

Deutsche WindGuard Consulting GmbH · Oldenburger Str. 65 · D-26316 Varel

Windpark Rodenkircher Wurf GmbH & Co.
1 Betriebs KG Nord
Abser Deich 12

26935 Stadland

Deutsche WindGuard
Consulting GmbH
Oldenburger Str. 65
D-26316 Varel
Tel. +49(4451)9515139
Fax +49(4451)951529
E-Mail: s.kieselhorst@windguard.de

www.windguard.de

Datum: 04.09.2020

MN20035.A0 Ergebnisdarstellung von mehreren Immissionsmessungen am Standort Windpark Rodenkircherwurf bei Rodenkirchen

Sehr geehrter Herr Dettmers,

die Deutsche WindGuard Consulting führte in Ihrem Auftrag die messtechnische Ermittlung der Geräuschemissionen in der Umgebung des Windparks Rodenkircherwurf in der Gemeinde Stadland durch. Diese waren gemäß der Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm [1] und den Vorgaben der DIN 45645-1 Geräuschemissionen in der Nachbarschaft [2] durch Messung zu ermitteln.

Die Ergebnisse der Messungen vom 03. – 08.01.2020 und 27. – 28.03.2020 sind hier zusammengetragen und sollen zur Information und als Diskussionsgrundlage in der Kommunikation mit der Gemeinde Stadland dienen.

Im Folgenden werden der Windpark und die dort befindlichen Windenergieanlagen (WEA) beschrieben bevor es zu den Messkampagnen und der Messergebnisse weitergeht.

Technische Daten der WEA Typen im Windpark

Sämtliche WEA im Windpark stammen vom Hersteller Enercon GmbH. Alle WEA sind Horizontalachsenkonverter mit drei Rotorblättern und synchronem Ringgenerator. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten technischen Daten der WEA Typen aufgeführt.

Technische Daten der WEA			
Hersteller	Enercon GmbH	Enercon GmbH	Enercon GmbH
Anzahl	3	2	5
Typenbezeichnung	E-82	E-70 E4	E-66/18.70
Nennleistung	2.300 kW für den BM I	2.300 kW für den BM II	1.800 kW für den offenen Betrieb
Rotordurchmesser	82,0 m	70,0 m	70,0 m
Nabenhöhe	108,4 m	65,0 m	64,0 m
Leistungsbegrenzung (-regelung)	Pitch	Pitch	Pitch
Rotordrehzahlen (Rotordrehzahlbereiche)	6,0 min ⁻¹ – 18,0 min ⁻¹ für den BM I	6,0 min ⁻¹ – 20,0 min ⁻¹ für den BM II	10,0 min ⁻¹ – 22,0 min ⁻¹ für den offenen Betrieb
Rotorblätterzahl/ Drehachse/ Anströmung	3/ Horizontal/ Luvläufer	3/ Horizontal/ Luvläufer	3/ Horizontal/ Luvläufer

Tabelle 1: Technische Angaben der WEA im Windpark.

Im Windpark Rodenkircherwurf in der Gemeinde Stadland sind insgesamt zehn WEA dieser drei Typen in Betrieb. Sowohl während der Tagstunden von 06:00 bis 22:00 als auch während der Nachtstunden von 22:00 bis 06:00 des Folgetages werden alle WEA jeweils im leistungsoptimierten Betriebsmodus betrieben.

Eine Zusammenfassung der Betriebsdaten der einzelnen WEA sind in grafischer Form den beiden Messkampagnen angehängt.

Standortbeschreibung

Die zehn WEA befinden sich auf ebenem Marschland in der Gemeinde Stadland im niedersächsischen Landkreis Wesermarsch, westlich des Ortes Rodenkirchen und östlich der Ortschaft Schwei, alle Gemeinde Stadland. Ihre Standortkoordinaten werden hier in tabellarischer Form aufgeführt:

Windparklayout Rodenkircherwarp			
Positionen (WGS84 Z32)		x-Wert	y-Wert
Windenergieanlagen	WEA 01 E-82 2.300 kW, NH 108,4 m	459 844	5 919 233
	WEA 02 E-82 2.300 kW, NH 108,4 m	460 253	5 919 280
	WEA 03 E-82 2 300 kW, NH 108,4 m	459 828	5 918 888
	WEA 04 E-66/18.70 1.800 kW, NH 64 m	460 390	5 918 701
	WEA 05 E-66/18.70 1.800 kW, NH 64 m	460 172	5 918 532
	WEA 06 E-66/18.70 1.800 kW, NH 64 m	460 736	5 918 594
	WEA 07 E-66/18.70 1.800 kW, NH 64 m	460 291	5 918 142
	WEA 08 E-66/18.70 1.800 kW, NH 64 m	460 802	5 918 246
	WEA09 E-70 E4 2.300 kW, NH 65 m	460 367	5 917 756
	WEA 10 E-70 E4 2.300 kW, NH 65 m	460 799	5 917 839

Tabelle 2: Die WEA im Windpark Rodenkircherwarp mit Standortkoordinaten.

Die Umgebung besteht ausschließlich aus agrarisch genutzten Grünflächen und Äckern. Die Felder sind landschaftstypisch durch Abzugsgräben unterteilt. Inmitten des Windparks befindet sich ein ehemaliger Bundeswehrstandort als Brachfläche. Um den Windpark herum gibt es in loser Folge entlang der Straßen baumbestandene Windschutzreihen. Die Baumhöhen dort variieren zwischen 8 m bis 12 m. Die Hofstellen und Wohngrundstücke sind mit Gärten und Bäumen eingewachsen. Durch den nördlichen Teil des Windparks verläuft in Ostwestrichtung die stark befahrene Bundesstraße 437.

Eine Übersicht der Umgebung und ein Lageplan des Windparks mit den Messpositionen werden hier wiedergegeben.

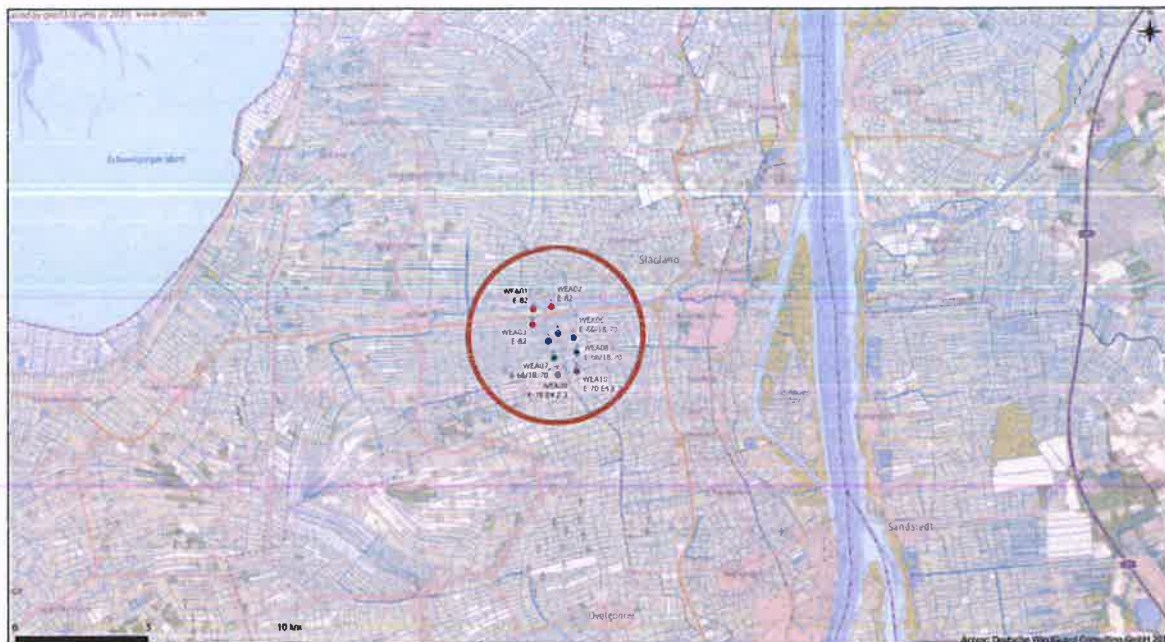


Abbildung 1: Lageplan, Lage des Windparks im Maßstab 1:100 000.



Abbildung 2: Lageplan. Messaufbauten mit Mikrofonpositionen in Relation zu den zehn WEA im Windpark. Vier der Messorte befinden sich in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Immissionsorten. Ein Messort befindet sich auf der berechneten Isophone für 45 dB(A) (in Gelborange) im Südwesten des Windparks. Maßstab 1:20 000.

Immissionsmessungen vom 03. – 08.01.2020

Durchführung der Messung

Die drei Messungen dieser Messkampagne wurden am Nachmittag des 03.01.2020 aufgebaut und in Betrieb genommen. In den folgenden Nächten bis zum Morgen des 08.01.2020 haben sich die Messgeräte zeitgesteuert um 21:00 Uhr aktiviert und bis 07:00 Uhr des Folgetages die gemessenen Schalldruckpegel in 1 Minutenmittelwerten für das Gesamt- und das Fremdgeräusch aufgezeichnet. Für die Fremdgeräuschmessung wurden alle zehn WEA zeitweilig während der Nächte gestoppt. Meteorologisch war mildes Winterwetter vorherrschend mit sonnigen Abschnitten und wenig Niederschlag.

Messort 1 Ersatzmessort Hakendorferwurf 9

Messaufbau und verwendete Messgeräte

Das Mikrofon für die Tonaufzeichnung wurde in ca. 4 m Höhe auf einem Stativ auf einer Freifläche neben dem Immissionsort aufgebaut. Zur Unterdrückung windinduzierter Geräusche ist das Mikrofon mit einem primären und einem sekundären Windschirm ausgestattet. Die Standortkoordinaten der Messung werden nach ETRS89 Zone32 mit X-Wert 461688, Y-Wert 5916165 angegeben. Nach DIN 45645-1 [2] ist der Messort 0,5 m vor dem geöffneten Fenster des am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes. Aufgrund der Dauer der Messung und des stark eingewachsenen Immissionsortes, wurde auf die den Ersatzmessort auf der benachbarten Freifläche ausgewichen.

Aufgrund eines Abstands zwischen Geräuschquelle und Messort von mehr als 200 m waren Mitwindbedingungen gemäß A.3.3.3 der TALAärm [1] gefordert. Zudem besagt 6.4 der DIN 45645-1 [2], dass ein Beurteilungspegel für schallausbreitungsgünstige Wetterlagen (z.B. bei Mitwind oder bei Inversionswetterlagen) zu ermitteln ist. Mitwindbedingungen liegen für eine Geräuschquelle nach 6.4 der DIN 45645-1 dann vor, wenn der Wind von dieser Quelle in Richtung Messort in einem Sektor von bis zu 60° weht und wenn die Windgeschwindigkeit im Bereich weitgehend ungestörter Windströmung (z.B. auf freiem Feld) in 10 m Höhe bei mehr als 0,5 m/s liegt. Der für den Messort gültige Messsektor wird mit 217° -279° angegeben.

In folgender Tabelle sind die für die Schallimmissionsmessung verwendeten wichtigsten Geräte mit Seriennummer und Kalibriernummer sowie Gültigkeit der Eichung angegeben.

Gerät	Typenbezeichnung	Serien-Nr.	Kalibrier-Nr.	Bemerkung
Pegelmesser	Brüel&Kjaer 2250	2717724	CDK1806817/28.08.2018	--
Mikrofon	Brüel&Kjaer 4189	2919514	CDK1806817/28.08.2018	--
Kalibrator	Brüel&Kjaer 4231	3017693	CDK1907188/09.09.2019	--

Tabelle 3: Bei der Messung verwendete Messgeräte mit Serien- und Kalibriernummern.

