0	0	0	--	0

- 1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{95\%} = 1.948$  kW
- 2) Witterungsbedingt keine Daten bei WEA-Betrieb vorhanden
- 3) Höchste gemessene normierte Windgeschwindigkeit  $v_s = 9,3$  m/s

**Tabelle 3:** Impulshaltigkeit im Nahbereich

Es wird  $K_{IN} = 0$  dB für alle gemessenen Windklassen vergeben.

369

#### 5.4. Richtcharakteristik

Durch eine Ortsbegehung im Nahbereich und Fernbereich (ca. 300 m Abstand) während des WEA-Betriebes wurde mittels des subjektiven Hörempfindens die Schallemission der WEA in unterschiedlicher Richtung untersucht.

Eine auffällige Richtcharakteristik liegt nicht vor.

#### 5.5. Tieffrequente Geräusche und Infraschall

Tieffrequente Geräusche und Infraschall sind akustische Immissionen im Frequenzbereich unter  $f = 100$  Hz bzw. unter  $f = 20$  Hz. Diese Immissionen werden in erster Linie durch Schallmessungen in Wohnhäusern untersucht [4]. Nach eigenen messtechnischen Untersuchungen [12] an anderen Standorten mit ca. 300 m bis 500 m von den WEA entfernten Wohngebäuden konnten keine kritischen Immissionen von tieffrequenten Geräuschen / Infraschall durch den Betrieb festgestellt werden. Die Untersuchungen umfassen ein großes Leistungsspektrum von 500 kW bis zu 5 MW Nennleistung.

Die vermessene WEA weist im Frequenzbereich unter  $f = 100$  Hz keine akustische Auffälligkeit der Schallemission auf.

#### 5.6. 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:

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

$H \triangleq$  Nabenhöhe

(hier:  $R_1 = 205,5$  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 ( $P_m$  = elektrische Leistung,  $n_{Rot}$  = Rotordrehzahl) sowie Schalldruckpegel  $L_{S+n1}$ ,  $L_{r1}$ ,  $L_{Aeq,c}$ , Tonzuschläge  $K_{TN}$ , Impulszuschläge  $K_{IN}$  und Schalleistungspegel  $L_{WA}$  für die vorliegenden normierten Windgeschwindigkeiten  $v_s$  angegeben.

$v_s$ [m/s]	6	7	8	9 <sup>3) 4) 5)</sup>	10 <sup>2)</sup>	7,9 <sup>1)</sup>
$P_m$ [kW], Mittel Grenzen von - bis	1.174 (912 - 1.451)	1.702 (1.452 - 1.865)	1.972	2.050	--	1.948
$n_{Rot}$ [min <sup>-1</sup> ]	16,1	16,7	17,1	17,6	--	17,1
$L_{s+n}$ [dB(A)]	47,0	48,2	48,5	48,9	--	48,5
$L_n$ [dB(A)]	38,0	38,9	39,8	40,7	41,6	39,7
$\Delta L_{s+n,n}$ [dB]	9,1	9,3	8,7	8,2	--	8,8
$L_{Aeq,c}$ [dB(A)]	46,5	47,6	47,9	48,2	--	47,9
$K_{TN}$ [dB]	1 $f_T = 116$ Hz	0	0	0	--	0
$K_{IN}$ [dB]	0	0	0	0	--	0
$L_{WA}$ [dB(A)]	97,7	98,9	99,1	99,4	--	99,1

- 1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{NWL} = 1.948$  kW
- 2) Witterungsbedingt keine Daten bei WEA-Betrieb vorhanden
- 3) Höchste gemessene normierte Windgeschwindigkeit  $v_s = 9,3$  m/s
- 4) Weniger als 18 Werte entsprechend 3 min Messzeit bei WEA-Betrieb, abweichend von [1].  $L_{Aeq,c}$  ist ein Anhaltswert.
- 5) Weniger als zwei Minuten Messzeit bei WEA-Betrieb. Das Ergebnis für  $K_{TN}$  ist ein Anhaltswert.

**Tabelle 4:** Nicht akustische und akustische Parameter der WEA E-82 E2 mit TES im Windpark Büren-Hegensdorf bei 33142 Büren OT Weiberg

Die maximale Schallleistung wird für die normierte Windgeschwindigkeit  $v_s = 9$  m/s mit  $L_{WA} = 99,4$  dB(A) bestimmt. Die WEA-Geräusche waren weder relevant ton- noch impulshaltig.

Die Messung ist hinsichtlich des gemessenen Windgeschwindigkeitsbereiches in Bezug auf die Vorgabe der Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen [7] nicht vollständig. Jedoch wurde der Betriebspunkt der maximalen Schallemission mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit erfasst, wie in Abschnitt 5.1 erläutert wird. Die Messung ist deswegen aussagekräftig und im Wesentlichen konform zu [7].

Alle Auswertergebnisse beziehen sich auf die vermessene Anlage unter Zugrundelegung der in Anlage F angegebenen berechneten Leistungskurve. Die Leistungskurve wurde vom Anlagenhersteller speziell für die vermessene WEA und Betriebsweise zur Verfügung gestellt. Eine vermessene Leistungskurve lag für diese Betriebsweise nicht vor.

## 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 [7] ermittelt. Als Gesamt-Messunsicherheit ergibt sich auf diese Weise:

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

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

Gesucht ist die Messunsicherheit der maßgeblichen, d. h. der maximalen Schallleistung. 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. Die beiden Standardabweichungen werden  $U_{A,s+n}$  und  $U_{A,n}$  genannt, die jeweilige Anzahl der Messwerte N. Die Formel dazu entspricht jeweils:

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

$$U_{A,s+n} = 0,1 \text{ dB mit } N = 3,$$

$$U_{A,n} = 0,5 \text{ dB mit } N = 18.$$

Mit den Standardabweichungen  $U_{A,s+n}$  und  $U_{A,n}$  sowie dem Schalldruckpegel des Gesamtgeräusches  $L_{s+n} = 48,9$  dB(A), des Fremdgeräusches  $L_n = 40,7$  dB(A) und dem fremdgeräuschkorrigierten Pegel  $L_s = 48,2$  dB(A), s. Tabelle 4, errechnet sich eine Unsicherheit des fremdgeräuschbereinigten Anlagenpegels  $U_{A,s}$ . Sie wird ermittelt als

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

$$= 0,1 \text{ dB.}$$

370

Die weiteren Messunsicherheiten werden mit den in Tabelle 5 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	$U_{B8}$	0,3

**Tabelle 5:** Geschätzte Messunsicherheiten  $U_B$

Die Gesamt-Messunsicherheit beträgt damit  $U_C = \pm 0,7$  dB.

## 7.) Abkürzungen und Formelzeichen

D	=	Rotordurchmesser [m]
DAT	=	Digital Audio Tape
$\Delta f$	=	Linienbreite im FFT-Frequenzspektrum [Hz]
$\Delta f_c$	=	kritische Bandbreite einer Tonanalyse [Hz]
$\Delta h$	=	Höhendifferenz [m]
$\Delta L_{a,k}$	=	tonale Wahrnehmbarkeit [dB]
$\Delta L_{s+n,n}$	=	Pegeldifferenz zwischen Gesamt- und Fremdgeräusch [dB]
$\Delta L_{in}$	=	Pegeldifferenz zwischen $L_{pt}$ und $L_{pn}$ [dB]
e	=	Abstand Rotorflanschmittelpunkt – Turmmittellinie [m]
f	=	Frequenz [Hz]
FFT	=	Fast Fourier Transformation
Fremdger.	=	Fremdgeräusch
$f_T$	=	Tonfrequenz [Hz]
H	=	Höhe des Rotormittelpunktes über Grund [m]
$H_{kor}$	=	Relative Höhe des Rotormittelpunktes bzgl. des Mikrofons [m]
HW	=	Hochwert bei Geo-Koordinaten
$\kappa$	=	Kappa-Faktor
$K_{IN}$	=	Impulshaltigkeitszuschlag für den Nahbereich [dB]
$K_T$	=	Tonhaltigkeitszuschlag für den Fernbereich [dB]
$K_{TN}$	=	Tonhaltigkeitszuschlag für den Nahbereich [dB]
$L_A$	=	frequenzabhängige Bemessungskurve der Wahrnehmbarkeit eines Tones [dB]
$L_{Aeq,c}$	=	fremdgeräuschkorrigierter Pegel [dB(A)]
$L_{AFeq}$	=	Mittelungspegel [dB(A)]
$L_{AFTeq}$	=	Taktmaximal-Mittelungspegel [dB(A)]
$L_{hinter}$	=	Mittlerer Schalldruckpegel der Frequenzlinien des Fremdgeräusches [dB]
$L_{kal, soll}$	=	Soll-Kalibrierpegel [dB]
$L_{kal1}$	=	Kalibrierpegel zum Messbeginn [dB]
$L_{kal2}$	=	Kalibrierpegel zum Messende [dB]
$L_n$	=	Fremdgeräuschpegel [dB(A)]
$L_{pn}$	=	Schalldruckpegel des maskierenden Geräusches [dB]

$L_{pn, avg}$	=	Mittlerer Schalldruckpegel der maskierenden Frequenzlinien [dB]
$L_{pn, avg, korrr}$	=	Mittlerer fremdgeräuschkorrigierter Schalldruckpegel der maskierenden Frequenzlinien [dB]
$L_{pl}$	=	Schalldruckpegel eines Tones [dB]
$L_s$	=	Anlagengeräuschpegel [dB(A)]
$L_{s+n}$	=	Gesamtgeräuschpegel [dB(A)]
$L_{WA}$	=	Schallleistungspegel [dB(A)]
$L_{WA, p}$	=	Schallleistungspegel im Auszug aus dem Prüfbericht [dB(A)]
$N$	=	Anzahl der Werte einer Stichprobe
$n_{Rot}$	=	Rotordrehzahl [U/min]
$P_{95\%}$	=	95 % der Nennleistung [kW]
$P_m$	=	gemessene Leistung [kW]
$P_{max}$	=	Maximalwert der Leistungskennlinie [kW]
$P_{Nenn}$	=	Nennleistung [kW]
$R_0$	=	horizontaler Abstand von der Turmmittellinie zum RMP [m]
$R_1$	=	schräger Abstand vom Rotorflanschmittelpunkt zum RMP [m]
RMP	=	Referenzmesspunkt des Schalldrucks
RW	=	Rechtswert bei Geo-Koordinaten
$S$	=	horizontaler Abstand vom Rotorflanschmittelpunkt zum RMP [m]
$S_0$	=	Bezugsfläche ( $S_0 = 1 \text{ m}^2$ )
$U_A (\Delta L_m)$	=	Standardabweichung der Pegeldifferenz zwischen $L_{pl}$ und $L_{pn}$ [dB]
$U_{A, n}$	=	Standardabweichung des Regressionswertes des Fremdgeräuschpegels, Typ A [dB]
$U_{A, s}$	=	Standardabweichung des Regressionswertes des Anlagengeräuschpegels, Typ A [dB]
$U_{A, s+n}$	=	Standardabweichung des Regressionswertes des Gesamtgeräuschpegels, Typ A [dB]
$U_{Bx}$	=	Standardabweichung des Typs B, Art Nr. x (x von 1 bis 8) [dB]
$U_C$	=	kombinierte Gesamtstandardabweichung aus Typ A und Typ B [dB]
$v_{10}$	=	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe [m/s]
$v_H$	=	Windgeschwindigkeit in Höhe des Rotormittelpunktes [m/s]
$v_{H, 95\%}$	=	Windgeschwindigkeit in Höhe des Rotormittelpunktes, die 95 % der Nennleistung entspricht [m/s]
$v_n$	=	Windgeschwindigkeit des Gondelanemometers [m/s]
$v_s$	=	normierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe [m/s]

