



## Gliederung

1	Zusammenfassung .....	3
2	Ausgangslage und Zielsetzung .....	4
3	Angewandte Vorschriften, Normen, Richtlinien .....	4
4	Örtliche Gegebenheiten .....	5
5	Anlagenbeschreibung .....	6
6	Grundlagen zur Geräuschbeurteilung .....	6
7	Immissionsorte, Zuordnung nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit.....	9
8	Schallquellen .....	10
8.1	Gewerbliche Vorbelastung .....	10
8.2	Fremdgeräusche .....	15
8.3	Schalleistungspegel der geplanten Windenergieanlagen .....	15
8.4	Abstände zwischen WEA und Immissionsorten .....	16
9	Ermittlung und Beurteilung der Geräuschimmissionen .....	17
9.1	Schallausbreitungsmodell .....	17
9.2	Ergebnisse und Beurteilung .....	18
9.3	Tieffrequente Geräusche .....	20
10	Qualität der Ergebnisse .....	21

## Anlagen

A-1	Lageplan mit Immissionsorten und Schallquellen
A-2	Eingabedaten
A-3	Darstellung der Beurteilungspegel und Teilbeurteilungspegel
A-4	Immissionsraster
A-5	Berechnungsprotokoll IO 01
A-6	Fotodokumentation
A-7	Berechnung der oberen Vertrauensbereiche für die geplanten WEA
A-8	Messberichte und Herstellerdatenblätter
A-9	Anlage A - Immissionsorte (Nachweis Gebiets- und Flächenausweisungen)
A-10	Anlage B - Zu berücksichtigende Vorbelastung und beantragte Windenergieanlagen

## 1 Zusammenfassung

Die Windpark Luxem GmbH & Co. KG plant die Errichtung von 8 neuen Windenergieanlagen (WEA) des Typs Enercon E-138 EP3 mit einer Nabenhöhe von 130 m bzw. 160 m im Windpark Nachtsheim-Luxem in Rheinland-Pfalz. Im benachbarten Windpark Kürrenberg werden bereits 5 WEA vom Typ Enercon E-101 3,05 MW betrieben. Darüber hinaus befinden sich östlich im Windpark Reudelsterz sowie südöstlich im Windpark Weiler insgesamt fünf weitere WEA vom Typ Nordex N131 im Genehmigungsverfahren.

Südwestlich der Ortschaft Luxem befinden sich in ca. 8 km Entfernung insgesamt vier Windenergieanlagen des Typs GE Wind und des Typs Vestas V-90. Berechnungen ergaben, dass die für den Windpark Nachtsheim-Luxem relevanten Immissionsorte deutlich außerhalb des Einwirkungsbereiches dieser Anlagen liegen. Die vier vorhandenen Windenergieanlagen wurden daher bei den nachfolgenden Berechnungen nicht weiter berücksichtigt. Im Rahmen des Planverfahrens sollen die Schallimmissionen, verursacht durch den Betrieb der geplanten und der vorhandenen WEA berechnet und nach TA Lärm /1/ beurteilt werden.

Im Rahmen der Berechnungen wurden insgesamt 17 Immissionsorte in der Umgebung des Windparks festgesetzt. Die Berechnungen ergaben, dass die Immissionsrichtwerte der TA Lärm /1/ tags an allen Immissionsorten deutlich durch den Beurteilungspegel der Zusatzbelastung unterschritten werden und die Tageszeit damit unkritisch ist. Nachts wird der Immissionsrichtwert an allen Immissionsorten durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Gesamtbelastung durch die geplanten und vorhandenen WEA ebenfalls unterschritten bzw. eingehalten.

Eine Überschreitung des Spitzenpegelkriteriums nach TA Lärm, Nr. 6.1 /1/ durch einzelne, kurzzeitige Geräuschspitzen ist nicht zu erwarten. Weiterhin ist angesichts der großen Entfernungen zwischen den Immissionsorten und den geplanten WEA mit keiner Belästigung durch tieffrequente Geräusche im Sinne der TA Lärm /1/ in Verbindung mit der DIN 45680 /4/ zu rechnen.

Die beantragten WEA vom Typ Enercon E-138 EP3 mit einer Nabenhöhe von 130 m bzw. 160 m im Windpark Nachtsheim-Luxem sind damit aus schalltechnischen Gesichtspunkten tags und nachts im leistungsoptimierten Betrieb genehmigungsfähig.

## 2 Ausgangslage und Zielsetzung

Die Windpark Luxem GmbH & Co. KG plant die Errichtung von 8 neuen Windenergieanlagen (WEA) des Typs Enercon E-138 EP3 mit einer Nabenhöhe von 130 m bzw. 160 m im Windpark Nachtsheim-Luxem in Rheinland-Pfalz. Im Rahmen des Planverfahrens sollen die Schallimmissionen, verursacht durch den Betrieb der geplanten Anlagen, berechnet und nach TA Lärm /1/ beurteilt werden. Bei Bedarf sollen Schallminderungsmaßnahmen ausgearbeitet werden.

## 3 Angewandte Vorschriften, Normen, Richtlinien

Grundlage für die Ausarbeitung sind u. a. die folgenden Vorschriften und Richtlinien:

- /1/ Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm -, 8/98, veröffentlicht im Gemeinsamen Ministerialblatt Nr. 26 vom 28.8.98, Seite 503 ff, zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 1. Juni 2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5) in Kraft getreten am 9. Juni 2017,
- /2/ DIN ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, 10/99,
- /3/ DIN 45645-1: Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, 07/96,
- /4/ DIN 45680: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, 3/97,
- /5/ DIN EN 61400-11: Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren, 03/2007,
- /6/ Fördergesellschaft Windenergie e.V.: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 0: Allgemeine Anforderungen, Stand 01.12.2001 und Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18, Stand 01.02.2008.

Weitere verwendete Unterlagen:

- /7/ Länderausschuss für Immissionsschutz: Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen vom 16.03.2005,
- /8/ TA Lärm 98, Erläuterungen / Kommentare, J. Kötter, D. Kühner, Immissionsschutz 2 (2000), S. 54 - 63,
- /9/ Empfehlungen zur Bestimmung der meteorologischen Dämpfung  $c_{met}$  gemäß DIN ISO 9613-2, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, 23.11.2011,
- /10/ Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose, Detlef Piorr, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 49 (2002), Nr. 3, S. 86-90,

- /11/ Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass) vom 11.07.2011, Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen sowie des Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen sowie der Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen,
- /12/ Datenblatt: Enercon Windenergieanlage E-138 EP3 / 3500 kW mit TES (Trailing Edge Serrations) Betriebsmodi 0 s, I s, II s und leistungsreduzierte Betriebe, Dok.-Nr. D0605806-5 / DA, Enercon GmbH, 17.04.2018,
- /13/ Schallimmissionsprognose für fünf geplante Windenergieanlagen Enercon E-101 am Standort Mayen-Kürrenberg, Bericht-Nr. Mayen KB 1-7 – 2013-03-1, TERRAGraphics GmbH, 04.12.2013,
- /14/ Messung der Schallimmissionen in der Umgebung des Windparks Mayen-Kürrenberg im Landkreis Mayen-Koblenz, Projekt Nr. 15-142-GH-01, T&H Ingenieure GmbH, 08.12.2016,
- /15/ Übertragung der Messergebnisse der Schallimmissionen an einem Ersatzmesspunkt in der Umgebung des Windparks Mayen-Kürrenberg im Landkreis Mayen-Koblenz auf drei weitere Immissionsorte, Projekt Nr. 15-142-GH-02, T&H Ingenieure GmbH, 17.02.2017,
- /16/ Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz Genehmigung Nr.: 3-NES K 5 der Stadt Mayen von 28.03.2014.

#### **4 Örtliche Gegebenheiten**

Die Standorte für die geplanten WEA befinden sich westlich der Ortschaft Luxem und östlich der Ortschaft Nachtsheim. Die geplanten WEA befinden sich des Weiteren südlich der Bundesstraße B410. Nördlich des geplanten Windparks befindet sich außerdem die Ortschaft Virneburg. Die geplanten Standorte der WEA befinden sich zum Teil in einem bewaldeten Gebiet.

Das Gelände weist relevante Höhenunterschiede auf, die im Rahmen der Berechnungen durch ein digitales Höhenmodell berücksichtigt wurden. Einen genauen Überblick über die örtlichen Gegebenheiten vermitteln der Lageplan sowie die Fotodokumentation im Anhang des Berichtes.

