

# Schalltechnische Untersuchung

## Orientierende Messung von Schallimmissionen

<b>Veranlassung :</b>	Orientierende Überwachungsmessung auf Eigeninitiative des Anlagenbetreibers
<b>Anlage :</b>	WINDPARK KOHLENSTRASSE 7 Windenergieanlagen
<b>Anlagenstandort :</b>	Gemarkung Michelbach a. d. Bilz Gemarkung Gaildorf Gemarkung Obersontheim
<b>Auftraggeber :</b>	Windpark Kohlenstraße GmbH & Co. KG An der Limpurgbrücke 1 74523 Schwäbisch Hall
<b>Genehmigungsbehörde:</b>	Landratsamt Schwäbisch Hall
<b>Durchgeführt von:</b>	rw bauphysik ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG Dipl.-Ing. (FH) Carsten Dietz im weiler 7 74523 schwäbisch hall Telefon 0791 . 978 115 – 16 Telefax 0791 . 978 115 – 20
<b>Berichtsnummer / -datum :</b>	16603_2 SIS vom 21.08.2017
<b>Auftragsdatum :</b>	19.05.2016
<b>Berichtsumfang :</b>	28 Seiten Bericht, 6 Seiten Anhang
<b>Aufgabenstellung :</b>	Orientierende Messung und Beurteilung von Geräuschemissionen, die durch den Betrieb der Windenergieanlagen des WINDPARKS KOHLENSTRASSE in der Nachbarschaft verursacht werden (Überwachungsmessung)

thermische bauphysik

raumakustik

bauakustik

lärmschutz

rw bauphysik  
ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG  
sitz schwäbisch hall  
HRA 724819 amtsgericht stuttgart

komplementärin:  
rw bauphysik verwaltungs GmbH  
sitz schwäbisch hall  
HRB 732460 amtsgericht stuttgart

geschäftsführender gesellschaftler:  
dipl.-ing. (fh) oliver rudolph  
geschäftsführer:  
dipl.-ing. (fh) carsten dietz

[www.rw-bauphysik.de](http://www.rw-bauphysik.de)  
[info@rw-bauphysik.de](mailto:info@rw-bauphysik.de)

amtlich anerkannte messstelle nach  
§29b bundesimmissionsschutzgesetz

74523 schwäbisch hall  
im weiler 7  
tel 0791 . 97 81 15 – 0  
fax 0791 . 97 81 15 – 20

niederlassung stuttgart  
(bei BRÜSSAU Bauphysik)  
marie-curie-straße 6  
70736 Fellbach

niederlassung dinkelsbühl  
nördlinger straße 29  
91550 dinkelsbühl

 **ENERGIEEFFIZIENZ-  
EXPERTEN**  
für Förderprogramme des Bundes

 **DAkks**  
Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14590-01-00

Als Labor- und Messstelle akkreditiert  
nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die  
Berechnung und Messung von Ge-  
räuschemissionen und -immissionen

## Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Aufgabenstellung	5
3	Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen	6
4	Örtliche Verhältnisse und Immissionsorte	8
5	Immissionsrichtwerte und ergänzende Bestimmungen der TA Lärm	10
5.1	Immissionsrichtwerte	10
5.2	Anlagenzielverkehr	13
5.3	Tieffrequente Schallimmissionen	13
6	Anlagenbeschreibung	15
7	Schallimmissionsmessungen	17
7.1	Allgemeines	17
7.2	Messgeräte	17
7.3	Messung	18
7.3.1	Allgemeines	18
7.3.2	Messwerte	19
8	Schalltechnische Beurteilung	21
8.1	Ermittlung des Beurteilungspegels	21
8.2	Vergleich mit den Anforderungen	23
8.2.1	Beurteilungspegel	23
8.2.2	Maximalpegel	24
8.2.3	Anlagenzielverkehr	24
8.2.4	Tieffrequente Geräuschimmissionen	24
9	Qualität der Untersuchung	26
10	Schlusswort	27
11	Anlagenverzeichnis	28

## 1 Zusammenfassung

Die Windpark Kohlenstraße GmbH & Co. KG betreibt auf den Gemarkungen Michelbach a. d. Bilz, Gaildorf und Obersontheim sieben Windkraftanlagen. Durch orientierende Schallimmissionsmessungen sollte geprüft werden, ob die Immissionsrichtwerte der TA Lärm an den maßgeblichen Immissionsorten bei ‚offenem Betrieb‘, d. h. ohne Drehzahlbegrenzung, zur Nachtzeit eingehalten werden. In diesem Zusammenhang sollte auch eine Beurteilung im Hinblick auf möglicherweise schädliche tieffrequente Geräuschimmissionen vorgenommen werden. Diese Untersuchung liegt hiermit vor.

Der vorliegende Messbericht ersetzt den Bericht B16603 SIS vom 06.06.2016. Eine Überarbeitung wurde notwendig, da festgestellt wurde, dass in der ursprünglichen Auswertung die Windrichtungen fehlerhaft interpretiert und demzufolge nicht die immissionsrelevanten Mitwindsituationen beurteilt wurden.

Da bei den vorliegend ausgewerteten Mitwindsituationen ein starker Fremdgeräuscheinfluss durch überlagerndes Blätterrauschen, etc. festgestellt wurde, wird in der vorliegenden Untersuchung bei der Bildung des Beurteilungspegels der Perzentilpegel  $L_{95}$  verwendet. Weitere Erläuterungen dazu finden sich in Kapitel 7.

Als maßgeblicher Immissionsort (IO 1) für die Beurteilung der Lärmsituation wurde das Wohngebäude Bilzweg 17 in Michelbach a. d. Bilz ausgewählt. Die Dauerschallpegelmessungen wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber [15] am Ersatzmesspunkt (EMP) Wohngebäude Buchhorn 4 in Michelbach a. d. Bilz durchgeführt, da hier eine geringere Fremdgeräuschbelastung besteht und die Dauermessstation längerfristig störungsfrei betrieben werden konnte. Die Schallimmissionsmessungen fanden vom 20.04.2016 bis zum 23.05.2016 statt.

Maßgebend für die Lärmbelastung am Ersatzmesspunkt ist die WEA Michelbach 5. Für die Ermittlung des Beurteilungspegels wurden nur Messungen bei Windgeschwindigkeiten ab 6 m/s und mit einem Windrichtungssektor von  $35^\circ - 95^\circ$  ausgewertet und beurteilt (offener Betrieb bei Mitwind). Mit dieser Betrachtung wurde somit der ungünstigste bzw. ‚lauteste‘ Betriebszustand beurteilt. Darüber hinaus wurden nur Messpassagen in den Nachtstunde herangezogen, da hier aufgrund der Lage des EMP weniger Fremdgeräusche vorlagen und die Nachtzeit den maßgeblichen Beurteilungszeitraum darstellt.

Die in Kapitel 8 tabellarisch und im Anhang grafisch dargestellten Beurteilungsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Die gesamten Messergebnisse sind in den Anlagen 1 bis 6 dokumentiert.**
- **Am IO 1 (Wohngebäude Bilzweg 17) ergibt sich nach einer abstandsbezogenen Umrechnung ein Beurteilungspegel von rd. 32 dB(A). Somit liegt der Beurteilungspegel bei offenem Betrieb und Mitwindsituation rd. 8 dB unter dem nach TA Lärm [3] zulässigen Immissionsrichtwert für ein allgemeines Wohngebiet (WA). Es kann somit auf eine Betrachtung der Vorbelastung verzichtet werden (s. a. Irrelevanzkriterium in Kapitel 5.1).**
- **Auch im Hinblick auf tieffrequente Geräuschimmissionen gemäß TA Lärm [3] bzw. DIN 45680 [12] sowie im Hinblick auf kurzzeitige Geräuschspitzen (Maximalpegel) sind keine Immissionskonflikte erkennbar.**
- **Es bestehen aus schalltechnischer Sicht keine Bedenken gegen den Betrieb des WINDPARKS KOHLENSTRASSE.**

## 2 Aufgabenstellung

Nach Inbetriebnahme von mehreren Windkraftanlagen im WINDPARK KOHLENSTRASSE auf den Gemarkungen Michelbach a. d. Bilz, Gaildorf und Obersontheim sollte durch eine orientierende Schallimmissionsmessung geprüft werden, ob und in welcher Höhe die Betriebsgeräusche hörbar sind und ob die die Immissionsrichtwerte der TA Lärm an den nächstgelegenen Immissionsorten bei ‚offenem Betrieb‘, d. h. ohne Drehzahlbegrenzung, zur maßgeblichen Nachtzeit eingehalten werden. In diesem Zusammenhang sollte auch eine Aussage zu möglicherweise schädlichen tieffrequenten Geräuschemissionen getroffen werden.