WEA	=	Windenergieanlage
WP	=	Windpark
$y$	=	Einzelwert einer Stichprobe
$y_{est}$	=	Schätzwert des Erwartungswertes der Stichprobe
$Z_0$	=	Rauhigkeitslänge eines Geländes [m]
$Z_{0ref}$	=	Referenzrauhigkeitslänge ( $Z_{0ref} = 0,05 \text{ m}$ )

*Handwritten mark: a checkmark and the letters 'v' and 's'.*

8.) Anlagen

Anlage A: Fotos und Lageplan

Anlage A: Fotos und Lageplan

Anlage B: Diagramme der Zeitverläufe

Anlage C: Frequenzspektren und Tonhaltigkeit

Anlage D: Weitere Messergebnisse

Anlage E: Technische Daten und schematische Darstellung des Messaufbaus

Anlage F: Leistungskennlinie und Herstellerbescheinigung zur E-82 E2 am Standort Büren OT Weiberg

Anlage G: Auszug aus dem Prüfbericht



Bild 1: Mikrofon am Referenzmesspunkt zur E-82 E2 hin (Standort Büren OT Weiberg)



Bild 2: Mikrofon am Referenzmesspunkt (Standort Büren OT Weiberg)

7+2



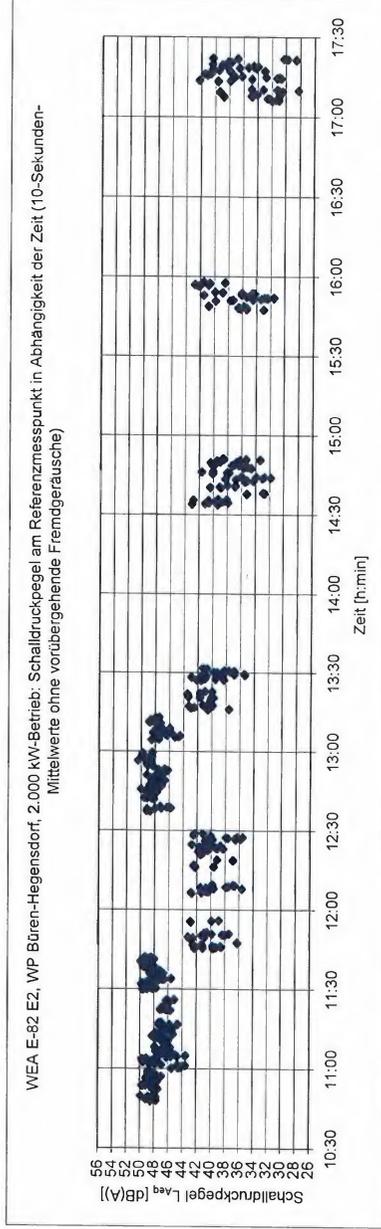
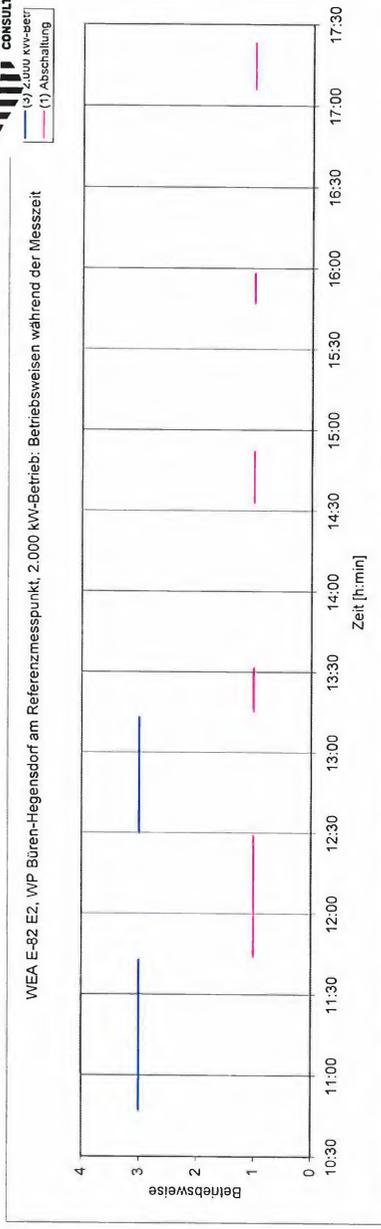
Bild 3: E-82 E2 vom Anemometer aus (Standort Büren OT Weiberg)



Abbildung 6: Lageplan der vermessenen WEA und der Messpunkte am Standort Büren OT Weiberg, Luftaufnahme aus Google Earth ©

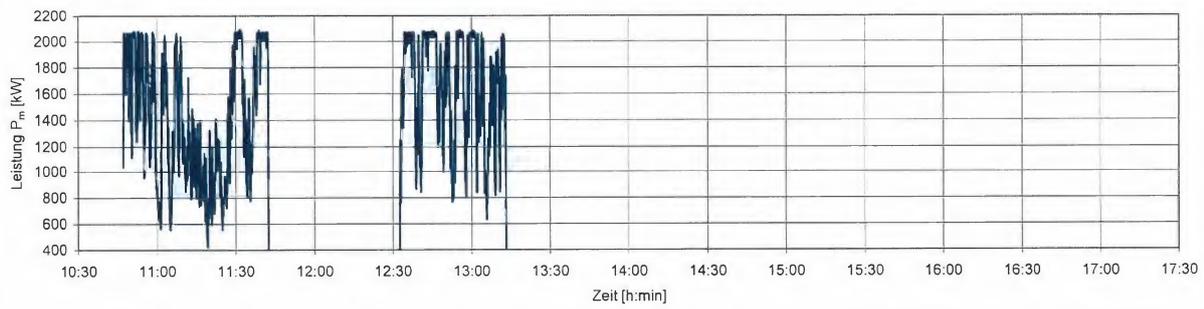
Anlage B:

Diagramme der Zeitverläufe

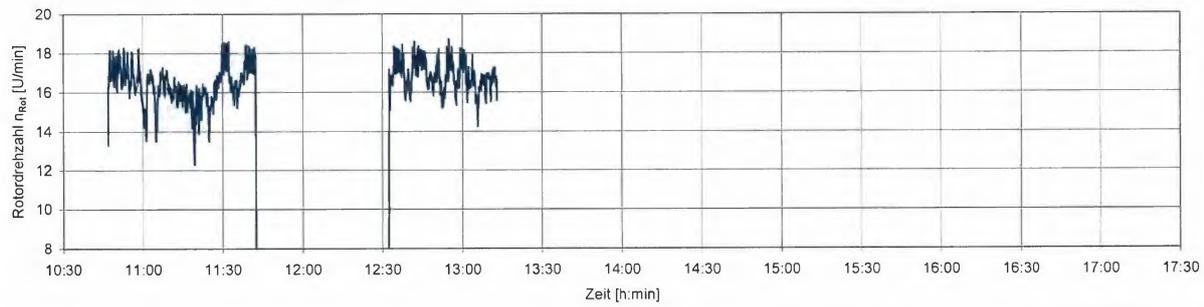


2+2

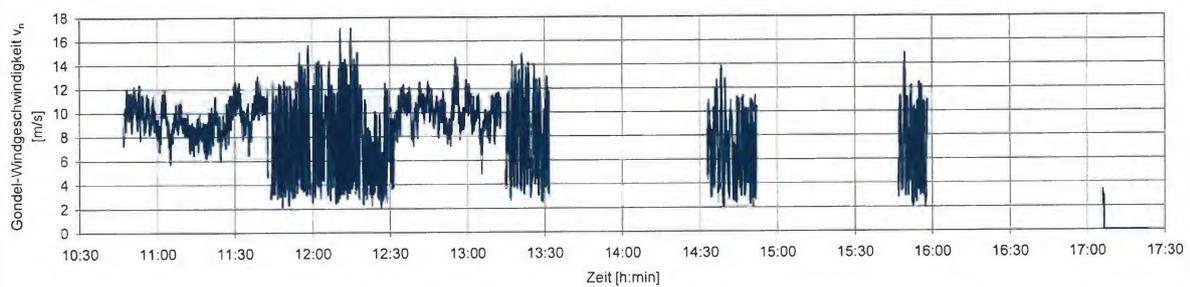
WEA E-82 E2, WP Büren-Hegensdorf am Referenzmesspunkt, 2.000 kW-Betrieb: Elektrische Leistung über der Zeit (Sekundenmittelwerte)



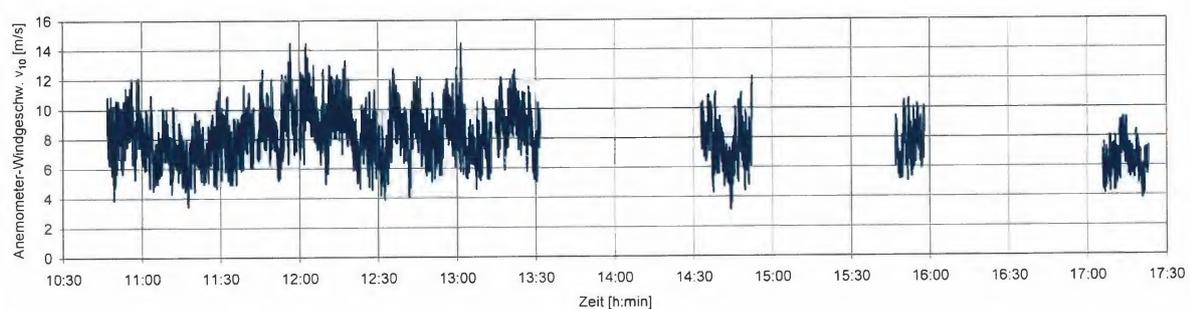
WEA E-82 E2, WP Büren-Hegensdorf am Referenzmesspunkt, 2.000 kW-Betrieb: Rotordrehzahl über der Zeit (Sekundenmittelwerte)

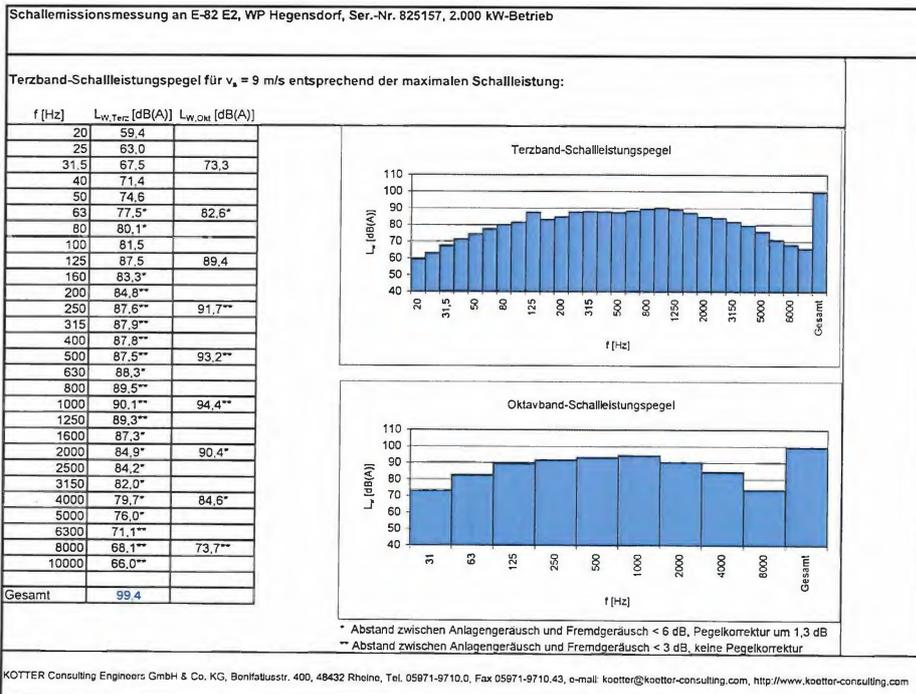


WEA E-82 E2, WP Büren-Hegensdorf am Referenzmesspunkt, 2.000 kW-Betrieb: Gondelanemometer-Windgeschwindigkeit über der Zeit (Sekundenmittelwerte)

