Schallgutachten für zwei Windenergieanlagen am Standort

Gischberg

(Saarland)

Datum: 26.02.2016

Bericht Nr. 15-1-3052-NB

Auftraggeber:
Green City Energy AG
Zirkus-Krone-Straße 10
80335 München

Bearbeiter:
CUBE Engineering GmbH
Dipl.-Geogr. Marc Brüning
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
Tel 0561 / 288 573-0
Fax 0561 / 288 573-19

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11038-01-00

Das vorliegende Schallgutachten für den Standort Gischberg (Saarland) wurde der CUBE Engineering GmbH im Januar 2016 von der Green City Energy AG in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt. Die CUBE Engineering GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 u. a. für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der CUBE-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schall“ festgelegt und dokumentiert.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse des Schallgutachtens werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach der TA-Lärm /1/, den Normen DIN ISO 9613-2 /2/ und DIN EN 50376 /18/, den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) sowie den vom Auftraggeber und dem WEA-Hersteller gestellten Standort- und Anlagendaten.

Kassel, 26.02.2016

Dipl.-Geogr. Marc Brüning
(Bearbeiter)

Dipl.-Ing. (FH) Timo Mertens
(Prüfer)

Inhalt:

1	**Standortdaten**	**4**
	1.1 Aufgabenstellung	4
	1.2 Immissionsorte	5
	1.3 Vorbelastung	13
	1.4 Potentielle Schallreflexionen	13
	1.5 Schallleistungspegel Windenergieanlagen	14
2	**Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2**	**16**
3	**Zusammenfassung**	**18**
4	**Qualität der Prognose**	**20**
5	**Tieffrequente Geräusche und Infraschall**	**21**
6	**Literatur**	**22**
7	**Anhang**	**23**

1 Standortdaten

1.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Gischberg zwischen den Orten Michelbach im Nordosten, Schmelz im Osten, Düppenweiler im Südwesten sowie Oppen im Westen einen Windpark mit insgesamt zwei Windenergieanlagen (WEA) des Typs GE 3.2-130 mit 134 m Nabenhöhe zu errichten.

Nordöstlich des geplanten Standorts befinden sich bereits sieben weitere WEA des Windparks Wahlener Platte, welche als Vorbelastungen berücksichtigt werden müssen und daher im folgenden Text einheitlich als „Vorbelastung“ bzw. „Vorbelastungs-WEA“ bezeichnet werden.

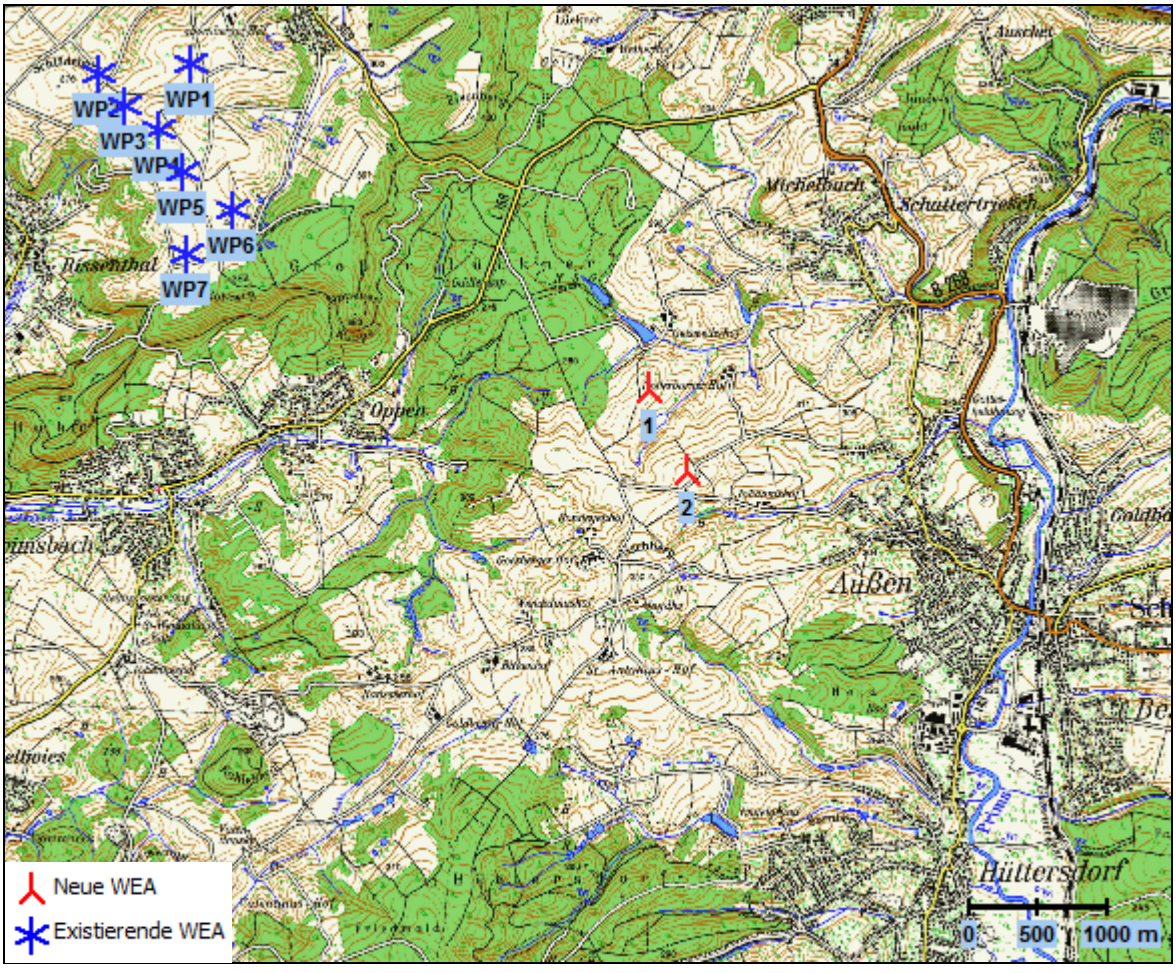


Abbildung 1: Übersichtskarte

Es soll der Beurteilungspegel der Schallimmissionen der Windenergieanlagen an der umliegenden Bebauung berechnet werden.

Die Immissionsprognose wird entsprechend den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) und des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ nach dem Alternativen Verfahren der DIN ISO 9613-2 unter Berücksichtigung des Geländeprofils und der optimalen Schallausbreitungsbedingungen (70% Luftfeuchte und 10°C) in Mitwindrichtung durchgeführt.

1.2 Immissionsorte

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Gischberg wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden Immissionsorte auf Basis des ATKIS Basis-DLM, anhand von Luftbildern sowie im Rahmen einer Standortbesichtigung bei leicht bedecktem Himmel und sehr guten Sichtverhältnissen am 22.07.2015 untersucht und dokumentiert.

Die Auswahl der für die Schallimmissionsprognose relevanten Immissionsorte am Standort erfolgte auf der Basis des nach der TA-Lärm definierten Einwirkungsbereichs der geplanten WEA. Der Einwirkungsbereich der WEA ist demnach definiert als der Bereich, in dem der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung weniger als 10 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert liegt. Dazu sind auf der Karte auf Seite 6 die Iso-Schallinien für 25 dB(A), 30 dB(A) und für 35 dB(A) eingezeichnet. In der vorliegenden Immissionsberechnung sind lediglich diejenigen Immissionsorte zu berücksichtigen, die innerhalb der 25 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 35 dB(A) beträgt, die innerhalb der 30 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 40 dB(A) beträgt bzw. die innerhalb der 35 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert 45 dB(A) beträgt.

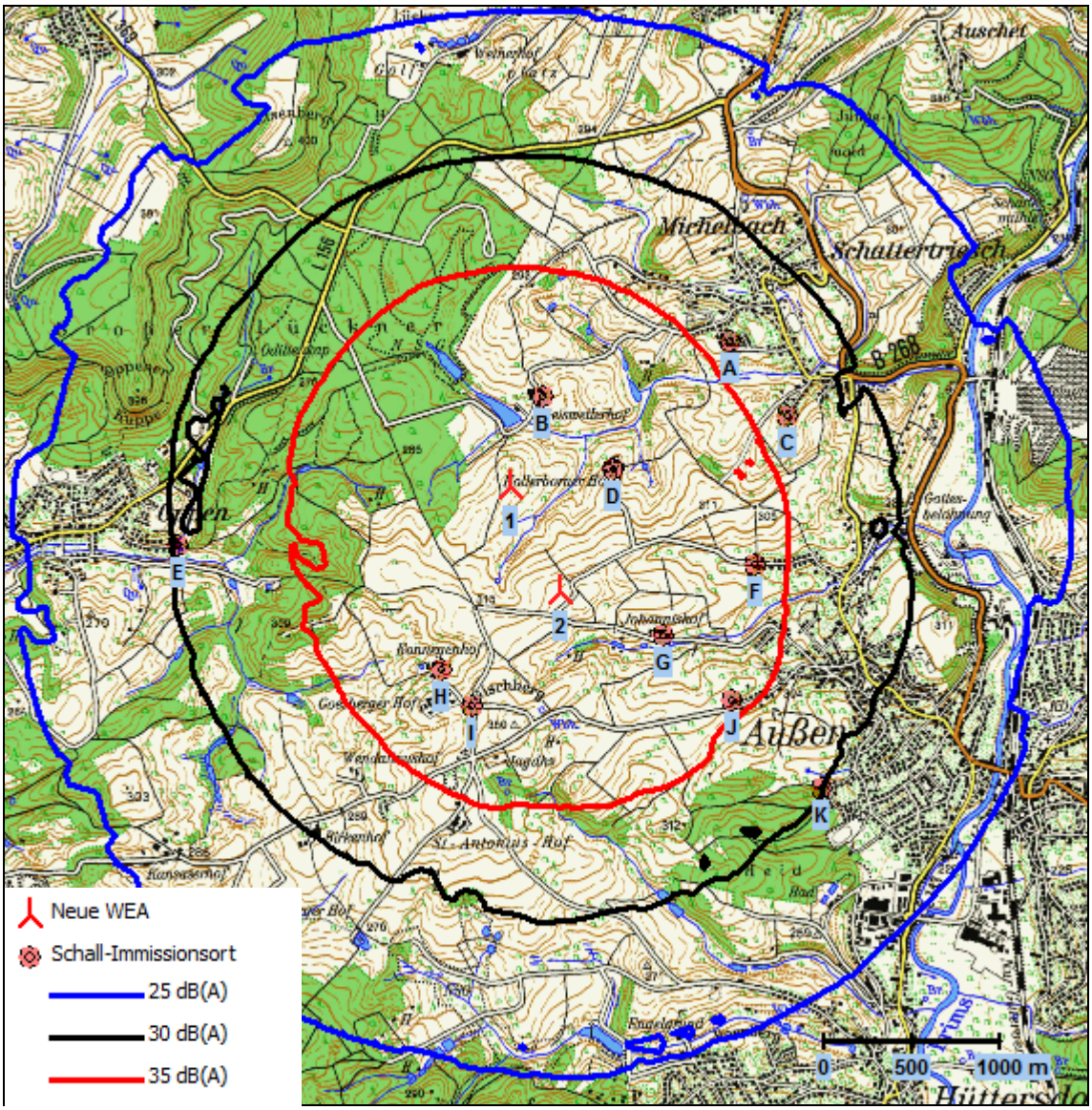


Abbildung 2: Isophonenkarte Zusatzbelastung Nachtzeitraum[1]

In Tabelle 1 sind die Immissionsorte mit ihren im Gutachten verwendeten Bezeichnungen und die dort jeweils relevanten Immissionsrichtwerte aufgeführt. Die genaue Lage der Immissionsorte lässt sich der Isophonenkarte im Anhang und den Abbildungen 3 bis 12 entnehmen, die Koordinaten sowie die Abstände zwischen Immissionsorten und Windenergieanlagen (in Metern) werden auf den DECIBEL-Hauptergebnisausdrucken im Anhang angegeben.