Die vorliegende Untersuchung umfasst gemäß Auftrag folgende Arbeitsschritte:

- Abstimmung der Messplanung mit dem Auftraggeber [15]
- Dauerschallpegelmessung an einem Ersatzmesspunkt im Einwirkungsbereich der Windenergieanlagen des WINDPARKS KOHLENSTRASSE mit einer wetterfesten Dauer- messstation der Klasse 1 im Zeitraum vom 20.04.2016 bis zum 23.05.2016
- Auswertung der vom AG zur Verfügung gestellten Daten bzgl. Windgeschwindigkeit und Windrichtung der nächstgelegenen Windenergieanlage (WEA) - Michelbach 5
- Auswertung der Dauermessung unter Berücksichtigung der Windgeschwindigkeit sowie der Windrichtung
- Umrechnung der am Ersatzmesspunkt gewonnenen Mittelungspegel auf einen maßgeblichen Immissionsort
- Beurteilung der Messergebnisse und Vergleich der Beurteilungspegel mit dem jeweiligen Immissionsrichtwert der TA Lärm [3]
- Beurteilung tieffrequenter Geräuschemissionen
- Dokumentation der Messreihen
- Berichtswesen

Am 19.05.2016 wurde die vorliegende Untersuchung von der WINDPARK KOHLENSTRASSE GmbH & Co. KG beauftragt.

### 3 Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen

Folgende Vorschriften wurden bei der Durchführung der Untersuchung berücksichtigt:

- [1] BImSchG, Bundes-Immissionsschutzgesetz ‚Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge‘ in der derzeit gültigen Fassung
- [2] 4. BImSchV ‚Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes‘ in der derzeit gültigen Fassung
- [3] TA Lärm ‚Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm)‘, August 1998
- [4] Auslegungshinweise zur Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm – vom 26.08.1998 – TA Lärm – für Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stand Juni 1999
- [5] 16. BImSchV ‚Verkehrslärmschutzverordnung‘, Juni 1990
- [6] RLS-90 ‚Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen‘, 1990
- [7] DIN ISO 9613-2 ‚Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien‘, Oktober 1999
- [8] DIN EN 12354-4 ‚Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 4: Schallübertragung von Räumen ins Freie‘, April 2001
- [9] DIN 4109, ‚Schallschutz im Hochbau‘, Nov. 1989 mit Änderung A1, Januar 2001
- [10] DIN 45 641 ‚Mittelung von Schallpegeln‘, Juni 1990
- [11] DIN 45 645-1 ‚Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen‘, Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, Juli 1996
- [12] DIN 45 680 ‚Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft‘, März 1997
- [13] DIN 45 681 ‚Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen‘, März 2005, Berichtigung 2, August 2006
- [14] LUBW: Tieffrequente Geräusche inklusive Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen‘, Februar 2016

Weiter wurden folgende Grundlagen berücksichtigt:

- [15] Abstimmungsgespräch zur Festlegung der Messplanung mit Herrn Hofmann als Vertreter der WINDPARK KOHLENSTRASSE GmbH & Co. KG am 18.04.2016
- [16] Vestas Wind Systems A/S: Schallemissionsgutachten gemäß FGW TR 1, Rev. 18, Berichtsnummer GLGH-4286 14 12099 293-A-0001-A vom 21.10.2014 erhalten von den Stadtwerken Schwäbisch Hall am 18.04.2016 per E-Mail
- [17] windtest grevenbroich gmbh: Schalltechnisches Gutachten gemäß FGW TR 1 zur Windenergieanlage Vestas V126-3.3MW Ser.Nr. 203838 mit aerodynamischer Modifizierung am Standort Kaufbeuren / Deutschland, – Betriebsmodus 0- Bericht SE14033B8 vom 25.02.2015 erhalten von den Stadtwerken Schwäbisch Hall am 18.04.2016 per E-Mail
- [18] Messdaten der Windenergieanlage Michelbach 5 erhalten von den Stadtwerken Schwäbisch Hall am 10.05.2016/27.05.2016 per E-Mail
- [19] Stellungnahme S16603\_SIS der rw bauphysik vom 10.08.2017

Urheberrechtlich geschütztes Dokument  
Windpark Kohlenstraße GmbH & Co. KG

#### 4 Örtliche Verhältnisse und Immissionsorte

Die Windpark Kohlenstraße GmbH & Co. KG hat Ende des Jahres 2015 sieben Windenergieanlagen des Typs Vestas V126 mit einer installierten Leistung von jeweils 3,3 Megawatt entlang der Kohlenstraße in Betrieb genommen. Die Windenergieanlagen stehen verteilt auf den Gemarkungen Michelbach a. d. Bilz, Gaildorf und Obersontheim. Die eingesetzten Anlagen haben bei einer Nabenhöhe von 137 m und einem Rotordurchmesser von 126 m eine Gesamthöhe von 200 m. Alle sieben WEA wurden im Zeitraum vom 13.11.15 bis 23.12.15 in Betrieb genommen und speisen seitdem Strom in das öffentliche Versorgungsnetz ein.

Als Immissionsorte für die Beurteilung der Lärmsituation wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber das Wohngebäude Bilzweg 17 (IO 1) in Michelbach a. d. Bilz gewählt. Die Dauerschallpegelmessungen wurden an folgendem Ersatzmesspunkt (EMP) in Michelbach a. d. Bilz durchgeführt, da hier eine verhältnismäßig geringe Fremdgeräuschbelastung vorhanden ist und die Dauermessstation längerfristig störungsfrei installiert werden konnte:

- EMP: Wohngebäude Buchhorn 4 – 1. OG - Ostfassade

Das Wohngebäude Buchhorn 4 (EMP) befindet sich auf einer Höhe von rd. 461 m ü. N. N., der Immissionsort (IO 1) auf rd. 388 m ü. N. N.. Die örtlichen Verhältnisse einschließlich der Lage der Windenergieanlage, des betrachteten Immissionsortes (IO 1) sowie des Ersatzmesspunktes (EMP) sind in der nachfolgenden Abbildung 1 dargestellt.



Abbildung 1: Übersichtsplan mit Darstellung des Immissionsortes IO 1 sowie des Ersatzmesspunktes EMP (Quelle Luftbild: Google Earth)

## 5 Immissionsrichtwerte und ergänzende Bestimmungen der TA Lärm

### 5.1 Immissionsrichtwerte

Für die schalltechnische Beurteilung von Betriebs- und Anlagengeräuschen wird als maßgebliche Richtlinie die TA Lärm [3] herangezogen. Danach ist der Beurteilungspegel 0,5 m vor geöffnetem Fenster des nächstgelegenen schutzbedürftigen Aufenthaltsraums im Sinne der DIN 4109 zu bestimmen. Zu den schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen zählen Wohnräume und -dielen, sämtliche Schlafräume, Büro-, Praxis- und Unterrichtsräume.

Die unten aufgeführten Immissionsrichtwerte (IRW) sind nicht innerhalb von Hausgärten, Terrassen o. Ä. einzuhalten, sondern ausschließlich am Gebäude selbst. Nach TA Lärm [3] werden alle tagsüber entstehenden Geräusche auf den Tageszeitraum von 6 – 22 Uhr bezogen. In allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten, in reinen Wohngebieten und Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten ist ein Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit von 6 dB („Ruhezeitzuschläge“) zu berücksichtigen.

Die Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit sind

werktags: morgens von 6–7 Uhr und abends von 20–22 Uhr

sonn-/ feiertags: morgens von 6–9 Uhr, mittags von 13–15 Uhr und abends von 20–22 Uhr.