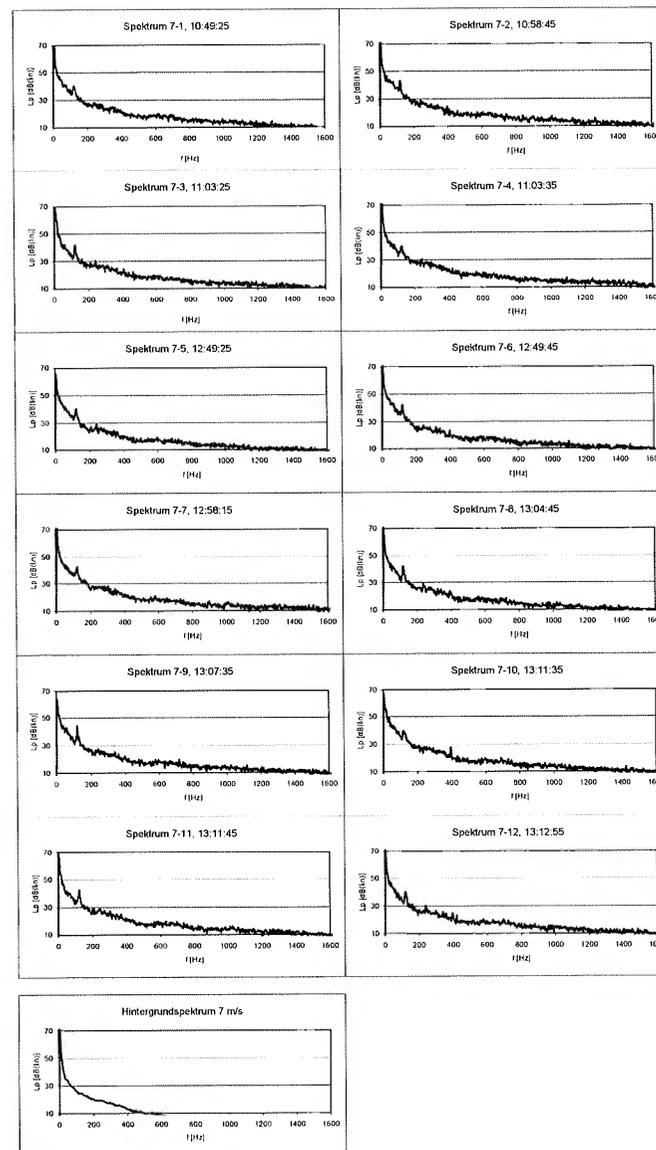
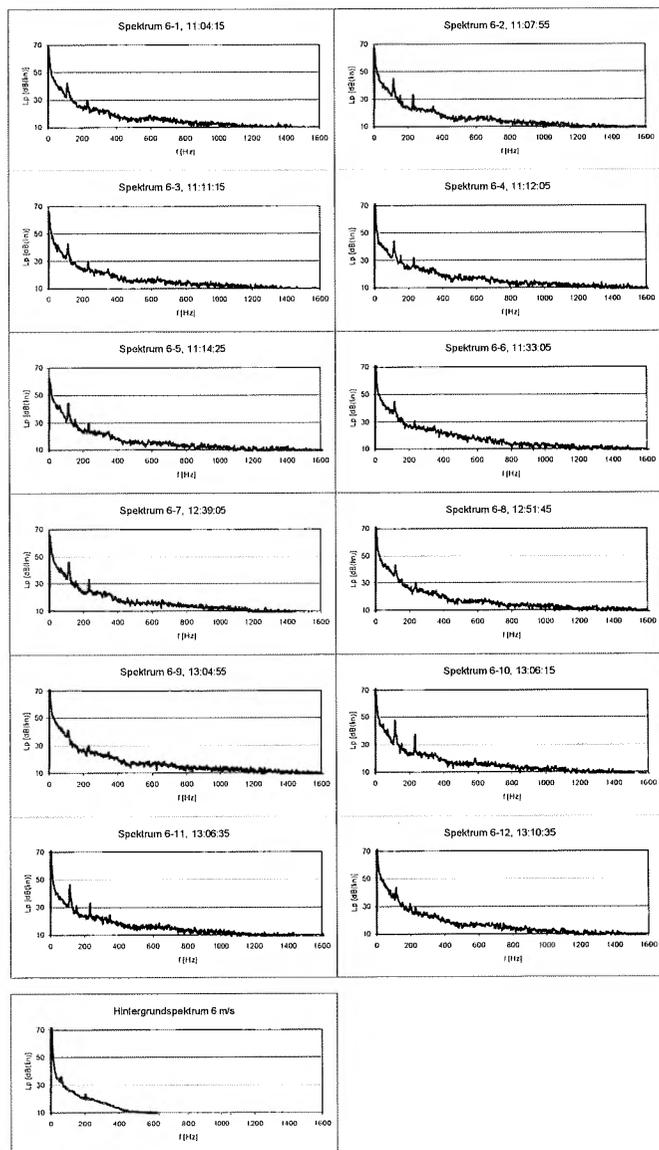


Windmesspunkt nahe WEA in 10 m Höhe: Anemometer-Windgeschwindigkeit über der Zeit (Sekundenmittelwerte)

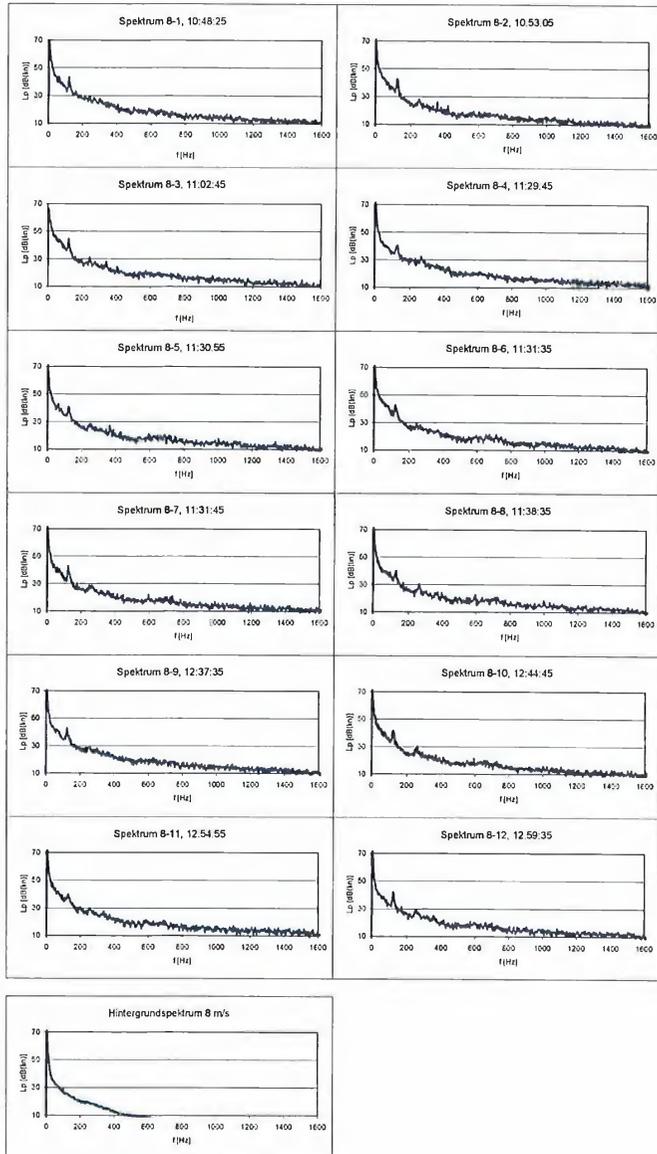




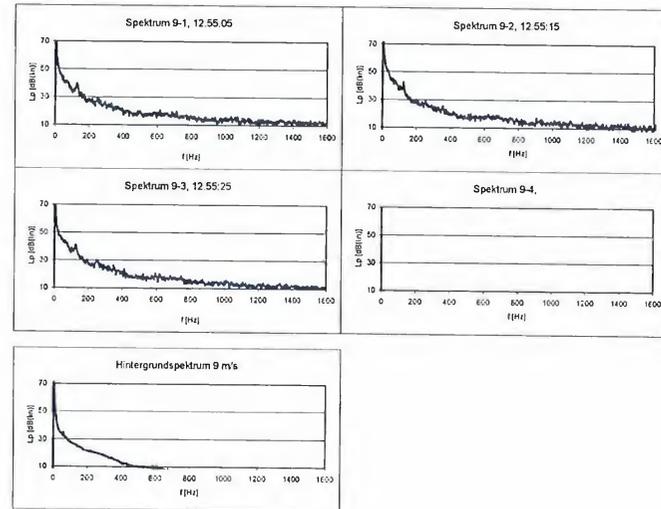
Handwritten signature or initials.