Grafik der gemessenen Pegel

In der Grafik werden die am Messort 1 über den gesamten Messzeitraum aufgezeichneten Schalldruckpegel für das Gesamt- sowie auch für das Fremdgeräusch über die Windgeschwindigkeit aufgetragen. Störgeräusche die nicht den WEA oder den am Ort üblichen Fremdgeräuschen zuzuordnen sind wurden aus der Darstellung und anschließenden Auswertung ausgeschlossen. Zusätzlich ist mit einer gestrichelten Geraden der nächtliche Immissionsrichtwert von 45 dB(A) eingetragen. Unabhängig von den vorhandenen Geräuschen bilden sich an der Messposition mit wachsender Windgeschwindigkeit windinduzierte Geräusche aus. Diese werden zwar durch Verwendung eines zweifachen Windschirms über dem Mikrofon abgemildert, können aber nicht vollständig eliminiert werden. Durch die senkrechte gestrichelte Linie wird der Bereich angedeutet ab dem die windinduzierten Geräusche allein den Immissionsrichtwert überschreiten und bei dem das Fremdgeräusch höher sein kann als das Betriebsgeräusch der WEA.

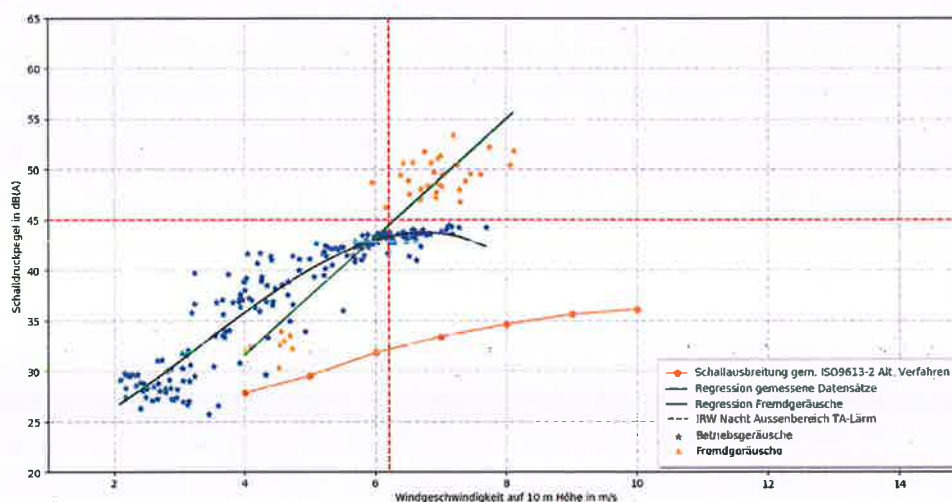


Abbildung 3: Grafische Darstellung der gemessenen Schalldruckpegel für Gesamt- und Fremdgeräusch.

Zeitlicher Verlauf der Geräuschmessung

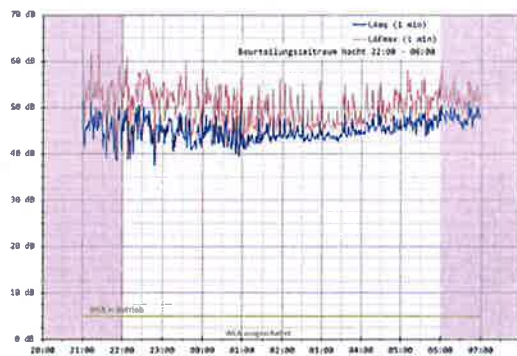


Abbildung 4: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
03.01.2020 21:00 – 04.01.2020 07:00

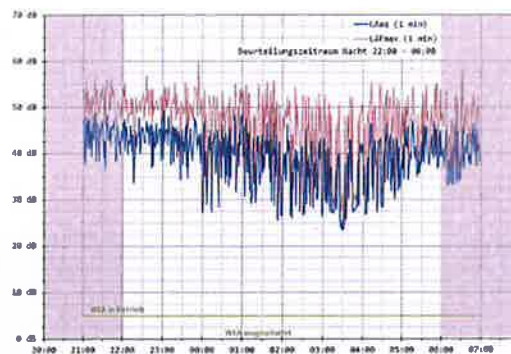


Abbildung 5: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
04.01.2020 21:00 – 05.01.2020 07:00

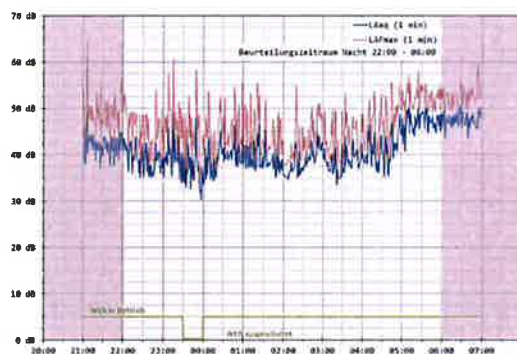


Abbildung 6: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
05.01.2020 21:00 – 06.01.2020 07:00

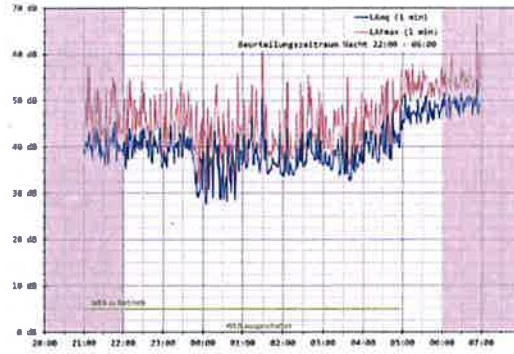


Abbildung 7: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
06.01.2020 21:00 – 07.01.2020 07:00

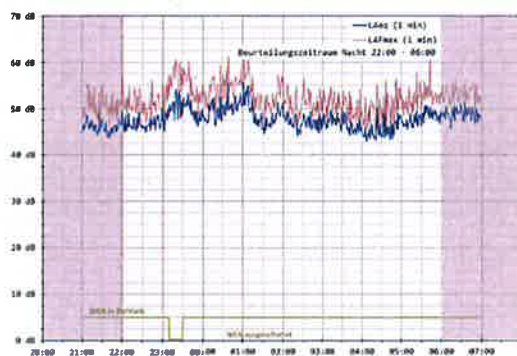


Abbildung 8: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
07.01.2020 21:00 – 08.01.2020 07:00

¹⁾ Dargestellt sind hier ebenso Störgeräusche, die nachgeprüft nicht dem Windparkgeräusch zuzuordnen sind. Diese sind nach Abhören sowie eindeutiger Zuordnung aussortiert worden und sind nicht in die Beurteilung eingegangen. Erkennbar sind diese an Spitzen im Pegelzeitverlauf.

Beurteilungspegel

Die Werte für die Schalldruckpegel bei den ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten wurden aus den Messwerten mittels einer Regressionsanalyse der Streudiagramme ermittelt. Die Schalldruckpegel bei Betrieb aller WEA des Windparks, während der Hintergrundgeräuschemessung bei abgeschalteten WEA sowie die bezüglich der Fremdgeräusche korrigierten Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

$v_{10m}^{1)}$ Gem. Wind- geschwindigkeit auf 10m Höhe	$LAeq_{s+n}^{2)}$ ermittelter A-bew. Schalldruckpegel Gesamtgeräusch	$LAeq_n^{2)}$ ermittelter A-bew. Schalldruckpegel Fremdgeräusch	$LAeq_s^{3)}$ fremdgeräusch- korrigierter Schalldruckpegel	LAr Ermittelter Beurteilungspegel I
in m/s	in dB(A)	in dB(A)	in dB(A)	in dB(A)
2	27.8	19.9	27.0	27.0
3	31.4	25.7	30.1	30.1
4	35.1	31.6	32.5	32.5
5	38.7	37.4	38.7*	38.7*

Tabelle 4: Darstellung der ermittelten Ergebnisse aus den Messungen und Angabe des Beurteilungspegels bei den ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten der gemessenen Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe.

- ¹⁾ Standardisierte Windgeschwindigkeit auf 10m Höhe.
- ²⁾ Aus der Regression aller gemessenen und über 1 Minute gemittelten A-bewerteten Schalldruckpegel ermittelten Schalldruckpegel bei ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten. Der Wert des Schalldruckpegels für das Fremdgeräusch bei dem ganzzahligen Windgeschwindigkeitswert 5 m/s folgt aus der Regression und basiert nicht auf gemessene Datensätze des Fremdgeräusches (WEA aus).
- ³⁾ Fremdgeräuschkorrigierter A-bewerteter Schalldruckpegel
- * Abstand zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch ist mit 1,3 dB kleiner als 3 dB. Es wurde hier keine Fremdgeräuschkorrektur durchgeführt.

Subjektiver Höreindruck

Zu Beginn der Messung und bei nächtlichen Kontrollbesuchen wurde ein subjektiver Höreindruck der Geräusche am Messort gewonnen. Neben dem als normal zu bezeichnenden breitbandigen Strömungsgeräusch von den Rotoren der WEA im Windpark war nur ein Geräusch eines Aggregats von dem benachbarten landwirtschaftlichen Betrieb wahrzunehmen. Bei Böen konnten auch windinduzierte Geräusche in den benachbarten Bäumen verzeichnet werden.

Photodokumentation



Abbildung 9: Panorama Messort 1 Nord



Abbildung 10: Panorama Messort 1 Ostnordost



Abbildung 11: Panorama Messort 1 Ostsüdost



Abbildung 12: Panorama Messort 1 – Süd



Abbildung 13: Panorama Messort 1 – Südwest



Abbildung 14: Panorama Messort 1 – Westnordwest



Abbildung 15: Panorama Messort 1 – Nordwestnord



Abbildung 16: Panorama Messort 1 – Nordnordwest

Messort 2 Ersatzmessort Schweier Str. 41

Messaufbau und verwendete Messgeräte

Das Mikrofon für die Tonaufzeichnung wurde in ca. 4 m Höhe auf einem Stativ auf einer Freifläche neben dem Immissionsort aufgebaut. Zur Unterdrückung windinduzierter Geräusche ist das Mikrofon mit einem primären und einem sekundären Windschirm ausgestattet. Die Standortkoordinaten der Messung werden nach ETRS89 Zone32 mit X-Wert 461411, Y-Wert 5916818 angegeben. Nach DIN 45645-1 ist der Messort 0,5 m vor dem geöffneten Fenster des am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes. Aufgrund der Dauer der Messung und die Möglichkeit stärkerer Störgeräuscheinflüsse durch Pflanzen und Bäume am Immissionsort, wurde auf die den Ersatzmessort auf der benachbarten Freifläche ausgewichen.

Aufgrund eines Abstands zwischen Geräuschquelle und Messort von mehr als 200 m waren Mitwindbedingungen gemäß A.3.3.3 der TA Lärm [1] gefordert. Zudem besagt 6.4 der DIN 45645-1 [2], dass ein Beurteilungspegel für schallausbreitungsgünstige Wetterlagen (z.B. bei Mitwind oder bei Inversionswetterlagen) zu ermitteln ist. Mitwindbedingungen liegen für eine Geräuschquelle nach 6.4 der DIN 45645-1 dann vor, wenn der Wind von dieser Quelle in Richtung Messort in einem Sektor von bis zu 60° weht und wenn die Windgeschwindigkeit im Bereich weitgehend ungestörter Windströmung (z.B. auf freiem Feld) in 10 m Höhe bei mehr als 0,5 m/s liegt. Der für den Messort gültige Messsektor wird mit 217° -279° angegeben.