## 5 Anlagenbeschreibung

Die geplanten Windenergieanlagen weisen folgende technische Eigenschaften auf:

### WEA LU 1 - LU 4 und WEA NH 1 - NH 4

Typ:	Enercon E-138 EP3
Leistungsbegrenzung:	pitch
Drehzahlregelung:	variabel
Nennleistung:	3.500 kW
Rotordurchmesser:	138,25 m
Rotorblätter:	3
Nabenhöhe:	130 m und 160 m
Turmart:	Hybridturm

Für die geplanten Windenergieanlagen wurden folgende Standortkoordinaten im Koordinatensystem UTM 32 ETRS 89 berücksichtigt:

**Tabelle 1 Koordinaten der geplanten Windenergieanlagen**

Anlage	Koordinaten und Nabenhöhen, UTM 32 (ETRS89)			Typ
	Rechtswert in m	Hochwert in m	Z in m über GOK	
WEA LU 1	363.617	5.576.970	160	Enercon E-138 EP3
WEA LU 2	363.740	5.576.551	160	Enercon E-138 EP3
WEA LU 3	363.653	5.576.122	160	Enercon E-138 EP3
WEA LU 4	364.194	5.574.907	160	Enercon E-138 EP3
WEA NH 1	362.958	5.576.894	130	Enercon E-138 EP3
WEA NH 2	363.172	5.576.545	130	Enercon E-138 EP3
WEA NH 3	363.662	5.574.876	160	Enercon E-138 EP3
WEA NH 4	363.420	5.575.226	130	Enercon E-138 EP3

Die Lage der Standorte kann auch dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

## 6 Grundlagen zur Geräuschbeurteilung

Die Einwirkung des zu beurteilenden Geräusches wird entsprechend der TA Lärm /1/ anhand eines Beurteilungspegels bewertet, der aus den A-bewerteten Schallpegeln unter Berücksichtigung der Einwirkdauer, der Tageszeit des Auftretens und besonderen Zuschlägen, z. B. für Töne, Impulse oder den Informationsgehalt, gebildet wird.

**Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit  $K_T$ :**

Für die Teilzeiten, in denen in den zu beurteilenden Geräuschimmissionen ein oder mehrere Töne hervortreten oder in denen das Geräusch informationshaltig ist, ist für den Zuschlag  $K_T$  je nach Auffälligkeit der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen. Bei Anlagen, deren Geräusche nicht ton- oder informationshaltig sind, ist  $K_T = 0$  dB. Falls Erfahrungswerte von vergleichbaren Anlagen und Anlagenteilen vorliegen, ist von diesen auszugehen.

**Zuschlag für Impulshaltigkeit  $K_I$ :**

Für die Teilzeiten, in denen das zu beurteilende Geräusch Impulse enthält, ist für den Zuschlag  $K_I$  je nach Störwirkung der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen. Bei Anlagen, deren Geräusche keine Impulse enthalten, ist  $K_I = 0$  dB.

Falls Erfahrungswerte von vergleichbaren Anlagen und Anlagenteilen vorliegen, ist von diesen auszugehen.

**Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit:**

Für folgende Zeiten ist in Gebieten nach Buchstaben e) bis g) (siehe unten) bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag von 6 dB zu berücksichtigen:

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. an Werktagen            | 06.00 - 07.00 Uhr,<br>20.00 - 22.00 Uhr.                       |
| 2. an Sonn- und Feiertagen | 06.00 - 09.00 Uhr,<br>13.00 - 15.00 Uhr,<br>20.00 - 22.00 Uhr. |

Die Immissionsrichtwerte sind gemäß Abschnitt 6.1 der TA Lärm /1/ wie folgt festgelegt:

**Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden:**

Beurteilungspegel werden vor dem Vergleich mit dem Immissionsrichtwert mathematisch korrekt auf ganze Zahlen gerundet. Die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel betragen für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden

a) in Industriegebieten

70 dB(A)

b) in Gewerbegebieten

tags 65 dB(A)  
nachts 50 dB(A)

c) in urbanen Gebieten

tags 63 dB(A)  
nachts 45 dB(A)

d) in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten

tags 60 dB(A)  
nachts 45 dB(A)

e) in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten

tags 55 dB(A)  
nachts 40 dB(A)

f) in reinen Wohngebieten

tags 50 dB(A)  
nachts 35 dB(A)

g) in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten

tags 45 dB(A)  
nachts 35 dB(A).

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Die Immissionsrichtwerte gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde (z. B. 1.00 bis 2.00 Uhr) mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt. Die Nachtzeit beträgt acht Stunden, sie beginnt im Allgemeinen um 22.00 Uhr und endet um 6.00 Uhr. Im Fall abweichender örtlicher Regelungen sind diese zu Grunde zulegen.

Zur Zuordnung der Einwirkungsorte zu den unter a) bis g) bezeichneten Gebieten und Einrichtungen ist in der TA Lärm /1/ folgendes festgelegt:

Die Art der mit a) bis g) bezeichneten Gebiete und Einrichtungen ergibt sich aus den Festlegungen in den Bebauungsplänen. Sonstige in Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Gebiete und Einrichtungen sowie Gebiete und Einrichtungen, für die keine Festsetzungen bestehen, sind entsprechend der Schutzbedürftigkeit unter Berücksichtigung der tatsächlichen Nutzung zu beurteilen.



## 7 Immissionsorte, Zuordnung nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit

Es wurden folgende maßgebliche Immissionsorte für die Beurteilung der Geräuschimmissionen, verursacht durch das geplante Vorhaben, festgesetzt:

**Tabelle 2 Einstufung der maßgeblichen Immissionsorte nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit**

IO	Lage / Adresse	Höhe des Immissionsortes in m	Einstufung der Schutzbedürftigkeit	Immissionsrichtwerte in dB(A)		Ausweisung nach BauNVO
IO 01	Im Suhr 8, 56729 Luxem	5 m	WA	55	40	B-Plan „Im Suhr“ / WA
IO 02	Waldhof, 56729 Weiler	5 m	MD	60	45	Außenbereich
IO 03	Wohnbaufläche Weidenstraße, 56729 Weiler	5 m	WA	55	40	FNP / W
IO 04	Schützenstraße 12, 56729 Anschau	5 m	MD	60	45	FNP / M
IO 05	Wohnbaufläche Im Strang, 56729 Anschau	5 m	WA	55	40	B-Plan „Im Strang“ / WA
IO 06	Bergstraße 2, 56729 Mimbach	5 m	MD	60	45	FNP / M
IO 07	Lerchenweg 6, 56729 Nachtsheim	5 m	MD	60	45	B-Plan „Auf dem Hausengarten“ / MD
IO 08	Birkenweg 3, 56729 Nachtsheim	5 m	WA	55	40	FNP / W
IO 09	Nitzblick 11, 56729 Virneburg	5 m	WA	55	40	B-Plan „Am Mühlenberg“ / WA
IO 10a	Brauberg 12b, 56729 Virneburg	5 m	WA	55	40	Satzung § 34 BauGB
IO 10b	Wohnbaufläche Brauberg, 56729 Virneburg	5 m	WA	55	40	Satzung § 34 BauGB
IO 11	Am Regensbusch 2, 56729 Hirten	5 m	MD	60	45	FNP / M
IO 12a	Obere Dorfstraße 19, 56729 Hirten	5 m	WA	55	40	FNP / W
IO 12b	Wohnbaufläche Ober Dorfstr., 56729 Hirten	5 m	WA	55	40	Ergänzungssatzung § 34 BauGB

IO	Lage / Adresse	Höhe des Immissionsortes in m	Einstufung der Schutzbedürftigkeit	Immissionsrichtwerte in dB(A)		Ausweisung nach BauNVO
IO 13	Untere Dorfstraße 36, 56729 Hirten	5 m	WA	55	40	FNP / W
IO 14	Zum Hessental 2, 56729 Hirten	5 m	WA	55	40	FNP / W
IO 15	Im Vogelsang, 56729 Luxem*	5 m	WA	55	40	B-Plan „Im Suhr 1. Änd. u. Erw.“ / WA

\*) keine Hausnummer vorhanden

Die genaue Lage der Immissionsorte wurde im Rahmen einer Ortsbesichtigung geprüft und kann dem Lageplan in Anlage 1 des Berichtes entnommen werden. Die Einstufung der Schutzbedürftigkeit der Wohnbebauungen erfolgt gemäß der Ausweisung in dem jeweiligen Bebauungsplan oder, für Bereiche wo kein rechtskräftiger Bebauungsplan vorhanden ist, entsprechend der tatsächlichen Nutzung und unter Berücksichtigung der Darstellung im Flächennutzungsplan. Die Schutzbedürftigkeiten sind darüber hinaus mit der Verbandsgemeinde Vordereifel abgestimmt.

## 8 Schallquellen

### 8.1 Gewerbliche Vorbelastung

Südwestlich der Ortschaft Luxem befinden sich in ca. 8 km Entfernung insgesamt vier Windenergieanlagen des Typs GE Wind und des Typs Vestas V-90. Berechnungen ergaben, dass die für den Windpark Luxem relevanten Immissionsorte deutlich außerhalb des Einwirkungsbereiches dieser Anlagen liegen. Die vier vorhandenen Windenergieanlagen wurden daher bei den nachfolgenden Berechnungen nicht weiter berücksichtigt.