Zur Nachtzeit von 22 – 6 Uhr gilt nach TA Lärm [3] ein Beurteilungszeitraum von nur 1 h, die so genannte ‚lauteste volle Nachtstunde‘.

Der Immissionsrichtwert für regelmäßige Ereignisse gilt auch dann als überschritten, wenn er durch kurzzeitige Geräuschspitzen um mehr als 30 dB zur Tages- oder mehr als 20 dB zur Nachtzeit überschritten wird.

Zusammengefasst gelten nach TA Lärm [3] bei regelmäßig einwirkenden Anlagengeräuschen für schutzbedürftige Nachbarbebauungen folgende Richtwerte:

Immissionsrichtwerte der TA Lärm für ‚regelmäßige Ereignisse‘	Immissionsrichtwerte in dB(A)		Zulässige Maximalpegel in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Gebietsausweisung				
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten (SO)	45	35	75	55
Reine Wohngebiete (WR)	50	35	80	55
Allg. Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgeb. (WS)	55	40	85	60
Kern-, Dorf-, Mischgebiete (MK, MD, MI)	60	45	90	65
Gewerbegebiete (GE)	65	50	95	70
Industriegelände (GI)	70	70	100	90

Tabelle. 1 : Immissionsrichtwerte und zulässige Maximalpegel der TA Lärm für ‚regelmäßige Ereignisse‘

Nach TA Lärm [3] gelten für sog. ‚**seltene Ereignisse**‘, d.h. Ereignisse, die an höchstens 10 Tagen oder Nächten im Jahr auftreten, folgende für Wohn- und Mischgebiete gleich hohe Richtwerte:

Immissionsrichtwerte der TA Lärm für ‚seltene Ereignisse‘	Immissionsrichtwerte in dB(A)		Zulässige Maximalpegel in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Gebietsausweisung				
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten (SO)	70	55	90	65
Reine Wohngebiete (WR)	70	55	90	65
Allg. Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgeb. (WS)	70	55	90	65
Kern-, Dorf-, Mischgebiete (MK, MD, MI)	70	55	90	65
Gewerbegebiete (GE)	70	55	95	70
Industriegelände (GI)	keine	keine	keine	keine

Tabelle. 2 : Immissionsrichtwerte und zulässige Maximalpegel der TA Lärm für ‚seltene Ereignisse‘

#### Immissionsrichtwerte innerhalb von Gebäuden

Sind betriebsfremde, schutzbedürftige Aufenthaltsräume im Sinne der DIN 4109 [9] baulich mit gewerblich genutzten Räumen bzw. Anlagen verbunden, so gelten ergänzend folgende Anforderungen:

- Immissionsrichtwert in Aufenthaltsräumen tags / nachts:  $L_{Aeq} = 35 \text{ dB(A)} / 25 \text{ dB(A)}$
- zulässiger Maximalpegel in Aufenthaltsräumen tags / nachts:  $L_{max} = 45 \text{ dB(A)} / 35 \text{ dB(A)}$

Treten Richtwertüberschreitungen auf, dürfen keine passiven Lärmschutzmaßnahmen getroffen werden. Nur aktive Schutzmaßnahmen sind zulässig, wie z.B. Wälle und Wände.

#### Gemengelage nach TA Lärm

Wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Geräuschauswirkungen vergleichbar genutzte und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen (Gemengelage), können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinandergrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist. Die Immissionsrichtwerte für Dorf-, Kern- und Mischgebiete sollen dabei nicht überschritten werden. Gleichwohl ist vorauszusetzen, dass der Stand der Lärminderungstechnik eingehalten wird.

Für die Höhe des Zwischenwertes ist die konkrete Schutzwürdigkeit des betroffenen Gebietes maßgeblich. Wesentliche Kriterien sind die Prägung des Einwirkungsgebiets durch den Umfang der Wohnbebauung einerseits und durch Gewerbe- und Industriegebiete andererseits, die Ortsüblichkeit eines Geräusches und die Frage, welche der unverträglichen Nutzungen zuerst verwirklicht wurde. Liegt ein Gebiet mit erhöhter Schutzwürdigkeit nur in einer Richtung zur Anlage, so ist dem durch die Anordnung der Anlage auf dem Betriebsgrundstück und die Nutzung von Abschirmungsmöglichkeiten Rechnung zu tragen.

#### Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung / Irrelevanzkriterium nach TA Lärm

Nach den Bestimmungen der TA Lärm [3] ist am Immissionsort die Summe aller Anlagen-geräusche zu betrachten und mit dem jeweiligen Immissionsrichtwert zu vergleichen. Die Schallimmissionen werden als Gesamtbelastung bezeichnet und setzen sich zusammen aus z. B. den Geräuschen einer neuen Anlage (Zusatzbelastung) und den Immissionen bereits vorhandener Anlagen (Vorbelastung).

Der Immissionsrichtwert kann nach Kapitel 3.2 der TA Lärm [3] von der neuen zu beurteilenden Anlage ausgeschöpft werden, sofern die Vorbelastung anderer Anlagen an den maßgeblichen Immissionsorten keine pegelerhöhende Wirkung hat.

Wirken sich bereits bestehende Anlagen jedoch vorbelastend aus, kann die Vorbelastung messtechnisch oder rechnerisch bestimmt werden. Alternativ kann nach Kapitel 3.2.1, Absatz 2 der TA Lärm [3] vorgegangen werden. Danach stellt ein Immissionsbeitrag zur Gesamtbelastung keine Relevanz dar, sofern er die Immissionsrichtwerte um mindestens 6 dB unterschreitet.

Das heißt, bei Betrachtung einer einzelnen Anlage muss der durch ihn verursachte Immissionsanteil mindestens 6 dB unter dem jeweiligen Immissionsrichtwert liegen, damit auf die Bestimmung der Vorbelastung verzichtet werden kann.

## 5.2 Anlagenzielverkehr

Geräusche des betriebsbedingten An- und Abfahrtverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen in einem Abstand von bis zu 500 Metern zum Rand des Betriebsgrundstücks in Mischgebieten, allgemeinen und reinen Wohngebieten, sowie in Kurgebieten sollen durch Maßnahmen organisatorischer Art so weit wie möglich vermindert werden, sofern

1. sie den Beurteilungspegel der Verkehrsgeräusche für den Tag oder die Nacht rechnerisch um mindestens 3 dB erhöhen,
2. keine Vermischung mit dem übrigen Verkehr erfolgt und
3. die Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) [5] erstmals oder weitergehend überschritten werden.

Diese drei Kriterien gelten kumulativ. Das heißt, erst wenn alle drei Kriterien zutreffen, sind organisatorische Maßnahmen zur Vermeidung der durch den Anlagenzielverkehr verursachten Geräusche zu treffen. Die Verkehrsgeräusche auf den öffentlichen Verkehrswegen sind nach den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90) [6] zu berechnen und anhand der Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV [5] zu beurteilen.

## 5.3 Tieffrequente Schallimmissionen

Nach TA Lärm [3] sind tieffrequente Geräuschimmissionen im Sinne der DIN 45680 [12] zu vermeiden. Geräusche werden danach als tieffrequent bezeichnet, wenn ihre vorherrschenden Energieanteile unter 90 Hz liegen. Dies ist in der Regel der Fall, wenn die Differenz der C- und A-bewerteten Mittelungspegel <sup>1</sup>, insbesondere in geschlossenen Innenräumen <sup>2</sup>, mehr als 20 dB beträgt.

---

<sup>1</sup> Bei kurzzeitigen Geräuschspitzen wird stattdessen die Differenz der C- und A-bewerteten Maximalpegel analog geprüft.

<sup>2</sup> Dort werden tieffrequente Geräuschimmissionen durch Bauteile, deren Schalldämm-Maß bei tiefen Frequenzen deutlich geringer ist als im mittel- und hochfrequenten Bereich, verstärkt. Solche Bauteile sind bei üblicher Bauweise vor allem Fenster und Verglasungen, welche in den tiefen Frequenzen eine geringe Schalldämmung besitzen und dadurch – ähnlich eines Tiefpassfilters – die

Bei Erfüllung dieses Kriteriums ist eine Terzband- oder FFT-Analyse durchzuführen. Hierbei sind die unbewerteten, linearen Beurteilungspegel der Terzbänder von 10 Hz bis 80 Hz<sup>3</sup> zu ermitteln und mit den Hörschwellenpegeln zu vergleichen.