[1] Die Isophonen wurden mit den in Tabelle 2 aufgelisteten Schallleistungspegeln inklusive Unsicherheiten berechnet.

Für die Beurteilung des Lärmpegels an den Immissionsorten wird der niedrigere Immissionsrichtwert (Grenzwert) für die Nachtzeit herangezogen, da die Anlagen in der Nacht und am Tag gleichermaßen in Betrieb sind.

IO	Bezeichnung	Nacht-Imm.-richtwert [dB(A)]
A	Michelbach, Sonnenweg 6	35
B	Geisweilerhof	45
C	Michelbach, Lauersflur 12	40
D	Hollerborner Hof 1	45
E	Oppen, Wiesenstraße 32	40
F	Schmelz, Roschbergstraße 51	40
G	Schmelz, Johannishof 1	45
H	Schmelz, Reimsbacher Straße 69 - Konnegenhof	45
I	Schmelz, Reimsbacher Straße 67	45
J	Schmelz, Reimsbacher Straße 46	40
K	Schmelz, Wendalinusstraße 8	35

Tabelle 1: Immissionsorte

Die Immissionsorte A und K befinden sich entsprechend der Ausweisung in den jeweiligen Bebauungsplänen („Am Grubgarten“ und „Buchenheide“) in einem Reinen Wohngebiet, so dass ein nächtlicher Immissionsrichtwert von 35 dB(A) zugrunde gelegt wird.

Die Immissionsorte B, D, G, H und I liegen im Außenbereich. Für diese Immissionsorte wird ein Immissionsrichtwert von 45 dB(A) angenommen.

Die Immissionsorte C, E, F und J befinden sich aufgrund ihrer städtebaulichen Struktur und entsprechender Darstellung im Flächennutzungsplan bzw. der Ausweisung in den jeweiligen Bebauungsplänen in einem Allgemeinen Wohngebiet, so dass ein nächtlicher Immissionsrichtwert von 40 dB(A) zugrunde gelegt wird.

Die Reihenfolge der Immissionsorte entspricht der geographischen Lage der Immissionsorte von Nord nach Süd. Die Bezeichnungen entsprechen den Hausnummern der entsprechenden

Gebäude. Die genaue Lage der Immissionsorte ist auf den Karten der folgenden Abbildungen eingezeichnet.