WEA E-82 E2 TES, Ser.-Nr. 825157, WP Büren-Hegensdorf, 2.000 kW-Betrieb  
 Spektren,  $v_a = 8 \text{ m/s}$



WEA E-82 E2 TES, Ser.-Nr. 825157, WP Büren-Hegensdorf, 2.000 kW-Betrieb  
 Spektren,  $v_a = 9 \text{ m/s}$



225



Tonhaltigkeitsbestimmung nach IEC 61400-11

Standort: WP Büren-Hegensdorf  
WEA-Typ: E-82 E2 TES

Ser.-Nr.:  
Betriebsweise:

825157  
2.000 kW Betrieb

Proj.-Nr.: 213498-02

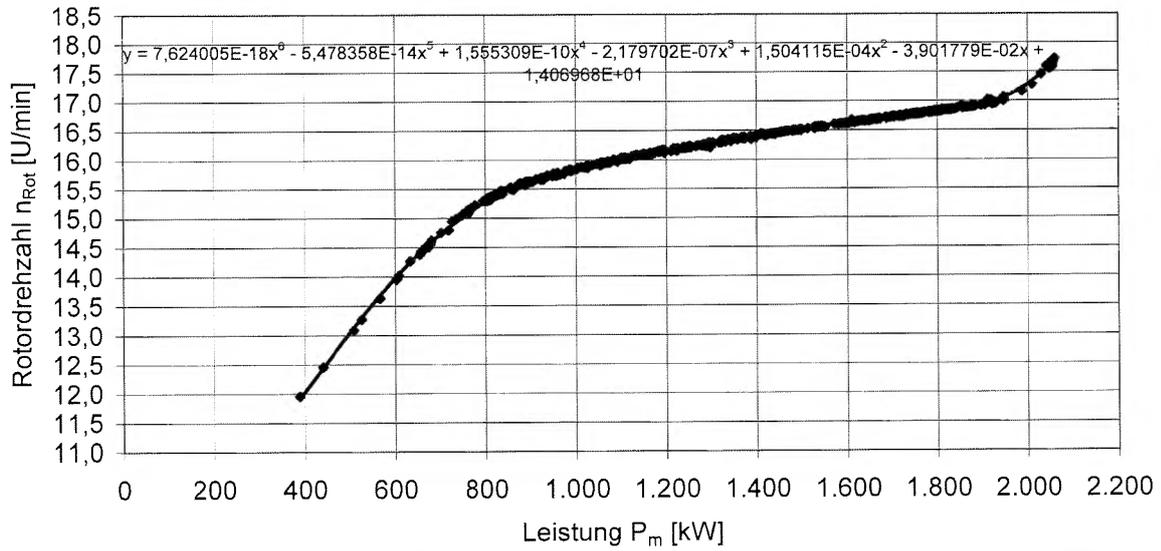
v <sub>s</sub> = 9 m/s				
Es wurden keine Tonfrequenzen von Bedeutung detektiert.				
Spektrum	1	2	3	Mittelwert
f <sub>1</sub> [Hz]	-	-	-	-
Δf <sub>1</sub> [Hz]	-	-	-	-
f <sub>2</sub> [Hz]	-	-	-	-
f <sub>3</sub> [Hz]	-	-	-	-
L <sub>pl</sub> [dB]	-	-	-	-
L <sub>pl,ext</sub> [dB]	-	-	-	-
L <sub>pl,int</sub> [dB]	-	-	-	-
L <sub>pl,ext</sub> - L <sub>pl,int</sub> [dB]	-	-	-	-
L <sub>pl</sub> [dB]	-	-	-	-
ΔL <sub>pl</sub> [dB]	-	-	-	-
U <sub>a</sub> (ΔL <sub>pl</sub> ) [dB]	-	-	-	-
L <sub>y</sub> [dB]	-	-	-	-
ΔL <sub>a,k</sub> [dB]	-	-	-	-
K <sub>TK</sub> [dB]	0	-	-	-

Es wurden 3 anstatt der erforderlichen 12 FFT-Frequenzspektren ausgewertet.  
Das Ergebnis ist ein Anhaltswert.

Anlage D:

Weitere Messergebnisse

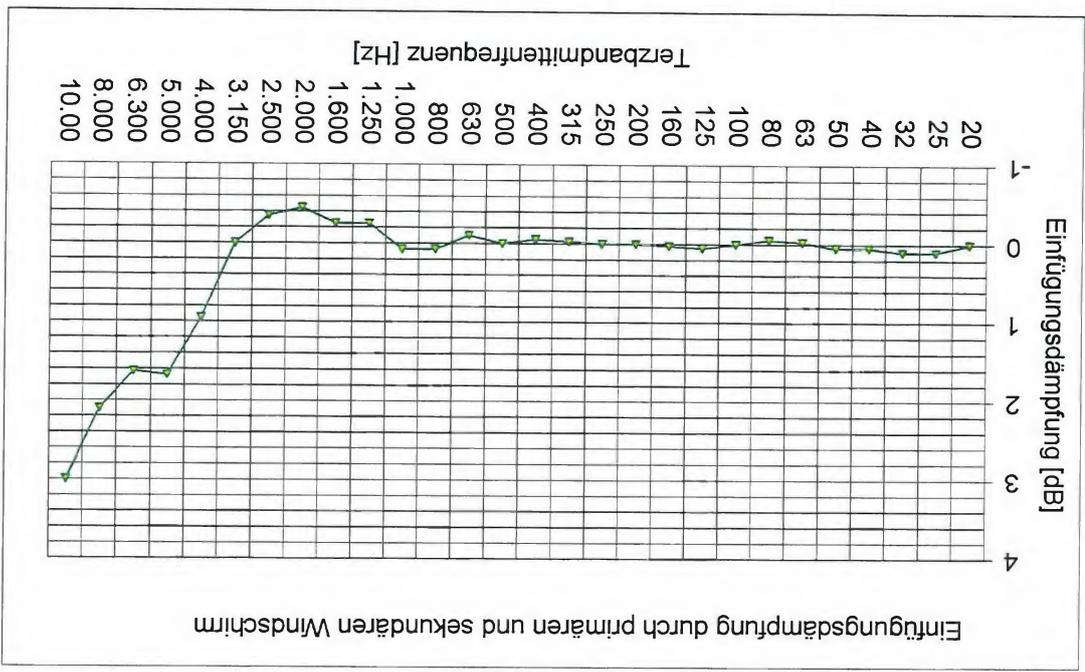
WEA E-82 E2 TES, WP Büren-Hegensdorf, Ser.-Nr. 825157, 2.000 kW-Betrieb:  
 Rotordrehzahl über elektrischer Leistung (10-Sekunden-Mittelwerte)



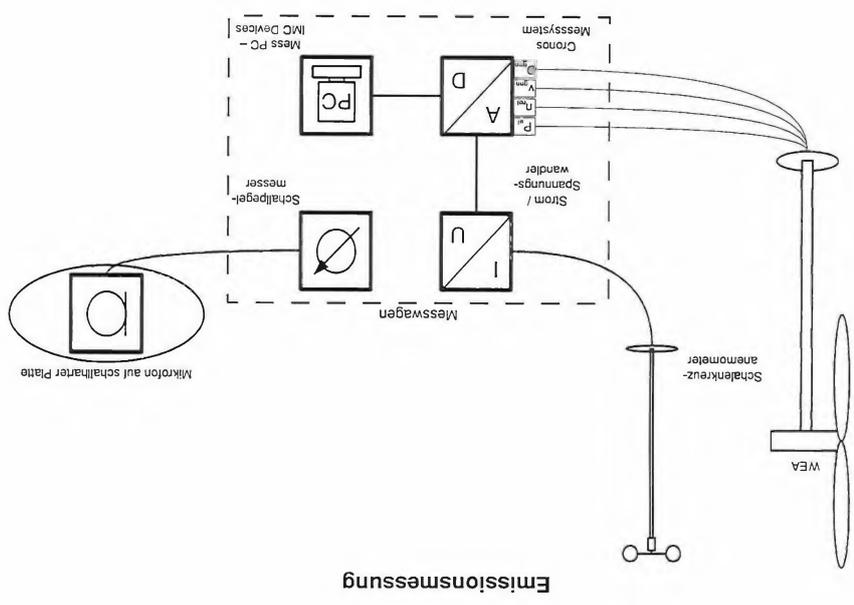
Anlage E:

Technische Daten und schematische Darstellung des Messaufbaus

22



Einfügungsdämpfung durch primären und sekundären Windschirm



Emissionsmessung

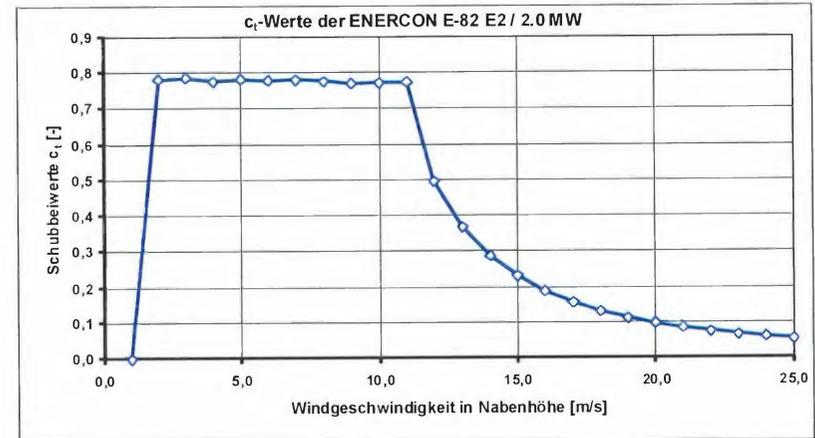
Abbildung Z: Schematische Darstellung des Messaufbaus

Anlage F: Leistungskennlinie und Herstellerbescheinigung zur E-82 E2

Nennleistung: 2.000 kW  
 Leistungskurve: berechnete Leistungskurve (November 2009)  
 Standardluftdichte: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Windgeschwindigkeit [m/s]	Leistung [kW]	c <sub>t</sub> [-]
1,0	0	0,000
2,0	3	0,781
3,0	25	0,785
4,0	82	0,774
5,0	174	0,781
6,0	321	0,777
7,0	532	0,778
8,0	815	0,775
9,0	1180	0,769
10,0	1580	0,770
11,0	1810	0,773
12,0	1980	0,495
13,0	2050	0,367
14,0	2050	0,286
15,0	2050	0,230
16,0	2050	0,188
17,0	2050	0,156
18,0	2050	0,131
19,0	2050	0,111
20,0	2050	0,096
21,0	2050	0,084
22,0	2050	0,074
23,0	2050	0,066
24,0	2050	0,059
25,0	2050	0,053

(Simulation ENERCON)



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

Anlage G: Auszug aus dem Prüfbericht

<b>1. Allgemeine Informationen – General informations</b>	
Anlagenhersteller – turbine manufacturer:	ENERCON
Spezifische Anlagenbezeichnung – specific turbine type name:	E-82 E2
Seriennummer der vermessenen WEA – serial number of tested WT:	825157
Standort der vermessenen WEA – location of measured WT:	33142 Bären-Hegensdorf
Koordinaten des Standortes – coordinates of turbine location:	(DHON / 3-degree Gauss-Kruger zone 3) R: 3472774 / H: 5709225
Rotorachse – rotor axis:	horizontal – horizontal <input checked="" type="checkbox"/> vertikal – vertical <input type="checkbox"/>
Nennleistung – rated power:	2300 kW
Vermessene Leistung – measured power:	2000 kW
Leistungsregelung – power control:	pitch <input checked="" type="checkbox"/> stall <input type="checkbox"/>
Nabenhöhe über Grund – hub height above ground:	138,38 m
Nabenhöhe über Fundamentflansch – hub height above top of foundation flange:	138,18 m
Nennwindgeschwindigkeit – rated wind speed:	12 m/s
Ein- / Abschaltwindgeschwindigkeit – cut-in / cut out wind speed:	2,5 m/s / 28 – 34 m/s
<b>2. Rotor – Rotor</b>	
Durchmesser – rotor diameter:	82 m
Anzahl der Blätter – number of blades:	3
Nabenart – kind of hub:	pendelnd – feathered <input type="checkbox"/> starr – rigid <input checked="" type="checkbox"/>
Anordnung zum Turm – position relative to tower:	lee – downwind <input checked="" type="checkbox"/> upwind <input type="checkbox"/>
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – rot. speed range / stages of rot. speed:	6 – 17,5 Upm (BM 2000 kW) – 6 – 17,5 rpm (OM 2000 kW)
Rotorblatteinstellwinkel – rotor blade pitch setting:	variabel – variable
Konuswinkel – cone angle:	0°
Achsenneigung – tilt angle:	5°
Horizontaler Abstand Rotormittelpunkt – Turmmittellinie – horiz. distance between centre of rotor and tower centre line:	4,62 m
<b>3. Rotorblatt – Rotor blade</b>	
Hersteller – manufacturer:	ENERCON
Typenbezeichnung – type:	E-82-2
Seriennummern der Rotorblätter – serial numbers of rotor blades:	1: AE0539 2: AE0541 3: AE0542
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Gen., Turbulatoren) – additional components (e.g. stall strips, vortex gen., trip strips):	TES – TES
<b>4. Getriebe – Gearbox</b>	
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
<b>5. Generator – Generator</b>	
Hersteller – manufacturer:	ENERCON
Typenbezeichnung – type:	E-82 E2
Seriennummer des Generators – serial number of generator:	Rotor: WW009-11-0099 Stator: CF050-2-0694
Anzahl – number of generators:	1
Art – design:	synchron, Ringgenerator
Nennleistung(en) – rated power value(s):	2300 kW
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – rot. speed range / stages of rot. speed:	6 – 17,5 Upm (BM 2000 kW) – 6 – 17,5 rpm (OM 2000 kW)
<b>6. Turm – Tower</b>	
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:	Stahl und Fertigbeton – Steel / Precast concrete
Durchmesser – Turmfuß – foot of the tower diameter:	13,22 m
<b>7. Betriebsführung / Regelung – Control system</b>	
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:	CSB2a
Bezeichnung der verwendeten Steuerungskurve – designation of used control setup:	ENERCON E-82 E2 BM 2000 kW
Bezeichnung / Messbericht der verwendeten Leistungskurve – designation of power curve report: Kennlinie E-82 E2 2,0 MW berechnet Rev 3.1	

i. A.    
 Dreieck 5  
 26805 Aurich

Magdeburg, 30.05.2014

Stempel und Unterschrift des Herstellers  
 manufacturer's stamp and signature

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.