In diesem Fall wird das weitere Analyseverfahren in folgende Fälle unterteilt:

- a) Es liegt ein deutlich hervortretender Einzelton gemäß Abschnitt 5.5.2 der DIN 45680 [12] vor (hinreichende Bedingung: Der betreffende Terzpegel muss mindestens 5 dB zu den benachbarten Terzpegeln exponieren)
- b) Es liegt kein deutlich hervortretender Einzelton vor

Im Fall a) ist der Terzpegel mit dem entsprechenden Hörschwellenpegel unter Berücksichtigung der Differenzen  $\Delta L_1$  bzw.  $\Delta L_2$  der Tabelle 1 des Beiblattes 1 zur DIN 45680 [12] zu vergleichen. Liegt die betreffende Terzpegeldifferenz über dem entsprechenden Anhaltswert nach Tabelle 1 des Beiblattes 1 der DIN 45680 [12], so liegen tieffrequente Geräuschimmissionen vor.

Im Fall b) ist der Beurteilungspegel  $L_r$  zu bilden, aus der energetischen Summe aller A-bewerteten Terzpegel zwischen 10 Hz und 80 Hz, wobei nur die Terzpegel heranzuziehen sind, die ihrerseits über dem entsprechenden Hörschwellenpegel liegen. Liegt der Terz-Beurteilungspegel  $L_r$  [dB(A)] über dem Anhaltswert der Tabelle 2 des Beiblattes 1 zur DIN 45680 [12], so liegen tieffrequente Geräuschimmissionen vor.

---

<sup>3</sup> mittel- und hochfrequenten Schallanteile wegdämmen, die tiefen aber nur schwach reduziert in die Räume einstrahlen. Daher sollte das Tieffrequenz-Kriterium bei geschlossenen Fenstern im Innern von schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen geprüft werden.  
In Sonderfällen, wenn Geräusch bestimmende Anteile diesem Frequenzbereich dicht benachbart sind, kann dieser Bereich um eine Terz nach oben (100 Hz) oder unten (8 Hz) erweitert werden.

## 6 Anlagenbeschreibung

Innerhalb des Untersuchungsraumes befindet sich der WINDPARK KOHLENSTRASSE mit insgesamt sieben Windenergieanlagen des derzeit modernsten Typs Vestas V126-3.3. Die Anlagen haben jeweils eine Nabhöhe von 137 m und einen Rotordurchmesser von 126 m. Somit ergibt sich eine Gesamthöhe der einzelnen Anlagen von 200 m. Die Windenergieanlagen haben Grundhöhen zwischen 483,3 m ü. NN. (Michelbach 5) und 509,4 m ü. NN. (Obersontheim 2). Die Nennleistung der einzelnen Anlagen beträgt jeweils 3.300 kW.

Im Dezember 2014 wurde die Genehmigung für die sieben Windenergieanlagen durch das Landratsamt Schwäbisch Hall erteilt. Alle sieben WEA wurden im Zeitraum vom 13.11.15 bis 23.12.15 in Betrieb genommen und speisen seitdem Strom in das öffentliche Versorgungsnetz ein.

Nach [16], [17] entsteht die maximale Schalleistung der Windenergieanlagen ab einer Windgeschwindigkeit von rd. 6 m/s. Der Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und Schallemission ist in den nachfolgenden Abbildungen 2 und 3 dargestellt.

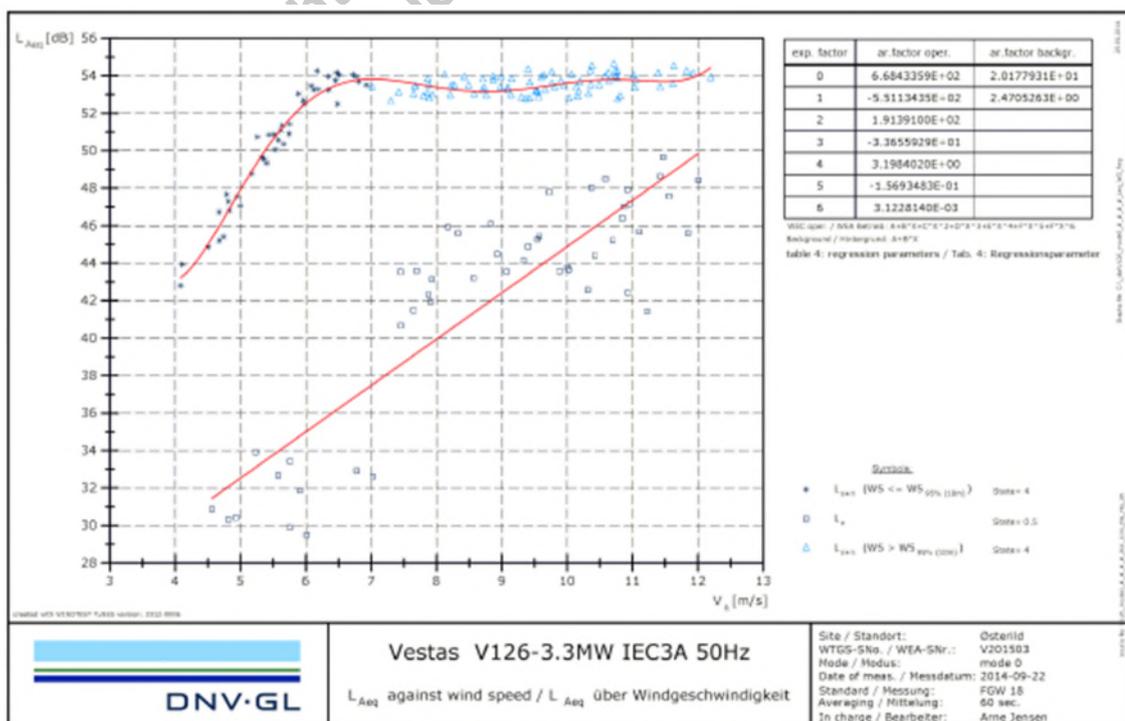


Abbildung 2: Kennlinie Beurteilungspegel zu Windgeschwindigkeit aus [16]

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe ( $v_{p10}$ )	BIN 6 <sup>2)</sup>	6,8 m/s <sup>1)</sup>	BIN 7	BIN 8	BIN 9	BIN 10
	5,5–6,5 m/s		6,5–7,5 m/s	7,5–8,5 m/s	8,5–9,5 m/s	9,5–10,5 m/s
Schalleistungspegel $L_{WA}$ [dB]	104,1	105,2	105,1	104,7	104,5	104,7
Tonzuschlag $K_{TN}$ [dB]	0	0 <sup>2)</sup>	0	0	0	0
Impulshaltigkeit $K_{IN}$ [dB]	0	0 <sup>2)</sup>	0	0	0	0
Generatordrehzahl $N_{Rot}$ [ $\text{min}^{-1}$ ]	1.380	1.440	1.460	1.480	1.480	1.480
Elektrische Leistung $P$ [kW]	2.407	3.135	3.226	3.300	3.300	3.300

Abbildung 3: Tabelle Schalleistung bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten aus [17]

Hauptsächlich maßgebend für die Lärmbelastung am Ersatzmesspunkt ist die WEA Michelbach 5.

.

Urheberrechtlich geschütztes Dokument  
 Windpark Kohlenstraße GmbH & Co. KG

## 7 Schallimmissionsmessungen

### 7.1 Allgemeines

Die Schallimmissionsmessungen fanden vom 20.04.2016 bis zum 23.05.2016 unbemannt statt. In Abstimmung mit dem Auftraggeber [15] wurde die Messung am nachfolgend aufgeführten Wohnhaus im Außenbereich von Michelbach a. d. Bilz durchgeführt:

- EMP: Whs. Buchhorn 4 – Ostfassade – 1. Obergeschoss

Die gesamte Messung ist in den Anlagen 1 – 5 dokumentiert.