Abbildung 3: Lage des Immissionsorts A in Michelbach

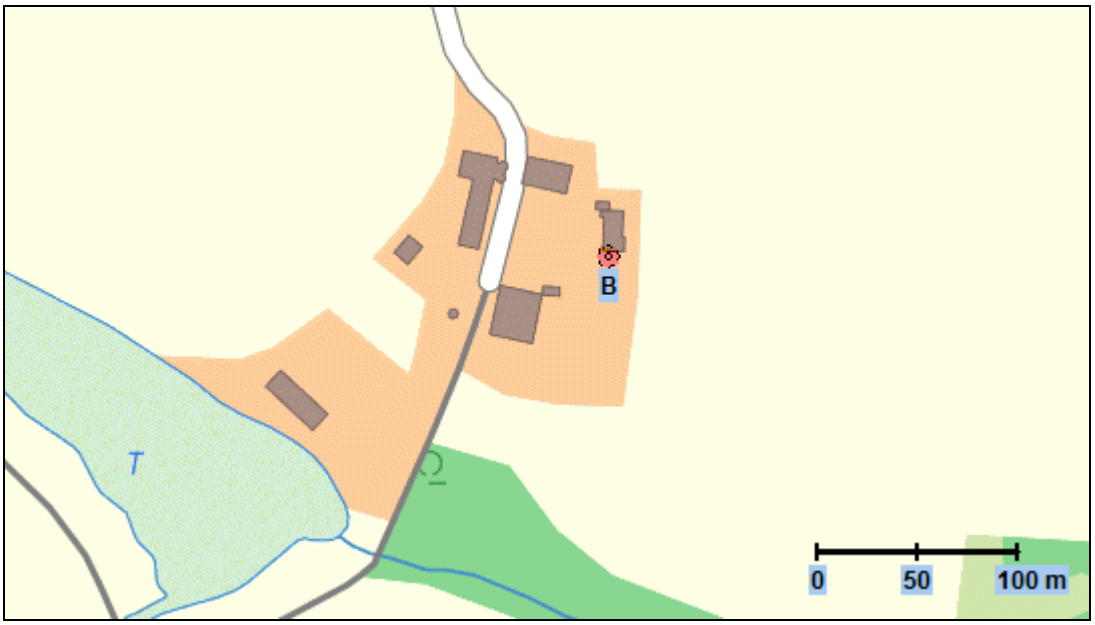


Abbildung 4: Lage des Immissionsorts B - Geisweilerhof

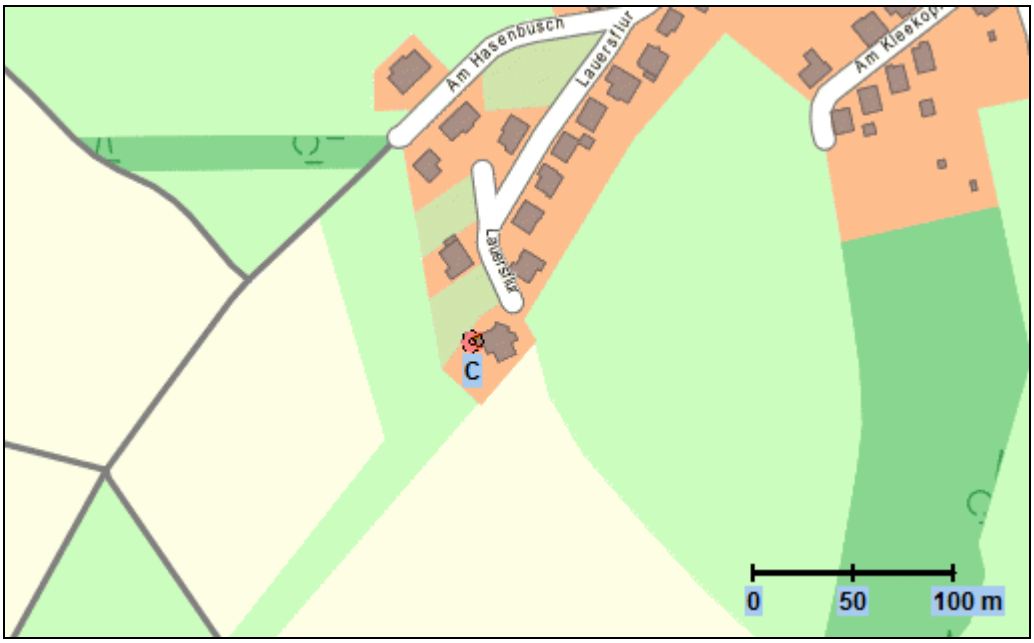


Abbildung 5: Lage des Immissionsorts C in Michelbach

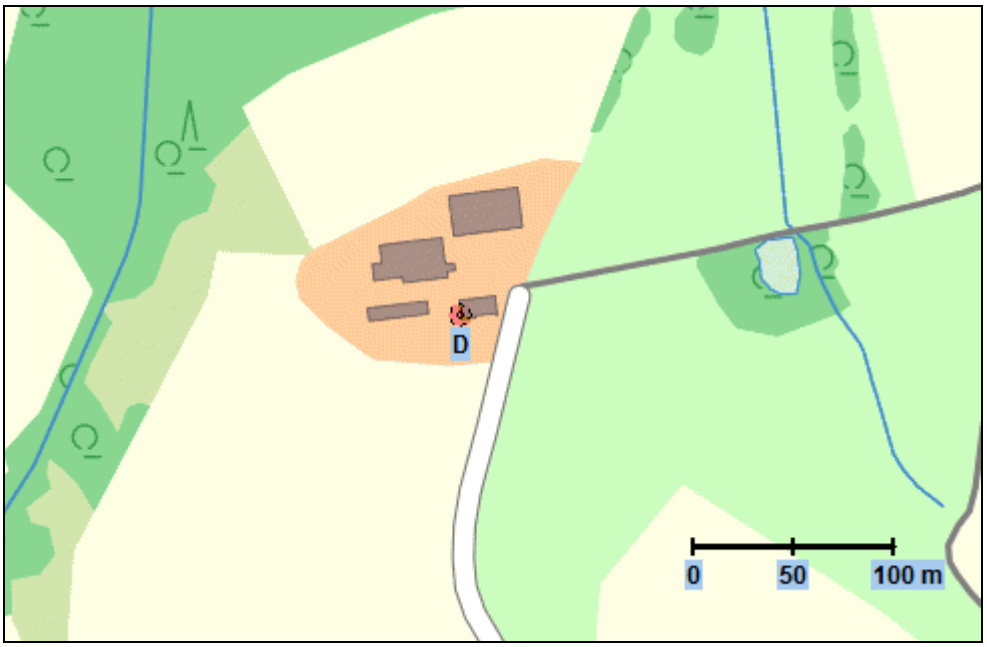


Abbildung 6: Lage des Immissionsorts D - Hollerborner Hof



Abbildung 7: Lage des Immissionsorts E in Oppen

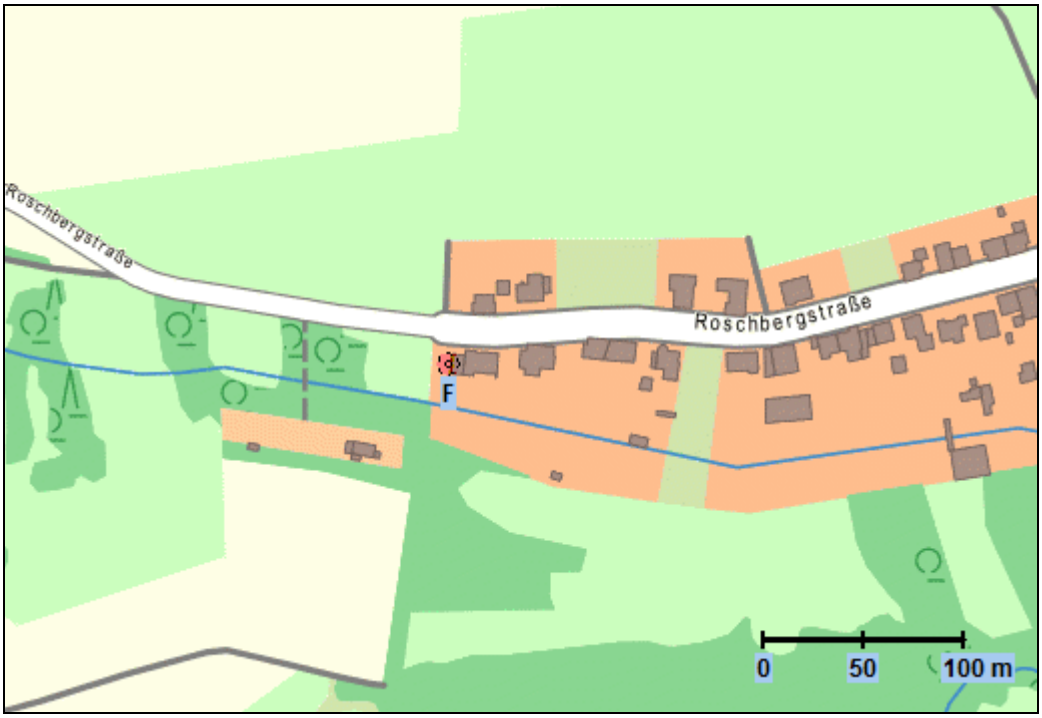


Abbildung 8: Lage des Immissionsorts F in Schmelz

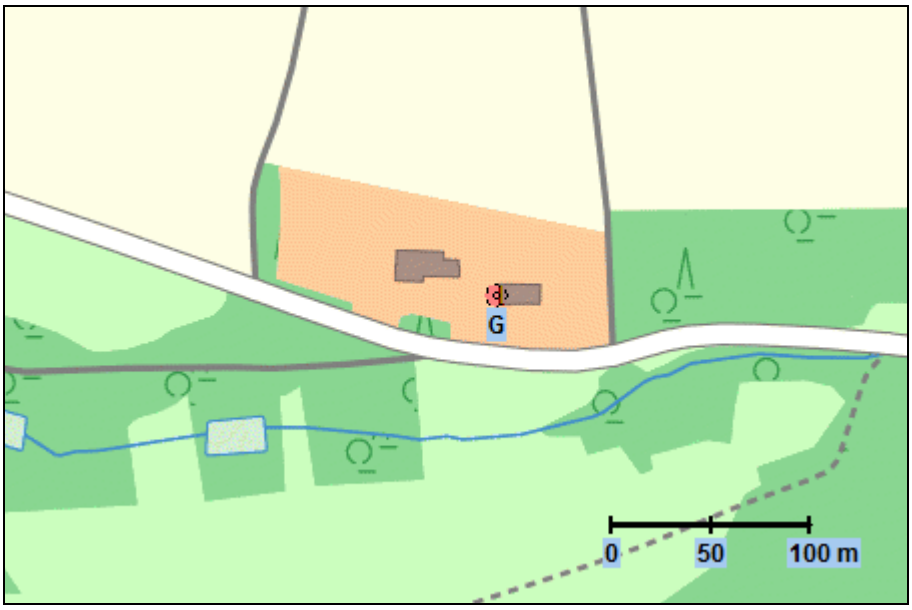


Abbildung 9: Lage des Immissionsorts G - Johannishof



Abbildung 10: Lage der Immissionsorte H und I – Reimsbacher Straße



Abbildung 11: Lage des Immissionsorts J in Schmelz

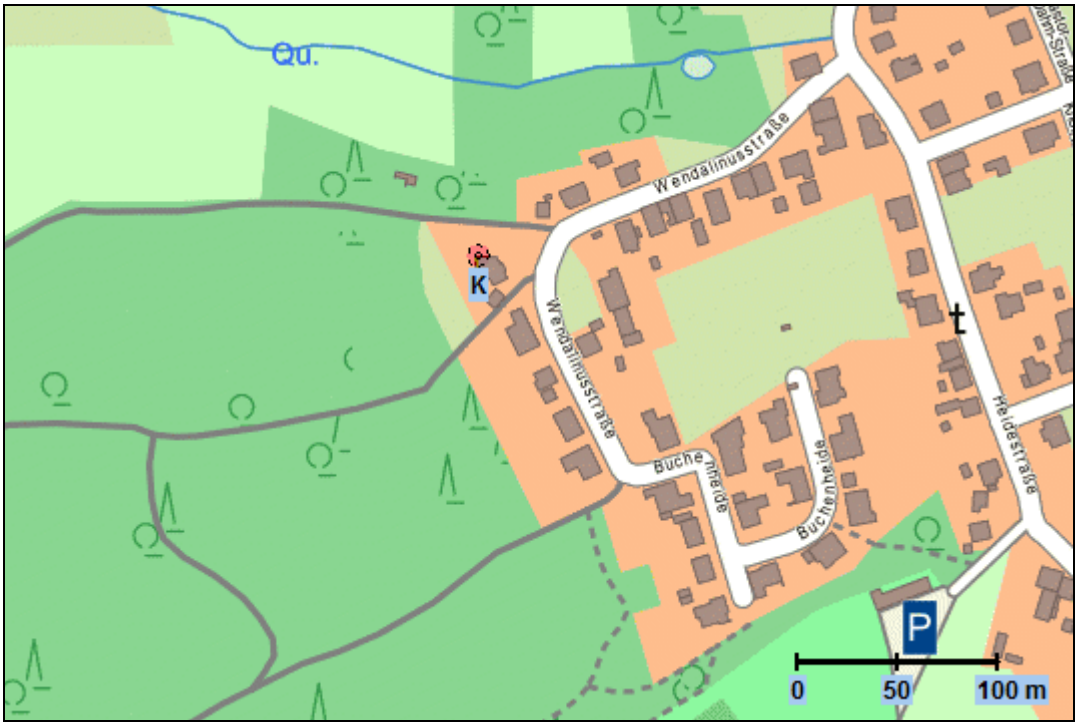


Abbildung 12: Lage des Immissionsorts K in Schmelz

1.3 Vorbelastung

Nordwestlich des geplanten Windparks befindet sich der Windpark Wahlener Platte. Da sich alle in diesem Gutachten relevanten Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereichs nach TA-Lärm dieses Windparks befinden, wird er im Weiteren nicht als relevante Vorbelastung berücksichtigt. Eine entsprechende Berechnung befindet sich im Anhang.

Entsprechend der Mitteilung des LUA Saarland wird für die Immissionsorte H (Konnegenhof) und I (Reimsbacher Straße 67) eine Vorbelastung durch die Geflügelhof Wittmer GmbH mit 36 bzw. 43 dB(A) berücksichtigt.

Im Vorfeld der Ortsbesichtigung wurde anhand von Kartenmaterial versucht, weitere potentielle Quellen für Vorbelastungen zu identifizieren. Bei der Ortsbesichtigung am 22.07.2015 wurde an den entsprechenden Strukturen ein subjektiver Eindruck der Geräuschemissionen gewonnen. Zudem wurde an den definierten Immissionsorten auf Geräusche einer potentiellen Vorbelastung geachtet. Hierbei wurden keine weiteren relevanten Vorbelastungen ermittelt.

1.4 Potentielle Schallreflexionen

Vereinfachend kann davon ausgegangen werden, dass sich die Lautstärke an einem Aufpunkt durch eine Reflexion an einer Gebäudefläche maximal verdoppelt (+ 3 dB(A)). Daher sind Reflexionen nur an Aufpunkten relevant, an denen ein Beurteilungspegel von weniger als 3 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert berechnet wurde.

An den relevanten Immissionsorten gibt die Lagegeometrie der Gebäude keinen Hinweis darauf, dass sich der Beurteilungspegel unter Berücksichtigung von Abschirmungs- und Reflexionseffekten durch Gebäude erhöht. Eine detaillierte Berechnung ist daher nicht notwendig.

1.5 Schallleistungspegel Windenergieanlagen

Am Standort sind zwei Windenergieanlagen des Typs GE 3.2-130 geplant. Weiterhin existieren nordwestlich des geplanten Standorts bereits sieben weitere WEA. Die Kenndaten der bestehenden und der neu geplanten WEA-Typen sind Tabelle 2 zu entnehmen.

	Neu geplant	Neu geplant	Bestand
Nummer(n) auf Ausdrucken	1	2	WP1-WP7
Anzahl	1	1	7
Hersteller	GE	GE	GE
Typenbezeichnung	3.2-130	3.2-130	1.5sl
Rotordurchmesser [m]	130	130	77
Nabenhöhe [m]	134	134	85
Nennleistung [kW], 6-22 Uhr	3.230	3.230	1.500
Nennleistung [kW], 22-6 Uhr	2.880	3.070	1.500
L_{WA} [dB(A)] (6-22 Uhr)	106,0	106,0	104,0
L_{WA} [dB(A)] (22-6 Uhr)	104,0	105,0	104,0
σ_P *Serienstreuung*	*1,2*	*1,2*	-
σ_R *Reproduktion (Messunsicherheit)*	*3,0*	*3,0*	-
σ_{Prog} *Unsicherheit des Prognosemodells*	*1,5*	*1,5*	-
σ_{Gesamt} $\sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2)}$	*3,6*	*3,6*	-
Zuschlag ob. Vertrauensbereich 90 %	4,6	4,6	-
Ton-/Impulszuschl. [dB(A)]	-	-	2

Tabelle 2: WEA-Kenndaten

Die Angaben zum Schallleistungspegel beziehen sich auf den maximalen Schallleistungspegel des WEA-Typs bei einer Windgeschwindigkeit ≤ 10m/s, bzw. bei 95 % der Nennleistung. Die Angaben zur oberen Vertrauensbereichsgrenze des Schallleistungspegels wurden entsprechend der Richtlinie DIN EN 50376 /18/ berechnet. Die einzelnen Schallquellen aller WEA überlagern sich zu einem resultierenden Schalldruckpegel, der für die in Frage kommenden Immissionsorte (vgl. Kapitel 1.2) zu bewerten ist.

Für den WEA-Typ GE 3.2-130 existiert noch keine schalltechnische Vermessung nach der *Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 Bestimmung der Schallemissionswerte* /5/. Den Berechnungen wurden die Herstellerangaben der jeweiligen Betriebsmodi zugrunde gelegt.

Für die WEA des Typs GE 1.5sl ist nach Auskunft des LUA Saarland ein Schallleistungspegel von 104,0 dB(A) in der Genehmigung festgelegt. Zusätzlich wird ein Sicherheitszuschlag von 2,0 dB(A) berücksichtigt.

2 Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2

Die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch die geplanten Windenergieanlagen an den untersuchten Immissionsorten wurde nach DIN ISO 9613-2 /2/ wie folgt berechnet.

IO	Bezeichnung	Beurteilungspegel [dB(A)]
H	Schmelz, Reimsbacher Straße 69 - Konnegenhof	36
I	Schmelz, Reimsbacher Straße 67	43

Tabelle 3: Vorbelastung Geflügelhof Wittmer GmbH

IO	Bezeichnung	Beurteilungspegel [dB(A)]
A	Michelbach, Sonnenweg 6	33,8
B	Geisweilerhof	44,9
C	Michelbach, Lauersflur 12	33,3
D	Hollerborner Hof 1	45,2
E	Oppen, Wiesenstraße 32	30,1
F	Schmelz, Roschbergstraße 51	36,7
G	Schmelz, Johannishof 1	43,0
H	Schmelz, Reimsbacher Straße 69 - Konnegenhof	41,2
I	Schmelz, Reimsbacher Straße 67	40,6
J	Schmelz, Reimsbacher Straße 46	36,5
K	Schmelz, Wendalinusstraße 8	30,2

Tabelle 4: Zusatzbelastung durch zwei WEA

IO	Bezeichnung	Beurteilungspegel [dB(A)]
A	Michelbach, Sonnenweg 6	33,8
B	Geisweilerhof	44,9
C	Michelbach, Lauersflur 12	33,3
D	Hollerborner Hof 1	45,2
E	Oppen, Wiesenstraße 32	30,1
F	Schmelz, Roschbergstraße 51	36,7
G	Schmelz, Johannishof 1	43,0
H	Schmelz, Reimsbacher Straße 69 - Konnegenhof	42,3
I	Schmelz, Reimsbacher Straße 67	45,0
J	Schmelz, Reimsbacher Straße 46	36,5
K	Schmelz, Wendalinusstraße 8	30,2

Tabelle 5: Gesamtbelastung durch zwei WEA und die Geflügelhof Wittmer GmbH

Im Anhang liegen für die oben genannten Beurteilungspegel Ausdrucke der Berechnungssoftware WindPRO vor (Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse). Weiterhin ist im Anhang eine **Isophonenkarte** für den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung wiedergegeben.