In folgender Tabelle sind die für die Schallimmissionsmessung verwendeten wichtigsten Geräte mit Seriennummer und Kalibriernummer sowie Gültigkeit der Eichung angegeben.

Gerät	Typenbezeichnung	Serien-Nr.	Kalibrier-Nr.	Bemerkung
Pegelmesser	Brüel&Kjaer 2250	2809200	CDK1900894/01.02.2019	Eichung bis 2022
Mikrofon	Brüel&Kjaer 4952	3037388	DO-1-41-18-00066	Eichung bis 2020
Kalibrator	Brüel&Kjaer 4231	3014972	CDK1900860/31.01.2019	Eichung bis 2020

Tabelle 5: Bei der Messung verwendete Messgeräte mit Serien- und Kalibriernummern.

Grafik der gemessenen Pegel

In der Grafik werden die am Messort 2 aufgezeichneten Schalldruckpegel für das Gesamt- sowie auch für das Fremdgeräusch über die Windgeschwindigkeit aufgetragen. Zusätzlich ist mit einer gestrichelten Geraden der nächtliche Immissionsrichtwert von 45 dB(A) eingetragen. Unabhängig von den vorhandenen Geräuschen bilden sich an der Messposition mit wachsender Windgeschwindigkeit windinduzierte Geräusche aus. Diese werden zwar durch Verwendung eines zweifachen Windschirms über dem Mikrofon abgemildert, können aber nicht vollständig eliminiert werden. Durch die senkrechte gestrichelte Linie wird der Bereich angedeutet ab dem die windinduzierten Geräusche allein den Immissionsrichtwert überschreiten und bei dem das Fremdgeräusch höher sein kann als das Betriebsgeräusch der WEA.

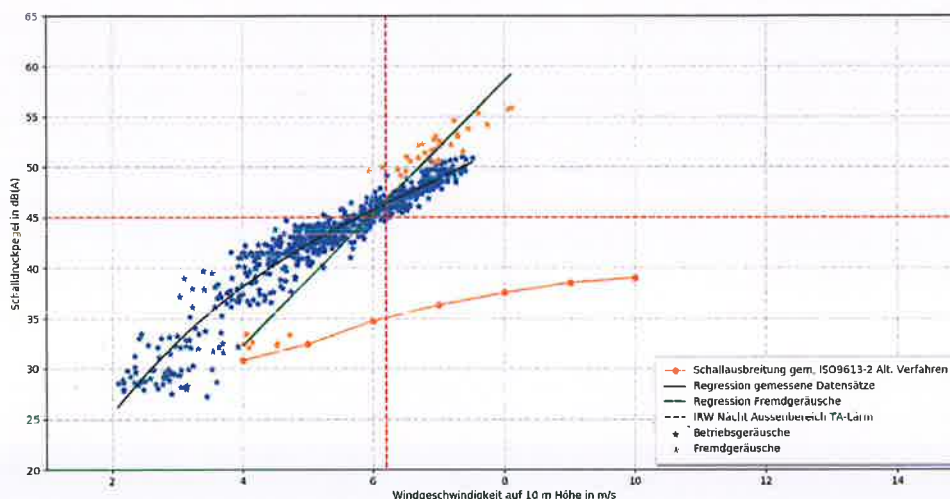


Abbildung 17: Grafische Darstellung der gemessenen Schalldruckpegel für Gesamt- und Fremdgeräusch.

Zeitlicher Verlauf der Geräuschmessung

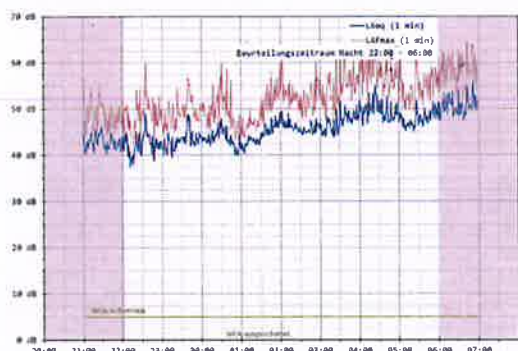


Abbildung 18: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
03.01.2020 21:00 – 04.01.2020 07:00

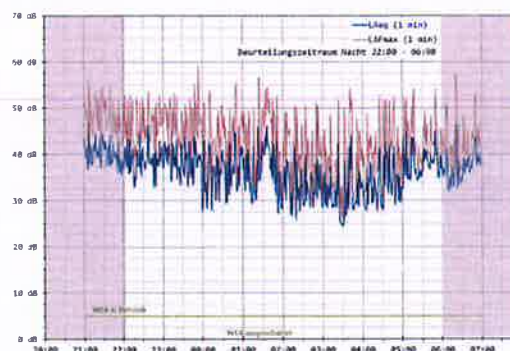


Abbildung 19: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
04.01.2020 21:00 – 05.01.2020 07:00

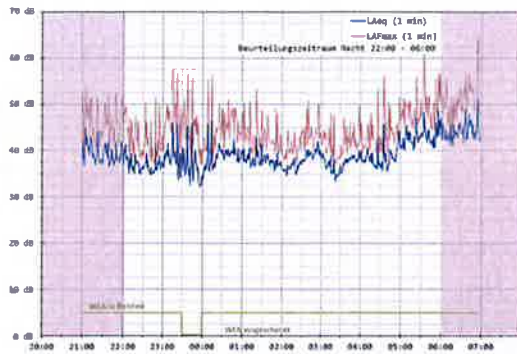


Abbildung 20: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾ 05.01.2020 21:00 – 06.01.2020 07:00

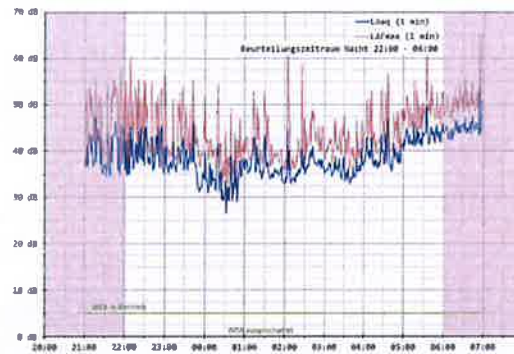


Abbildung 21: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾ 06.01.2020 21:00 – 07.01.2020 07:00

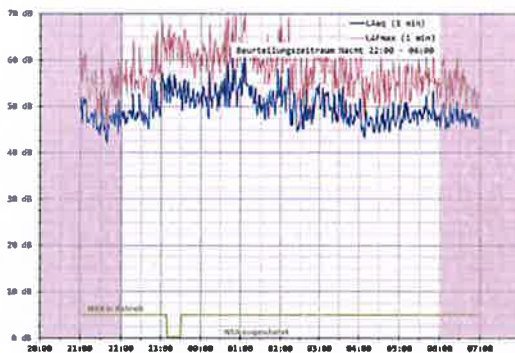


Abbildung 22: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾ 07.01.2020 21:00 – 08.01.2020 07:00

- ¹⁾ Dargestellt sind hier ebenso Störgeräusche, die nachgeprüft nicht dem Windparkgeräusch zuzuordnen sind. Diese sind nach Abhören sowie eindeutiger Zuordnung aussortiert worden und sind nicht in die Beurteilung eingegangen. Erkennbar sind diese an Spitzen im Pegelzeitverlauf.

Beurteilungspegel

Die Werte für die Schalldruckpegel bei den ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten wurden aus den Messwerten mittels einer Regressionsanalyse der Streudiagramme ermittelt. Die Schalldruckpegel bei Betrieb aller WEA des Windparks, während der Hintergrundgeräuschemessung bei abgeschalteten WEA sowie die bezüglich der Fremdgeräusche korrigierten Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

$v_{10m}^{1)}$ Gem. Wind- geschwindigkeit auf 10m Höhe	$LAeq_{stat}^{2)}$ ermittelter A-bew. Schalldruckpegel Gesamtgeräusch	$LAeq_n^{2)}$ ermittelter A-bew. Schalldruckpegel Fremdgeräusch	$LAeq_3^{3)}$ fremdgeräusch- korrigierter Schalldruckpegel	LAr Ermittelter Beurteilungspegel []
in m/s	in dB(A)	in dB(A)	in dB(A)	in dB(A)
2	29.4	19.1	28.9	28.9
3	33.4	25.7	32.6	32.6
4	37.5	32.2	36.0	36.0
5	41.6	38.8	41.6*	41.6*

Tabelle 6: Darstellung der ermittelten Ergebnisse aus den Messungen und Angabe des Beurteilungspegels bei den ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten der gemessenen Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe.

- 1) Standardisierte Windgeschwindigkeit auf 10m Höhe.
- 2) Aus der Regression aller gemessenen und über 1 Minute gemittelten A-bewerteten Schalldruckpegel ermittelten Schalldruckpegel bei ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten. Der Wert des Schalldruckpegels für das Fremdgeräusch bei dem ganzzahligen Windgeschwindigkeitswert 5 m/s folgt aus der Regression und basiert nicht auf gemessene Datensätze des Fremdgeräusches (WEA aus).
- 3) Fremdgeräuschkorrigierter A-bewerteter Schalldruckpegel
- * Abstand zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch ist mit 2,8 dB kleiner als 3 dB. Es wurde hier keine Fremdgeräuschkorrektur durchgeführt.

Subjektiver Höreindruck

Zu Beginn der Messung und bei nächtlichen Kontrollbesuchen wurde ein subjektiver Höreindruck der Geräusche am Messort gewonnen. Vom Windpark war ein als normal zu bezeichnendes breitbandiges Strömungsgeräusch von den Rotoren der WEA zu verzeichnen. Zusätzlich waren laufend Fahrzeuggeräusche von der nördlich gelegenen Bundesstraße 437 wahrzunehmen. Bei stärkerem Wind konnten windinduzierte Geräusche in den in der Nähe befindlichen Bäumen gehört werden.

Photodokumentation



Abbildung 23: Messmast Aufbau
Messort 2



Abbildung 24: Panorama Messort 2 Nord



Abbildung 25: Panorama Messort 2
Ostnordost



Abbildung 26: Panorama Messort 2 -
Ostsüdost



Abbildung 27: Panorama Messort 2 – Südostsüd



Abbildung 28: Panorama Messort 2 – Südwest



Abbildung 29: Panorama Messort 2 – Westsüdwest



Abbildung 30: Panorama Messort 2 – West



Abbildung 31: Panorama Messort 2 –
Nordwest



Abbildung 32: Panorama Messort 2 –
Nordnordwest

Messort 3 Ersatzmessort Schweier Str. 50

Messaufbau und verwendete Messgeräte

Das Mikrofon für die Tonaufzeichnung wurde in ca. 4 m Höhe auf einem Stativ auf einer Freifläche neben dem Immissionsort aufgebaut. Zur Unterdrückung windinduzierter Geräusche ist das Mikrofon mit einem primären und einem sekundären Windschirm ausgestattet. Die Standortkoordinaten der Messung werden nach ETRS89 Zone 32 mit X-Wert 461279, Y-Wert 5917119 angegeben. Nach DIN 45645-1 ist der Messort 0,5 m vor dem geöffneten Fenster des am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes. Aufgrund der Dauer der Messung und die Möglichkeit stärkerer Störgeräuscheinflüsse durch Pflanzen und Bäume am Immissionsort, wurde auf die den Ersatzmessort auf der benachbarten Freifläche ausgewichen.