### 7.2 Messgeräte

Folgende Messgeräte wurden bei den Messungen verwendet:

- Präzisionsschallpegelmesser der Genauigkeitsklasse 1, bis 31.12.2018 DKD-kalibriert:  
Fa. Norwegian Electronics, Typ N140, Serien-Nr. 1406468, kalibriert mit wetterfest ausgestattetem Mikrofon 1220, Serien-Nr. 2269558 und Vorverstärker 1201, Serien-Nr. 20765
- Prüfschallquelle:  
Akustischer Kalibrator der Fa. NORSONIC der Genauigkeitsklasse 1, Sound Calibrator Type 1251, Seriennummer 34580

Die gemessenen Schallpegel wurden digital aufgezeichnet und mit spezieller Software ausgewertet. Der Kalibrierwert des Schallmessgerätes wurde vor und nach den Messungen geprüft. Weiterhin wurden exemplarisch Tonaufzeichnungen durchgeführt.

## 7.3 Messung

### 7.3.1 Allgemeines

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine orientierende Dauerschallpegelmessung zur Klärung der Frage, ob und in welchem Maße die Betriebsgeräusche der WEA bei ‚offenem Betrieb‘, d. h. ohne Drehzahlbegrenzung an den nächstgelegenen Wohnhäusern hörbar sind und ob dort die Immissionsrichtwerte der TA Lärm eingehalten werden. Es handelte sich nicht um eine Abnahmemessung einer WEA, sondern vielmehr um eine messtechnische Überprüfung. Die messtechnische Abnahme einer WEA erfolgt in der Regel nach den Bestimmungen der DIN EN 61400-11:2013-09 im Nahfeld der Anlage, da dort die Umgebungsgeräusche einschließlich des Blätterauschens, etc. gegenüber dem Rotorengeräusch in den Hintergrund treten und somit das tatsächlich zu beurteilende Anlagengeräusch gemessen werden kann.

Die vorliegende Messung kann daher nur abschätzend feststellen, ob durch die Betriebsgeräusche der WEA beurteilungskritische Immissionen an der maßgeblichen schutzbedürftigen Bebauung entstehen.

Nach der, der TA Lärm [3] zugrunde liegenden, Rahmenrichtlinie DIN 46645-1 [11] wird Mitwind definiert für eine Windgeschwindigkeit von  $\geq 0,5$  m/s in einem Windsektor von  $\leq 60^\circ$  in 10 m Höhe über Grund. Diese ‚Mitwindsituation‘ wäre für die Beurteilung einer WEA nicht zweckmäßig, da deren Betriebsgeräusch damit unterschätzt werden würde. Demnach zeigt sich, dass sich die DIN 46645-1 [11] als Messvorschrift nicht für Immissionsmessungen an Windkraftanlagen eignet. Nach DIN EN 61400-11:2013-09, der für Emissionsmessungen an WEA heranzuziehenden Richtlinie, soll ab einer Windgeschwindigkeit von  $\geq 6$  m/s gemessen werden. Diese Windgeschwindigkeits-Schwelle korreliert auch gut mit der in Abbildung 2 gezeigten Beziehung der Schallemission zur Windgeschwindigkeit, welche auch bei höheren Windgeschwindigkeiten keine erkennbar höhere Geräuschentwicklung beschreibt. Daher wurden im vorliegenden Fall alle Messwerte ausgewertet und in die Bildung des Mittelungspegels einbezogen, die zur Nachtzeit oberhalb einer Windgeschwindigkeit von 6 m/s und innerhalb des u. g. Mitwind-Winkelkorridors aufgezeichnet wurden.

### 7.3.2 Messwerte

Um den Kritikpunkten der BI Pro Limpurger Berge an der Ursprungsuntersuchung nachzukommen, wurde in der vorliegenden Untersuchung als Mitwindsituation Windrichtungen von der WEA zum Messpunkt zwischen  $35^\circ$  und  $95^\circ$  mit einer Windgeschwindigkeiten  $\geq 6$  m/s ausgewertet. Dies führt dazu, dass weniger Werte in Berechnung des Mittelwertes einfließen, als in [19].

Bei der Auswertung der Messungen ist zu berücksichtigen, dass in allen gemessenen Schallpegeln Fremdgeräuschanteile durch Blätterrauschen, Windgeräusche, Pferdewiehern, Grillen-Zirpen, etc. enthalten sind. Für die Bildung des anlagenbezogenen Mittelungspegels wurde daher der 95-Percentilpegel herangezogen, da dieser Pegel die meisten Fremdgeräuschanteile, insbesondere die kurzzeitig auftretenden Einzelereignisse, nicht enthält. Nach den Grundsätzen der TA Lärm stellt der 95-Percentilpegel den überwiegend vorhandenen Grundgeräuschpegel dar, ohne einzelne Spitzenpegel zu enthalten. Er eignet sich daher als Messgröße für den Geräuschpegel einer dauerhaft einwirkenden Geräuschquelle. Der  $L_{95}$  integriert in Bezug auf die Messdauer alle Einzelwerte, die in 95 % der Messzeit überschritten werden. Somit umfasst er den unteren 5%-Sockel. Das bedeutet, dass mit diesem Pegel das sich rasch und häufig wiederholende ‚Flügel-Schlagen‘ der Rotoren – sofern hör- und messbar – in diesem Wert enthalten ist.

Anzumerken ist, dass in den unten aufgeführten 95-Percentilpegeln immer noch ein gewisser Anteil an Fremdgeräuschen enthalten ist, da bei den im Auswertezeitraum herrschenden hohen Windgeschwindigkeiten zwangsläufig durchgängig z. B. Windgeräusche vorhanden sind.

Es wurden folgende Messtage bzw. Messzeiträume für die Auswertung berücksichtigt, da in diesen Zeitbereichen die erforderlichen Parameter (s. o.) gegeben waren:

20.04.16, 21.04.16, 01.05.16, 02.05.16, 04.05.16, 05.05.16, 07.05.16, 08.05.16, 11.05.16, 12.05.16

Die Auswertung für diese Nachtbereiche ergab am Messpunkt Buchhorn 4 die nachfolgend dargestellten mittleren Schalldruckpegel  $L_{95}$ :

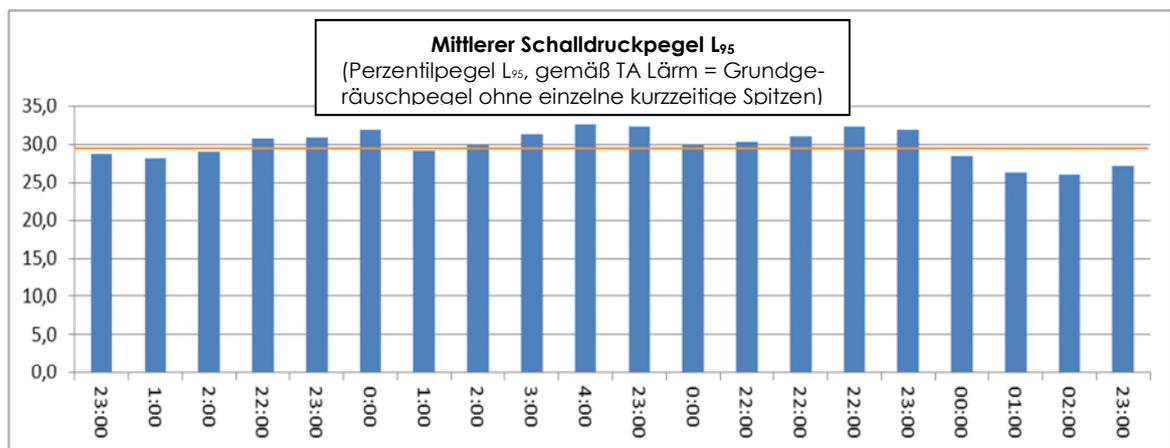


Abbildung 4: Bei Mitwind ( $35^{\circ}$ - $95^{\circ}$ ) und Windgeschwindigkeiten  $> 6$  m/s gemessene 95-Perzentilpegel  $L_{95}$   
orange: Mittelungspegel

Wie Abbildung 4 zeigt, liegen die gemessenen Schalldruckpegel  $L_{95}$  am Messpunkt Buchhorn 4 zwischen 26,0 dB(A) und 32,7 dB(A). Dabei handelt es sich um die Perzentilpegel  $L_{95}$ , also die Pegel, die in 95 % der Messzeit überschritten werden (s. o.).