3 Zusammenfassung

Für den Standort Gischberg wurde eine Immissionsprognose entsprechend der TA-Lärm nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 /2/ für die zu berücksichtigende Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch zwei Windenergieanlagen des Typs GE 3.2-130 an den dem Projekt benachbarten Immissionsorten durchgeführt.

Für die GE 3.2-130 liegt noch kein nach FGW-Richtlinie /5/ vermessener Schallleistungspegel vor; die vom Hersteller angegebenen Werte für die Betriebsmodi NRO 104 und NRO 105 wurden hier aus den Erfahrungen mit früheren Bauformen des WEA-Typs inkl. Sicherheitszuschlägen abgeleitet. Eine Vermessung des WEA-Typs steht jedoch bevor.

Die Ergebnisse der Immissionsprognose unter den o.g. Voraussetzungen sind in Tabelle 6 wiedergegeben.

IO	Bezeichnung	Zul. Nacht-Immissionsrichtwert [dB(A)]	Gesamtbelastung [dB(A)] *
A	Michelbach, Sonnenweg 6	35	34
B	Geisweilerhof	45	45
C	Michelbach, Lauersflur 12	40	33
D	Hollerborner Hof 1	45	45
E	Oppen, Wiesenstraße 32	40	30
F	Schmelz, Roschbergstraße 51	40	37
G	Schmelz, Johannishof 1	45	43
H	Schmelz, Reimsbacher Straße 69 - Konnegenhof	45	42
I	Schmelz, Reimsbacher Straße 67	45	45
J	Schmelz, Reimsbacher Straße 46	40	36
K	Schmelz, Wendalinusstraße 8	35	30

*) Es wurden die Rundungsregeln gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 angewendet.

Tabelle 6: Zusammenfassung der Ergebnisse

Beurteilungspegel zur Vor- und Zusatzbelastung sind in Kapitel 2 aufgeführt.

Die zulässigen Nacht-Immissionsrichtwerte werden unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit an allen Immissionsorten eingehalten.

Da die berechneten Beurteilungspegel auf noch nicht nach FGW-Richtlinie /5/ vermessenen Schalleistungspegeln für die WEA GE 3.2-130 basieren, sollten diese Werte vor Inbetriebnahme der Windenergieanlagen durch eine Vermessung des WEA-Typs bestätigt werden.

Bei Vorliegen einer Garantie des Herstellers auf Einhaltung des hier verwendeten Schallleistungspegels kann dies auch in Form einer Abnahmemessung vor Ort durchgeführt werden. Bei der Abnahmemessung ist der sog. „Messabschlag für Überwachungsmessungen“ nach Abschnitt 6.9 TA Lärm *nicht* in Ansatz zu bringen.

Im Tagbetrieb können die WEA mit dem maximalen Schallleistungspegel betrieben werden, da für den Tagbetrieb die Immissionsrichtwerte der in diesem Gutachten relevanten Immissionsorte entsprechend Ziffer 6.1 TA-Lärm 15 dB(A) über den Immissionsrichtwerten für den Nachtbetrieb liegen. So werden auch bei einem höheren Emissionspegel für die WEA beim Tagbetrieb die Immissionsrichtwerte weit unterschritten. Entsprechend liegt der Immissionspegel an den relevanten Immissionsorten um mehr als 10 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert, womit diese nach Ziffer 2.2 a) TA Lärm nicht mehr im Einwirkungsbereich der geplanten WEA liegen.

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 1 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Gischberg sind in Kapitel 2 wiedergegeben. Änderungen an den Positionen der Anlagen, dem Anlagentyp, den im Schallvermessungsbericht des Anlagentyps genannten Anlagenspezifikationen oder sonstigen relevanten Einflussfaktoren für die Schallberechnung erfordern ein neues Gutachten.

4 Qualität der Prognose

Die Qualität der Prognose wurde wahrscheinlichkeitsmathematisch aus den folgenden Unsicherheits-Parametern ermittelt:

Produktionsstandardabweichung (Serienstreuung):	1,2 dB(A)
Wiederholstandardabweichung (Vergleichsstandardabweichung):	3,0 dB(A)
Standardabweichung Prognosemodell:	1,5 dB(A)

Die Unsicherheit wurde hier emissionsseitig auf die Schallpegel der Anlagentypen aufgeschlagen. Der statistische Ausgleich der Unsicherheit durch mehrere Quellen wird bei diesem Verfahren nicht betrachtet. Daher liegen die berechneten Werte über den statistisch wahrscheinlich auftretenden Immissionspegeln.

Weitere, die Qualität der Prognose beeinflussende Faktoren sind:

Luftabsorption für Oktavbänder / 500Hz-Mittenpegel

Die Immissionsprognose nach DIN ISO 9613-2 erlaubt unterschiedliche Berechnungsverfahren bezüglich der Luftabsorption.

Die Luftabsorption kann für die einzelnen *Oktavbänder* eines breitbandigen Geräuschs ermittelt werden oder sie kann für den *500-Hz-Mittenpegel* berechnet werden. Die Berechnung für *Oktavbänder* ergibt exaktere und – im Fall von Windenergieanlagen – in der Regel niedrigere (leisere) Berechnungsergebnisse, daher kann die Berechnung für den *500-Hz-Mittenpegel* als konservative Herangehensweise (worst case) gewertet werden. Für die vorliegende Berechnung wurde diese konservative Herangehensweise gewählt.

Verwendung des Alternativen Verfahrens zur Bodendämpfung

Die DIN ISO 9613-2 erlaubt zwei verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Bodendämpfung, nämlich das Standardverfahren und das Alternative Verfahren, wobei letztgenanntes als konservative Annahme zu werten ist. Im vorliegenden Gutachten wurde das Alternative Verfahren zur Berechnung der Bodendämpfung verwendet.

5 Tieffrequente Geräusche und Infraschall

Als tieffrequente Geräusche werden Geräusche bezeichnet, deren vorherrschende Energieanteile in einem Frequenzbereich unter 90 Hz liegen (vgl. TA Lärm, Ziffer 7.3). Tieffrequente Geräusche werden bei Windenergieanlagen ab 50 Hz schalltechnisch vermessen und bei der Bildung des 500 Hz-Mittenpegels berücksichtigt. Die vermessenen Schallleistungspegel im Frequenzbereich unter 100 Hz liegen regelmäßig deutlich unter den im Frequenzbereich von 100 – 4000 Hz gemessen Schallleistungspegeln. Infraschall bezeichnet Schall in einem Frequenzbereich unter 20 Hz.

Alle derzeit bekannten Untersuchungen, Messungen und Studien[2] zu Infraschall und tieffrequenten Geräuschen von Windenergieanlagen zeigen, dass sich bei den aus den Bestimmungen der TA-Lärm resultierenden Abständen von WEA zu Wohngebieten an den Immissionsorten keine Gefährdung oder Belästigung ergibt, da die auftretenden Pegel zum Infraschall weit unter der Wahrnehmungs- und Hörschwelle und zu tiefen Geräuschen (20-90 Hz) unter oder geringfügig über der Hörschwelle liegen. Auswirkungen durch tieffrequente Geräusche an den Immissionsorten sind am Standort Gischberg für den geplanten Typ GE 3.2-130 daher nicht zu erwarten.

2

- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen - Zwischenbericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2014, Karlsruhe, Dez. 2014
- Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (Onshore), Deutscher Naturschutzring, Dachverband des deutschen Natur- und Umweltverbände, www.dnr.de/downloads/infraschall_04-2011.pdf
- Bayerisches Landesamt für Umwelt & Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, ‚UmweltWissen, Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?', 4. Auflage - November 2014

6 Literatur

/1/ TA Lärm: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm

/2/ DIN ISO 9613-2 : Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien

/3/ BImSchG: Bundesimmissionsschutzgesetz

/4/ BauNVO: Baunutzungsverordnung

/5/ Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 Bestimmung der Schallemissionswerte; Fördergesellschaft Windenergie e. V.,

/6/ DIN 18005: Teil 1, Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren

/7/ DIN 45681: Ermittlung Tonhaltigkeit, Schmalbandanalyse des unbewerteten Schalldruckpegels

/8/ DIN 45645: Ermittlung Impulshaltigkeit, Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen.

/9/ Innenministerium Baden-Württemberg, Städtebauliche Lärmfibel - Hinweise für die Bauleitplanung, 1991, 193 Seiten.

/10/ Workshop Immissionsschutz 24./25. Februar 1999, Tagungsband; Kötter Beratende Ingenieure Selbstverlag, Rheine 1999

/11/ 'Viel Wind um wenig Lärm' von H. Klug, DEWI; In: Sonnenenergie 4/91

/12/ Schallmessung an WEA von A. Petersen, Windtest; In: Windkraft Journal 3/93

/13/ Windtest: Information Schallgutachten

/14/ 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms, Hoffmann / von Lüpke; Erich Schmidt Verlag, 6. Auflage 1993

/15/ Lärmbekämpfung ’88: Tendenzen - Probleme - Lösungen, Umweltbundesamt, Erich Schmidt Verlag,

/16/ Infraschallwirkungen auf den Menschen, H. Ising, B. Markert, F. Shenoda, C. Schwarze, Bundesminister für Forschung und Technologie, VDI Verlag, 1982.