Aufgrund eines Abstands zwischen Geräuschquelle und Messort von mehr als 200 m waren Mitwindbedingungen gemäß A.3.3.3 der TA Lärm [1] gefordert. Zudem besagt 6.4 der DIN 45645-1 [2], dass ein Beurteilungspegel für schallausbreitungsgünstige Wetterlagen (z.B. bei Mitwind oder bei Inversionswetterlagen) zu ermitteln ist. Mitwindbedingungen liegen für eine Geräuschquelle nach 6.4 der DIN 45645-1 dann vor, wenn der Wind von dieser Quelle in Richtung Messort in einem Sektor von bis zu 60° weht und wenn die Windgeschwindigkeit im Bereich weitgehend ungestörter Windströmung (z.B. auf freiem Feld) in 10 m Höhe bei mehr als 0,5 m/s liegt. Der für den Messort gültige Messsektor wird mit 258° - 306° angegeben.

In folgender Tabelle sind die für die Schallimmissionsmessung verwendeten wichtigsten Geräte mit Seriennummer und Kalibriernummer sowie Gültigkeit der Eichung angegeben.

Gerät	Typenbezeichnung	Serien-Nr.	Kalibrier-Nr.	Bemerkung
Pegelmesser	Brüel&Kjaer 2250	3000230	CDK1900150/08.01.2019	--
Mikrofon	Brüel&Kjaer 4189	2933690	CDK1900150/08.01.2019	--
Kalibrator	Brüel&Kjaer 4231	3005762	CDK1900137/08.01.2019	--

Tabelle 7: Bei der Messung verwendete Messgeräte mit Serien- und Kalibriernummern.

Grafik der gemessenen Pegel

In der Grafik werden die am Messort 3 aufgezeichneten Schalldruckpegel für das Gesamt- sowie auch für das Fremdgeräusch über die Windgeschwindigkeit aufgetragen. Zusätzlich ist mit einer gestrichelten Geraden der nächtliche Immissionsrichtwert von 45 dB(A) eingetragen. Unabhängig von den vorhandenen Geräuschen bilden sich an der Messposition mit wachsender Windgeschwindigkeit windinduzierte Geräusche aus. Diese werden zwar durch Verwendung eines zweifachen Windschirms über dem Mikrofon abgemildert, können aber nicht vollständig eliminiert werden. Durch die senkrechte gestrichelte Linie wird der Bereich angedeutet ab dem die windinduzierten Geräusche allein den Immissionsrichtwert überschreiten und bei dem das Fremdgeräusch höher sein kann als das Betriebsgeräusch der WEA.

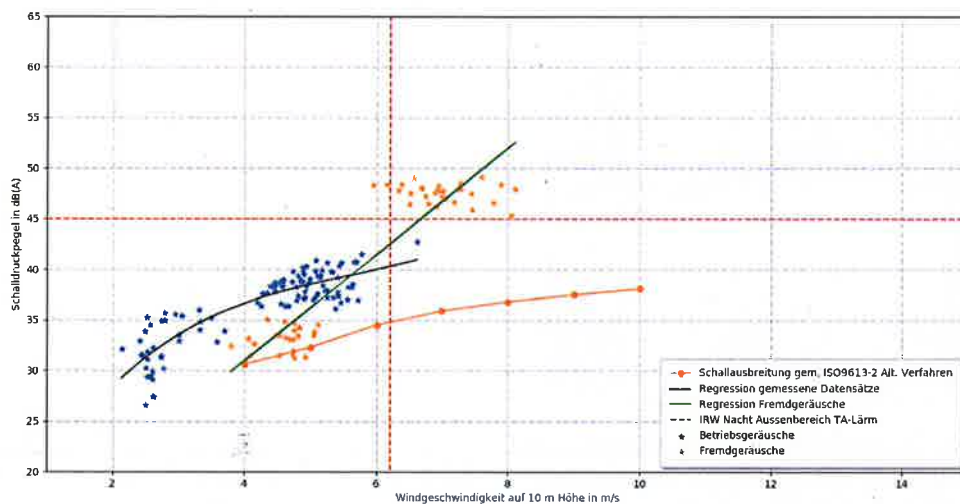


Abbildung 33: Grafische Darstellung der gemessenen Schalldruckpegel für Gesamt- und Fremdgeräusch.

Zeitlicher Verlauf der Geräuschmessung

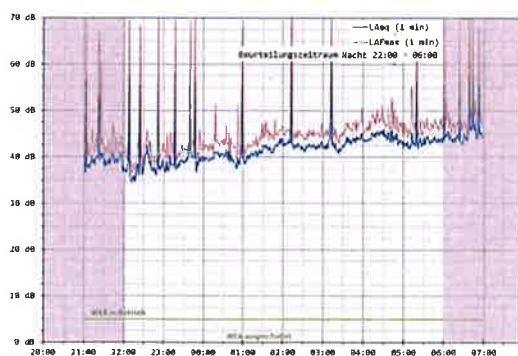


Abbildung 34: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾ 03.01.2020 21:00 – 04.01.2020 07:00

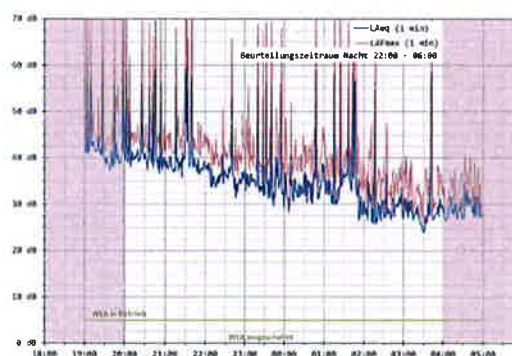


Abbildung 35: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾ 04.01.2020 21:00 – 05.01.2020 07:00

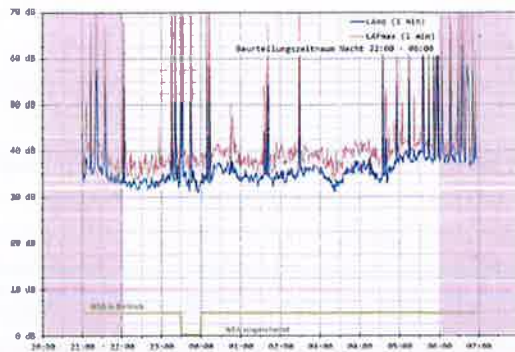


Abbildung 36: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
05.01.2020 21:00 – 06.01.2020 07:00

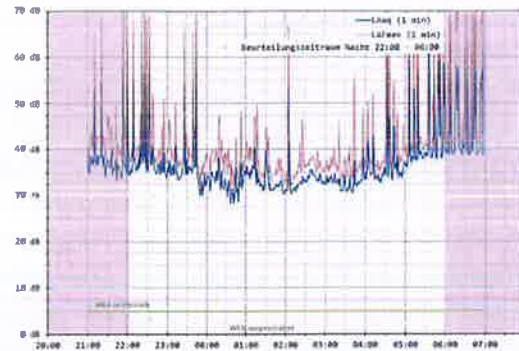


Abbildung 37: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
06.01.2020 21:00 – 07.01.2020 07:00

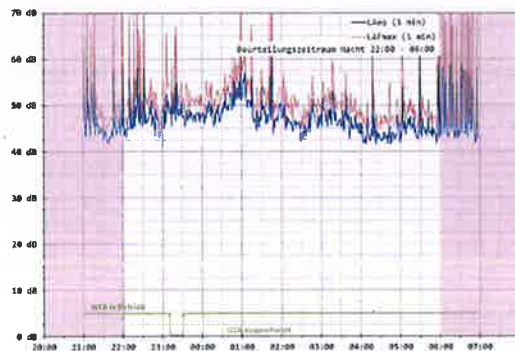


Abbildung 38: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
07.01.2020 21:00 – 08.01.2020 07:00

- ¹⁾ Dargestellt sind hier ebenso Störgeräusche, die nachgeprüft nicht dem Windparkgeräusch zuzuordnen sind. Diese sind nach Abhören sowie eindeutiger Zuordnung aussortiert worden und sind nicht in die Beurteilung eingegangen. Erkennbar sind diese an Spitzen im Pegelzeitverlauf.

Beurteilungspegel

Die Werte für die Schalldruckpegel bei den ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten wurden aus den Messwerten mittels einer Regressionsanalyse der Streudiagramme ermittelt. Die Schalldruckpegel bei Betrieb aller WEA des Windparks, während der Hintergrundgeräuschemessung bei abgeschalteten WEA sowie die bezüglich der Fremdgeräusche korrigierten Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

$v_{10m}^{1)}$ Gem. Wind- geschwindigkeit auf 10m Höhe	$LAeq_{stat}^{2)}$ ermittelter A-bew. Schalldruckpegel Gesamtgeräusch	$LAeq_n^{2)}$ ermittelter A-bew. Schalldruckpegel Fremdgeräusch	$LAeq_s^{3)}$ fremdgeräusch- korrigierter Schalldruckpegel	LAr Ermittelter Beurteilungspegel !
in m/s	in dB(A)	in dB(A)	in dB(A)	in dB(A)
2	30.5	20.4	30.0	30.0
3	33.1	25.7	32.3	32.3
4	35.8	30.9	34.1	34.1
5	38.5	36.2	38.5*	38.5*

Tabelle 8: Darstellung der ermittelten Ergebnisse aus den Messungen und Angabe des Beurteilungspegels bei den ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten der gemessenen Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe.

- 1) Standardisierte Windgeschwindigkeit auf 10m Höhe.
- 2) Aus der Regression aller gemessenen und über 1 Minute gemittelten A-bewerteten Schalldruckpegel ermittelten Schalldruckpegel bei ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten. Der Wert des Schalldruckpegels für das Fremdgeräusch bei dem ganzzahligen Windgeschwindigkeitswert 5 m/s folgt aus der Regression und basiert nicht auf gemessene Datensätze des Fremdgeräusches (WEA aus).
- 3) Fremdgeräuschkorrigierter A-bewerteter Schalldruckpegel
- * Abstand zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch ist mit 2,3 dB kleiner als 3 dB. Es wurde hier keine Fremdgeräuschkorrektur durchgeführt.

Subjektiver Höreindruck

Zu Beginn der Messung und bei nächtlichen Kontrollbesuchen wurde ein subjektiver Höreindruck der Geräusche am Messort gewonnen. Neben dem als normal zu bezeichnenden breitbandigen Strömungsgeräusch von den Rotoren der WEA im Windpark waren von der viel befahrenen Bundesstraße 437 Verkehrsrgeräusche zu verzeichnen. Bei Böen konnten auch windinduzierte Geräusche in den Binsen in unmittelbarer Nähe zum Messort wahrgenommen werden.