Nordöstlich des Windparks Luxem werden in ca. 3 km Abstand im Windpark Kürrenberg insgesamt 5 Windenergieanlagen vom Typ Enercon E-101 3,05 MW betrieben. Bei den Berechnungen sind die im benachbarten Windpark Kürrenberg vorhandenen Anlagen vom Typ Enercon E-101 3,05 MW als Vorbelastung im Sinne der TA Lärm /1/ zu berücksichtigen. Darüber hinaus befinden sich östlich im Windpark Reudelsterz sowie südöstlich im Windpark Weiler insgesamt fünf weitere WEA vom Typ Nordex N131 im Genehmigungsverfahren. Für die vorhandenen WEA wurden folgende Standortkoordinaten berücksichtigt:

**Tabelle 3 Koordinaten der vorhandenen und im Verfahren befindlichen Windenergieanlagen**

Anlage	Koordinaten und Nabenhöhen, UTM 32 (ETRS89)			Typ
	Rechtswert in m	Hochwert in m	Z in m über GOK	
WEA 1 VB	367.476	5.577.119	149,0	Enercon E-101 3,05 MW
WEA 2 VB	367.070	5.576.885	149,0	Enercon E-101 3,05 MW
WEA 3 VB	367.685	5.576.818	149,0	Enercon E-101 3,05 MW
WEA 4 VB	367.068	5.576.424	149,0	Enercon E-101 3,05 MW
WEA 5 VB	367.761	5.576.390	149,0	Enercon E-101 3,05 MW
WEA R1	370.293	5.575.869	114,0	Nordex N131/3000
WEA R2	369.911	5.575.536	114,0	Nordex N131/3000
WEA R3	370.321	5.575.447	114,0	Nordex N131/3000
WEA W1	367.676	5.574.234	164,0	Nordex N131/3300
WEA W2	367.282	5.573.584	134,0	Nordex N131/3300

Die Lage der Standorte kann auch dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

Hinsichtlich der zu berücksichtigenden Tonzuschläge soll die bisherige Verfahrensweise ( $K_{TN}$ : Tonhaltigkeit bei Emissionsmessungen im Nahbereich nach der technischen Richtlinie gemessen und  $K_T$ : Tonzuschläge, die bei Entfernungen über 300 m für die Immissionsprognose zu verwenden sind) beibehalten werden:

$0 \leq K_{TN} \leq 2$	Tonzuschlag $K_T$ von 0 dB
$2 < K_{TN} \leq 4$	Tonzuschlag $K_T$ von 3 dB
$K_{TN} > 4$	Tonzuschlag $K_T$ von 6 dB

Für die im Windpark Kürrenberg vorhandenen WEA des Typs Enercon E-101 3,05 MW liegt die Genehmigung 3-NES-K 5 der Stadt Mayen von 28.03.2014 /16/ zu Grunde. Gemäß der vorliegenden Genehmigung sind die WEA so zu betreiben, dass die Beurteilungspegel der WEA an den Immissionsorten folgende Immissionsrichtwerte in der Nachtzeit zwischen 22.00 Uhr und 6.00 Uhr nicht überschreiten:

IP B Laachstr. 40	Kürrenberg	nachts: 40 dB(A),
IP C Im Weiherhölzchen 25	Kürrenberg	nachts: 40 dB(A),
IP F Untere Dorfstr. 36	Hirten	nachts: 40 dB(A),
IP G Zum Hessental	Hirten	nachts: 40 dB(A).

Nach der Errichtung und Inbetriebnahme war gemäß /16/ durch eine geeignete Messstelle für Immissionsschutz anhand einer schalltechnischen Abnahmemessung die Einhaltung der

o. g. Immissionsrichtwerte nachzuweisen. Die erforderlichen Schallimmissionsmessungen wurden im Jahr 2016 durch unser Büro durchgeführt /14/ und /15/.

Im Rahmen der Vorbereitung zu dieser Messung erfolgte eine Abstimmung mit der SGD Nord. Dem Messkonzept wurde mit der Mail vom 18.01.2016 zugestimmt. Das ursprüngliche Messkonzept sah eine Messung bei östlicher Windrichtung am maßgeblichen Immissionsort in der Ortschaft Hirten und ggf. an einem geeigneten Ersatzmesspunkt vor. Da aber aufgrund der sehr seltenen östlichen Windrichtung bis zum September 2016 keine Messung durchgeführt werden konnte, fand am 26.09.2016 bei der Stadtverwaltung der Stadt Mayen eine Besprechung mit dem Betreiber, der SGD Nord, der Stadt Mayen und dem in /14/ unterzeichnenden Gutachter statt. Im Rahmen der Besprechung wurde der Sachverhalt ausführlich erörtert. Daraufhin wurde in Abstimmung mit der SGD Nord festgelegt, abweichend vom ursprünglichen Messkonzept, eine Messung am maßgeblichen Immissionsort im Stadtteil Kürrenberg und ggf. an einem geeigneten Ersatzmesspunkt (EMP 1) bei südwestlicher Windrichtung mit hohen Windgeschwindigkeiten durchzuführen.

Die Messung bei südwestlicher Windrichtung mit hohen Windgeschwindigkeiten fand am 17.11.2016 am Immissionsort IP B Laachstr. 40 und einem Ersatzmesspunkt statt. Die Messung und die Messergebnisse für die Messpunkte sind im Messbericht Nr. 15-142-GH-01 /14/ ausführlich dargestellt. Die Messung am Immissionsort IP B war gemäß /14/ aufgrund der vorherrschenden Fremdgeräuschsituation nicht auswertbar. Die Messung am o. g. Ersatzmesspunkt konnte wiederum ausgewertet werden.

Der höchste fremdgeräuschkorrigierte Schalldruckpegel am EMP 1 wurde gemäß /14/ bei einer standardisierten Windgeschwindigkeit von  $v_s = 10 \text{ m/s}$  mit  $L_s = 45,9 \text{ dB dB(A)}$  ermittelt. Eine weitere, auf die WEA zurückzuführende Zunahme der Schalldruckpegel war am Ersatzmesspunkt nicht zu verzeichnen. Am Ersatzmesspunkt wurde außerdem im Rahmen der Messungen gemäß /14/ keine relevante Ton- und Impulshaltigkeit des Anlagengeräusches festgestellt. Beim Anfahren oder Abschalten der WEA wurden außerdem keine Auffälligkeiten festgestellt.

Da an den Immissionsorten IP F Untere Dorfstr. 36 und IP G Zum Hessental in Hirten nachts keine Messungen bei Mitwind und höheren Windgeschwindigkeiten möglich waren, wurden die Messergebnisse vom Ersatzmesspunkt EMP 1 aus /14/ anschließend in /15/ auf die Immissionsorte IP F Untere Dorfstr. 36 und IP G Zum Hessental übertragen und nach TA Lärm /1/ beurteilt. Zusätzlich wurden in /15/ die Messergebnisse vom Ersatzmesspunkt EMP 1 auch auf den Immissionsort IP C Im Weiherhölzchen 25 übertragen und beurteilt. Analog zu /15/ werden die aus /14/ ermittelten Messergebnisse auf die in dieser schalltechnischen Untersuchung festgesetzten maßgeblichen Immissionsorte aus Abschnitt 7 übertragen.

Anhand der geometrischen Anordnung der WEA, der Immissionsorte und des Ersatzmesspunktes aus /14/ sind nach DIN ISO 9613-2 /2/ für die Umrechnung des Immissionspegels

am Ersatzmesspunkt auf die in Abschnitt 7 dargestellten Immissionsorte folgende Abstandskorrekturen zu berücksichtigen:

**Tabelle 4 Abstandskorrekturen**

Immissionsort - Ersatzmesspunkt	Abstandskorrektur in dB
IO 01 Im Suhr 8 - EMP	19,5
IO 02 Waldhof - EMP	21,2
IO 03 Wohnbaufläche Weidenstraße - EMP	17,2
IO 04 Schützenstraße 12 - EMP	29,0
IO 05 Wohnbaufläche Im Strang - EMP	30,0
IO 06 Bergstraße 2 - EMP	32,2
IO 07 Lerchenweg 6 - EMP	31,5
IO 08 Birkenweg 3 - EMP	32,5
IO 09 Nitzblick 11 - EMP	29,9
IO 10a Brauberg 12b - EMP	27,1
IO 10b Wohnbaufläche Brauberg - EMP	27,1
IO 11 Am Regensbusch 2 - EMP	18,7
IO 12a Obere Dorfstraße 19 - EMP	15,1
IO 12b Wohnbaufläche Ober Dorfstr. - EMP	15,2
IO 13 Untere Dorfstraße 36 - EMP	10,6
IO 14 Zum Hessental 2 - EMP	11,3
IO 15 Im Vogelsang - EMP	19,2

Die Abstandskorrektur ergibt sich aus dem Differenzpegel des Schalldruckpegels am Ersatzmesspunkt und am jeweiligen Immissionsort. Dieser wurde unter Berücksichtigung der Eingangsdaten der Schallimmissionsprognose /13/ ermittelt.