/17/ Keine Gefahr durch Infraschall, A. Buhmann, In: Neue Energie 1/98

/18/ DIN EN 50376: Angabe des Schallleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen

/19/ W. Probst, U. Donner, Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose, Zeitschrift für Lärmbekämpfung

/20/ Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen: Empfehlungen der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), März 2005

/21/ Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose; Detlef Piorr in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (Sept. 2001)

/22/ Sachinformationen zu Geräuschemissionen und –immissionen von Windenergieanlagen, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, LUA Essen 2001

7 Anhang

- Isophonenkarte Zusatzbelastung
- Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung: Hauptergebnis und Detaillierte Ergebnisse
- Gesamtbelastung IO H und I
- Zusammenfassung der Berechnung der Firma GE zum Schalleistungspegel des WEA-Typs 3.2-130.
- Berechnungsausdrucke Vorbelastung Windpark Wahlener Platte: Hauptergebnis

Projekt:
15-1-3052

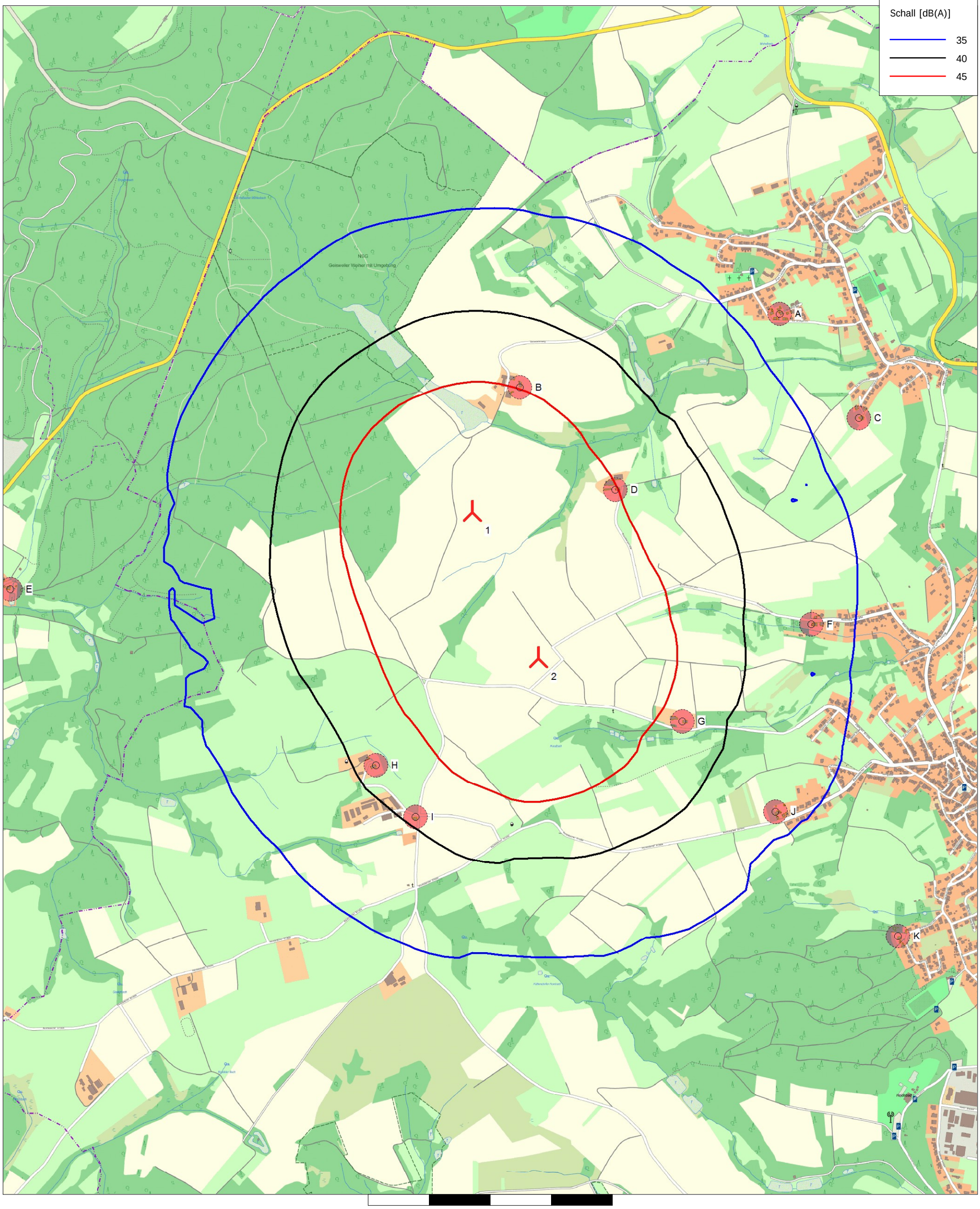
Beschreibung:
Windpark Gischberg, Gemeinde Schmelz im Landkreis Saarlouis, Saarland

Green City Energy AG
Zirkus-Krone-Straße 10
80335 München

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
MB / m.bruening@cube-engineering.com
Berechnet:
25.02.2016 22:15/3.0.639

DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Zusatzbelastung



Karte: WindPRO map , Maßstab 1:15.000, Mitte: GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 2 Ost: 2.559.379 Nord: 5.480.014

Neue WEA

Schall-Immissionsort

Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland. Windgeschw.: Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

Projekt:
15-1-3052

Beschreibung:
Windpark Gischberg, Gemeinde Schmelz im Landkreis Saarlouis, Saarland

Green City Energy AG
Zirkus-Krone-Straße 10
80335 München

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
MB / m.bruening@cube-engineering.com
Berechnet:
25.02.2016 22:15/3.0.639

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

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

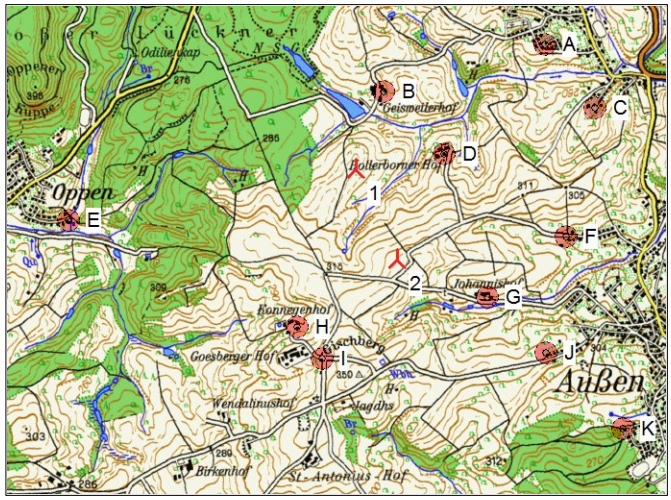
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

Alle Koordinatenangaben in
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 2



Maßstab 1:50.000
Neue WEA
Schall-Immissionsort

WEA

	Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nenn-leistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte Quelle	Name	Windgeschw.	LWA	Einzel-töne
			[m]					[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]	
1	2.559.240	5.480.311	295,0	GE WIND ENERGY ...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 3.2-130-3.200	3.200	130,0	134,0	USER	104,0 dB(A) + 4,6 dB(A) SZ, NRO 104	(95%)	108,6	Nein
2	2.559.518	5.479.716	322,7	GE WIND ENERGY ...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 3.2-130-3.200	3.200	130,0	134,0	USER	105,0 dB(A) + 4,6 dB(A) SZ, NRO 105	(95%)	109,6	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]
A	Michelbach, Sonnenweg 6	2.560.493	5.481.137	270,0	5,0	35,0	33,8
B	Geisweilerhof	2.559.429	5.480.825	277,4	5,0	45,0	44,9
C	Michelbach, Lauersflur 12	2.560.821	5.480.715	264,2	5,0	40,0	33,3
D	Hollerborner Hof 1	2.559.825	5.480.410	285,1	5,0	45,0	45,2
E	Oppen, Wiesenstraße 32	2.557.345	5.479.975	230,0	5,0	40,0	30,1
F	Schmelz, Roschbergstraße 51	2.560.636	5.479.867	270,4	5,0	40,0	36,7
G	Schmelz, Johannishof 1	2.560.111	5.479.463	290,0	5,0	45,0	43,0
H	Schmelz, Reimsbacher Straße 69 - Konnegenhof	2.558.855	5.479.269	306,8	5,0	45,0	41,2
I	Schmelz, Reimsbacher Straße 67	2.559.019	5.479.060	331,8	5,0	45,0	40,6
J	Schmelz, Reimsbacher Straße 46	2.560.498	5.479.097	310,0	5,0	40,0	36,5
K	Schmelz, Wendalinusstraße 8	2.561.007	5.478.593	260,0	5,0	35,0	30,2

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA 1	2
A	1501	1723
B	547	1112
C	1632	1642
D	594	759
E	1924	2188
F	1465	1128
G	1216	645
H	1110	799
I	1270	824
J	1748	1159
K	2464	1864

Projekt:
15-1-3052

Green City Energy AG
Zirkus-Krone-Straße 10
80335 München

Beschreibung:
Windpark Gischberg, Gemeinde Schmelz im Landkreis Saarlouis, Saarland

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
MB / m.bruening@cube-engineering.com
Berechnet:
25.02.2016 22:15/3.0.639

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Annahmen

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

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

Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: A Michelbach, Sonnenweg 6

WEA					Lautester Wert bis 95 % Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
1	1.501	1.509	81,7	Ja	31,23	108,6	3,01	74,57	2,87	2,94	0,00	0,00	80,38	0,00
2	1.723	1.733	79,6	Ja	30,32	109,6	3,01	75,78	3,29	3,22	0,00	0,00	82,29	0,00

Summe 33,81

Schall-Immissionsort: B Geisweilerhof

WEA					Lautester Wert bis 95 % Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
1	547	567	74,0	Ja	44,23	108,6	2,99	66,06	1,08	0,22	0,00	0,00	67,36	0,00
2	1.112	1.126	80,3	Ja	36,10	109,6	3,01	72,03	2,14	2,34	0,00	0,00	76,50	0,00

Summe 44,85

Schall-Immissionsort: C Michelbach, Lauersflur 12

WEA					Lautester Wert bis 95 % Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
1	1.632	1.640	72,5	Ja	29,92	108,6	3,01	75,29	3,12	3,28	0,00	0,00	81,69	0,00
2	1.642	1.653	65,2	Ja	30,66	109,6	3,01	75,36	3,14	3,44	0,00	0,00	81,95	0,00

Summe 33,32

Schall-Immissionsort: D Hollerborner Hof 1

WEA					Lautester Wert bis 95 % Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
1	594	610	76,8	Ja	43,34	108,6	2,99	66,70	1,16	0,39	0,00	0,00	68,25	0,00
2	759	777	70,8	Ja	40,69	109,6	3,00	68,81	1,48	1,63	0,00	0,00	71,92	0,00

Summe 45,23

Schall-Immissionsort: E Oppen, Wiesenstraße 32

WEA					Lautester Wert bis 95 % Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
1	1.924	1.934	60,2	Ja	27,47	108,6	3,01	76,73	3,67	3,73	0,00	0,00	84,13	0,00
2	2.188	2.199	62,7	Ja	26,76	109,6	3,01	77,84	4,18	3,82	0,00	0,00	85,85	0,00

Summe 30,14

Projekt:
15-1-3052

Green City Energy AG
Zirkus-Krone-Straße 10
80335 München

Beschreibung:
Windpark Gischberg, Gemeinde Schmelz im Landkreis Saarlouis, Saarland

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
MB / m.bruening@cube-engineering.com
Berechnet:
25.02.2016 22:15/3.0.639

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Schall-Immissionsort: F Schmelz, Roschbergstraße 51

WEA					Lautester Wert bis 95 % Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
1	1.465	1.473	60,8	Ja	31,07	108,6	3,01	74,36	2,80	3,38	0,00	0,00	80,54	0,00
2	1.128	1.142	60,3	Ja	35,30	109,6	3,01	72,16	2,17	2,98	0,00	0,00	77,30	0,00

Summe 36,69

Schall-Immissionsort: G Schmelz, Johannishof 1

WEA					Lautester Wert bis 95 % Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
1	1.216	1.223	58,6	Ja	33,38	108,6	3,01	72,75	2,32	3,15	0,00	0,00	78,22	0,00
2	645	665	64,3	Ja	42,45	109,6	3,00	67,46	1,26	1,43	0,00	0,00	70,15	0,00

Summe 42,96

Schall-Immissionsort: H Schmelz, Reimsbacher Straße 69 - Konnegenhof

WEA					Lautester Wert bis 95 % Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
1	1.110	1.116	68,1	Ja	34,83	108,6	3,01	71,96	2,12	2,69	0,00	0,00	76,77	0,00
2	799	812	68,9	Ja	40,01	109,6	3,00	69,19	1,54	1,85	0,00	0,00	72,59	0,00

Summe 41,16

Schall-Immissionsort: I Schmelz, Reimsbacher Straße 67

WEA					Lautester Wert bis 95 % Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
1	1.270	1.274	74,3	Ja	33,30	108,6	3,01	73,10	2,42	2,79	0,00	0,00	78,31	0,00
2	824	833	68,4	Ja	39,66	109,6	3,00	69,41	1,58	1,95	0,00	0,00	72,94	0,00