Da die gemessenen Schalldruckpegel um bis zu rd. 7 dB variieren, kann aufgrund der Geräuschkonstanz der eigentlichen Windkraftanlagen Geräusche mit Gewissheit davon ausgegangen werden, dass die höheren Schalldruckpegel auf Fremdgeräusche, wie z. B. Blätterrauschen, Regen, usw., zurückzuführen sind. Weiterhin ergeben sich durch die verschiedenen Windrichtungen innerhalb des  $60^{\circ}$  Mitwindsektors ebenfalls leicht unterschiedliche Schalldruckpegel.

Die energetische Mittelung dieser gemessenen Schalldruckpegel  $L_{95}$  ergibt **am Messpunkt Buchhorn 4** einen mittleren Schalldruckpegel von

► **rd. 30 dB(A)** .

## 8 Schalltechnische Beurteilung

### 8.1 Ermittlung des Beurteilungspegels

Der Beurteilungspegel  $L_r$  ist ein Maß für die durchschnittliche Geräuschbelastung während der Beurteilungszeit. Nach TA Lärm [3] ist der Beurteilungspegel aus dem Immissionspegel  $L_{Aeq}$ , den Teilzeiten  $T_i$ , der meteorologischen Korrektur  $C_{met}$  und den Zuschlägen  $K_i$  zu bilden.

Nach TA Lärm [3] wird der Der Beurteilungspegel wird folgendermaßen berechnet:

$$L_r = 10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{T_r} \sum_{i=1}^n T_i \cdot 10^{0,1(L_{Aeq} - C_{met} + K_{T,i} + K_{I,i} + K_{R,i})} \right] \text{ dB(A)}$$

mit:	$L_r$	(Gesamt-)Beurteilungspegel
	$T_r$	Beurteilungszeitraum tags $T_r = 16 \text{ h}$ von 6 – 22 Uhr, nachts $T_r = 1 \text{ h}$ ‚lauteste volle Nachtstunde‘
	$T_i$	Teilzeit
	$L_{Aeq}$	Mittelungspegel während der Teilzeit $T_i$
	$C_{met}$	Meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613-2
	$K_{T,i}$	Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit nach Nr. A.3.3.5 der TA Lärm in der Teilzeit $T_i$
	$K_{I,i}$	Zuschlag für Impulshaltigkeit nach Nr. A.3.3.6 der TA Lärm in der Teilzeit $T_i$
	$K_{R,i}$	Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (Ruhezeiten) nach Nr. 6.5 der TA Lärm

#### Meteorologische Korrektur

Nach DIN ISO 9613-2 [7] gelten für die meteorologische Korrektur am Messpunkt folgende Gleichungen:

- (1)  $C_{met} = 0$ , wenn Abstand (Quelle – Messpunkt)  $\leq 10 \cdot$  (Quellhöhe + Messpunkthöhe)
- (2)  $C_{met} = C_0 \cdot [1 - (10 \cdot \text{Quellhöhe} + \text{Messpunkthöhe}) / \text{Abstand (Quelle – Messpunkt)}]$

Für größere Abstände zwischen Quelle und Immissionsort müsste eine meteorologische Korrektur durchgeführt werden, sofern bei den Messungen meteorologischen Bedingungen angetroffen werden, die sich bei entsprechender Änderung an anderen Tagen schallausbreitungsgünstiger auswirken können. Für  $C_0$  können nach den Auslegungshinweisen zur TA Lärm des Umweltministeriums [4] die folgenden meteorologischen Konstanten angesetzt werden:

$C_0=0$ : Nachts<sup>4</sup>

$C_0=0$ : Bei günstiger Schallausbreitung (z.B. Mitwind, Temperaturinversion) > 60 % im Jahr

$C_0=1$ : Bei günstiger Schallausbreitung (z.B. Mitwind, Temperaturinversion) < 60 % im Jahr

$C_0=1,5$ : Querwind oder alle Windrichtungen vorherrschend

$C_0=2,0$ : Gegenwind ist zu < 40 % im Jahresmittel vorherrschend

$C_0=3,0$ : Gegenwind ist zu > 40 % im Jahresmittel vorherrschend

Im vorliegenden Fall wurden nur Messungen bei Mitwind ausgewertet, so dass eine meteorologische Korrektur nicht erforderlich wurde.

#### Ton- und Informationshaltigkeit

Wird im Rahmen einer Frequenzanalyse nach DIN 45681 [13] ein tonhaltiges Spektrum durch ein einzelnes, pegelbestimmendes Frequenzband nachgewiesen oder subjektiv festgestellt, so ist dies durch einen entsprechenden Zuschlag zu berücksichtigen. Eine Informationshaltigkeit ist nur bei sprachlichen oder musikalischen Geräuschen zu berücksichtigen, wenn am Immissionsort dauerhaft das gesprochene Wort verstanden wird. Im vorliegenden Fall wurden in den Tonaufzeichnungen keine tonalen Geräuschanteile festgestellt, womit ein Tonzuschlag entfällt.

#### Impulshaltigkeit

Geräusche gelten nach TA Lärm [3] als impulshaltig, wenn die Differenz des Taktmaximalpegels zum ‚A‘- und ‚Fast‘- bewerteten Mittelungspegel mehr als 2 dB beträgt.

An modernen, dem Stand der Technik entsprechenden Windenergieanlagen werden impulshaltige Geräusche konstruktiv vermieden. Weiterhin sind im vorliegenden Fall etwaige emissionsseitige impulshaltige Anlagengeräusche aufgrund der geringen anlagenbezogene Immissionsanteile der Windkraftanlagen am Gesamtpegel und der durchgängig vorhandenen Fremdgeräuschüberlagerung der Anlagengeräusche nicht zu erwarten.

#### Ruhezeitzuschlag

Ein Ruhezeitzuschlag ist nach TA Lärm [3] nur für die Ruhezeiten bei Tage in Wohn- und Kurgebieten zu berücksichtigen. Da es sich hier um die Beurteilung der Geräuschimmissionen zur maßgeblichen Nachtzeit handelt, wurde kein Ruhezeitzuschlag berücksichtigt.

---

<sup>4</sup> Anmerkung: nachts liegt häufig eine Temperaturinversion vor. Bei geringen Windgeschwindigkeiten kann dann unabhängig von der Windrichtung eine schallausbreitungsgünstige Situation vorliegen.

## 8.2 Vergleich mit den Anforderungen

### 8.2.1 Beurteilungspegel

Für die Bildung des anlagenbezogenen Beurteilungspegels wurde der über die o. g. Zeitbereiche gebildete mittlere 95-Percentilpegel herangezogen, da dieser Pegel die meisten Fremdgeräuschanteile, insbesondere die kurzzeitig auftretenden Einzelereignisse, nicht enthält (vgl. Kapitel 7.3.1).