Unter Berücksichtigung der Fremdgeräuschkorrektur und der erforderlichen Abstandskorrektur ergaben sich bei Mitwindbedingung für den nächtlichen Nennbetriebszustand an den o. g. Immissionspunkten für die gewerbliche Gesamtbelastung der 5 WEA im WP Kürrenberg folgende Immissionspegel:

IO 01 Im Suhr 8	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 19,5 \text{ dB} = 26,4 \text{ dB(A)}$
IO 02 Waldhof	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 21,2 \text{ dB} = 24,7 \text{ dB(A)}$
IO 03 Wohnbaufläche Weidenstraße	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 17,2 \text{ dB} = 28,7 \text{ dB(A)}$
IO 04 Schützenstraße 12	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 29,0 \text{ dB} = 16,9 \text{ dB(A)}$

IO 05 Wohnbaufläche Im Strang	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 30,0 \text{ dB} = 15,9 \text{ dB(A)}$
IO 06 Bergstraße 2	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 32,2 \text{ dB} = 13,7 \text{ dB(A)}$
IO 07 Lerchenweg 6	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 31,5 \text{ dB} = 14,4 \text{ dB(A)}$
IO 08 Birkenweg 3	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 32,5 \text{ dB} = 13,4 \text{ dB(A)}$
IO 09 Nitzblick 11	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 29,9 \text{ dB} = 16,0 \text{ dB(A)}$
IO 10a Brauberg 12b	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 27,1 \text{ dB} = 18,8 \text{ dB(A)}$
IO 10b Wohnbaufläche Brauberg	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 27,1 \text{ dB} = 18,8 \text{ dB(A)}$
IO 11 Am Regensbusch 2	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 18,7 \text{ dB} = 27,2 \text{ dB(A)}$
IO 12a Obere Dorfstraße 19	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 15,1 \text{ dB} = 30,8 \text{ dB(A)}$
IO 12b Wohnbaufläche Ober Dorfstr.	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 15,2 \text{ dB} = 30,7 \text{ dB(A)}$
IO 13 Untere Dorfstraße 36	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 10,6 \text{ dB} = 35,3 \text{ dB(A)}$
IO 14 Zum Hessental 2	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 11,3 \text{ dB} = 34,6 \text{ dB(A)}$
IO 15 Im Vogelsang	$L_{Aeq} = 45,9 \text{ dB(A)} - 19,2 \text{ dB} = 26,7 \text{ dB(A)}$

Aufgrund des Abstandes und der mittleren Höhe des Immissionsortes und der relevanten WEA beträgt die meteorologische Korrektur an allen Immissionsorten  $C_{met} = 0 \text{ dB}$ .

Der Beurteilungspegel der Gesamtbelastung für den Nennbetriebszustand ergibt sich in Anlehnung an /1/, /2/ und /3/ zu:

$$L_{r,k} = L_{Aeq} + K_T + K_I - C_{met}$$

Damit betragen die ganzzahlig gerundeten Beurteilungspegel der gewerblichen Gesamtbelastung nachts:

$L_{r,k,IO 01}$ Wohnhaus Im Suhr 8, nachts	$= 26,4 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 27 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO 02}$ Wohnhaus Waldhof, nachts	$= 24,7 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 25 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO 03}$ Wohnhaus Wohnbaufläche Weidenstraße, nachts	$= 28,7 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 29 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO 04}$ Wohnhaus Schützenstraße 12, nachts	$= 16,9 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 17 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO 05}$ Wohnbaufläche Im Strang, nachts	$= 15,9 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 16 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO 06}$ Wohnhaus Bergstraße 2, nachts	$= 13,7 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 14 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO 07}$ Wohnhaus Lerchenweg 6, nachts	$= 14,4 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 14 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO 08}$ Wohnhaus Birkenweg 3, nachts	$= 13,4 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 13 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO 09}$ Wohnhaus Nitzblick 11, nachts	$= 16,0 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 16 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO10a}$ Wohnhaus Brauberg 12b, nachts	$= 18,8 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 19 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO10b}$ Wohnbaufläche Brauberg, nachts	$= 18,8 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 19 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO11}$ Wohnhaus Am Regensbusch 2, nachts	$= 27,2 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 27 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO12a}$ Wohnhaus Obere Dorfstraße 19, nachts	$= 30,8 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 31 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO12b}$ Wohnbaufläche Ober Dorfstr., nachts	$= 30,7 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 31 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO13}$ Wohnhaus Untere Dorfstraße 36, nachts	$= 35,3 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 35 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO14}$ Wohnhaus Zum Hessental 2, nachts	$= 34,6 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 35 \text{ dB(A)}$
$L_{r,k,IO15}$ Wohnhaus Im Vogelsang, nachts	$= 26,7 \text{ dB(A)} + 0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = 27 \text{ dB(A)}$

Im Rahmen der Messungen in /14/ konnten in immissionsrelevanter Entfernung keine Hinweise auf schädliche tieffrequente Geräusche festgestellt werden. Die Pegel der ermittelten Terzspektren für die o. g. Immissionspunkte unterschreiten jeweils bereits außen die für den Innenbereich festgelegten Anhaltswerte der DIN 45680 /4/. Aus diesem Grund ist mit Belästigungen durch tieffrequente Geräusche im Sinne der TA Lärm /1/ in Verbindung mit der DIN 45680 /4/ nicht zu rechnen.

Für die im Genehmigungsverfahren befindlichen WEA vom Typ Nordex N131/3000 im WP Reudelsterz wurde für die Berechnungen ein Schalleistungspegel  $L_{WA} = 104,0$  dB(A) und für die im Verfahren befindlichen WEA vom Typ Nordex N131/3300 im WP Weiler ein Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 105,5$  dB(A) berücksichtigt. Hierbei handelt es sich nach Auskunft des Auftraggebers um den von der Genehmigungsbehörde angegebenen Schalleistungspegel, mit dem sich die o. g. WEA im Genehmigungsverfahren befinden. Die o. g. Schalleistungspegel beinhalten bereits einen oberen Vertrauensbereichsbereich von  $L_o = 2,5$  dB. Immissionsrelevante Ton- und Impulshaltigkeiten sind für die Anlagen nach unserem Kenntnisstand nicht zu berücksichtigen.

Für alle Windenergieanlagen wird eine Einwirkzeit von 24 Stunden berücksichtigt. Ansonsten wurden im Rahmen der Ortsbesichtigung für die kritische Nachtzeit keine weiteren immissionsrelevanten Betriebe als gewerbliche Vorbelastung ausgemacht.

## **8.2 Fremdgeräusche**

Fremdgeräusche entstehen durch Windgeräusche an den in der Nähe der Wohnhäuser stehenden Bäumen und Sträuchern sowie in geringem Umfang durch den Straßenverkehr. Je nach Vegetation am Immissionsort, Bauweise der Wohnhäuser und Windrichtung können die Geräusche der WEA durch windinduzierte Fremdgeräusche verdeckt werden. In der Regel tritt diese Verdeckung jedoch erst bei höheren Windgeschwindigkeiten auf. Da die o. g. WEA ihre Nennleistung bereits unterhalb von  $v_s = 10$  m/s erreichen, kann für das Genehmigungsverfahren zunächst nicht von einer Verdeckung der Anlagengeräusche durch windinduzierte Geräusche ausgegangen werden.

## **8.3 Schalleistungspegel der geplanten Windenergieanlagen**

Analog zu vorangegangenen Projekten in Rheinland-Pfalz wird für die Berechnungen der nach den vorhandenen Messberichten ermittelte Schalleistungspegel zuzüglich des oberen Vertrauensbereiches herangezogen. Die detaillierte Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenzen erfolgt in Anlehnung an /10/ und ist in Anlage 7 des Berichtes dargestellt.

Für die Windenergieanlage Enercon E-138 EP3 liegt bisher kein Messbericht vor. Von der Enercon GmbH wird für den Betrieb der Enercon E-138 EP3 im leistungsoptimierten Bereich ein maximaler Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 106$  dB(A) angegeben /12/. Darüber hinaus wird in /12/ bescheinigt, dass von den Windenergieanlagen keine immissionsrelevanten Ton-

und Impulshaltigkeiten ausgehen. Somit wird für die Berechnungen mit einem Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 108,5 \text{ dB(A)}$  inkl. eines oberen Vertrauensbereiches von  $L_o = 2,5 \text{ dB}$  gerechnet.

Hinsichtlich der zu berücksichtigenden Tonzuschläge soll die Verfahrensweise gemäß /11/ Anwendung finden ( $K_{TN}$ : Tonhaltigkeit bei Emissionsmessungen im Nahbereich nach der technischen Richtlinie gemessen und  $K_T$ : Tonzuschläge, die bei Entfernungen über 300 m für die Immissionsprognose zu verwenden sind):

$0 \leq K_{TN} \leq 2$	Tonzuschlag $K_T$ von 0 dB
$2 < K_{TN} \leq 4$	Tonzuschlag $K_T$ von 3 dB
$K_{TN} > 4$	Tonzuschlag $K_T$ von 6 dB

Für die Immissionsberechnungen werden daher folgende schalltechnische Kenngrößen als oberer Vertrauensbereich berücksichtigt:

Enercon E-138 EP3	$L_{WA} = 106,0 \text{ dB(A)} + 2,5 \text{ dB(A)} = 108,5 \text{ dB(A)}$
$h_N = 130 \text{ m} / 160 \text{ m}$	$K_T = 0 \text{ dB}, K_I = 0 \text{ dB}$

Für alle Windenergieanlagen wird zunächst eine Einwirkzeit von 24 Stunden pro Tag im Nennleistungsbetrieb berücksichtigt.