Photodokumentation



Abbildung 39: Messmast Aufbau
Messort 3



Abbildung 40: Panorama Messort 3 Nord



Abbildung 41: Panorama Messort 3
Nordost



Abbildung 42: Panorama Messort 3 -
Ostsüdost



Abbildung 43: Panorama Messor 3 – Süd



Abbildung 44: Panorama Messor 3 – Südsüdwest



Abbildung 45: Panorama Messor 3 – Südwest



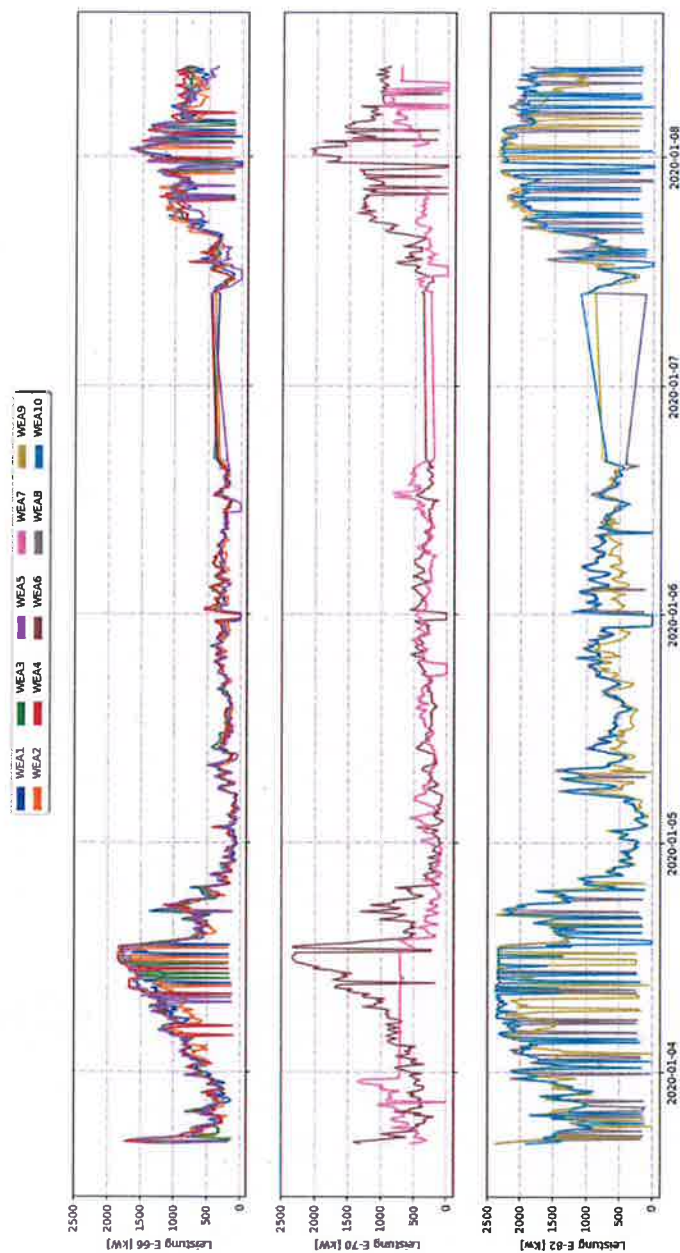
Abbildung 46: Panorama Messor 3 – Nordwest

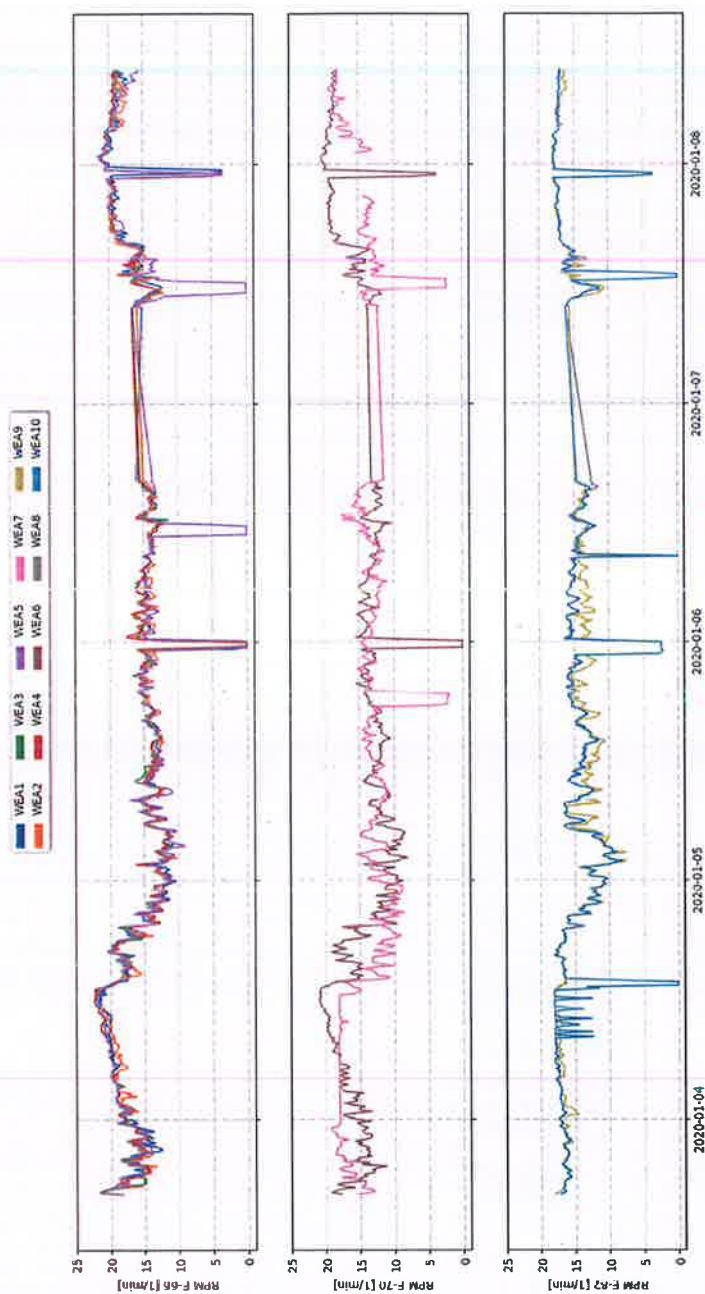


Abbildung 47: Panorama Messort 3 –
Nordwestnord

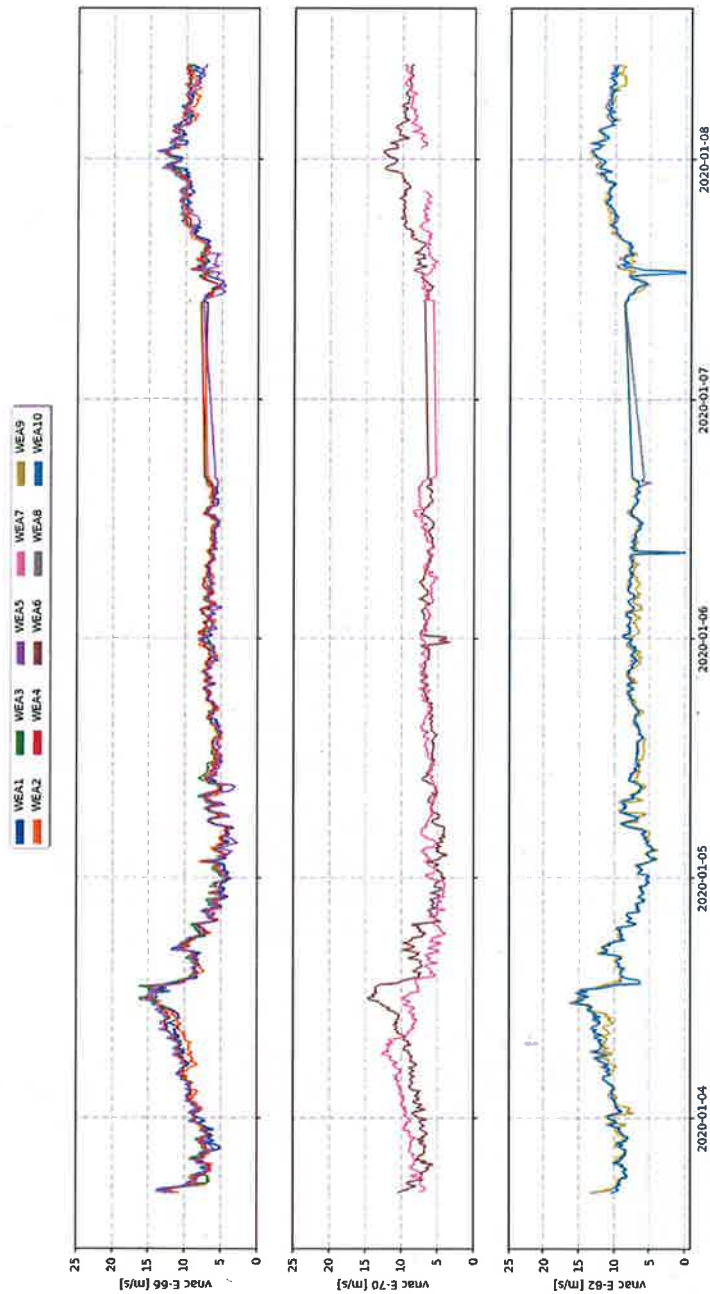
WEA Daten vom 03. - 08.01.2020

Zeitlicher Verlauf der elektrischen Leistung



Zeitlicher Verlauf der Rotordrehzahl


Zeitlicher Verlauf der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe



Zeitlicher Verlauf der meteorologischen Messung und meteorologische Bedingungen

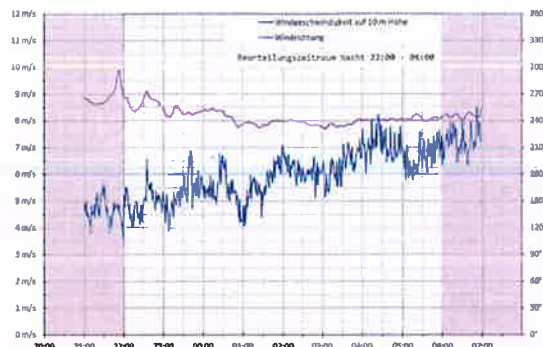


Abbildung 48: Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe und Nabenhöhe sowie Windrichtung aus dem Mittelwert der Betriebsdaten aller drei WEA. 03.01.2020 21:00 – 04.01.2020 07:00

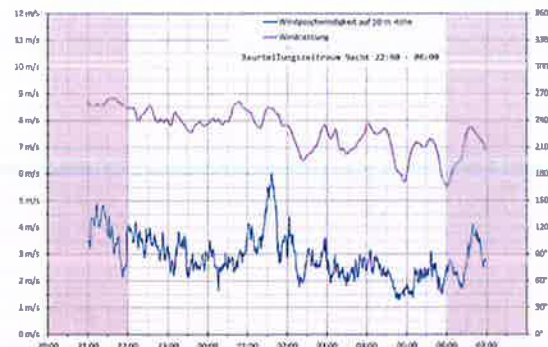


Abbildung 49: Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe und Nabenhöhe sowie Windrichtung aus dem Mittelwert der Betriebsdaten aller drei WEA. 04.01.2020 21:00 – 05.01.2020 07:00



Abbildung 50: Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe und Nabenhöhe sowie Windrichtung aus dem Mittelwert der Betriebsdaten aller drei WEA. 05.01.2020 21:00 – 06.01.2020 07:00

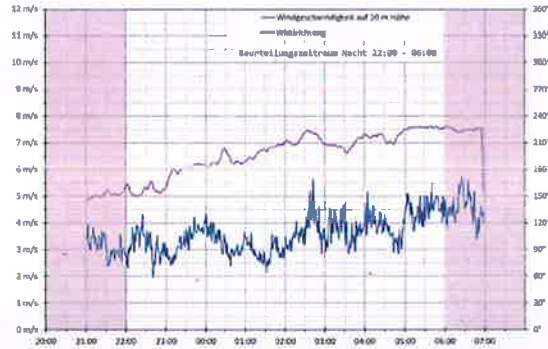


Abbildung 51: Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe und Nabenhöhe sowie Windrichtung aus dem Mittelwert der Betriebsdaten aller drei WEA. 06.01.2020 21:00 – 07.01.2020 07:00



Abbildung 52: Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe und Nabenhöhe sowie Windrichtung aus dem Mittelwert der Betriebsdaten aller drei WEA. 07.01.2020 21:00 – 08.01.2020 07:00

Zusammenfassung der meteorologischen Bedingungen	
Analysezeitraum	03.01.2020 21:00 - 08.01.2020 07:00
Windgeschwindigkeitsbereich Gemessene Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe	1,3 m/s – 9,7 m/s
Mittlere Windrichtung, Windrichtungsbereich	214°, 142° - 308°
Mittlere Lufttemperatur	5 °C
Mittlere relative Luftfeuchte	81 %
Mittlerer Luftdruck	1023 hPa

Tabelle 9: Meteorologische Bedingungen während der Messung..