Wie bereits erläutert, sollen die am Ersatzmesspunkt (EMP) gemessenen Werte zur Ermittlung des Beurteilungspegels am maßgeblichen Immissionsort herangezogen werden. Die Lage des EMP ist in Abbildung 1 dargestellt. Der Beurteilungspegel, der sich am eigentlichen Immissionsort IO 1 (Bilzweg 17) unter Berücksichtigung einer Mitwindsituation und einer Windgeschwindigkeit von mehr als 6 m/s ergibt, wurde wie folgt berechnet:

#### a) Berechnung der immissionswirksamen Schallleistung aus dem Abstand zur Anlage:

Um eine abstandsbezogene Umrechnung vom Ersatzmesspunkt an den eigentlichen Immissionsort vornehmen zu können, muss zuerst über den Abstand zwischen dem Ersatzmesspunkt und dem akustischen Mittelpunkt der Anlagengeräusche der immissionswirksame beurteilte Schallleistungspegel der Anlage ermittelt werden.

$$\text{EMP : } L_{w,r} = L_r + 10 \lg(4 \cdot \Pi \cdot r^2) \text{ dB(A)} = 30,0 \text{ dB(A)} + 77,8 \text{ dB(A)} = 107,8 \text{ dB(A)}$$

mit  $r$  = Abstand zwischen EMP und Quelle = 2.200 m

#### b) Berechnung des Beurteilungspegels am eigentlichen Immissionsort:

Aus dem Abstand zwischen dem akustischen Mittelpunkt der Anlagengeräusche und dem eigentlichen Immissionsort sowie aus der immissionswirksamen Schallleistung der Anlage wird der Beurteilungspegel am eigentlichen Immissionsort errechnet:

$$\text{IO 1: } L_r = L_{w,r} - 10 \lg(4 \cdot \Pi \cdot r^2) \text{ dB(A)} = 107,8 \text{ dB(A)} - 76,1 \text{ dB(A)} = \underline{\underline{31,7 \text{ dB(A)}}}$$

mit  $r$  = Abstand zwischen IO 1 und Quelle = 1.800 m

### **FAZIT:**

**Am IO 1 ergibt sich nach Umrechnung ein Beurteilungspegel von ca. 32 dB(A). Somit liegt der Beurteilungspegel dort mindestens 8 dB unter dem nach TA Lärm [3] zulässigen Immissionsrichtwert für ein allgemeines Wohngebiet (WA).**

Auf eine Betrachtung der Vorbelastung kann somit verzichtet werden (s. a. Irrelevanzkriterium in Kapitel 5.1).

### **8.2.2 Maximalpegel**

Durch den Betrieb der sieben Windkraftanlagen sind keine beurteilungsrelevanten Maximalpegel zu erwarten.

### **8.2.3 Anlagenzielverkehr**

Wie in Kapitel 5.2 ausgeführt, sind die Geräuschimmissionen, welche durch den Anlagenzielverkehr (AZV) auf öffentlichen Verkehrsflächen an den maßgeblichen Immissionsorten verursacht werden, separat nach den RLS-90 [6] zu berechnen und nach der Verkehrslärmschutzverordnung 16. BImSchV [5] zu beurteilen. Die einzelnen Beurteilungskriterien können Kapitel 5.2 entnommen werden. Durch die Windkraftanlagen entsteht kein Anlagenzielverkehr.

### **8.2.4 Tieffrequente Geräuschimmissionen**

Die Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräusche sind in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [3] sowie in der Norm DIN 45680 [12] geregelt. Auf Grundlage dieser Vorschriften lassen sich die Geräuscheinwirkungen sicher ermitteln. Dabei wird der Frequenzbereich von 8 Hz bis 100 Hz berücksichtigt. Maßgeblich für mögliche Belästigungen ist die Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle des Menschen, die in der Norm dargestellt ist. Als Infraschall bezeichnet man dagegen den Frequenzbereich unterhalb von 20 Hertz.

Nach einer aktuellen Untersuchung der LUBW aus dem Jahre 2016 [14] setzen sich die in der Umgebung von Windenergieanlagen gemessenen tieffrequenten Geräusche inklusive des Infraschalls aus den Anlagengeräuschen, den Windgeräuschen der Umgebung sowie durch den Wind der am Mikrofon induzierten Geräusche zusammen. Laut [14] kann der Infraschall in der näheren Umgebung prinzipiell gut gemessen werden. Ab einem Abstand von 700 m zu einer Windenergieanlage aber wurde festgestellt, dass sich beim Einschalten der Anlagen der gemessene Infraschall-Pegel nicht mehr nennenswert oder nur in geringem Umfang erhöht. Der Infraschall wurde im Wesentlichen vom Wind erzeugt und nicht von den Windenergieanlagen. Laut [14] lagen die gemessenen Infraschallpegel in der Umgebung von Windkraftanlagen auch im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 und 300 m deutlich unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle gemäß DIN 45680 (Entwurf 2013)

**FAZIT:**

**Durch den Betrieb der Windenergieanlagen des WINDPARKS KOHLENSTRASSE sind nach einer aktuellen Studie der LUBW [14] keine unzulässigen tieffrequenten Geräusche im Sinne der TA Lärm [3] bzw. der DIN 45680 [12] zu erwarten.**

## 9 Qualität der Untersuchung

Bei der Bildung der Beurteilungspegel wurden Messwerte herangezogen, die auf einer Dauermessung basieren. Die maßgebende Messung wurde an einem nahe gelegenen Ersatzmesspunkt durchgeführt und abstandsbezogen auf einen der maßgeblichen Immissionsorte näherungsweise umgerechnet.

Der Beurteilungspegel wurde unter Berücksichtigung einer Mitwindsituation von den Windenergieanlagen (WEA) zum Messpunkt ermittelt. Weiterhin wurden normenkonform nur Messwerte bei Windgeschwindigkeiten von mindestens 6 m/s ausgewertet und beurteilt. Mit dieser Betrachtung wurde der ungünstigste bzw. ‚lauteste‘ Betriebszustand für die Ermittlung der Beurteilungspegel herangezogen.

Da in den Messwerten – auch im Perzentilpegel  $L_{95}$  – noch Fremdgeräuschanteile durch z.B. Blätterrauschen u.a. enthalten sind, kann davon ausgegangen werden, dass der für den maßgeblichen Immissionsort ermittelte Beurteilungspegel mindestens im mittleren Vertrauensbereich liegt.

Urheberrechtlich geschütztes Dokument  
Windpark Kohlenstraße GmbH & Co. KG

## 10 Schlusswort

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannte Anlage im beschriebenen Zustand. Eine (Teil-)Übertragung auf andere Szenarien ist unzulässig und schließt etwaige Haftungsansprüche aus.

Schwäbisch Hall, den 21.08.2017

**rw bauphysik**  
**ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG**

Als Labor- und Messstelle akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die Berechnung und Messung von Geräuschemissionen und -immissionen



A handwritten signature in black ink, appearing to be 'O. Rudolph', is positioned on the left side of the page.

Dipl.-Ing. (FH) Oliver Rudolph  
Geschäftsführender Gesellschafter  
Geprüft und fachlich verantwortlich

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'C. Dietz', is positioned on the right side of the page.

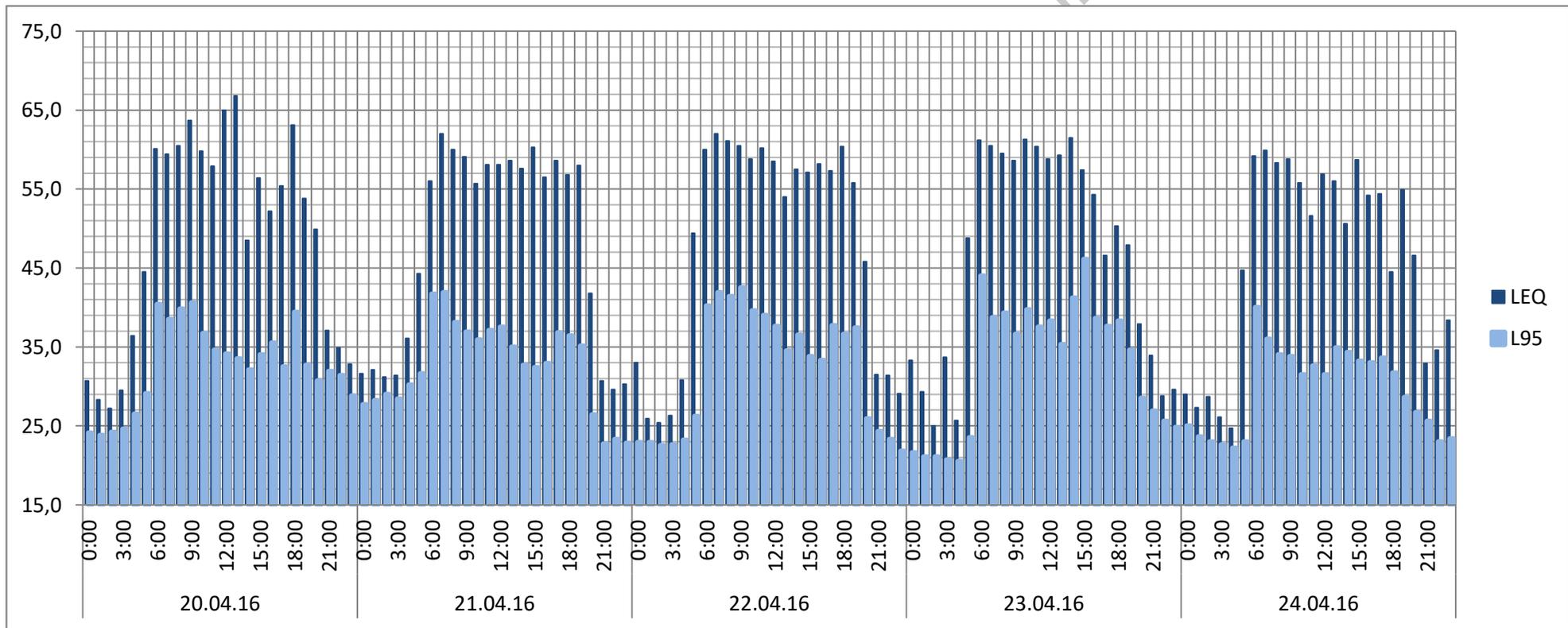
Dipl.-Ing. (FH) Carsten Dietz  
Geschäftsführer  
bearbeitet