882

### Auszug aus dem Prüfbericht

Stammblatt "Geräusche", entsprechend den "Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte"

Rev. 18 vom 01. Februar 2008 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V. Strosemannplatz 4, D-24103 Kiel)

Auszug aus dem Prüfbericht 213498-02.02

zur Schallemission einer Windenergieanlage vom Typ E-82 E2 mit TES im schallreduzierten 2.000 kW-Betrieb

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)	
Anlagenhersteller	Enercon GmbH	Nennleistung (reduziert):	2.050 kW
Seriennummer:	825157	Rotordurchmesser:	82 m
WEA-Standort (ca.):	33142 Büren OT Weiberg	Nabenhöhe über Grund:	138 m
Standortkoordinaten:	RW: 3472774 HW: 5709225	Turmbauart:	Konisches Rohr
		Leistungsregelung:	Pitch
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Ergänzende Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)	
Rotorblatthersteller	Enercon	Getriebehersteller	entfällt
Typenbezeichnung Blatt:	E-82-2 mit TES	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller	Enercon
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-82 E2
Rotordrehzahlbereich:	6 – 17,5 U/min	Generatormendrehzahl:	6 – 17,5 U/min

Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2 2.0 MW berechnet Rev.3.1

	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen
	Normierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung		
Schalleistungs-Pegel L <sub>WA,P</sub>	6 ms <sup>-1</sup>	1.174 kW	97,7 dB(A)	(3), (4)
	7 ms <sup>-1</sup>	1.702 kW	98,9 dB(A)	
	8 ms <sup>-1</sup>	1.972 kW	99,1 dB(A)	
	9 ms <sup>-1</sup>	2.050 kW	99,4 dB(A)	
	10 ms <sup>-1</sup>	--	--	
	7,9 ms <sup>-1</sup>	1.948 kW	99,1 dB(A)	
Tonzuschlag für den Nahbereich K <sub>TN</sub>	6 ms <sup>-1</sup>	1.174 kW	1 dB bei 116 Hz	(3), (5)
	7 ms <sup>-1</sup>	1.702 kW	0 dB	
	8 ms <sup>-1</sup>	1.972 kW	0 dB	
	9 ms <sup>-1</sup>	2.050 kW	0 dB	
	10 ms <sup>-1</sup>	--	--	
	7,9 ms <sup>-1</sup>	1.948 kW	0 dB	
Impulszuschlag für den Nahbereich K <sub>IN</sub>	6 ms <sup>-1</sup>	1.174 kW	0 dB	(3)
	7 ms <sup>-1</sup>	1.702 kW	0 dB	
	8 ms <sup>-1</sup>	1.972 kW	0 dB	
	9 ms <sup>-1</sup>	2.050 kW	0 dB	
	10 ms <sup>-1</sup>	--	--	
	7,9 ms <sup>-1</sup>	1.948 kW	0 dB	

Terz-Schalleistungspegel für v <sub>s</sub> = 9 ms <sup>-1</sup> in dB(A) entsprechend dem maximalen Schalleistungspegel												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
L <sub>WA,P</sub>	74,7	78*	80*	81,6	87,6	83*	85**	88**	88**	88**	88**	88*
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 <sub>WA,P</sub>	90**	90**	89**	87*	85*	84*	82*	80*	76*	71**	68**	66**

Oktav-Schalleistungspegel für v <sub>s</sub> = 9 ms <sup>-1</sup> in dB(A) entsprechend dem maximalen Schalleistungspegel								
Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
L <sub>WA,P</sub>	82,7*	89,5	91,8**	93,3**	94,5**	90,5*	84,7*	73,8**

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 08.04.2014.

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

- Bemerkungen:
- (1) Die normierte Windgeschwindigkeit von v<sub>s</sub> = 7,9 ms<sup>-1</sup> entspricht 95 % der Nennleistung.
  - (2) Witterungsbedingt keine Daten bei WEA-Betrieb vorhanden
  - (3) Höchste gemessene normierte Windgeschwindigkeit v<sub>s</sub> = 9,3 m/s
  - (4) Weniger als 18 Werte entsprechend 3 min Messzeit bei WEA-Betrieb, abweichend von [1].
  - (5) Weniger als zwei Minuten Messzeit bei WEA-Betrieb. Das Ergebnis ist ein Anhaltswert.
- \* Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 6 dB, Pegelkorrektur um 1,3 dB  
\*\* Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 3 dB, keine Pegelkorrektur

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

379



Anhang Schallimmissionsprognose Lichtenborn-Fuchswiese vom 13.05.2016

**Anhang 12: Zusammenf. Dreifachmessung Müller-BBM M62 910/3 der E-70 (5 Duplex-Seiten)**

## Windenergieanlage des Typs Enercon E-70 E4

Bestimmung der Schallemissions-Parameter  
aus mehreren Einzelmessungen nach den  
FGW-Richtlinien bzw. IEC 61400-14

Bericht Nr. M62 910/3

### Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Zitierte Unterlagen	3
3	Berechnungsverfahren	4
4	Berechnungsergebnisse	4

Anhang Zusammenfassung der Einzelmessungen für die Nabenhöhen  
 $h_N = 58 \text{ m}$ ,  $h_N = 70 \text{ m}$ ,  $h_N = 85 \text{ m}$ ,  $h_N = 98 \text{ m}$ ,  $h_N = 99 \text{ m}$  und  
 $h_N = 113 \text{ m}$

Auftraggeber: ENERCON GmbH  
Dreerkamp 5  
26605 Aurich

Bearbeitet von: Dipl.-Ing. (FH) Michael Köhl  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Hinkelmann

Berichtsumfang: Insgesamt 19 Seiten davon  
4 Seiten Textteil und  
15 Seiten Anhang

380

**1 Situation und Aufgabenstellung**

Am Standort 27252 Schwaförden wurde an einer Windenergieanlage (WEA) vom Typ Enercon E-70 E4 mit einer Nabenhöhe  $h_N = 98$  m eine Schallemissionsmessung nach der FGW-Richtlinie [1] durchgeführt. In dem Müller-BBM Prüfbericht M62 910/1 [6] sind die Ergebnisse dieser Vermessung dokumentiert.

Mit dem Prüfbericht [6] wurde für die WEA vom Typ Enercon E-70 E4 der dritte Prüfbericht bezüglich der Schallemissionen vorgelegt. In Ergänzung wird nun von dem Auftraggeber eine Bestimmung der Schallemissions-Parameter für diesen Anlagentyp aus mehreren Einzelmessungen gewünscht. Die Bestimmung soll gemäß der Norm IEC TS 61400-14 [2] in Verbindung mit [1] erfolgen. Hierzu wurden uns vom Auftraggeber die Prüfberichte der beiden anderen Schallemissionsmessungen [4] und [5] vorgelegt. In diesen Prüfberichten sind die für die Berechnung erforderlichen Schalleistungspegel für folgende Nabenhöhen angegeben:  $h_N = 58$  m,  $h_N = 70$  m,  $h_N = 85$  m,  $h_N = 98$  m und  $h_N = 113$  m aufgeführt.

**2 Zitierte Unterlagen**

- [1] Fördergesellschaft Windenergie e.V (FGW):  
Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Rev. 16, Stand 01.07.2004, Kiel (D)
- [2] IEC TS 61400-14 Wind turbines. Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values. 2005 03
- [3] WIND-Consult GmbH:  
Messung der Schallemission der Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-70 E4. Berichts-Nr. WICO 392SEA03/01. Bargeshagen (D), 08.12.2004
- [4] WIND-Consult GmbH:  
Umrechnung des Schalleistungspegels auf andere Nabenhöhen der Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-70 E4 . Berichts-Nr. WICO 392SEA03/03. Bargeshagen (D), 08.12.2004
- [5] Kötter Consulting Engineers:  
Schalltechnischer bericht NR. 28277-1.004 über die Ermittlung der Schallemissionen einer Windenergieanlage des Typs ENERCON E-70 E4 im Windpark Ahaus-Wüllen vom 14.03.2005
- [6] Müller-BBM Bericht 62 910/1: Schallemissionsmessung - Enercon E-70 E4 im Betrieb 1 am Standort 27252 Schwaförden vom 12. Januar 2006
- [7] Müller-BBM Bericht 62 910/2 im Entwurf: Umrechnung des Schalleistungspegels auf andere Nabenhöhen nach den FGW-Richtlinien vom 08. Februar 2006

**3 Berechnungsverfahren**

Die Richtlinien [1] und [2] ermöglichen die Umrechnung des Schalleistungspegels auf andere Nabenhöhen, wenn der ermittelte Schalleistungspegel und die Regressionsparameter für den Zusammenhang Schalleistungspegel und Windgeschwindigkeit bekannt sind. Hierbei wird eine Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund berechnet, bei der eine vermessene WEA mit vorgegebener Nabenhöhe, die gleiche Leistung erzeugt, wie eine WEA gleichen Typs, aber anderer Nabenhöhe.

In Ergänzung zu diesem Umrechnungsverfahren wird in Anhang D von [1] in Verbindung mit [2] beschrieben, wie zur Erhöhung der schalltechnischen Planungssicherheit, eine Bestimmung der Schallemissions-Parameter aus mehreren Einzelmessungen erfolgen kann. Hierzu werden die Schallemissionsparameter aus [4], [5] und [7] für die einzelnen Nabenhöhen arithmetisch gemittelt.

**4 Berechnungsergebnisse**

In der nachfolgenden Tabelle sind die gemittelten Schalleistungspegel für die einzelnen Nabenhöhen aufgeführt. Die angegebenen Werte sind die berechneten Mittelwerte der Ergebnisse aus [4], [5] und [7].