Summe 40,56

Schall-Immissionsort: J Schmelz, Reimsbacher Straße 46

WEA					Lautester Wert bis 95 % Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
1	1.748	1.752	70,4	Ja	28,99	108,6	3,01	75,87	3,33	3,42	0,00	0,00	82,62	0,00
2	1.159	1.168	79,7	Ja	35,59	109,6	3,01	72,35	2,22	2,44	0,00	0,00	77,01	0,00

Summe 36,45

Schall-Immissionsort: K Schmelz, Wendalinusstraße 8

WEA					Lautester Wert bis 95 % Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
1	2.464	2.469	54,0	Ja	24,02	108,6	3,01	78,85	4,69	4,05	0,00	0,00	87,59	0,00
2	1.864	1.874	66,9	Ja	29,02	109,6	3,01	76,46	3,56	3,58	0,00	0,00	83,59	0,00

Summe 30,21

Energetische Addition Immissionsorte H und I

IO	Bezeichnung	Zusatzbelastung (WEA 1 und 2)	Vorbelastung (Geflügelhof Wittmer GmbH)	Gesamtbelastung
H	Schmelz, Reimsbacher Straße 69 - Konnegenhof	41,16	36,00	42,32
I	Schmelz, Reimsbacher Straße 67	40,56	43,00	44,96

GE Power & Water

Technische Dokumentation Windenergieanlagen 3.2-130 - 50 Hz



Schallleistung

Schallreduzierter Betrieb gemäß FGW
Inkl. Terz- und Oktavband-Spektren

imagination at work

© 2015 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten..

2 Schallleistungspegel

Nachfolgend sind die Mittelwerte für Nennleistung und Rotordrehzahl der 3.2-130 bei unterschiedlichen Soll-Schallleistungspegeln (L_{WA}) für 10 Minuten aufgeführt.

NRO Bezeichnung	Nennleistung (kW)	Rotordreh-zahlsollwert (rpm)	Leistungsreduzierte Werte L_{WA} (dB)
Baseline	3230	12.1	Normal Operation
NRO 105	3070	11.5	105
NRO 104	2880	10.8	104
NRO 103	2750	10.3	103
NRO 102	2615	9.8	102
NRO 101	2510	9.4	101
NRO 100	1920	8.9	100

Tabelle 1: Geräuscharme Betriebsarten

3 Schallleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die folgende Tabelle zeigt die berechneten Soll-Schallleistungspegel in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe.

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (m/s)	Normal-betrieb 106 LWA (dB)	NRO 105 LWA (dB)	NRO 104 LWA (dB)	NRO 103 LWA (dB)	NRO 102 LWA (dB)	NRO 101 LWA (dB)	NRO 100 LWA (dB)
4	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7
5	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3
6	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7
7	102.0	102.0	102.0	102.0	101.8	100.9	100.0
8	104.6	104.6	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
9	105.9	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
10	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
11	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
12	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
13	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
14 – Abschaltung	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0

Tabelle 2: Soll-Schallleistungspegel

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden.
© 2015 GE Company

Projekt:
15-1-3052

Beschreibung:
Windpark Gischberg, Gemeinde Schmelz im Landkreis Saarlouis, Saarland

Green City Energy AG
Zirkus-Krone-Straße 10
80335 München

Lizenzierter Anwender:
CUBE Engineering
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
MB / m.bruening@cube-engineering.com
Berechnet:
25.02.2016 22:38/3.0.639

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

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

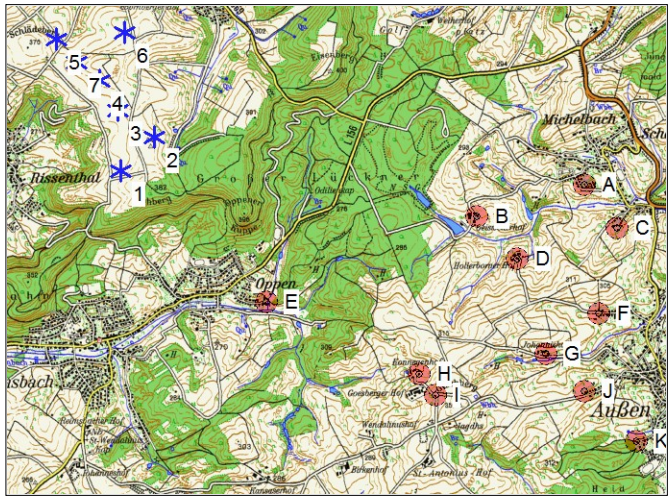
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

Alle Koordinatenangaben in
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 2



Maßstab 1:75.000
Existierende WEA
Schall-Immissionsort

WEA

	Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nenn-leistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte Quelle	Name	Windgeschw.	LWA	Einzel-töne
			[m]					[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]	
1	2.555.892	5.481.287	370,2	GE WIND ENERGY...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	104,0 dB(A) + 2,0 dB(A) SZ	(95%)	106,0	Nein
2	2.556.231	5.481.616	371,7	GE WIND ENERGY...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	104,0 dB(A) + 2,0 dB(A) SZ	(95%)	106,0	Nein
3	2.555.867	5.481.881	367,8	GE WIND ENERGY...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	104,0 dB(A) + 2,0 dB(A) SZ	(95%)	106,0	Nein
4	2.555.685	5.482.185	374,1	GE WIND ENERGY...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	104,0 dB(A) + 2,0 dB(A) SZ	(95%)	106,0	Nein
5	2.555.251	5.482.588	363,4	GE WIND ENERGY...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	104,0 dB(A) + 2,0 dB(A) SZ	(95%)	106,0	Nein
6	2.555.928	5.482.661	369,4	GE WIND ENERGY...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	104,0 dB(A) + 2,0 dB(A) SZ	(95%)	106,0	Nein
7	2.555.451	5.482.366	366,8	GE WIND ENERGY...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	104,0 dB(A) + 2,0 dB(A) SZ	(95%)	106,0	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]
A	Michelbach, Sonnenweg 6	2.560.493	5.481.137	270,0	5,0	35,0	19,1
B	Geisweilerhof	2.559.429	5.480.825	277,4	5,0	45,0	23,2
C	Michelbach, Lauersflur 12	2.560.821	5.480.715	264,2	5,0	40,0	17,8
D	Hollerborner Hof 1	2.559.825	5.480.410	285,1	5,0	45,0	21,2
E	Oppen, Wiesenstraße 32	2.557.345	5.479.975	230,0	5,0	40,0	29,6
F	Schmelz, Roschbergstraße 51	2.560.636	5.479.867	270,4	5,0	40,0	17,1
G	Schmelz, Johannishof 1	2.560.111	5.479.463	290,0	5,0	45,0	18,2
H	Schmelz, Reimsbacher Straße 69 - Konnegenhof	2.558.855	5.479.269	306,8	5,0	45,0	22,3
I	Schmelz, Reimsbacher Straße 67	2.559.019	5.479.060	331,8	5,0	45,0	21,4
J	Schmelz, Reimsbacher Straße 46	2.560.498	5.479.097	310,0	5,0	40,0	16,8
K	Schmelz, Wendalinusstraße 8	2.561.007	5.478.593	260,0	5,0	35,0	13,9

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA 1	2	3	4	5	6	7
A	4603	4288	4685	4920	5438	4812	5189
B	3566	3294	3714	3983	4534	3952	4265
C	4962	4677	5089	5342	5876	5265	5618
D	4029	3791	4222	4504	5066	4500	4791
E	1958	1983	2412	2764	3348	3037	3050
F	4951	4739	5176	5466	6033	5474	5755
G	4596	4437	4884	5196	5778	5265	5490
H	3584	3520	3968	4306	4898	4479	4601
I	3839	3782	4230	4569	5162	4746	4864
J	5100	4955	5403	5718	6302	5795	6013
K	5780	5651	6101	6420	7005	6506	6715

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

Akkreditierung

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorium

CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6, 34119 Kassel

mit den Standorten

Breitscheidstraße 6, 34119 Kassel
Andreaestraße 3, 30159 Hannover

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen (WEA) einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten; Bestimmung des 60 % Referenzertragsnachweises; Durchführung und Auswertung von Windmessungen zur Bestimmung des Windpotenzials; Erstellung von Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Schattenwurfprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Gutachten zur natürlichen Umgebungsturbulenz von Windenergieanlagenstandorten auf der Grundlage der Berechnung von Turbulenzintensitäten

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 02.11.2015 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11038-01 und ist gültig bis 01.11.2020. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 3 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-11038-01**

Berlin, 02.11.2015

Im Auftrag Dr. Heike Manke
Abteilungsleiterin

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin
Spittelmarkt 10
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main
Gartenstraße 6
60594 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS). Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkkS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30).
Die DAkkS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:
EA: www.european-accreditation.org
ILAC: www.ilac.org
IAF: www.iaf.nu

Anlage zur Schallimmissionsprognose der CUBE Engineering GmbH

Inhalt:

1 THEORETISCHE GRUNDLAGEN II

1.1 Allgemeines zur Schallproblematik II

1.1.1 Grundlagen II

1.1.2 Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen II

1.1.3 Schallleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel IV

1.1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung V

1.1.5 Schallimmissionen von Windenergieanlagen V

1.2 Immissionsprognose VI

1.2.1 Grundlage VI

1.2.2 Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) K_T IX

1.2.3 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) K_I X

1.2.4 Weitere Betrachtungen X

1 Theoretische Grundlagen

1.1 Allgemeines zur Schallproblematik

1.1.1 Grundlagen

Der Schall besteht aus Luftdruckschwankungen, die das menschliche Ohr wahrnimmt. Abbildung 1 zeigt den Hörbereich des menschlichen Ohrs in einem logarithmischen Maßstab.