#### 8.4 Abstände zwischen WEA und Immissionsorten

In der folgenden Tabelle sind die Abstände zwischen Immissionsort und der Nabe der WEA aufgeführt:

**Tabelle 5 Abstände zwischen Immissionsort und Nabe der WEA für WEA LU 1 bis LU 4 und WEA NH 1 bis NH 4**

Immissionsort	Abstand zwischen IO und Nabe der WEA in m							
	LU 1	LU 2	LU 3	LU 4	NH 1	NH 2	NH 3	NH 4
IO 01	1939	1599	1509	1244	2441	2097	1691	1769
IO 02	2947	2554	2328	1323	3353	2965	1848	2144
IO 03	3149	2808	2678	1916	3649	3292	2449	2690
IO 04	3327	2896	2485	1223	3419	3018	1288	1703
IO 05	3448	3022	2599	1395	3494	3100	1369	1766
IO 06	2970	2613	2180	1603	2783	2456	1158	1278
IO 07	1759	1591	1325	1970	1314	1141	1520	1137
IO 08	1817	1753	1582	2391	1250	1219	1956	1562



Immissionsort	Abstand zwischen IO und Nabe der WEA in m							
	LU 1	LU 2	LU 3	LU 4	NH 1	NH 2	NH 3	NH 4
IO 09	1402	1826	2182	3504	1301	1658	3383	2995
IO 10a	1348	1759	2181	3425	1605	1840	3424	3088
IO 10b	1325	1736	2158	3401	1584	1817	3400	3064
IO 11	1532	1551	1850	2519	2189	2068	2786	2642
IO 12a	1962	1850	2033	2341	2611	2408	2710	2664
IO 12b	1949	1844	2034	2363	2600	2401	2727	2676
IO 13	2460	2314	2446	2522	3102	2875	2954	2973
IO 14	2420	2260	2380	2433	3057	2822	2868	2892
IO 15	1745	1445	1428	1425	2290	1972	1822	1838

## 9 Ermittlung und Beurteilung der Geräuschimmissionen

### 9.1 Schallausbreitungsmodell

Die Beurteilungspegel werden, wie in Abschnitt 6 bereits erläutert, aus den Schalleistungspegeln, ihren Einwirkzeiten und den ggf. erforderlichen Zuschlägen ermittelt. Die Berechnung erfolgt nach DIN ISO 9613-2 – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien /2/ mit dem Rechenprogramm Cadna A, Version 2019 der Datakustik GmbH.

An den untersuchten Immissionsorten treten gemäß Einschätzung des unterzeichnenden Sachverständigen keine, für die Schallausbreitungsberechnungen, relevanten Schallreflexionen (z. B. durch benachbarte Gebäude) auf.

Die Schallausbreitungsberechnung wird mit A-bewerteten Schallpegeln für eine Mittenfrequenz von 500 Hz durchgeführt. Die meteorologische Korrektur wird gemäß den Formeln (21) und (22) der DIN ISO 9613-2 /2/ wie folgt bestimmt:

$$C_{met} = C_0 [1 - 10^{-(hs+hr)/dp}] \quad \text{wenn } dp > 10^{-(hs+hr)}$$

$$C_{met} = 0 \quad \text{wenn } dp \leq 10^{-(hs+hr)}$$

hs die Höhe der Quelle in m  
 hr die Höhe des Immissionsortes in m  
 dp der Abstand zwischen Quelle und Immissionsort, projiziert auf die horizontale Bodenebene in m  
 Co ein von den örtlichen Wetterstatistiken für Windgeschwindigkeit und -richtung sowie vom Temperaturgradienten abhängiger Faktor in dB

Gemäß der Empfehlung des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz in NRW /9/ wird Co pauschal mit 2,0 dB in der Tages- und Nachtzeit berücksichtigt.

In dem Rechenprogramm werden die Berechnungen richtlinienkonform anhand eines dreidimensionalen Rechenmodells durchgeführt. Die Zerlegung komplexer Schallquellen in einzelne punktförmige Teilschallquellen in Abhängigkeit von den Abstandsverhältnissen erfolgt automatisch. Dabei werden z. T. mehrere hundert Schallquellen erzeugt.

In Anlage 2 sind die Eingabedaten für die Berechnung vollständig dargestellt. In Anlage 3 sind die berechneten Beurteilungspegel für den oberen Vertrauensbereich unter Berücksichtigung der Schutzbedürftigkeiten dargestellt. In Anlage 4 befinden sich die berechneten Immissionsraster. Das Berechnungsprotokoll, exemplarisch für den IO 1, ist in Anlage 5 aufgeführt.

## 9.2 Ergebnisse und Beurteilung

Unter Berücksichtigung der in Abschnitt 8.3 dargestellten Emissionsansätze berechnen sich folgende Beurteilungspegel für den oberen Vertrauensbereich, verursacht durch die Zusatzbelastung der WEA vom Typ Enercon E-138 EP3:

**Tabelle 5 oberer Vertrauensbereich der Beurteilungspegel für die gewerbliche Zusatzbelastung**

Immissionsort	oberer Vertrauensbereich der Beurteilungspegel in dB(A), ZB			Immissionsrichtwerte in dB(A)	
	Tageszeit werktags	Tageszeit sonntags	Nachtzeit	Tageszeit	Nachtzeit
IO 01	41	42	39	55	40
IO 02	36	36	36	60	45
IO 03	34	35	32	55	40
IO 04	38	38	38	60	45
IO 05	38	40	36	55	40
IO 06	37	37	37	60	45
IO 07	42	42	42	60	45
IO 08	42	43	40	55	40
IO 09	39	41	37	55	40
IO 10a	38	39	36	55	40
IO 10b	38	39	36	55	40
IO 11	36	36	36	60	45
IO 12a	36	38	34	55	40
IO 12b	36	38	34	55	40

Immissionsort	oberer Vertrauensbereich der Beurteilungspegel in dB(A), ZB			Immissionsrichtwerte in dB(A)	
	Tageszeit werktags	Tageszeit sonntags	Nachtzeit	Tageszeit	Nachtzeit
IO 13	33	35	31	55	40
IO 14	34	35	32	55	40
IO 15	41	42	39	55	40

**Fettdruck:** Überschreitung des Immissionsrichtwertes

Die Berechnungen zeigen, dass die Immissionsrichtwerte der TA Lärm /1/ tags an allen Immissionsorten um mehr als 10 dB durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Zusatzbelastung unterschritten werden. Damit liegen die Immissionsorte tags gemäß TA Lärm, Nr. 2.2 Abs. 1 /1/ außerhalb des Einwirkungsbereiches der Anlage.

Nachts wird der Immissionsrichtwert an den Immissionsorten IO 02 bis IO 04, IO 06, IO 11 bis IO 14 um mindestens 6 dB durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Zusatzbelastung unterschritten. Damit sind die Geräuschimmissionen der geplanten WEA nachts an den Immissionsorten IO 02 bis IO 04, IO 06, IO 11 bis IO 14 gemäß TA Lärm, Nr. 3.2.1 /1/ irrelevant.

An den verbleibenden Immissionsorten IO 01, IO 05, IO 07, IO 08, IO 09, IO 10a, IO 10b und IO 15 wird der Immissionsrichtwert durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Zusatzbelastung ebenfalls unterschritten bzw. eingehalten.

Eine Überschreitung des Spitzenpegelkriteriums nach TA Lärm, Nr. 6.1 /1/ durch einzelne, kurzzeitige Geräuschspitzen ist nicht zu erwarten. Tieffrequente Geräusche werden in Abschnitt 9.4 gesondert betrachtet.

**Tabelle 6 Beurteilungspegel für die gewerbliche Vor-, Zusatz, und Gesamtbelastung in der Nachtzeit, ganzzahlig gerundet**

Immissionsort	Beurteilungspegel in dB(A), nachts			Immissionsrichtwerte in dB(A) Nachtzeit
	VB	ZB	GB	
IO 01	27	39	39	40
IO 02	28	36	37	45
IO 03	32	32	35	40
IO 04	21	38	38	45

Immissionsort	Beurteilungspegel in dB(A), nachts			Immissionsrichtwerte in dB(A) Nachtzeit
	VB	ZB	GB	
IO 05	19	36	36	40
IO 06	16	38	38	45
IO 07	16	42	42	45
IO 08	15	40	40	40
IO 09	17	37	37	40
IO 10a	19	36	36	40
IO 10b	19	36	36	40
IO 11	28	36	37	45
IO 12a	31	34	36	40
IO 12b	31	34	36	40
IO 13	35	31	37	40
IO 14	35	32	37	40
IO 15	28	39	39	40

**Fettdruck:** Überschreitung des Immissionsrichtwertes

VB: Schallimmissionen durch vorhandene WEA im WP Kürrenberg (ermittelt nach Messung aus /14/ und /15/) und geplante WEA im WP Reudelsterz und WP Weiler

ZB: Schallimmissionen durch geplante WEA

GB: Schallimmissionen durch VB + ZB

Die Berechnung der Gesamtbelastung zeigt, dass der Immissionsrichtwert nachts an allen Immissionsorten durch den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung eingehalten oder unterschritten wird.