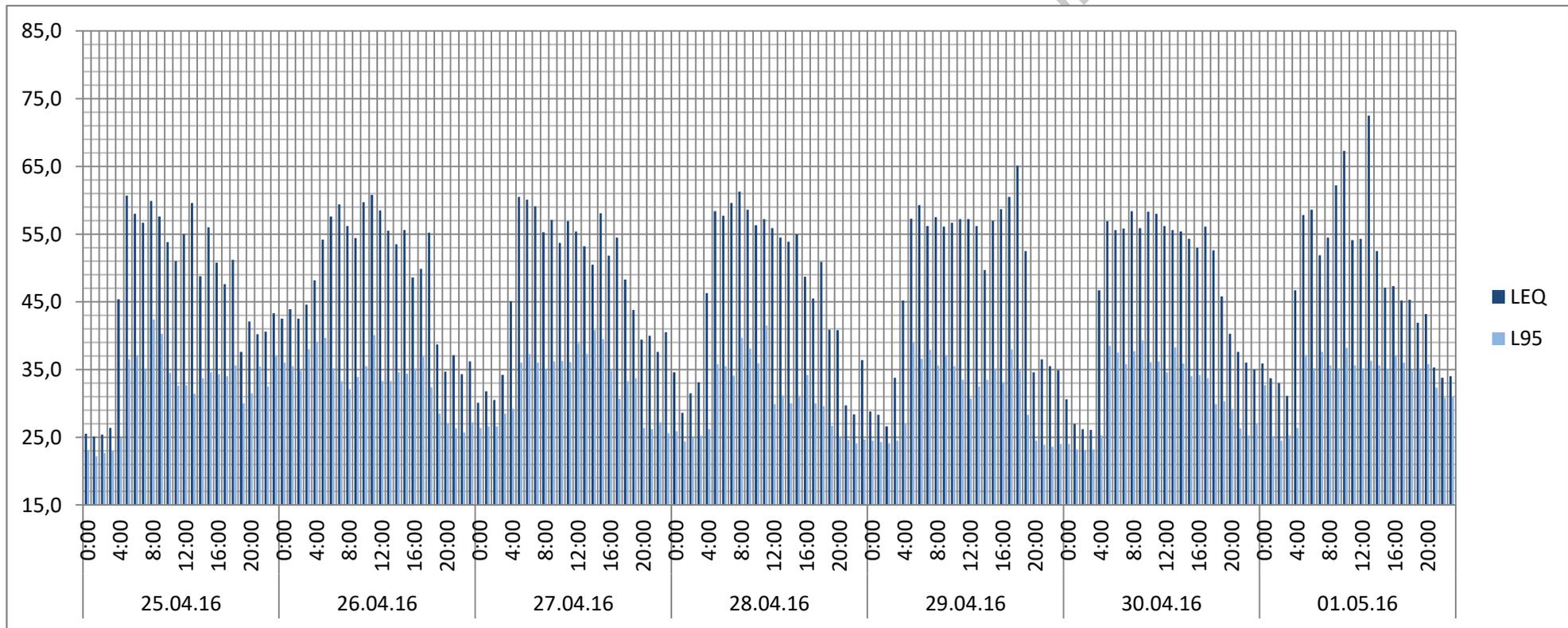
Urheberrechtlich geschützt  
Windpark Kohlenstraße GbR

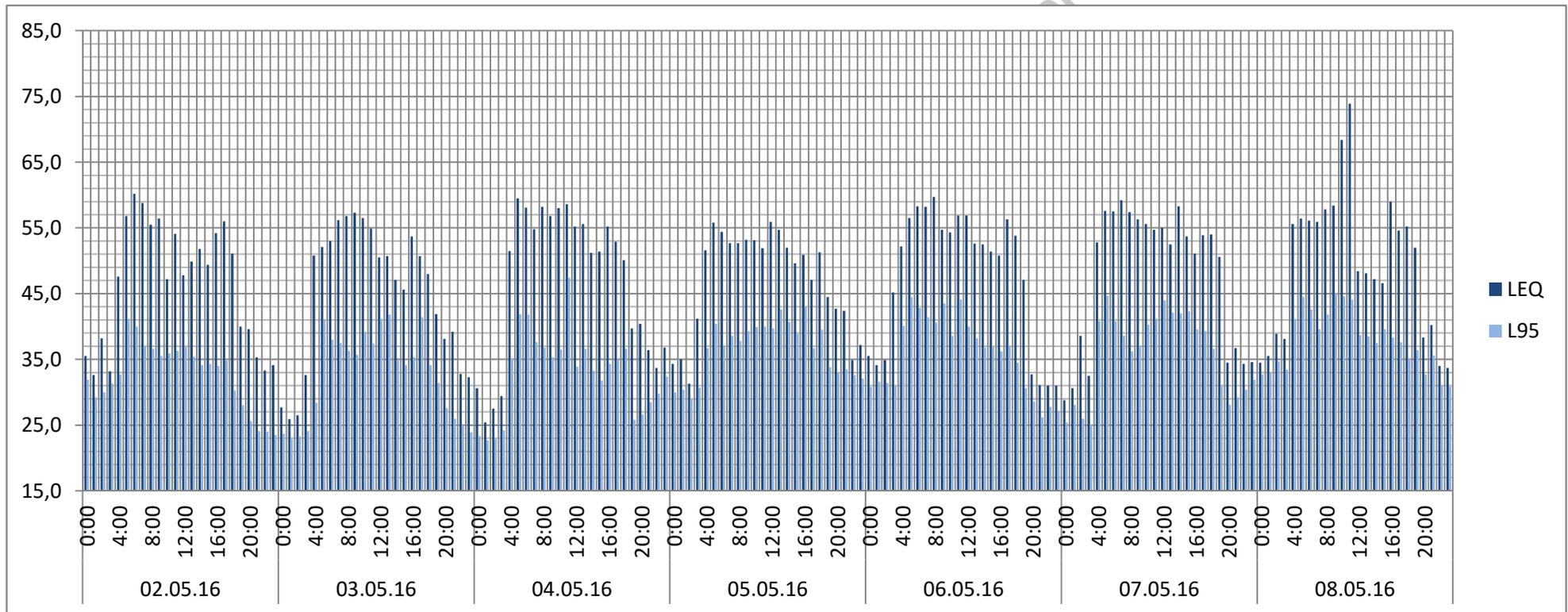
## 11 Anlagenverzeichnis

1 – 6 Gesamte Messung (20.04 - 23.05.2016): Pegel- / Zeitverlauf am EMP

Urheberrechtlich geschütztes Dokument.  
Windpark Kohlenstraße GmbH & Co. KG







nt.