Immissionsmessungen vom 27. – 28.03.2020

Durchführung der Messung

Die beiden Messungen dieser Messkampagne wurden am Nachmittag des 27.03.2020 aufgebaut und in Betrieb genommen. In den folgenden Nächten bis zum Morgen des 29.03.2020 haben sich die Messgeräte zeitgesteuert um 21:00 Uhr aktiviert und bis 07:00 Uhr des Folgetages die gemessenen Schalldruckpegel in 1 Minutenmittelwerten für das Gesamt- und das Fremdgeräusch aufgezeichnet. Für die Fremdgeräuschmessung wurden alle zehn WEA zeitweilig während der Nächte gestoppt. Meteorologisch war kühles aber sonnig klares Frühlingswetter vorherrschend. Im Verlauf der Messung kam stürmischer Wind auf der einen maßgeblichen Einfluss auf die Messung hatte.

Messort 4 Ersatzmessort Niedernstraße 14

Messaufbau und verwendete Messgeräte

Das Mikrofon für die Tonaufzeichnung wurde in ca. 4 m Höhe auf einem Seitenausleger an einem 10 m Wettermessmast auf einer Freifläche neben dem Immissionsort aufgebaut. Zur Unterdrückung windinduzierter Geräusche ist das Mikrofon mit einem primären und einem sekundären Windschirm ausgestattet. Die Standortkoordinaten der Messung werden nach ETRS89 Zone32 mit X-Wert 459547, Y-Wert 5916337 angegeben. Nach DIN 45645-1 [2] ist der Messort 0,5 m vor dem geöffneten Fenster des am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes. Aufgrund der vorgefundenen baulichen Bedingungen des Immissionsortes können Störeinflüsse durch Reflexionen nicht ausgeschlossen werden. Zusatz ist der Immissionsort mit Pflanzen und Bäumen eingewachsen. Daher wurde auf den Ersatzmessort auf der benachbarten Freifläche ausgewichen.

Aufgrund eines Abstands zwischen Geräuschquelle und Messort von mehr als 200 m waren Mitwindbedingungen gemäß A.3.3.3 der TA Lärm [1] gefordert. Zudem besagt 6.4 der DIN 45645-1 [2], dass ein Beurteilungspegel für schallausbreitungsgünstige Wetterlagen (z.B. bei Mitwind oder bei Inversionswetterlagen) zu ermitteln ist. Mitwindbedingungen liegen für eine Geräuschquelle nach 6.4 der DIN 45645-1 dann vor, wenn der Wind von dieser Quelle in Richtung Messort in einem Sektor von bis zu 60° weht und wenn die Windgeschwindigkeit im Bereich weitgehend ungestörter Windströmung (z.B. auf freiem Feld) in 10 m Höhe bei mehr als 0,5 m/s liegt. Der für den Messort gültige Messsektor wird mit 13° -123° angegeben.

In folgender Tabelle sind die für die Schallimmissionsmessung verwendeten wichtigsten Geräte mit Seriennummer und Kalibriernummer sowie Gültigkeit der Eichung angegeben.

Gerät	Typenbezeichnung	Serien-Nr.	Kalibrier-Nr.	Bemerkung
Pegelmesser	Brüel&Kjaer 2250	2809200	CDK1900894/01.02.2019	Eichung bis 2019
Mikrofon	Brüel&Kjaer 4952	3037388	DO-1-41-18-00066	Eichung bis 2020
Kalibrator	Brüel&Kjaer 4231	3014972	CDK1900860/31.01.2019	Eichung bis 2020

Tabelle 10: Bei der Messung verwendete Messgeräte mit Serien- und Kalibriernummern.

Grafik der gemessenen Pegel

In der Grafik werden die am Messort 4 aufgezeichneten Schalldruckpegel für das Gesamt- sowie auch für das Fremdgeräusch über die Windgeschwindigkeit aufgetragen. Zusätzlich ist mit einer gestrichelten Geraden der nächtliche Immissionsrichtwert von 45 dB(A) eingetragen. Unabhängig von den vorhandenen Geräuschen bilden sich an der Messposition mit wachsender Windgeschwindigkeit windinduzierte Geräusche aus. Diese werden zwar durch Verwendung eines zweifachen Windschirms über dem Mikrofon abgemildert, können aber nicht vollständig eliminiert werden. Durch die senkrechte gestrichelte Linie wird der Bereich angedeutet ab dem die windinduzierten Geräusche allein den Immissionsrichtwert überschreiten und bei dem das Fremdgeräusch höher sein kann als das Betriebsgeräusch der WEA.

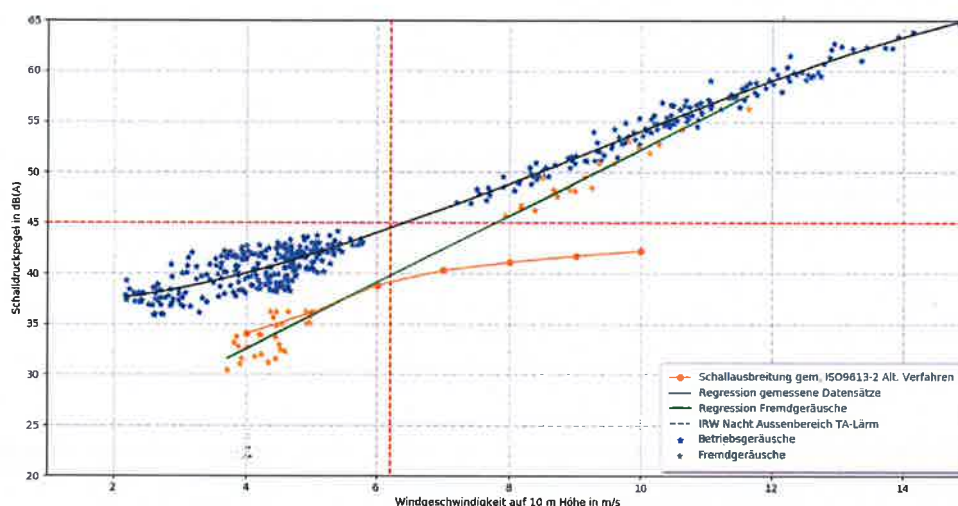


Abbildung 53: Grafische Darstellung der gemessenen Schalldruckpegel für Gesamt- und Fremdgeräusch.

Zeitlicher Verlauf der Geräuschmessung

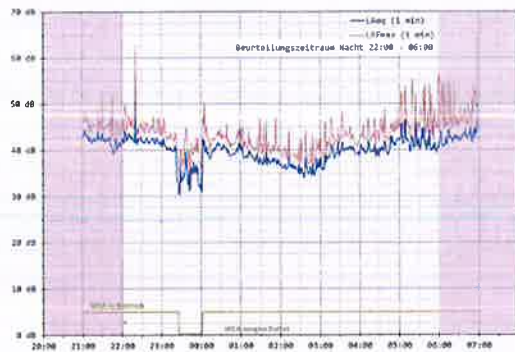


Abbildung 54: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
27.03.2020 21:00 – 28.03.2020 07:00

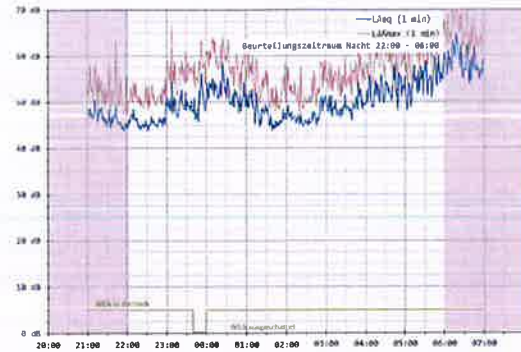


Abbildung 55: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
28.03.2020 21:00 – 29.03.2020 07:00

- ¹⁾ Dargestellt sind hier ebenso Störgeräusche, die nachgeprüft nicht dem Windparkgeräusch zuzuordnen sind. Diese sind nach Abhören sowie eindeutiger Zuordnung aussortiert worden und sind nicht in die Beurteilung eingegangen. Erkennbar sind diese an Spitzen im Pegelzeitverlauf.

Beurteilungspegel

Die Werte für die Schalldruckpegel bei den ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten wurden aus den Messwerten mittels einer Regressionsanalyse der Streudiagramme ermittelt. Die Schalldruckpegel bei Betrieb aller WEA des Windparks, während der Hintergrundgeräuschemessung bei abgeschalteten WEA sowie die bezüglich der Fremdgeräusche korrigierten Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

$v_{10m}^{1)}$ Gem. Wind- geschwindigkeit auf 10m Höhe	$LAeq_{s+n}^{2)}$ ermittelter A-bew. Schalldruckpegel Gesamtgeräusch	$LAeq_n^{2)}$ ermittelter A-bew. Schalldruckpegel Fremdgeräusch	$LAeq_s^{3)}$ fremdgeräusch- korrigierter Schalldruckpegel	LAr Ermittelter Beurteilungspegel
in m/s	in dB(A)	in dB(A)	in dB(A)	in dB(A)
2	37.0	26.3	36.6	36.6
3	38.6	29.4	38.0	38.0
4	40.2	32.5	39.3	39.3
5	41.8	35.7	40.5	40.5

Tabelle 11: Darstellung der ermittelten Ergebnisse aus den Messungen und Angabe des Beurteilungspegels bei den ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten der gemessenen Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe.

- 1) Standardisierte Windgeschwindigkeit auf 10m Höhe.
- 2) Aus der Regression aller gemessenen und über 1 Minute gemittelten A-bewerteten Schalldruckpegel ermittelten Schalldruckpegel bei ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten. Der Wert des Schalldruckpegels für das Fremdgeräusch bei dem ganzzahligen Windgeschwindigkeitswert 5 m/s folgt aus der Regression und basiert nicht auf gemessene Datensätze des Fremdgeräusches (WEA aus).
- 3) Fremdgeräuschkorrigierter A-bewerteter Schalldruckpegel

Subjektiver Höreindruck

Zu Beginn der Messung und bei einem Kontrollbesuche wurde ein subjektiver Höreindruck der Geräusche am Messort gewonnen. Neben dem als normal zu bezeichnenden breitbandigen Strömungsgeräusch von den Rotoren der WEA im Windpark war am zweiten Messtag windinduzierte Geräusche in der Umgebung der Messung aufgrund des kräftigen bis stürmischen Windes wahrzunehmen.

Photodokumentation



Abbildung 56: Messaufbau
Geräuschmessung Messort 4
Ersatzimmissionsort Niedernstraße 14
vom 27. – 28.03.2020 im Westen des
Windparks.