### 9.3 Tieffrequente Geräusche

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde auch das Auftreten tieffrequenter Geräusche entsprechend Punkt 7.3 der TA Lärm /1/ untersucht. In der TA Lärm /1/ werden Hinweise zur Ermittlung und Bewertung schädlicher Umwelteinwirkungen in Innenräumen gegeben. Aufgrund der schalltechnischen Komplexität von Innenräumen (Größe, Ausstattung, Außenbauteile) sind allgemeingültige Regeln, die von Außenschallpegeln eindeutig auf das Vorliegen von tieffrequenten Geräuschen in Innenräumen schließen lassen, bisher nicht vorhanden. Aus den Ergebnissen von Messungen, die im Außenbereich vorgenommen wurden, sind daher nur Abschätzungen tieffrequenter Geräusche im Innenraum möglich.

Gemäß unseren eigenen und den im Arbeitskreis Geräusche von WEA der Fördergesellschaft Windenergie e. V. vorliegenden Erfahrungen bei Messungen von Geräuschen in Wohnhäusern im Einwirkungsbereich von Windenergieanlagen ist das Auftreten deutlich wahrnehmbarer tieffrequenter Geräusche im Sinne der DIN 45680 /4/ an Windenergieanlagen, die dem Stand der Technik entsprechen, nicht zu erwarten. Angesichts der großen Entfernungen zwischen den Immissionsorten und den geplanten WEA ist mit Belästigungen durch tieffrequente Geräusche im Sinne der TA Lärm /1/ in Verbindung mit der DIN 45680 /4/ daher nicht zu rechnen.

## 10 Qualität der Ergebnisse

Die TA Lärm /1/ fordert unter Punkt 3.5 des Anhangs eine Aussage zur Qualität der Ergebnisse. In den Hinweisen des LAI /7/ werden die Anforderungen der TA Lärm /1/ an die Durchführung von Immissionsprognosen im Rahmen der Errichtung und des Betriebes von WEA konkretisiert. Die der Schallimmissionsprognose zu Grunde liegenden Emissionswerte beinhalten verfahrensbedingte Ungenauigkeiten. Bei der Prognose ist sicherzustellen, dass der Immissionsrichtwert auch bei Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten (Produkt- oder Serienstreuung, Messunsicherheit) und der Ausbreitungsrechnung nicht überschritten wird. Die Berechnung des oberen Vertrauensbereiches für die geplanten WEA ist in Anlage 7 beschrieben und dargestellt.

Bei der Berechnung der Beurteilungspegel wurde entsprechend der Empfehlungen des LAI /7/ das alternative Verfahren für die Bodendämpfung gemäß 7.3.2 der ISO 9613-2 /2/ angesetzt. Dämpfungen durch Bewuchs (Wald) wurden nicht berücksichtigt. Ferner wurde bei den WEA die Luftdämpfung in der 500 Hz-Oktave gerechnet. Damit wird die Luftdämpfung unterschätzt. Darüber hinaus wurde der obere Vertrauensbereich des Beurteilungspegels berücksichtigt.

Somit kann davon ausgegangen werden, dass die tatsächlichen Beurteilungspegel bei bestimmungsgemäßem Betrieb der WEA unterhalb der ermittelten oberen Vertrauensbereichsgrenze liegen.

Prüfer:

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Hünerberg  
(Geschäftsführer / Messstellenleiter)

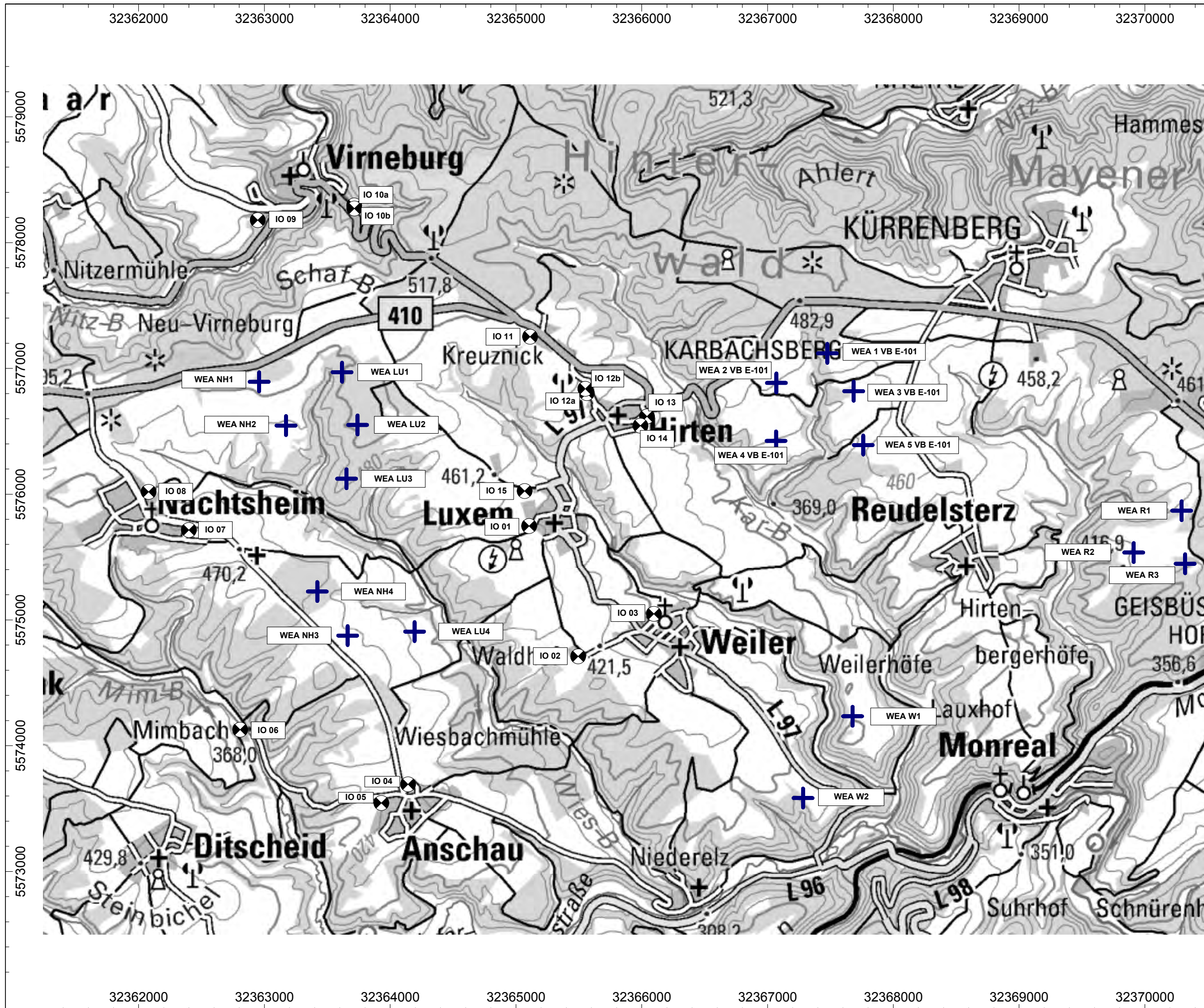






Verfasser:

B. Eng. Björn Klefeker  
(Projektingenieur)

## **Anlage 1**


### **Lageplan mit Immissionsorten und Schallquellen**



-  Punktquelle
-  Höhenlinie
-  Immissionspunkt
-  Rechengebiet

**Anlage 1:**  
 Lageplan mit Immissionsorte  
 und Schallquellen

**T&H INGENIEURE**  
 Büro für Umweltschutz und technische Akustik



N

**Maßstab:**  
**1:30000**

**Anlage 2**  
**Eingabedaten**



## Anlage 2 - Eingabedaten

### Schallquellen

#### Punktquellen

Bezeichnung	M.	ID	Schalleistung Lw			Lw / Li		Korrektur			Schalldämmung		Dämpfung	Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	Höhe	Koordinaten		
			Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R		Fläche	Tag	Ruhe					Nacht	X	Y
			(dBA)	(dBA)	(dBA)								(min)	(min)	(min)	(dB)	(Hz)		(m)	(m)	(m)	(m)	
WEA 1 VB E-101	~	I01 vb	107,4	107,4	107,4	Lw	107,4		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	149,00	r32367476,00	5577119,00	625,26		
WEA 2 VB E-101	~	I01 vb	107,4	107,4	107,4	Lw	107,4		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	149,00	r32367070,00	5576885,00	606,09		
WEA 3 VB E-101	~	I01 vb	107,4	107,4	107,4	Lw	107,4		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	149,00	r32367685,00	5576818,00	599,00		
WEA 4 VB E-101	~	I01 vb	107,4	107,4	107,4	Lw	107,4		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	149,00	r32367068,00	5576424,00	586,64		
WEA 5 VB E-101	~	I01 vb	107,4	107,4	107,4	Lw	107,4		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	149,00	r32367761,00	5576390,00	602,45		
Vestas V-90	-	I01 vb	102,7	102,7	102,7	Lw	100,2+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	105,00	r32371967,00	5572505,00	453,09		
Vestas V-90	-	I01 vb	102,7	102,7	102,7	Lw	100,2+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	105,00	r32372366,00	5572927,00	455,36		
GE Wind 2,75	-	I01 vb	108,7	108,7	108,7	Lw	106,2+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	139,00	r32372005,00	5573045,00	506,01		
GE Wind 2,75	-	I01 vb	108,7	108,7	108,7	Lw	106,2+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	139,00	r32372287,00	5572078,00	489,00		
WEA R1	~	I01 vb	104,0	104,0	104,0	Lw	104		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	114,00	r32370293,00	5575869,00	541,64		
WEA R2	~	I01 vb	104,0	104,0	104,0	Lw	104		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	114,00	r32369911,00	5575536,00	533,83		
WEA R3	~	I01 vb	104,0	104,0	104,0	Lw	104		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	114,00	r32370321,00	5575447,00	540,57		
WEA W1	~	I01 vb	105,5	105,5	105,5	Lw	105,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	164,00	r32367676,00	5574234,00	557,87		
WEA W2	~	I01 vb	105,5	105,5	105,5	Lw	105,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	134,00	r32367282,00	5573584,00	518,27		
WEA LU1		I02!	108,5	108,5	108,5	Lw	106+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	160,00	r32363617,00	5576970,00	670,00		
WEA LU2		I02!	108,5	108,5	108,5	Lw	106+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	160,00	r32363740,00	5576551,00	669,16		
WEA LU3		I02!	108,5	108,5	108,5	Lw	106+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	160,00	r32363653,00	5576122,00	618,03		
WEA LU4		I02!	108,5	108,5	108,5	Lw	106+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	130,00	r32364194,00	5574907,00	573,06		
WEA NH1		I02!	108,5	108,5	108,5	Lw	106+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	130,00	r32362958,00	5576894,00	641,36		
WEA NH2		I02!	108,5	108,5	108,5	Lw	106+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	130,00	r32363172,00	5576545,00	607,90		
WEA NH3		I02!	108,5	108,5	108,5	Lw	106+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	160,00	r32363662,00	5574876,00	602,42		
WEA NH4		I02!	108,5	108,5	108,5	Lw	106+2,5		0,0	0,0	0,0				0,0	500	(keine)	130,00	r32363420,00	5575226,00	630,00		

### Immissionsorte

#### Immissionspunkte

Bezeichnung	M.	ID	Richtwert		Nutzungsart			Höhe	Koordinaten		
			Tag	Nacht	Gebiet	Auto	Lärmart		X	Y	Z
			(dBA)	(dBA)				(m)	(m)	(m)	(m)
IO 01		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32365104,00	5575746,05	447,18
IO 02		I00 io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32365494,87	5574710,75	435,00
IO 03		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32366096,96	5575048,40	404,82
IO 04		I00 io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32364142,35	5573692,65	439,16
IO 05		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32363930,32	5573544,60	427,11
IO 06		I00 io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32362807,03	5574127,32	377,53
IO 07		I00 io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32362399,30	5575714,68	485,00
IO 08		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32362079,37	5576018,93	486,73
IO 09		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32362946,17	5578178,46	433,58
IO 10a		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32363713,68	5578295,48	442,29
IO 10b		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32363714,51	5578271,27	438,11
IO 11		I00 io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r32365112,28	5577251,83	495,00
IO 12a		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32365562,53	5576803,86	476,77
IO 12b		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32365551,93	5576838,02	478,40
IO 13		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32366042,23	5576618,37	451,11
IO 14		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32365989,45	5576544,72	455,00
IO 15		I00 io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r32365068,46	5576025,39	455,00

### **Anlage 3**

#### **Darstellung der Beurteilungspegel und Teilbeurteilungspegel**

### Anlage 3 - Darstellung der Beurteilungspegel und Teilbeurteilungspegel

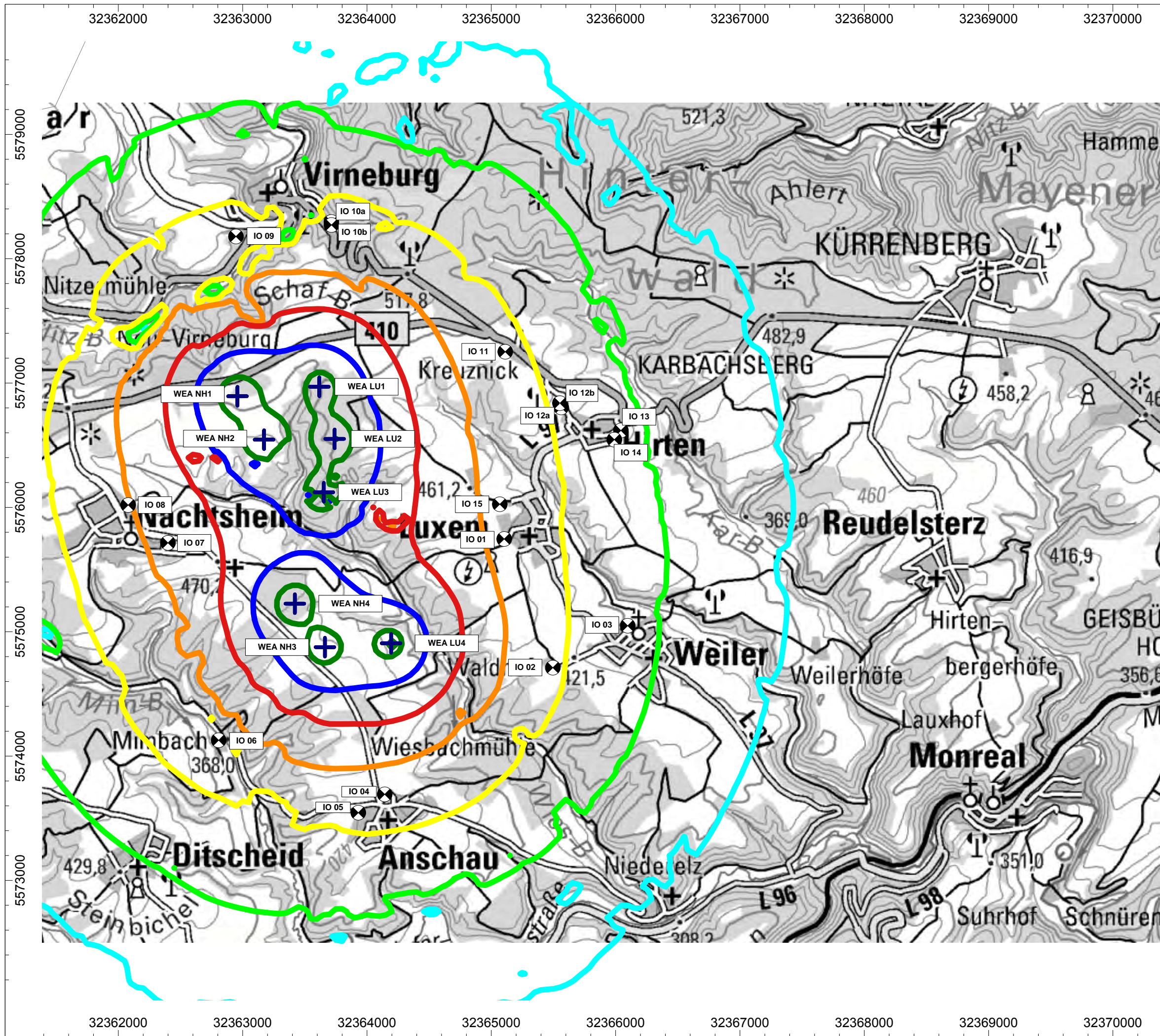
#### Beurteilungspegel nachts

Berechnungspunkt	Nutz	IRW	Lr VB WP Kürrenberg	Lr VB WP Reudelstierz / WP Weiler	Lr VB Gesamt	Lr ZB	Lr GB	
Bezeichnung	ID		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
IO 01	I00lio	WA	40	26,4	20,8	27,5	38,6	38,9
IO 02	I00lio	MI	45	24,7	25,6	28,2	35,8	36,5
IO 03	I00lio	WA	40	28,7	28,4	31,6	31,6	34,6
IO 04	I00lio	MI	45	16,9	18,9	21,0	37,6	37,7
IO 05	I00lio	WA	40	15,9	17,0	19,5	36,3	36,4
IO 06	I00lio	MI	45	13,7	12,4	16,1	37,4	37,4
IO 07	I00lio	MI	45	14,4	10,4	15,9	41,5	41,5
IO 08	I00lio	WA	40	13,4	8,6	14,6	39,8	39,8
IO 09	I00lio	WA	40	16,0	7,7	16,6	36,9	36,9
IO 10a	I00lio	WA	40	18,8	9,4	19,3	35,8	35,9
IO 10b	I00lio	WA	40	18,8	9,4	19,3	35,8	35,9
IO 11	I00lio	MI	45	27,2	16,3	27,5	36,4	36,9
IO 12a	I00lio	WA	40	30,8	19,1	31,1	34,2	35,9
IO 12b	I00lio	WA	40	30,7	18,9	31,0	34,2	35,9
IO 13	I00lio	WA	40	35,2	21,2	35,4	31,4	36,8
IO 14	I00lio	WA	40	34,6	21,3	34,8	31,8	36,6
IO 15	I00lio	WA	40	26,7	19,9	27,5	38,6	38,9