Tabelle 1. Zusammengefasste Schalleistungspegel für verschiedene Nabenhöhen

Nabenhöhe	$L_{WA,P}$	Windgeschwindigkeit $v_{10,ref}$					$v_{10,ref,95\%}$	$L_{WA,P,95\%Norm}$
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s		
58 m	$L_{WA,P}$	98,3 dB(A)	100,1 dB(A)	100,9 dB(A)	101,7 dB(A)	---	9,6 m/s	101,8 dB(A)
64 m	$L_{WA,P}$	98,4 dB(A)	100,1 dB(A)	101,0 dB(A)	101,8 dB(A)	---	9,6 m/s	101,8 dB(A)
70 m	$L_{WA,P}$	98,6 dB(A)	100,2 dB(A)	101,1 dB(A)	101,8 dB(A)	---	9,5 m/s	101,8 dB(A)
85 m	$L_{WA,P}$	98,9 dB(A)	100,4 dB(A)	101,3 dB(A)	101,9 dB(A)	---	9,3 m/s	101,8 dB(A)
98 m	$L_{WA,P}$	99,2 dB(A)	100,5 dB(A)	101,4 dB(A)	101,8 dB(A)	---	9,1 m/s	101,8 dB(A)
99 m	$L_{WA,P}$	99,2 dB(A)	100,5 dB(A)	101,4 dB(A)	101,8 dB(A)	---	9,1 m/s	101,8 dB(A)
113 m	$L_{WA,P}$	99,4 dB(A)	100,7 dB(A)	101,6 dB(A)	101,8 dB(A)	---	8,9 m/s	101,8 dB(A)



Dipl.-Ing. (FH) Michael Köhl

Anhang

Zusammenfassung der Einzelmessungen für die Nabenhöhen  
 $h_N = 58$  m,  $h_N = 70$  m,  $h_N = 85$  m,  $h_N = 98$  m,  $h_N = 99$  m und  $h_N = 113$  m

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen entsprechend Anhang D von [1]							
						Seite 1/2	
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.							
<b>Anlagendaten</b>							
Hersteller	Enercon GmbH Dreekamp 6 26605 Aurich	Anlagenbezeichnung	E-70 E4	Nennleistung	2000 kW	Nabenhöhe	58 m
				Rotordurchmesser	71 m		
<b>Angaben zur Einzelmessung</b>		<b>Messung-Nr.</b>					
		1	2	3	4	5	6
Seriennummer		701496	701858	701496			
Standort		Ostermarsch	Ahaus-Wüllen	Schwaförden			
vermess. Nabenhöhe (m)		85	113	98			
Messinstitut		Wind-Consult	Kötter C.E.	Müller-BBM			
Prüfbericht		392SEA3/01	28277-1.004	M62 910/1			
Datum		23.07.2004	14.03.2005	16.01.2005			
Getriebetyp		—	—	—			
Generatortyp		E-70	E-70	E-70			
Rotorblatttyp		70-4	70-4	70-4			
<b>Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve; berechnete Leistungskurve)</b>							
<b>Schalleistungspegel</b>							
Messung	Schalleistungspegel	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					$L_{WA,P,95\%}$ Prerm
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$L_{WA,P}$ [3]	98,9 dB(A)	99,8 dB(A)	100,9 dB(A)	101,8 dB(A)	—	102,0 dB(A)
2	$L_{WA,P}$ [4]	97,5 dB(A)	—	100,9 dB(A)	101,7 dB(A)	—	101,9 dB(A)
3	$L_{WA,P}$ [5]	—	100,3 dB(A)	100,9 dB(A)	101,6 dB(A)	—	101,6 dB(A)
Mittelwert $L_{wv}$		98,3 dB(A)	100,1 dB(A)	100,9 dB(A)	101,7 dB(A)	—	101,8 dB(A)
Standardabweichung s		1,0 dB(A)	0,3 dB(A)	0,0 dB(A)	0,1 dB(A)	—	0,2 dB(A)
K nach [2] $\sigma_R = 0,5$ dB(A) [6]		2,6 dB(A)	1,2 dB(A)	1,0 dB(A)	1,0 dB(A)	—	1,0 dB(A)
<b>Schallemissionsparameter: Zuschläge</b>							
<b>Tonzuschlag</b>							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	—
2	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	—
3	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	—
Mittelwert $K_{TN}$		—	—	—	—	—	—
<b>Impulzzuschlag</b>							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{NI}$	—	—	—	—	—	—
2	$K_{NI}$	—	—	—	—	—	—
3	$K_{NI}$	—	—	—	—	—	—
Mittelwert $K_{NI}$		—	—	—	—	—	—

581

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen												
entsprechend Anhang D von [1]												
Seite 2/2												
<b>Schallemissionsparameter: Terz-/ Oktavschalleistungspegel für eine Nabenhöhe von 58 m</b>												
Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{10L,WA,Pmax} = 9,6 \text{ m/s in } 10 \text{ m ü.G. [7]}$												
Frequenz	50	63	80,0	100,0	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0	630,0
$L_{WA,P}$	75,1	78,5	81,6	83,9	87,1	89,4	89,4	91,2	91,9	91,9	91,7	91,6
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P}$	90,7	90,6	89,7	87,7	85,5	82,5	80,4	78,3	76,5	73,6	71,4	68,8
Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{10L,WA,Pmax} = 9,6 \text{ m/s in } 10 \text{ m ü.G. [7]}$												
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
$L_{WA,P}$	83,9	92,1	95,7	96,5	95,1	90,5	83,5	76,5				
Die Angaben ersetzen nicht die u. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).												
Bemerkungen:												
[1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 16, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Siresemannplatz 4, 24103 Kiel												
[2] IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03												
[3] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 392SEA03/03 der Firma Wind-Consult GmbH für die Nabenhöhe von 58 m entnommen												
[4] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 28277-1.004 der Firma Kötter Consulting Engineers für die Nabenhöhe von 58 m entnommen												
[5] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht M62 910/2 der Firma Müller-BBM GmbH für die Nabenhöhe von 58 m entnommen												
[6] Die Messunsicherheit $\sigma_m$ wurde im Rahmen des vom LUA NRW durchgeführten Ringversuches zu $\sigma_m = 0,5 \text{ dB(A)}$ festgestellt												
[7] Die angegebene standardisierte Windgeschwindigkeit bei Erreichen von 95%iger Nennleistung ist ein arithmetischer Mittelwert der Angaben aus [3] bis [5]												

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

**MÜLLER-BBM GMBH**  
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
A M B U G A P A R K 1  
4 5 8 9 9 G E L S E N K I R C H E N  
T E L E F O N ( 0 2 0 9 ) 9 8 3 0 8 - 0



Datum: 04.02.2006

*A. Hinkelmann* *M. Köhl*  
Dipl.-Ing. (FH) D. Hinkelmann Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl

Akkreditiertes Prüflaboratorium  
nach ISO/IEC 17025



Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen							
entsprechend Anhang D von [1]							
Seite 1/2							
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.							
<b>Anlagendaten</b>							
Hersteller	Enercon GmbH Dreerkamp 5 26605 Aurich		Anlagenbezeichnung	E-70 E4 2000 kW Nabenhöhe <b>64 m</b> Rotordurchmesser 71 m			
Angaben zur Einzelmessung			Messung-Nr.				
	1	2	3	4	5	6	
Seriennummer	701496	701858	701496				
Standort	Ostermarsch	Ahaus-Wüllen	Schwaforßen				
vermess. Nabenhöhe (m)	65	113	98				
Messinstitut	Wind-Consult	Kötter C.E.	Müller-BBM				
Prüfbericht	392SEA3/01	28277-1.004	M62 910/1				
Datum	23.07.2004	14.03.2005	16.01.2006				
Getriebetyp	—	—	—				
Generatortyp	E-70	E-70	E-70				
Rotorblatttyp	70-4	70-4	70-4				
<b>Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve; berechnete Leistungskurve)</b>							
<i>Schalleistungspegel</i>							
Messung	Schalleistungspegel	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					$L_{WA,P,95\% \text{ Pmax}}$
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$L_{WA,P}$ [3]	99,0 dB(A)	99,9 dB(A)	101,1 dB(A)	101,9 dB(A)	—	102,0 dB(A)
2	$L_{WA,P}$ [4]	97,8 dB(A)	—	101,0 dB(A)	101,8 dB(A)	—	101,9 dB(A)
3	$L_{WA,P}$ [5]	—	100,3 dB(A)	101,0 dB(A)	101,6 dB(A)	—	101,6 dB(A)
Mittelwert $L_{W,10}$		98,4 dB(A)	100,1 dB(A)	101,0 dB(A)	101,8 dB(A)	—	101,8 dB(A)
Standardabweichung s		0,8 dB(A)	0,3 dB(A)	0,1 dB(A)	0,2 dB(A)	—	0,2 dB(A)
K nach [2] $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ [6]		2,3 dB(A)	1,2 dB(A)	1,0 dB(A)	1,0 dB(A)	—	1,0 dB(A)
<b>Schallemissionsparameter: Zuschläge</b>							
<i>Tonzuschlag</i>							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
2	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
3	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
Mittelwert $K_{TN}$		—	—	—	—	—	
<i>Impulszuschlag</i>							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
2	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
3	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
Mittelwert $K_{IN}$		—	—	—	—	—	

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen entsprechend Anhang D von [1]												
Seite 2/2												
Schallemissionsparameter: Terz-/ Oktavschalleistungspegel für eine Nabenhöhe von 64 m												
Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{10LWA,Pmax} = 9,6 \text{ m/s}$ in 10 m ü.G. [7]												
Frequenz	50	63	80,0	100,0	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0	630,0
$L_{WAP}$	75,2	78,6	81,7	84,0	87,2	89,5	89,5	91,3	91,9	92,0	91,8	91,6
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WAP}$	90,8	90,7	89,8	87,8	85,6	82,6	80,5	78,3	76,6	73,7	71,5	68,9
Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{10LWA,Pmax} = 9,6 \text{ m/s}$ in 10 m ü.G. [7]												
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
$L_{WAP}$	84,0	92,2	95,8	96,6	95,2	90,6	83,5	76,6				
Die Angaben ersetzen nicht die u. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).												
Bemerkungen:												
[1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 16, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel												
[2] IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level und Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03												
[3] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 392SEA03/03 der Firma Wind-Consult GmbH für die Nabenhöhe von 64 m entnommen												
[4] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 28277-1.004 der Firma Kötter Consulting Engineers für die Nabenhöhe von 64 m entnommen												
[5] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht M62 910/2 der Firma Müller-BBM GmbH für die Nabenhöhe von 64 m entnommen												
[6] Die Messunsicherheit $\sigma_R$ wurde im Rahmen des von LUA NRW durchgeführten Ringversuches zu $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ festgestellt												
[7] Die angegebene standardisierte Windgeschwindigkeit bei Erreichen von 95%iger Nennleistung ist ein arithmetischer Mittelwert der Angaben aus [3] bis [5]												

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

**MÜLLER-BBM GMBH**  
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
AM BUGAPARK 1  
45 899 GELSENKIRCHEN  
TELEFON (0209) 9 83 08 - 0



*A. Hinkelmann* *M. Köhl*  
Dipl.-Ing. (FH) D. Hinkelmann Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl

Datum: 04.02.2006

Akkreditiertes Prüflaboratorium  
nach ISO/IEC 17025  
**DAR**  
DAP-PL-2465.10

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen entsprechend Anhang D von [1]									
Seite 1/2									
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	Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich			Anlagenbezeichnung	E-70 E4 Nennleistung 2000 kW Nabenhöhe 70 m Rotor Durchmesser 71 m				
Angaben zur Einzelmessung		Messung-Nr.							
		1	2	3	4	5	6		
Seriennummer		701496	701856	701496					
Standort		Ostermarsch	Ahaus-Wüllen	Schwaförden					
vermess. Nabenhöhe (m)		65	113	98					
Messinstitut		Wind-Consult	Kötter C.E.	Müller-BBM					
Prüfbericht		392SEA3/01	28277-1.004	M62 910/1					
Datum		23.07.2004	14.03.2005	16.01.2006					
Getriebetyp		---	---	---					
Generatortyp		E-70	E-70	E-70					
Rotorblatttyp		70-4	70-4	70-4					
Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve; berechnete Leistungskurve)									
Schalleistungspegel									
Messung	Schalleistungspegel	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					$L_{WAP,95\%P_{max}}$		
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s			
1	$L_{WAP}^{[3]}$	99,0 dB(A)	100,0 dB(A)	101,2 dB(A)	101,9 dB(A)	---	102,0 dB(A)		
2	$L_{WAP}^{[4]}$	98,1 dB(A)	---	101,1 dB(A)	101,8 dB(A)	---	101,9 dB(A)		
3	$L_{WAP}^{[5]}$	---	100,4 dB(A)	101,0 dB(A)	101,6 dB(A)	---	101,6 dB(A)		
Mittelwert $L_{W}$		98,6 dB(A)	100,2 dB(A)	101,1 dB(A)	101,8 dB(A)	---	101,8 dB(A)		
Standardabweichung s		0,6 dB(A)	0,3 dB(A)	0,1 dB(A)	0,1 dB(A)	---	0,2 dB(A)		
K nach [2] $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ [6]		1,9 dB(A)	1,2 dB(A)	1,0 dB(A)	1,0 dB(A)	---	1,0 dB(A)		
Schallemissionsparameter: Zuschläge									
Tonzuschlag									
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe							
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s			
1	$K_{T1}$	---	---	---	---	---			
2	$K_{T2}$	---	---	---	---	---			
3	$K_{T3}$	---	---	---	---	---			
Mittelwert $K_{T1}$		---	---	---	---	---			
Impulzzuschlag									
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe							
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s			
1	$K_{I1}$	---	---	---	---	---			
2	$K_{I2}$	---	---	---	---	---			
3	$K_{I3}$	---	---	---	---	---			
Mittelwert $K_{I1}$		---	---	---	---	---			

382

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen												
entsprechend Anhang D von [1]												
Seite 2/2												
<b>Schallemissionsparameter: Terz-/ Oktavschalleistungspegel für eine Nabenhöhe von 70 m</b>												
Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{ref,WA,PMAX} = 9,5 \text{ m/s in } 10 \text{ m ü.G.}$ [7]												
Fequenz	50	63	80,0	100,0	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0	630,0
$L_{WA,P}$	75,2	78,6	81,7	84,0	87,2	89,5	89,5	91,3	92,0	92,0	91,8	91,6
Fequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P}$	90,8	90,7	89,8	87,8	85,6	82,6	80,5	78,3	76,6	73,7	71,5	68,9
Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{ref,WA,PMAX} = 9,5 \text{ m/s in } 10 \text{ m ü.G.}$ [7]												
Fequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
$L_{WA,P}$	84,0	92,2	95,8	96,6	95,2	90,6	83,5	76,6				
Die Angaben ersetzen nicht die u. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).												
Bemerkungen:												
[1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 16, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel												
[2] IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03												
[3] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 392SEA03/03 der Firma Wind-Consult GmbH für die Nabenhöhe von 70 m entnommen												
[4] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 28277-1.004 der Firma Kötter Consulting Engineers für die Nabenhöhe von 70 m entnommen												
[5] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht M62 910/2 der Firma Müller-BBM GmbH für die Nabenhöhe von 70 m entnommen												
[6] Die Messunsicherheit $\sigma_m$ wurde im Rahmen des vom LUA NRW durchgeführten Ringversuches zu $\sigma_m = 0,5 \text{ dB(A)}$ festgestellt												
[7] Die angegebene standardisierte Windgeschwindigkeit bei Erreichen von 95%iger Nennleistung ist ein arithmetischer Mittelwert der Angaben aus [3] bis [5]												

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

**MÜLLER-BBM GMBH**  
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
A M B U G A P A R K 1  
4 5 8 9 9 G E L S E N K I R C H E N  
TELEFON (0209) 9 83 08 - 0



*A. Hinkelmann* *M. Köhl*  
Dipl.-Ing. (FH) D. Hinkelmann Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl

Datum: 04.02.2006

Akkreditiertes Prüflaboratorium  
nach ISO/IEC 17025



Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen							
entsprechend Anhang D von [1]							
Seite 1/2							
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.							
<b>Anlagendaten</b>							
Hersteller	Enercon GmbH Dreerkamp 5 26605 Aurich		Anlagenbezeichnung	E-70 E4 Nennleistung 2000 kW Nabenhöhe 85 m Rotor Durchmesser 71 m			
Angaben zur Einzelmessung		Messung-Nr.					
		1	2	3	4	5	6
Seriennummer	701496	701858	701496				
Standort	Ostermarsch	Ahaus-Wüllen	Schwalörden				
vermess. Nabenhöhe (m)	65	113	98				
Messinstitut	Wind-Consult	Kötter C.E.	Müller-BBM				
Prüfbericht	392SEA3/01	28277-1.004	M62 910/1				
Datum	23.07.2004	14.03.2005	16.01.2006				
Getriebetyp	—	—	—				
Generatortyp	E-70	E-70	E-70				
Rotorblatttyp	70-4	70-4	70-4				
<b>Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve; berechnete Leistungskurve)</b>							
<b>Schalleistungspegel</b>							
Messung	Schalleistungspegel	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					$L_{WA,P,95\% \text{ Progn}}$
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$L_{WA,P}$ [3]	99,1 dB(A)	100,2 dB(A)	101,4 dB(A)	102,0 dB(A)	—	102,0 dB(A)
2	$L_{WA,P}$ [4]	98,7 dB(A)	—	101,3 dB(A)	101,9 dB(A)	—	101,9 dB(A)
3	$L_{WA,P}$ [5]	—	100,5 dB(A)	101,2 dB(A)	101,5 dB(A)	—	101,6 dB(A)
Mittelwert $L_w$		98,9 dB(A)	100,4 dB(A)	101,3 dB(A)	101,9 dB(A)	—	101,8 dB(A)
Standardabweichung s		0,3 dB(A)	0,2 dB(A)	0,1 dB(A)	0,2 dB(A)	—	0,2 dB(A)
K nach [2] $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ [6]		1,3 dB(A)	1,1 dB(A)	1,0 dB(A)	1,0 dB(A)	—	1,0 dB(A)
<b>Schallemissionsparameter: Zuschläge</b>							
<b>Tonzuschlag</b>							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
2	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
3	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
Mittelwert $K_{TN}$		—	—	—	—	—	
<b>Impulzzuschlag</b>							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
2	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
3	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
Mittelwert $K_{IN}$		—	—	—	—	—	

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen entsprechend Anhang D von [1]												
Seite 2/2												
Schallemissionsparameter: Terz-/ Oktavschalleistungspegel für eine Nabenhöhe von 85 m												
Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{10LWA, Pmax} = 9,3 \text{ m/s}$ in 10 m ü.G. [7]												
Frequenz	50	63	80,0	100,0	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0	630,0
$L_{WA,P}$	75,2	78,7	81,8	84,1	87,3	89,6	89,6	91,4	92,0	92,1	91,9	91,7
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P}$	90,9	90,8	89,9	87,9	85,6	82,7	80,6	78,4	76,7	73,8	71,6	69,0
Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{10LWA, Pmax} = 9,3 \text{ m/s}$ in 10 m ü.G. [7]												
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
$L_{WA,P}$	84,1	92,3	95,9	96,7	95,3	90,7	83,6	76,7				
Die Angaben ersetzen nicht die u. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).												
Bemerkungen:												
[1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 16, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel												
[2] IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level und Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03												
[3] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 392SEA03/03 der Firma Wind-Consult GmbH für die Nabenhöhe von 85 m entnommen												
[4] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 28277-1.004 der Firma Kötter Consulting Engineers für die Nabenhöhe von 85 m entnommen												
[5] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht M62 910/2 der Firma Müller-BBM GmbH für die Nabenhöhe von 85 m entnommen												
[6] Die Messunsicherheit $\sigma_R$ wurde im Rahmen des vom LUA NRW durchgeführten Ringversuches zu $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ festgestellt												
[7] Die angegebene standardisierte Windgeschwindigkeit bei Erreichen von 95%iger Nennleistung ist ein arithmetischer Mittelwert der Angaben aus [3] bis [5]												

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

MÜLLER-BBM GMBH  
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
AM BUGAPARK 1  
45 899 GELSENKIRCHEN  
TELEFON (0209) 9 83 08 - 0



Datum: 04.02.2006

*A. Hinkelmann*  
Dipl.-Ing. (FH) D. Hinkelmann

*M. Köhl*  
Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl

Akkreditiertes Prüflaboratorium  
nach ISO/IEC 17025



M62 910/3 kh/hkm  
6. Februar 2006

Anhang Seite 9

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen entsprechend Anhang D von [1]							
Seite 1/2							
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	Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich		Anlagenbezeichnung	E-70 E4 Nennleistung 2000 kW Nabenhöhe 98 m Rotordurchmesser 71 m			
Angaben zur Einzelmessung		Messung-Nr.					
		1	2	3	4	5	
Seriennummer		701496	701858	701496			
Standort		Ostlermarsch	Ahaus-Wüllen	Schwaförden			
vermess. Nabenhöhe (m)		65	113	98			
Messinstitut		Wind-Consult	Kötter C.E.	Müller-BBM			
Prüfbericht		392SEA3/01	28277-1.004	M62 910/1			
Datum		23.07.2004	14.03.2005	16.01.2006			
Getriebetyp		---	---	---			
Generatorotyp		E-70	E-70	E-70			
Rotorblatttyp		70-4	70-4	70-4			
Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve; berechnete Leistungskurve)							
Schalleistungspegel							
Messung	Schalleistungspegel	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					$L_{WA,P,95\% P_{ref}}$
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$L_{WA,P}$ [1]	99,3 dB(A)	100,4 dB(A)	101,5 dB(A)	102,0 dB(A)	---	102,0 dB(A)
2	$L_{WA,P}$ [4]	99,0 dB(A)	---	101,4 dB(A)	101,9 dB(A)	---	101,9 dB(A)
3	$L_{WA,P}$ [5]	---	100,6 dB(A)	101,3 dB(A)	101,6 dB(A)	---	101,6 dB(A)
Mittelwert $L_w$		99,2 dB(A)	100,5 dB(A)	101,4 dB(A)	101,8 dB(A)	---	101,8 dB(A)
Standardabweichung s		0,2 dB(A)	0,2 dB(A)	0,1 dB(A)	0,2 dB(A)	---	0,2 dB(A)
K nach [2] $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ [6]		1,3 dB(A)	1,1 dB(A)	1,0 dB(A)	1,0 dB(A)	---	1,0 dB(A)
Schallemissionsparameter: Zuschläge							
Tonzuschlag							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{T1}$	---	---	---	---	---	
2	$K_{T2}$	---	---	---	---	---	
3	$K_{T3}$	---	---	---	---	---	
Mittelwert $K_{T1}$		---	---	---	---	---	
Impulzzuschlag							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{I1}$	---	---	---	---	---	
2	$K_{I2}$	---	---	---	---	---	
3	$K_{I3}$	---	---	---	---	---	
Mittelwert $K_{I1}$		---	---	---	---	---	