Abbildung 57: Panorama Messort 4 – 0°



Abbildung 58: Panorama Messort 4 – 30°



Abbildung 59: Panorama Messort 4 – 60°



Abbildung 60: Panorama Messort 4 – 90°



Abbildung 61: Panorama Messort 4 – 120°



Abbildung 62: Panorama Messort 4 – 150°



Abbildung 63: Panorama Messort 4 – 180°



Abbildung 64: Panorama Messort 4 – 210°



Abbildung 65: Panorama Messort 4 – 240°



Abbildung 66: Panorama Messort 4 – 270°



Abbildung 67: Panorama Messort 4 – 300°



Abbildung 68: Panorama Messort – 330°

Messort 5 auf 45 dB(A) Isophone

Messaufbau und verwendete Messgeräte

Das Mikrofon für die Tonaufzeichnung wurde in ca. 4 m Höhe auf einem Stativ auf einer Freifläche auf der berechneten 45 dB(A) Isophone aufgebaut. Zur Unterdrückung windinduzierter Geräusche ist das Mikrofon mit einem primären und einem sekundären Windschirm ausgestattet. Die Standortkoordinaten der Messung werden nach ETRS89 Zone32 mit X-Wert 459844, Y-Wert 5916176 angegeben.

Aufgrund eines Abstands zwischen Geräuschquelle und Messort von mehr als 200 m waren Mitwindbedingungen gemäß A.3.3.3 der TA Lärm [1] gefordert. Zudem besagt 6.4 der DIN 45645-1 [2], dass ein Beurteilungspegel für schallausbreitungsgünstige Wetterlagen (z.B. bei Mitwind oder bei Inversionswetterlagen) zu ermitteln ist. Mitwindbedingungen liegen für eine Geräuschquelle nach 6.4 der DIN 45645-1 dann vor, wenn der Wind von dieser Quelle in Richtung Messort in einem Sektor von bis zu 60° weht und wenn die Windgeschwindigkeit im Bereich weitgehend ungestörter Windströmung (z.B. auf freiem Feld) in 10 m Höhe bei mehr als 0,5 m/s liegt. Der für den Messort gültige Messsektor wird mit 355° -126° angegeben.

In folgender Tabelle sind die für die Schallimmissionsmessung verwendeten wichtigsten Geräte mit Seriennummer und Kalibriernummer sowie Gültigkeit der Eichung angegeben.

Gerät	Typenbezeichnung	Serien-Nr.	Kalibrier-Nr.	Bemerkung
Pegelmesser	Brüel&Kjaer 2250	3000230	CDK1900150/08.01.2019	--
Mikrofon	Brüel&Kjaer 4189	2933690	CDK1900150/08.01.2019	--
Kalibrator	Brüel&Kjaer 4231	3014972	CDK1900860/31.01.2019	--

Tabelle 12: Bei der Messung verwendete Messgeräte mit Serien- und Kalibriernummern.

Grafik der gemessenen Pegel

In der Grafik werden die am Messort 5 aufgezeichneten Schalldruckpegel für das Gesamt- sowie auch für das Fremdgeräusch über die Windgeschwindigkeit aufgetragen. Zusätzlich ist mit einer gestrichelten Geraden der nächtliche Immissionsrichtwert von 45 dB(A) eingetragen. Unabhängig von den vorhandenen Geräuschen bilden sich an der Messposition mit wachsender Windgeschwindigkeit windinduzierte Geräusche aus. Diese werden zwar durch Verwendung eines zweifachen Windschirms über dem Mikrofon abgemildert, können aber nicht vollständig eliminiert werden. Durch die senkrechte gestrichelte Linie wird der Bereich angedeutet ab dem die windinduzierten Geräusche allein den Immissionsrichtwert überschreiten und bei dem das Fremdgeräusch höher sein kann als das Betriebsgeräusch der WEA.

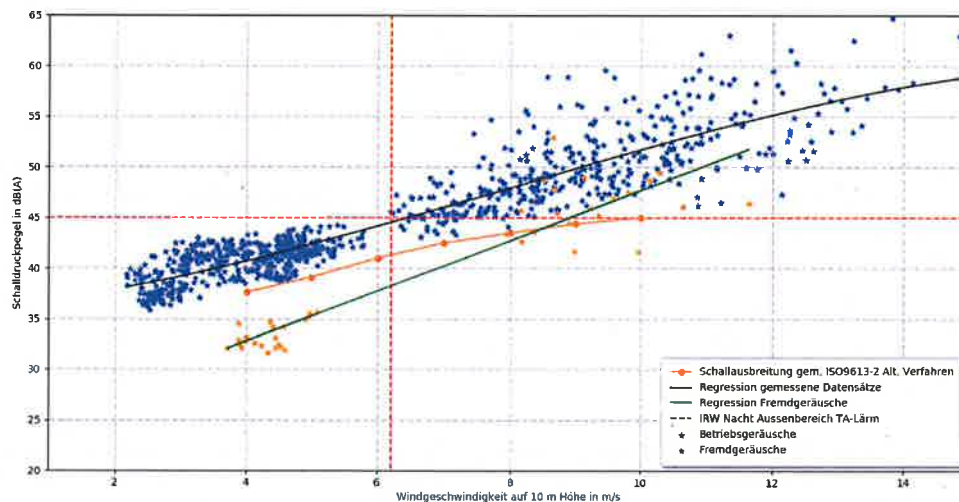


Abbildung 69: Grafische Darstellung der gemessenen Schalldruckpegel für Gesamt- und Fremdgeräusch.

Zeitlicher Verlauf der Geräuschmessung

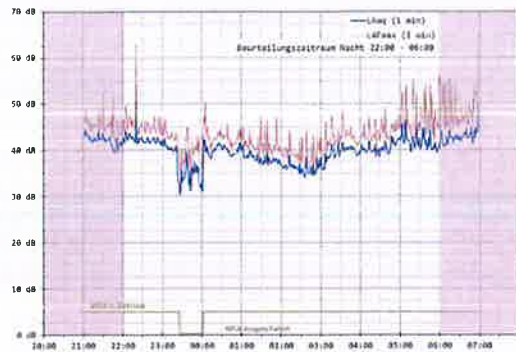


Abbildung 70: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
27.03.2020 21:00 – 28.03.2020 07:00

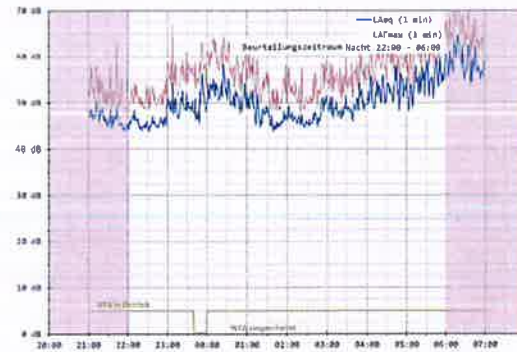


Abbildung 71: Gemessene Schalldruckpegel LAeq und LAFmax am Messort auf 5 m Höhe sowie der Status Betrieb der WEA über den Messzeitraum.¹⁾
28.03.2020 21:00 – 29.03.2020 07:00

- ¹⁾ Dargestellt sind hier ebenso Störgeräusche, die nachgeprüft nicht dem Windparkgeräusch zuzuordnen sind. Diese sind nach Abhören sowie eindeutiger Zuordnung aussortiert worden und sind nicht in die Beurteilung eingegangen. Erkennbar sind diese an Spitzen im Pegelzeitverlauf.

Beurteilungspegel

Die Werte für die Schalldruckpegel bei den ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten wurden aus den Messwerten mittels einer linearen Regressionsanalyse der Streudiagramme ermittelt. Die Schalldruckpegel bei Betrieb aller WEA des Windparks, während der Hintergrundgeräuschmessung bei abgeschalteten WEA sowie die bezüglich der Fremdgeräusche korrigierten Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

v_{10m} ¹⁾ Gem. Wind- geschwindigkeit auf 10m Höhe	$LAeq_{s+n}$ ²⁾ ermittelter A-bew. Schalldruckpegel Gesamtgeräusch	$LAeq_n$ ²⁾ ermittelter A-bew. Schalldruckpegel Fremdgeräusch	$LAeq_s$ ³⁾ fremdgeräusch- korrigierter Schalldruckpegel	LAr Ermittelter Beurteilungspegel
in m/s	in dB(A)	in dB(A)	in dB(A)	in dB(A)
2	38.0	28.9	37.4	37.4
3	39.3	30.8	38.7	38.7
4	40.7	32.7	40.0	40.0
5	42.1	34.5	41.2	41.2

Tabelle 13: Darstellung der ermittelten Ergebnisse aus den Messungen und Angabe des Beurteilungspegels bei den ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten der gemessenen Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe.

- 1) Standardisierte Windgeschwindigkeit auf 10m Höhe.
- 2) Aus der Regression aller gemessenen und über 1 Minute gemittelten A-bewerteten Schalldruckpegel ermittelten Schalldruckpegel bei ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten. Der Wert des Schalldruckpegels für das Fremdgeräusch bei dem ganzzahligen Windgeschwindigkeitswert 5 m/s folgt aus der Regression und basiert nicht auf gemessene Datensätze des Fremdgeräusches (WEA aus).
- 3) Fremdgeräuschkorrigierter A-bewerteter Schalldruckpegel

Subjektiver Höreindruck

Zu Beginn der Messung und bei einem Kontrollbesuche wurde ein subjektiver Höreindruck der Geräusche am Messort gewonnen. Neben dem als normal zu bezeichnenden breitbandigen Strömungsgeräusch von den Rotoren der WEA im Windpark war am zweiten Messtag aufgrund des kräftigen bis stürmischen Windes windinduzierte Geräusche in der Umgebung der Messung wahrzunehmen.

Photodokumentation



Abbildung 72: Messaufbau
Geräuschmessung Messort 5 45 dB-
Isophone vom 27. – 28.03.2020 im
Südwesten des Windparks.