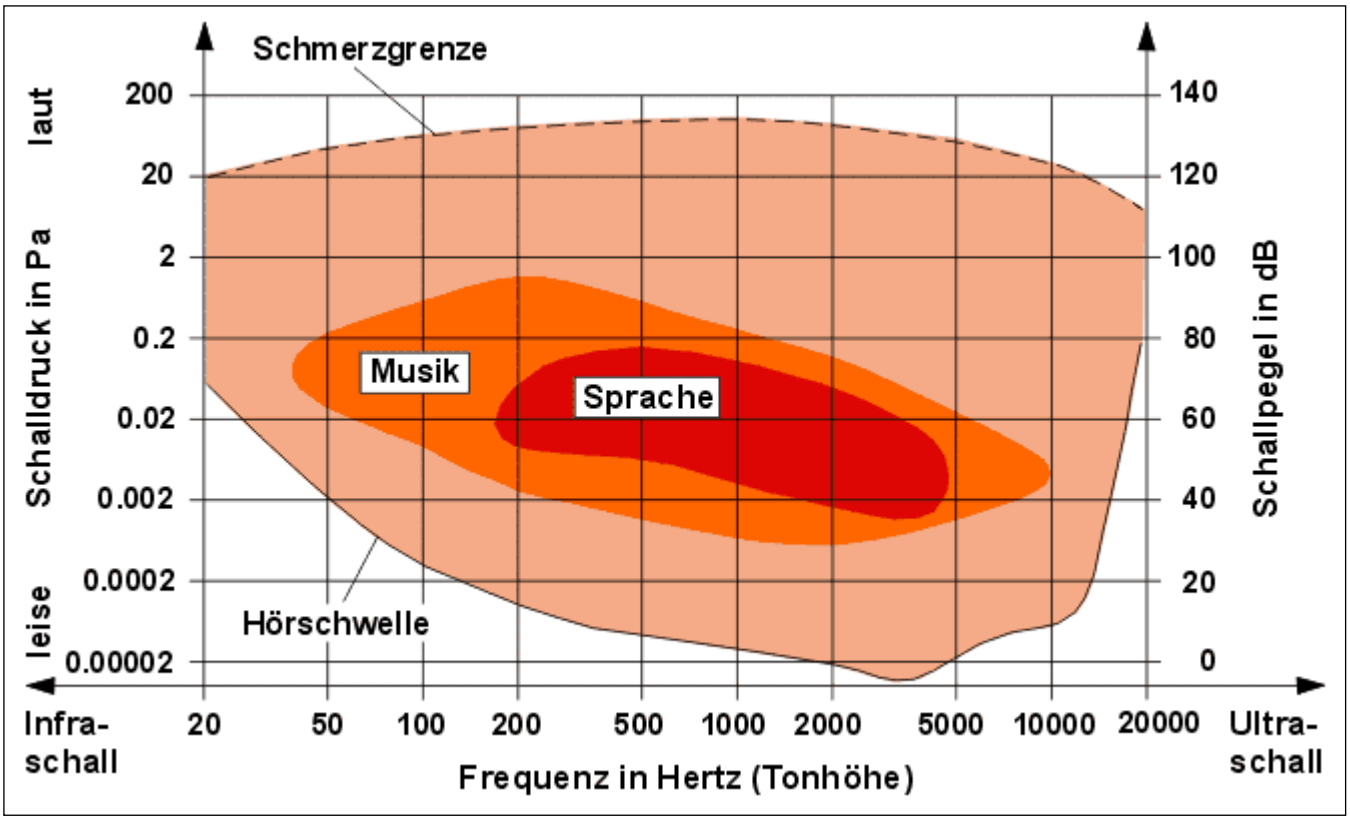


Abbildung 1: Hörbereich des Menschen *Quelle: Amt für Umweltschutz, Stuttgart*

Der hörbare Bereich liegt zwischen ca. 20 Hz (Hertz) und 20.000 Hz. Das Ohr nimmt Druckschwankungen ab 0,00002 Pascal (Pa) (= 0 dB) wahr, ab 20 Pa (120 dB) wird der Schall als schmerzhaft wahrgenommen. Der Schall unter 20 Hz wird als Infraschall (Körperschall), der Schall über 20.000 Hz als Ultraschall bezeichnet.

1.1.2 Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen

Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang von Schallentwicklung, -ausbreitung und -immission sowie die entsprechenden Vorschriften und Richtlinien.

- **Emissionen** sind im Allgemeinen die von einer Anlage (Quelle) ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Erscheinungen.

- **Transmission** ist die Ausbreitung der von einer Quelle emittierten Umweltbelastungen, z.B. die Schallausbreitung. Die Umgebung wirkt dabei dämpfend auf die von der Quelle ausgestrahlten Belastungen.

- **Immissionen** sind die auf Natur, Tiere, Pflanzen und den Menschen einwirkenden Belastungen (Luftverunreinigung, Lärm etc.) sowie lebenswichtige Strahlung (Sonne, Licht, Wärme), die sich aus sämtlichen Quellen überlagert.

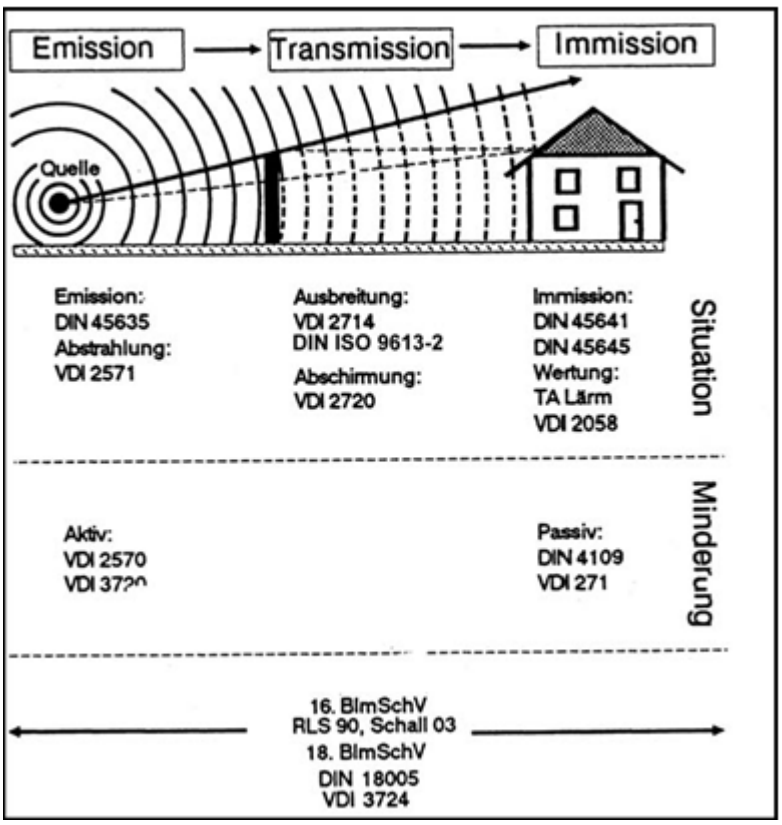


Abbildung 2: Normen und Grundlagen zum Schall

Die gesetzliche Grundlage für die Problematik 'Emission – Transmission – Immission' bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG, 1974, 1990; /3/). Bauliche Anlagen müssen von den Gewerbeaufsichts- bzw. Umweltämtern auf Basis der 'Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm' (kurz: TA-Lärm, 1998; /1/) auf ihre Verträglichkeit gegenüber der Umwelt und dem Menschen geprüft werden. Als Richtlinien für die Beurteilung (damit auch die Bemessung) der Lärmproblematik gelten die in Abbildung 2 erwähnten Normen nach DIN und VDI. Die Fachbehörden des Bereiches Immissionsschutz beurteilen die Lärmimmissionen baulicher

Anlagen.

In der Baunutzungsverordnung (BauNVO, 1990; /4/) sind die Baugebietsarten festgelegt, denen nach der TA Lärm /1/ eine Immissionsschutz-Rangfolge zugeordnet ist. So gelten nachts folgende Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden:

35 dB (A) für reine Wohn-, Erholungs- bzw. Kurgebiete
40 dB (A) für allgemeine Wohn- und Kleinsiedlungsgebiete (vorwiegend Wohnungen)
45 dB (A) für Kern-, Misch- und Dorfgebiete ohne Überwiegen einer Nutzungsart
50 dB (A) für Gewerbegebiete (vorwiegend gewerbliche Anlagen).

1.1.3 Schallleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

Die kennzeichnende Größe für die Geräuschemission einer Windenergieanlage wird durch den Schallleistungspegel L_W beschrieben. Der Schallleistungspegel L_{WA} ist der maximale Wert in Dezibel dB (A-bewertet), der von einer Geräusch- oder Schallquelle (Emissionsort, WEA) abgestrahlt wird. Eine Windenergieanlage verursacht im Bereich des hörbaren Frequenzbandes unterschiedlich laute Geräusche. Da das menschliche Gehör Schall mit unterschiedlicher Frequenz, bei gleichem Leistungspegel unterschiedlich stark wahrnimmt (siehe Abb. 2), wird in der Praxis der Schallleistungspegel über einen Filter gemessen, der der Hörcharakteristik des Menschen angepasst ist. So können verschiedenartige Geräusche miteinander verglichen und bewertet werden. Dieser über einen Filter (mit der Charakteristik „A“ nach DIN IEC 651, Index A) gemessene Schalleistungspegel wird „A-bewerteter Schallpegel“ genannt und ist der Wert der Schallquelle, der für die Berechnung der Schallausbreitung nach der DIN ISO 9613-2 /2/ verwendet wird.

Die genaue Verfahrensweise zur Durchführung einer Schallemissionsmessung zur Ermittlung des Schallleistungspegels von WEA kann der Schrift der Fördergesellschaft Windenergie e. V. (FGW) ‚Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen‘ /5/ entnommen werden.

Der Schall breitet sich kreisförmig um die Geräuschquelle aus und nimmt hörbar mit seinem Abstand zu ihr logarithmisch ab. Dabei wirken Bebauung, Bewuchs und sonstige Hindernisse dämpfend. Die Luft absorbiert den Schall. Reflexionen (z. B am Boden) und weitere Geräuschquellen wirken Lärm verstärkend. Die Schallausbreitung erfolgt hauptsächlich in Windrichtung.

Der Schalldruckpegel L_S ist der momentane Wert in dB, der an einem beliebigen Immissionsort (z.B. Wohngebäude) in der Umgebung einer oder mehrerer Geräusch- oder Schallquellen gemessen (z.B. mit Mikrofon, Schallmessung) werden kann.

Der Mittelungspegel L_{Aeq} ist der zeitlich energetisch gemittelte Wert des Schalldruckpegels. Für die Schallprognose bei Windenergieanlagen wird vom ungünstigsten Fall ausgegangen, der sich bei der lautesten Nachtstunde bei Mitwindbedingungen, 10 °C Temperatur und 70 % Luftfeuchte ergibt. Der für die Prognose verwendete Mittelungspegel entspricht dem nach FGW-Richtlinie Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionsrichtwerte“ aus 1-minütigen Messwerten ermittelte, maximale Schallleistungspegel bei 95% der Nennleistung oder bei einer standardisierten Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe.

Der Beurteilungspegel L_{rA} resultiert aus dem Mittelungspegel und den Zuschlägen aus der Ton- und Impulshaltigkeit aller Geräuschquellen unter Berücksichtigung der meteorologischen Dämpfung. Die an den Immissionsorten einzuhaltenden Immissionsrichtwerte beziehen sich auf den Beurteilungspegel.

1.1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung

Existieren an einem Standort bereits Geräuschquellen (z.B. Windenergieanlagen, Biogasanlagen, gewerbliche Anlagen), so sind diese als Vorbelastung zu berücksichtigen und die neu geplante(n) Anlage(n) als Zusatzbelastung zu bewerten. Die Gesamtbelastung ergibt sich dann aus den Geräuschen aller zu berücksichtigenden Anlagen.

1.1.5 Schallimmissionen von Windenergieanlagen

Die Schallquellen bei Windenergieanlagen sind im Wesentlichen die aerodynamischen Geräusche an den Blattspitzen, das Getriebe (sofern vorhanden) und der Generator. Je nach Betriebszustand und Leistung treten diese unterschiedlich auf, sind jedoch überwiegend durch das Blatt geprägt. Die Schallabstrahlung einer WEA ist nie konstant, sondern stark von der Leistung und somit von der Windgeschwindigkeit abhängig. So rechnet man grob mit ca. 1 dB(A) Pegelzuwachs pro Zunahme der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (v_{10}) um 1 m/s. Der immissionsrelevante Schallleistungspegel wurde früher bei v_{10} = 8 m/s angegeben. Ab dieser Windgeschwindigkeit übertönen im Allgemeinen die durch Wind bedingten Umgebungsgeräusche (Rauschen von Blättern, Abrissgeräusche an Häuserkanten, Ästen

usw.) die Anlagengeräusche, da sie mit der Windgeschwindigkeit stärker als die Anlagengeräusche zunehmen (ca. 2,5 dB(A) pro m/s Windgeschwindigkeitszunahme). Die Umgebungsgeräusche sind dann in der Regel lauter als die WEA, d.h. die Geräuschimmission der WEA wird überdeckt.