M62 910/3 kh/hkm  
6. Februar 2006

Anhang Seite 10

285

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen												
entsprechend Anhang D von [1]												
Seite 2/2												
<b>Schallemissionsparameter: Terz-/ Oktavschalleistungspegel für eine Nabenhöhe von 98 m</b>												
Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{TOL,WA,P,PMAX} = 9,1 \text{ m/s}$ in 10 m u.G. [7]												
Fequenz	50	63	80,0	100,0	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0	630,0
$L_{WA,P}$	75,2	78,7	81,8	84,1	87,3	89,6	89,6	91,4	92,0	92,1	91,9	91,7
Fequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P}$	90,8	90,7	89,9	87,9	85,6	82,7	80,6	78,4	76,7	73,8	71,6	69,0
Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{TOL,WA,P,PMAX} = 9,1 \text{ m/s}$ in 10 m u.G. [7]												
Fequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
$L_{WA,P}$	84,1	92,3	95,9	96,7	95,3	90,7	83,6	76,7				
Die Angaben ersetzen nicht die u. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).												
Bemerkungen:												
[1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 16, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel												
[2] IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03												
[3] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 392SEA03/03 der Firma Wind-Consult GmbH für die Nabenhöhe von 98 m entnommen												
[4] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 28277-1.004 der Firma Kötter Consulting Engineers für die Nabenhöhe von 98 m entnommen												
[5] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht M62 910/2 der Firma Müller-BBM GmbH für die Nabenhöhe von 98 m entnommen												
[6] Die Messunsicherheit $\sigma_R$ wurde im Rahmen des vom LUA NRW durchgeführten Ringversuches zu $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ festgestellt												
[7] Die angegebene standardisierte Windgeschwindigkeit bei Erreichen von 95%iger Nennleistung ist ein arithmetischer Mittelwert der Angaben aus [3] bis [5]												

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

**MÜLLER-BBM GMBH**  
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
A M B U G A P A R K 1  
4 5 8 9 9 G E L S E N K I R C H E N  
T E L E F O N ( 0 2 0 9 ) 9 8 3 0 8 - 0



Datum: 04.02.2006

*D. Hinkelmann*  
Dipl.-Ing. (FH) D. Hinkelmann

*M. Köhl*  
Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl

Akkreditiertes Prüflaboratorium  
nach ISO/IEC 17025



Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen							
entsprechend Anhang D von [1]							
Seite 1/2							
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.							
<b>Anlagendaten</b>							
Hersteller	Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich		Anlagenbezeichnung	E-70 E4			
			Nennleistung	2000 kW			
			Nabenhöhe	99 m			
			Rotordurchmesser	71 m			
<b>Angaben zur Einzelmessung</b>		<b>Messung-Nr.</b>					
Seriennummer	701496	701858	701496				
Standort	Ostermarsch	Ahaus-Wüllen	Schwalörden				
vermess. Nabenhöhe (m)	65	113	98				
Messinsitut	Wind-Consult	Kötter C.E.	Müller-BBM				
Prüfbericht	392SEA3/01	28277-1.004	M62 910/1				
Datum	23.07.2004	14.03.2005	16.01.2006				
Getriebetyp	—	—	—				
Generatortyp	E-70	E-70	E-70				
Rotorblatttyp	70-4	70-4	70-4				
<b>Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve; berechnete Leistungskurve)</b>							
<b>Schalleistungspegel</b>							
Messung	Schalleistungspegel	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					$L_{WA,P,95\%Pmax}$
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$L_{WA,P}$ [3]	99,3 dB(A)	100,4 dB(A)	101,5 dB(A)	102,0 dB(A)	—	102,0 dB(A)
2	$L_{WA,P}$ [4]	99,0 dB(A)	—	101,5 dB(A)	101,9 dB(A)	—	101,9 dB(A)
3	$L_{WA,P}$ [5]	—	100,6 dB(A)	101,3 dB(A)	101,6 dB(A)	—	101,6 dB(A)
Mittelwert $L_W$		99,2 dB(A)	100,5 dB(A)	101,4 dB(A)	101,8 dB(A)	—	101,8 dB(A)
Standardabweichung s		0,2 dB(A)	0,2 dB(A)	0,1 dB(A)	0,2 dB(A)	—	0,2 dB(A)
K nach [2] $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ [6]		1,3 dB(A)	1,1 dB(A)	1,0 dB(A)	1,0 dB(A)	—	1,0 dB(A)
<b>Schallemissionsparameter: Zuschläge</b>							
<b>Tonzuschlag</b>							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
2	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
3	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
Mittelwert $K_{TN}$		—	—	—	—	—	
<b>Impulzzuschlag</b>							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
2	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
3	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
Mittelwert $K_{IN}$		—	—	—	—	—	

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen entsprechend Anhang D von [1]												
Seite 2/2												
Schallemissionsparameter: Terz-/ Oktavschalleistungspegel für eine Nabenhöhe von 99 m												
Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{10LWA, Pmax} = 9,1 \text{ m/s in } 10 \text{ m ü.G.}$ [7]												
Frequenz	50	63	80,0	100,0	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0	630,0
$L_{WA,P}$	75,2	78,7	81,8	84,1	87,3	89,6	89,6	91,4	92,0	92,1	91,9	91,7
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P}$	90,8	90,7	89,9	87,9	85,6	82,7	80,6	78,4	76,7	73,8	71,6	69,0
Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt $v_{10LWA, Pmax} = 9,1 \text{ m/s in } 10 \text{ m ü.G.}$ [7]												
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
$L_{WA,P}$	84,1	92,3	95,9	96,7	95,3	90,7	83,6	76,7				
Die Angaben ersetzen nicht die u. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).												
Bemerkungen:												
[1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 16, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel												
[2] IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level und Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03												
[3] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 392SEA03/03 der Firma Wind-Consult GmbH für die Nabenhöhe von 99 m entnommen												
[4] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 28277-1.004 der Firma Kötter Consulting Engineers für die Nabenhöhe von 99 m entnommen												
[5] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht M62 910/2 der Firma Müller-BBM GmbH für die Nabenhöhe von 99 m entnommen												
[6] Die Messunsicherheit $\sigma_R$ wurde im Rahmen des von LUA NRW durchgeführten Ringversuches zu $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ festgestellt												
[7] Die angegebene standardisierte Windgeschwindigkeit bei Erreichen von 95%iger Nennleistung ist ein arithmetischer Mittelwert der Angaben aus [3] bis [5]												

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

**MÜLLER-BBM GMBH**  
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
A M B U G A P A R K 1  
4 5 8 9 9 G E L S E N K I R C H E N  
TELEFON (0209) 9 83 08 - 0



*A. Hinkelmann* *M. Köhl*  
Dipl.-Ing. (FH) D. Hinkelmann Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl

Akkreditiertes Prüflaboratorium  
nach ISO/IEC 17025  
**QAR**  
DAP-PL-2465.10

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen entsprechend Anhang D von [1]							
Seite 1/2							
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	Enercon GmbH Dreekamp 6 26605 Aurich	Anlagenbezeichnung	E-70 E4 Nennleistung 2000 kW Nabenhöhe 113 m Rotordurchmesser 71 m				
Angaben zur Einzelmessung		Messung-Nr.					
		1	2	3	4	5	
Seriennummer		701496	701858	701496			
Standort		Ostermarsch	Ahaus-Wüllen	Schwaaförden			
vermess. Nabenhöhe (m)		65	113	98			
Messinstitut		Wind-Consult	Kötter C.E.	Müller-BBM			
Prüfbericht		392SEA3/01	28277-1.004	M62 910/1			
Datum		23.07.2004	14.03.2005	16.01.2006			
Getriebetyp		—	—	—			
Generatortyp		E-70	E-70	E-70			
Rotorblatttyp		70-4	70-4	70-4			
Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve: berechnete Leistungskurve)							
Schalleistungspegel							
Messung	Schalleistungspegel	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					$L_{WA,P,95\% P_{Nenn}}$
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$L_{WA,P}$ [3]	99,4 dB(A)	100,6 dB(A)	101,7 dB(A)	102,0 dB(A)	—	102,0 dB(A)
2	$L_{WA,P}$ [4]	99,3 dB(A)	—	101,6 dB(A)	101,9 dB(A)	—	101,9 dB(A)
3	$L_{WA,P}$ [5]	—	100,7 dB(A)	101,4 dB(A)	101,6 dB(A)	—	101,6 dB(A)
Mittelwert $L_{Wv}$		99,4 dB(A)	100,7 dB(A)	101,6 dB(A)	101,8 dB(A)	—	101,8 dB(A)
Standardabweichung s		0,1 dB(A)	0,1 dB(A)	0,2 dB(A)	0,2 dB(A)	—	0,2 dB(A)
K nach [2] $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ [6]		1,2 dB(A)	1,0 dB(A)	1,0 dB(A)	1,0 dB(A)	—	1,0 dB(A)
Schallemissionsparameter: Zuschläge							
Tonzuschlag							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
2	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
3	$K_{TN}$	—	—	—	—	—	
Mittelwert $K_{TN}$		—	—	—	—	—	
Impulszuschlag							
Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
2	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
3	$K_{IN}$	—	—	—	—	—	
Mittelwert $K_{IN}$		—	—	—	—	—	

703

**Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen**  
entsprechend Anhang D von [1]

Seite 2/2

---

**Schallemissionsparameter: Terz-/ Oktavschalldruckpegel für eine Nabenhöhe v n 113 m**

Terz-Schalldruckpegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt  $v_{10L,WA,Pmax} = 8,9$  m/s in 10 m ü.G. [7]

Frequenz	50	63	80,0	100,0	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0	630,0
$L_{WA,P}$	75,2	78,7	81,7	84,1	87,3	89,6	89,6	91,4	92,0	92,1	91,9	91,7

Oktav-Schalldruckpegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt  $v_{10L,WA,Pmax} = 8,9$  m/s in 10 m ü.G. [7]

Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{WA,P}$	84,1	92,3	95,9	96,7	95,3	90,7	83,6	76,7

Die Angaben ersetzen nicht die u. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

**Bemerkungen:**

- [1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 16, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stressemannplatz 4, 24103 Kiel
- [2] IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level und Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03
- [3] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 392SEA03/03 der Firma Wind-Consult GmbH für die Nabenhöhe von 113 m entnommen
- [4] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht 28277-1.004 der Firma Kötter Consulting Engineers für die Nabenhöhe von 113 m entnommen
- [5] Die Schalleistungspegel wurden aus dem Bericht M62 910/2 der Firma Müller-BBM GmbH für die Nabenhöhe von 113 m entnommen
- [6] Die Messunsicherheit  $\sigma_R$  wurde im Rahmen des vom LUA NRW durchgeführten Ringversuches zu  $\sigma_R = 0,5$  dB(A) festgestellt
- [7] Die angegebene standardisierte Windgeschwindigkeit bei Erreichen von 95%iger Nennleistung ist ein arithmetischer Mittelwert der Angaben aus [3] bis [5]

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

**MÜLLER-BBM GMBH**  
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
AM BUGAPARK 1  
45 899 GELSENKIRCHEN  
TELEFON (0209) 9 83 08 - 0



Datum: 04.02.2006

*A. Hinkelmann* *M. Kohl*  
Dipl.-Ing. (FH) D. Hinkelmann Dipl.-Ing. (FH) M. Kohl

Akkreditiertes Prüflaboratorium  
nach ISO/IEC 17025



DAP-PL-2465.10