Abbildung 73: Panorama Messort 5 – 0°



Abbildung 74: Panorama Messort 5 – 30°



Abbildung 75: Panorama Messort 5 – 60°



Abbildung 76: Panorama Messort 5 – 90°



Abbildung 77: Panorama Messort 5 - 120°



Abbildung 78: Panorama Messort 5 - 150°



Abbildung 79: Panorama Messort 5 - 180°



Abbildung 80: Panorama Messort 5 - 210°



Abbildung 81: Panorama Messort 5 - 240°



Abbildung 82: Panorama Messort 5 - 270°



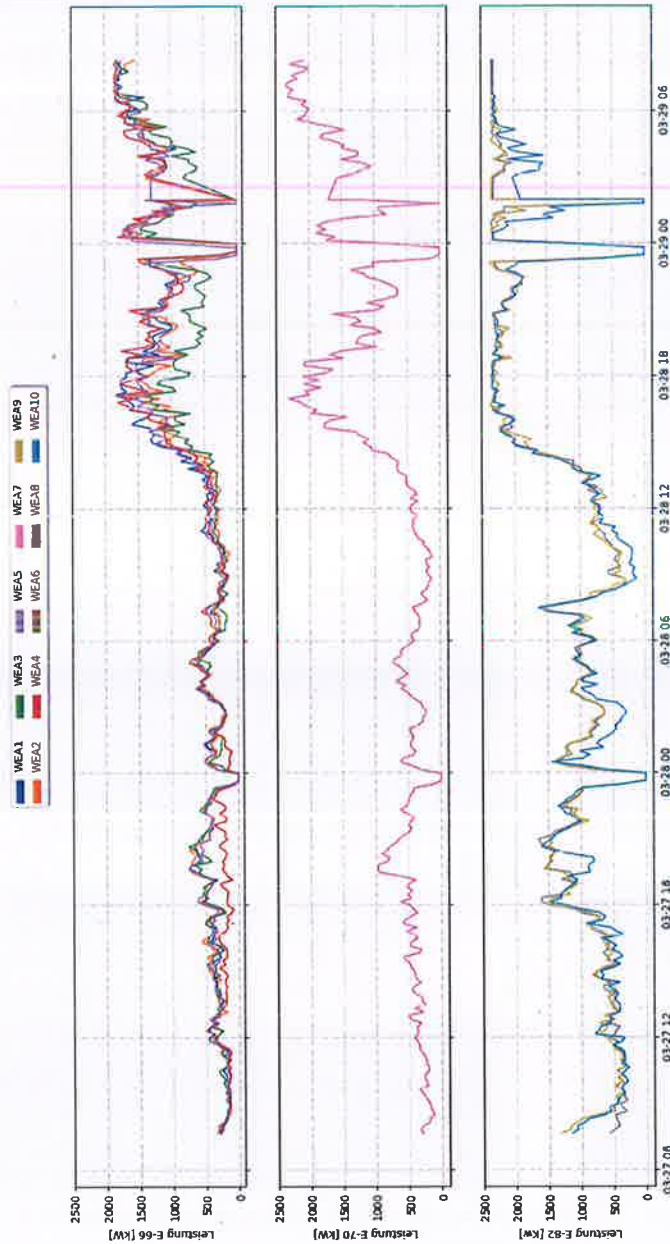
Abbildung 83: Panorama Messort 5 - 300°



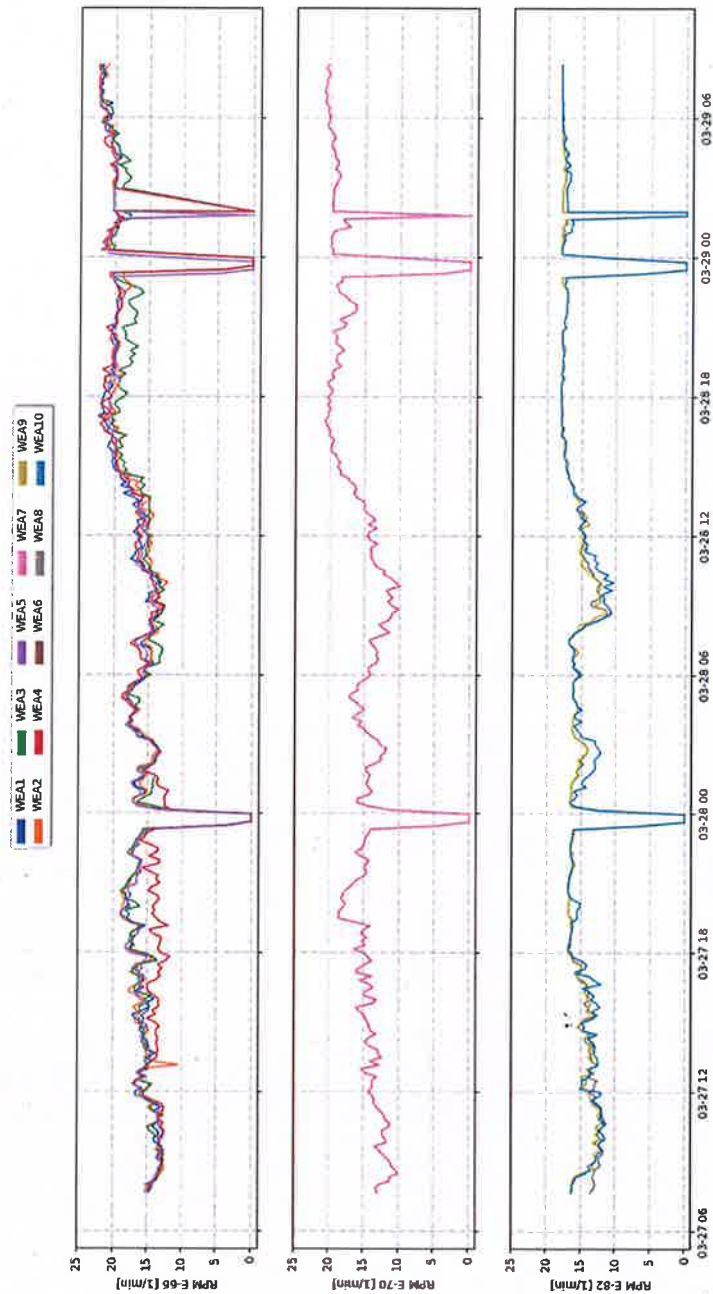
Abbildung 84: Panorama Messort 5 - 330°

WEA Daten vom 27. - 28.03.2020

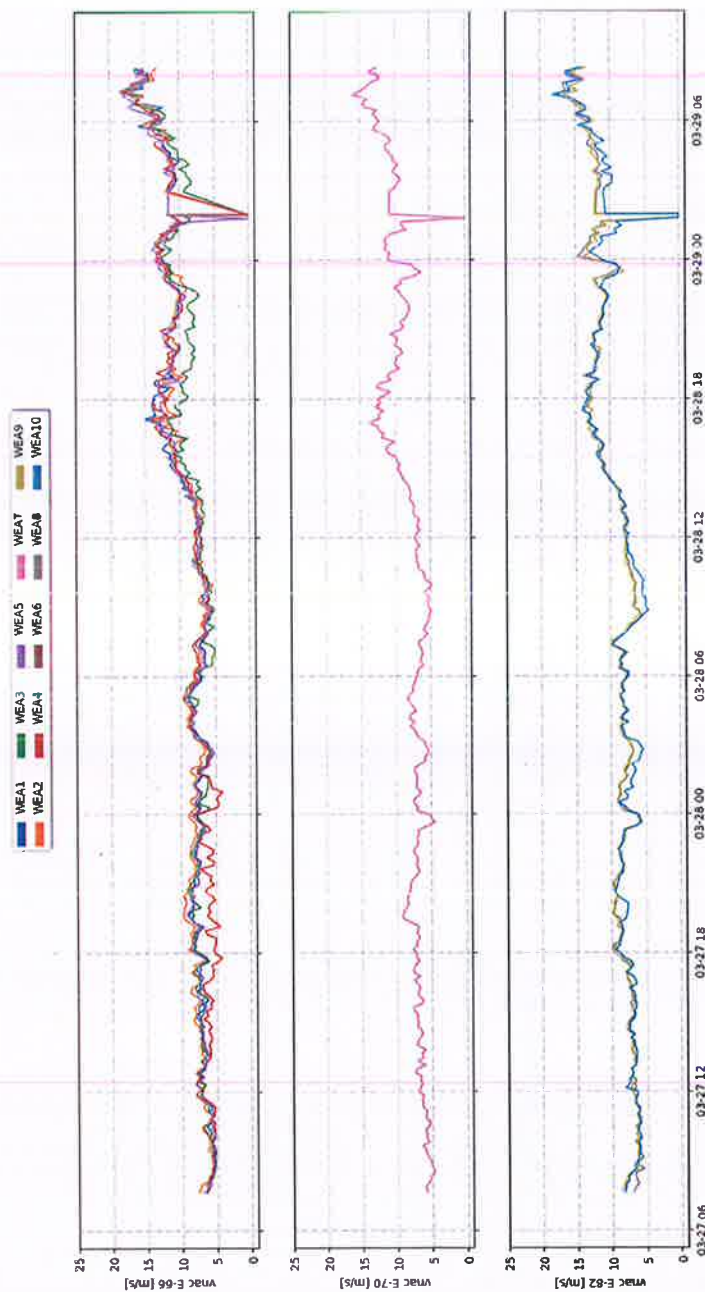
Zeitlicher Verlauf der elektrischen Leistung



Zeitlicher Verlauf der Rotordrehzahl



Zeitlicher Verlauf der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe



Zeitlicher Verlauf der meteorologischen Messung und meteorologische Bedingungen



Abbildung 85: Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe und Nabenhöhe sowie Windrichtung aus dem Mittelwert der Betriebsdaten aller drei WEA.
27.03.2020 21:00 – 28.03.2020 07:00



Abbildung 86: Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe und Nabenhöhe sowie Windrichtung aus dem Mittelwert der Betriebsdaten aller drei WEA.
28.03.2020 21:00 – 29.03.2020 07:00

Zusammenfassung der meteorologischen Bedingungen	
Analysezeitraum	27.03.2020 21:00 - 29.03.2020 07:00
Windgeschwindigkeitsbereich Gemessene Windgeschwindigkeit auf 10 m Höhe	1,9 m/s – 14,8 m/s
Windrichtungsbereich	334° - 57°
Mittlere Lufttemperatur	4,3 °C
Mittlere relative Luftfeuchte	66 %
Mittlerer Luftdruck	1023 hPa

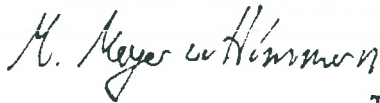
Tabelle 14: Meteorologische Bedingungen während der Messung..

Schlussbemerkung

In der DIN 45645-1 [2] wird die Messung bei Pegelabständen größer 6 dB, nominell 10 dB, zwischen Gesamt- und Fremdgeräusch gefordert. Bei einem Geräuschabstand von 3 dB und weniger wird ein anderer Messort empfohlen. In der Nähe von Windparks kann diese Forderung nicht, oder nur an windgeschützten Standorten, erfüllt werden. Aufgrund der Windgeschwindigkeitsabhängigkeit der hier betrachteten WEA ist ein Geräuschabstand größer 6 dB an diesem Standort erschwert zu erreichen. Die hier dargestellten Beurteilungspegel sind bis zu der Windgeschwindigkeit dargestellt, bei der eine Pegelangabe noch vertretbar ist. Bei Windgeschwindigkeiten von 6 m/s und darüber werden die windinduzierten Geräusche pegelbestimmend. Allgemein kann mitgeteilt werden, dass ab einer Windgeschwindigkeit bezogen auf 10 m Höhe von 5 m/s die gemessenen Schalldruckpegel durch Fremdgeräusche beeinflusst werden. Bis zu der dargestellten Windgeschwindigkeit von 5 m/s werden die nächtlichen Immissionsrichtwerte eingehalten.

Für die Beantwortung von Fragen zum Thema stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Freundliche Grüße



Deutsche WindGuard

Consulting GmbH
Oldenburger Straße 65

D-26316 Varel

Tel.: 04451 / 95 15 - 0 · Fax: 95 15 - 29

Markus Meyer zu Himmern

Deutsche WindGuard Consulting GmbH

Referenzen:

- [1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26.08.1998
- [2] DIN 45645-1, Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen – Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, Juli 1996

Die Deutsche WindGuard Consulting GmbH ist ein von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) akkreditiertes Prüflaboratorium nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 in den Bereichen Leistungskurvenvermessungen, Windmessungen an Standorten und potenziellen Standorten von Windenergieanlagen, Standortbezogene Energieertragsermittlung von Windparks, Site Suitability Studies, Schallemissions- und Schallimmissionsmessungen, Schallimmissionsermittlung durch Berechnung, Schattenwurferrmittlung durch Berechnung, Ermittlung von Geräuschen und Belastungsmessungen an Windenergieanlagen.

Die Deutsche WindGuard Consulting GmbH ist ein von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) akkreditiertes Kalibrierlaboratorium nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 für die Kalibrierung von Windfernmessgeräten (Windgeschwindigkeit und Windrichtung).

Die Deutsche WindGuard Consulting GmbH ist Mitglied von MEASNET und für die Vermessung von Leistungskurven und Windmessungen anerkannt.

Die Deutsche WindGuard Consulting GmbH führt das Konformitätssiegel der Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien e.V. (FGW) für die Vermessung von Leistungskennlinien und die Vermessung von Schallemissionswerten.

Die Abteilung „Akustik“ der Deutschen WindGuard Consulting GmbH ist notifizierte Stelle für behördlich angeordnete Emissions- und Immissionsmessungen zur Ermittlung von Geräuschen von Windenergieanlagen nach §29a Bundes Immissionsschutz Gesetz (BImSchG).