In Einzelfällen wurden jedoch geringere Geräuschabstände zwischen den Fremdgeräuschen und den Anlagengeräuschen gemessen. Dies tritt besonders an windgeschützten Orten auf, oder dann, wenn die WEA bei höheren Windgeschwindigkeiten eine Ton- oder Impulshaltigkeit besitzt. Daher hat sich die Vorgehensweise durchgesetzt (federführend der Arbeitskreis "Geräusche von Windenergieanlagen"), dass bei einem Immissionsrichtwert von 45 dB(A) die Prognose mit dem Schallleistungspegel bei v_{10} = 10 m/s oder, da viele Anlagen schon bei einer geringeren Windgeschwindigkeit ihre Nennleistung erreichen, mit dem Wert bei Erreichen von 95 % der Nennleistung, erstellt werden soll. Bei einem Immissionsrichtwert von 35 dB(A) kann unter Umständen die Berechnung dagegen mit dem Schalleistungspegel bei v_{10} = 8 m/s durchgeführt werden, da in diesem Fall die Umgebungs- und Fremdgeräusche die Schallimmission der WEA schon bei einer geringeren Windgeschwindigkeit überdecken.

In kritischen Fällen können die meisten WEA nachts in einem schallreduzierten Betriebszustand gefahren werden, in dem die Drehzahl des Rotors und einhergehend damit die Rotorblattgeräusche reduziert werden. Dadurch verschlechtert sich der Wirkungsgrad des Rotors und viele WEA können durch das begrenzte Drehmoment (bzw. Strom des Wechselrichters) nicht mehr mit Nennleistung betrieben werden. Daher ist der schallreduzierte Betrieb meist mit einer reduzierten maximalen Leistung verbunden.

1.2 Immissionsprognose

1.2.1 Grundlage

Die Prognosen sind nach der Technischen Anleitung Lärm (TA-Lärm) als detaillierte Prognose anhand der DIN ISO 9613-2 /2/ zu erstellen, wobei evtl. bestehende Vorbelastungen durch gewerbliche Geräusche an den Immissionsorten berücksichtigt werden müssen. Der LAI und der Arbeitskreis „Geräusche von Windenergieanlagen“ empfiehlt das Alternative Verfahren der DIN ISO 9613-2.

In der Regel wurde bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete Schalleistungspegel (inzwischen nach der FGW-Richtlinie /5/ auch

oktavbandbezogene Werte) ermittelt. Daher werden die Dämpfungswerte bei 500 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung abzuschätzen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionsort berechnet sich nach der ISO 9613-2 /2/ dann wie folgt:

$$\mathbf{L_{AT}\,(DW) = L_{WA} + D_C - A - C_{met}} \qquad (1)$$

- L_{WA}: Schalleistungspegel der Punktschallquelle, A-bewertet.
- D_C: Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden, D_Ω (Berechnung nach dem alternativen Verfahren)

$$\mathbf{D_C = D_\Omega + 0} \qquad (2)$$

D_Ω beschreibt die Reflexion am Boden und berechnet sich nach:

$$\mathbf{D_\Omega = 10\ lg\{1+[d_p^2+(h_s-h_r)^2] / [d_p^2+(h_s+h_r)^2]\}} \qquad (3)$$

h_s: Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)
h_r: Höhe des Immissionspunkts über Grund (in der Regel 5 m)
d_p: Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger, projiziert auf die Bodenebene. Der Abstand bestimmt sich aus den x- und y-Koordinaten der Quelle (Index s) und des Immissionspunkts (Index r):

$$\mathbf{d_p = \sqrt{(xs-xr)^2 + (ys-yr)^2}} \qquad (4)$$

- A: Dämpfung zwischen der Punktquelle (WEA-Gondel) und dem Immissionsort, die bei der Schallausbreitung vorherrscht. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$\mathbf{A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}} \qquad (5)$$

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung:

$$\mathbf{A_{div} = 20\ lg\ (d / 1\ m) + 11\ dB} \qquad (6)$$

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionsort.

A_{atm}: Dämpfung durch die Luftabsorption

$$\mathbf{A_{atm} = \alpha_{500}\, d / 1000} \qquad (7)$$

α_{500}: Absorptionskoeffizient der Luft (= 1,9 dB/km) Dieser Wert für α_{500} bezieht sich auf die günstigsten Schallausbreitungsbedingungen (Temperatur von 10 °C und relative Luftfeuchte von 70 %).

A_{gr}: Bodendämpfung:

$$\mathbf{A_{gr} = 4{,}8 - (2\, h_m / d\, [17 + 300 / d\,])} \qquad (8)$$

wenn $A_{gr} < 0$, dann $A_{gr} = 0$

h_m: mittlere Höhe (in m) des Schallausbreitungsweges über dem Boden: Wenn keine Orographie vorhanden ist

$$\mathbf{h_m = (h_s + h_r)/2} \qquad (9a)$$

h_s: Quellhöhe (Nabenhöhe); h_r: Aufpunkthöhe 5 m.

Bei vorliegender Orographie wird die Fläche F zwischen dem Boden und dem Sichtstrahl zwischen Quelle (Gondel) und Aufpunkt aus Teilflächen in mehreren Intervallen berechnet und daraus die mittlere Höhe wie folgt berechnet:

$$\mathbf{h_m = \sum F_i / d} \qquad (9b)$$

A_{bar}: Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz); in der vorliegenden Berechnung wird ohne Schallschutz gerechnet: A_{bar} =0.

A_{misc}: Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). In der vorliegenden Berechnung werden diese Effekte nicht berücksichtigt: A_{misc} = 0.

In der Praxis dämpfen u. U. Bebauung und Bewuchs den Schall (A_{misc} > 0), so dass die tatsächlichen Immissionswerte unter jenen der Prognose liegen.

- C_{met}: Meteorologische Korrektur.

Die Meteorologische Korrektur beschreibt die Dämpfung des Schalls durch meteorologische Einflüsse wie Wind und Temperatur über ein Jahr. Diese zusätzliche Dämpfung wird aber erst in größeren Entfernungen wirksam und ist u.a. von der Nabenhöhe der Anlage

abhängig (siehe Formel 10). Bei den Prognosen kann mit dem Parameter C_0 = 2 dB gerechnet werden. Die Meteorologische Korrektur bestimmt sich nach den Gleichungen:

$$\mathbf{C_{met} = 0} \qquad \textbf{für dp < 10 } (h_s+h_r)$$

$$\mathbf{C_{met} = C_0\,[1-10(h_s+h_r)/dp]} \qquad \textbf{für dp > 10 } (h_s+h_r) \qquad (10)$$

d_p: Abstand zwischen Quelle und Aufpunkt

Liegen den Berechnungen mehrere Schallquellen (n) (u. a. Windpark) zugrunde, so überlagern sich die einzelnen Schalldruckpegel L_{ATi} entsprechend den Abständen zum betrachteten Immissionsort. In der Bewertung der Lärmimmission nach TA-Lärm ist der aus allen Schallquellen resultierende Schalldruckpegel L_{AT} unter Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_{AT}(LT) = 10\lg\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1(L_{ATi} - C_{met} + K_{Ti} + K_{Ii})} \qquad (11)$$

L_{AT}: Beurteilungspegel am Immissionsort
L_{ATi}: Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle i
i: Index für alle Geräuschquellen von 1-n
K_{Ti}: Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i
K_{Ii}: Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i
C_{met}: Meteorologische Korrektur.

1.2.2 Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) K_T

Als Quellen für tonhaltige Geräusche sind in erster Linie Getriebe, Generatoren, Azimutgetriebe und eventuelle Hydraulikanlagen zu nennen. Tonhaltigkeiten im Anlagengeräusch sollten konstruktiv vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert werden. Heben sich aus dem Anlagengeräusch einer oder mehrere Einzeltöne deutlich hörbar hervor, ist nach der TA Lärm für den Zuschlag K_T, je nach Auffälligkeit des Tons, ein Wert von 3 oder 6 dB(A) anzusetzen. Orientiert an der Tonhaltigkeit im Nahbereich K_{TN} (gemessen bei der Emissionsmessung) gilt für Entfernungen über 300 m folgender Zuschlag:

$\mathbf{K_T = 0}$ **für** $\mathbf{0 \le K_{TN} \le 2}$
$\mathbf{K_T = 3}$ **für** $\mathbf{2 < K_{TN} \le 4}$
$\mathbf{K_T = 6}$ **für** $\mathbf{K_{TN} > 4}$

Die Zuschläge für Impuls- und Tonhaltigkeit der Anlagen werden für die entsprechenden Anlagentypen in der Regel bei Schalldruckpegelmessungen durch autorisierte Institute (in Deutschland u. a. DEWI, DNV GL) bewertet (s. z.B. Datenblätter zur Landesförderung) und werden in den Berichten zur schalltechnischen Vermessung dokumentiert. Sie werden ebenfalls in den technischen Unterlagen der WEA-Hersteller angegeben.

1.2.3 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) K_I

Impulshaltige Geräusche können z.B. durch den Turmdurchgang des Rotorblatts entstehen und werden als besonders störend empfunden. Die Beurteilung, ob eine Impulshaltigkeit gegeben ist, kann nach DIN 45645 durchgeführt werden. Enthält das Anlagengeräusch (A-bewerteter Schallpegel) öfter, d.h. mehrmals pro Minute, deutlich hervortretende Impulsgeräusche oder ähnlich auffällige Pegeländerungen (laut Messung), dann ist nach TA Lärm die durch solche Geräusche hervorgerufene erhöhte Störwirkung durch einen Zuschlag zum Mittelungspegel zu berücksichtigen. Dieser Zuschlag K_I beträgt ähnlich wie bei der Tonhaltigkeit, je nach Auffälligkeit des Tons 3 oder 6 dB(A). In der Praxis werden impulshaltige Geräusche konstruktiv vermieden; ihr Auftreten entspricht somit nicht dem Stand der Technik.

1.2.4 Weitere Betrachtungen

Tieffrequente Geräusche und Infraschall (Körperschall) sind bei Windenergieanlagen messtechnisch nachweisbar, aber für den Menschen nicht hörbar. Nach den Untersuchungen von Infraschallwirkungen auf den Menschen (Ising /16/; Buhmann /17/) erwies sich unhörbarer (nicht wahrnehmbarer) Infraschall als unschädlich. Weiterhin werden die Windenergieanlagen infraschallentkoppelt aufgebaut, so dass sich Infraschall kaum über den Boden ausbreiten kann. Der Körperschall ist daher nur in unmittelbarer Nähe um die WEA vorhanden, dabei aber nicht wahrnehmbar und somit unschädlich.

Einige Windenergieanlagen besitzen zwei Generatorstufen, um den Gesamtwirkungsgrad der Anlage über eine geringere Drehzahl bei niedrigen Windgeschwindigkeiten zu verbessern. Der Schallleistungspegel im Betrieb bei kleiner Generatorstufe liegt wegen der geringeren Drehzahl und der daraus folgenden geringeren Blattspitzengeschwindigkeit, sowie der geringeren Leistungsübertragung, wesentlich unter dem Schallleistungspegel der hohen Stufe. Eine gesonderte Schallberechnung bei kleiner Generatorstufe ist daher in der Regel nicht notwendig.