#### Teilbeurteilungspegel nachts

Quelle	Teilpegel nachts																		
Bezeichnung	M.	ID	IO 01	IO 02	IO 03	IO 04	IO 05	IO 06	IO 07	IO 08	IO 09	IO 10a	IO 10b	IO 11	IO 12a	IO 12b	IO 13	IO 14	IO 15
WEA R1		I01lvb	5,9	6,9	9,4	1,2	-0,1	-3,0	-3,3		-3,0	-0,9	-0,8	5,2	7,3	7,2	9,3	9,1	5,7
WEA R2		I01lvb	7,3	8,7	11,3	2,8	1,5	-1,6	-2,1	-3,2	-2,2	-0,1	-0,1	6,2	8,4	8,4	10,5	10,4	7,1
WEA R3		I01lvb	5,8	7,1	9,6	1,5	0,3	-2,8	-3,4		-3,5	-1,4	-1,4	4,7	6,8	6,7	8,8	8,7	5,5
WEA W1		I01lvb	17,8	22,4	26,1	14,6	12,7	8,3	6,6	5,1	3,6	5,3	5,4	12,8	15,9	15,8	18,2	18,4	16,9
WEA W2		I01lvb	16,7	22,4	24,0	16,4	14,6	9,6	6,9	5,3	3,0	4,4	4,4	11,2	13,9	13,8	15,7	16,0	15,6
WEA LU1		I02!	27,3	20,7	19,6	18,9	18,2	19,7	29,4	28,8	31,6	32,0	32,1	31,0	27,2	27,3	23,6	23,9	28,9
WEA LU2		I02!	30,3	23,2	21,6	21,4	20,5	21,6	31,1	29,6	27,9	27,3	27,5	30,9	28,2	28,2	24,6	25,0	31,7
WEA LU3		I02!	30,9	24,5	22,1	23,6	22,7	24,3	33,2	30,8	24,3	24,3	24,4	27,9	26,5	26,5	23,6	24,1	31,6
WEA LU4		I02!	33,4	33,0	27,3	33,8	31,8	28,5	27,0	24,0	17,0	17,4	17,5	23,2	24,4	24,2	23,1	23,7	31,7
WEA NH1		I02!	23,3	18,3	16,8	18,1	17,7	20,5	33,2	33,7	32,5	29,1	28,4	25,0	22,3	22,3	19,4	19,7	24,2
WEA NH2		I02!	25,5	20,3	18,4	20,1	19,5	22,3	34,9	34,0	27,8	26,4	26,5	25,7	23,3	23,4	20,5	20,9	26,4
WEA NH3		I02!	29,7	28,4	23,7	33,0	32,1	34,0	30,9	27,2	17,6	17,4	17,5	21,8	22,2	22,1	20,7	21,3	28,6
WEA NH4		I02!	28,5	25,7	21,9	28,8	28,2	31,7	34,6	30,2	19,3	18,9	19,0	22,3	22,1	22,0	20,3	20,8	27,9

**Anlage 4**  
**Immissionsraster**

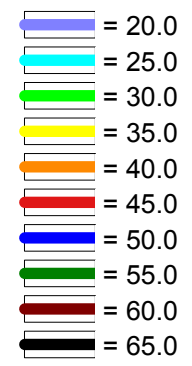


**Anlage 4.1:**  
 Immissionsraster für die Nachtzeit  
 in 5 m Höhe, Zusatzbelastung

**T&H INGENIEURE**  
 Büro für Umweltschutz und technische Akustik

N

Maßstab:  
**1:30000**

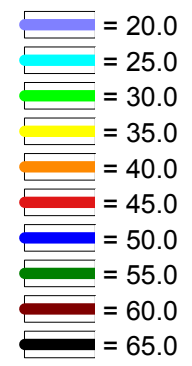
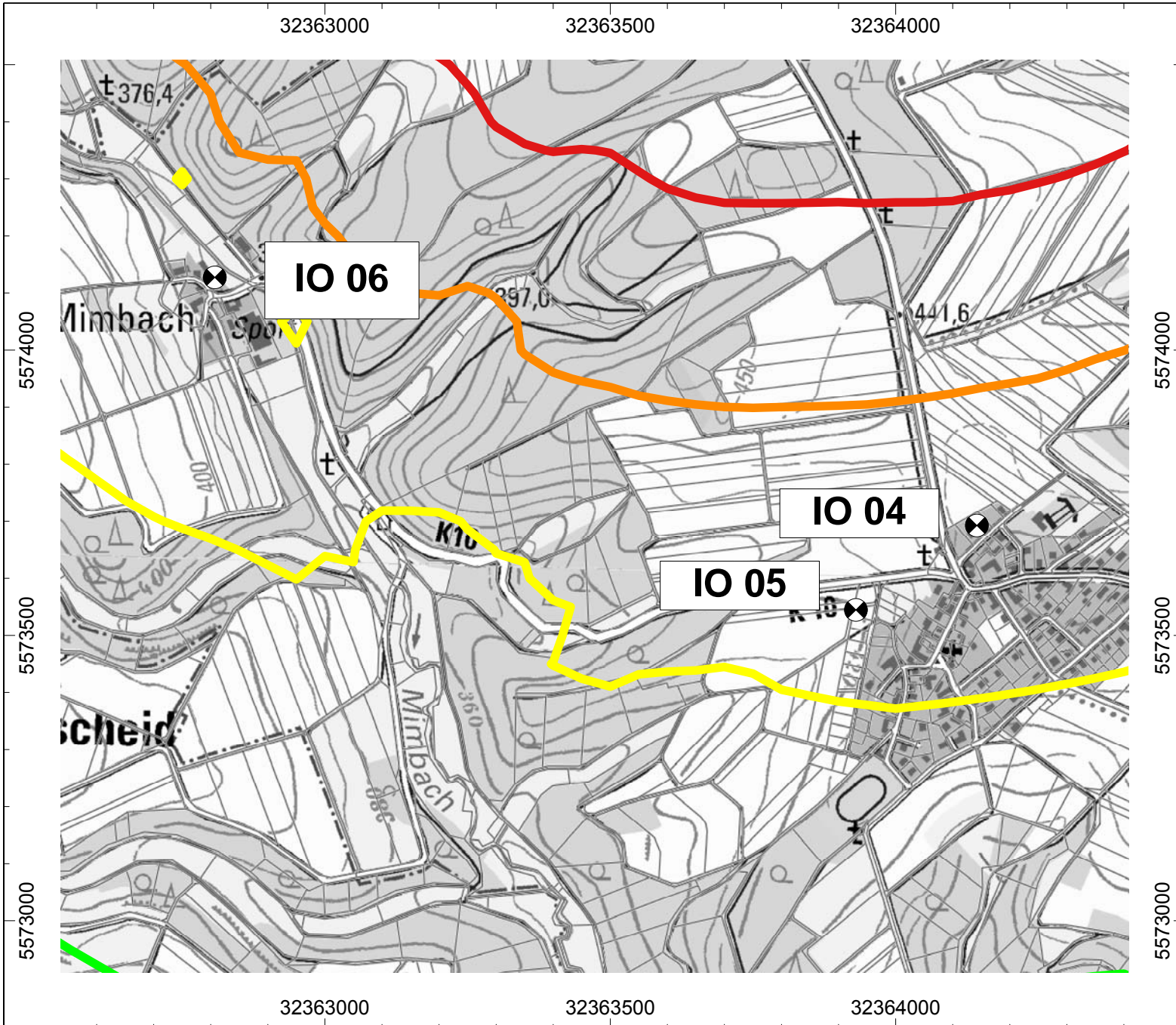


**Anlage 4.2:**  
 Immissionsraster für die Nachtzeit  
 in 5 m Höhe, Zusatzbelastung

**T&H INGENIEURE**  
 Büro für Umweltschutz und technische Akustik



**Maßstab:**  
**1:10000**



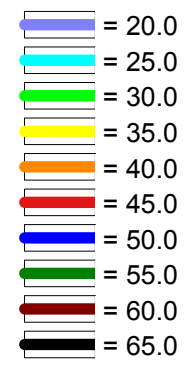
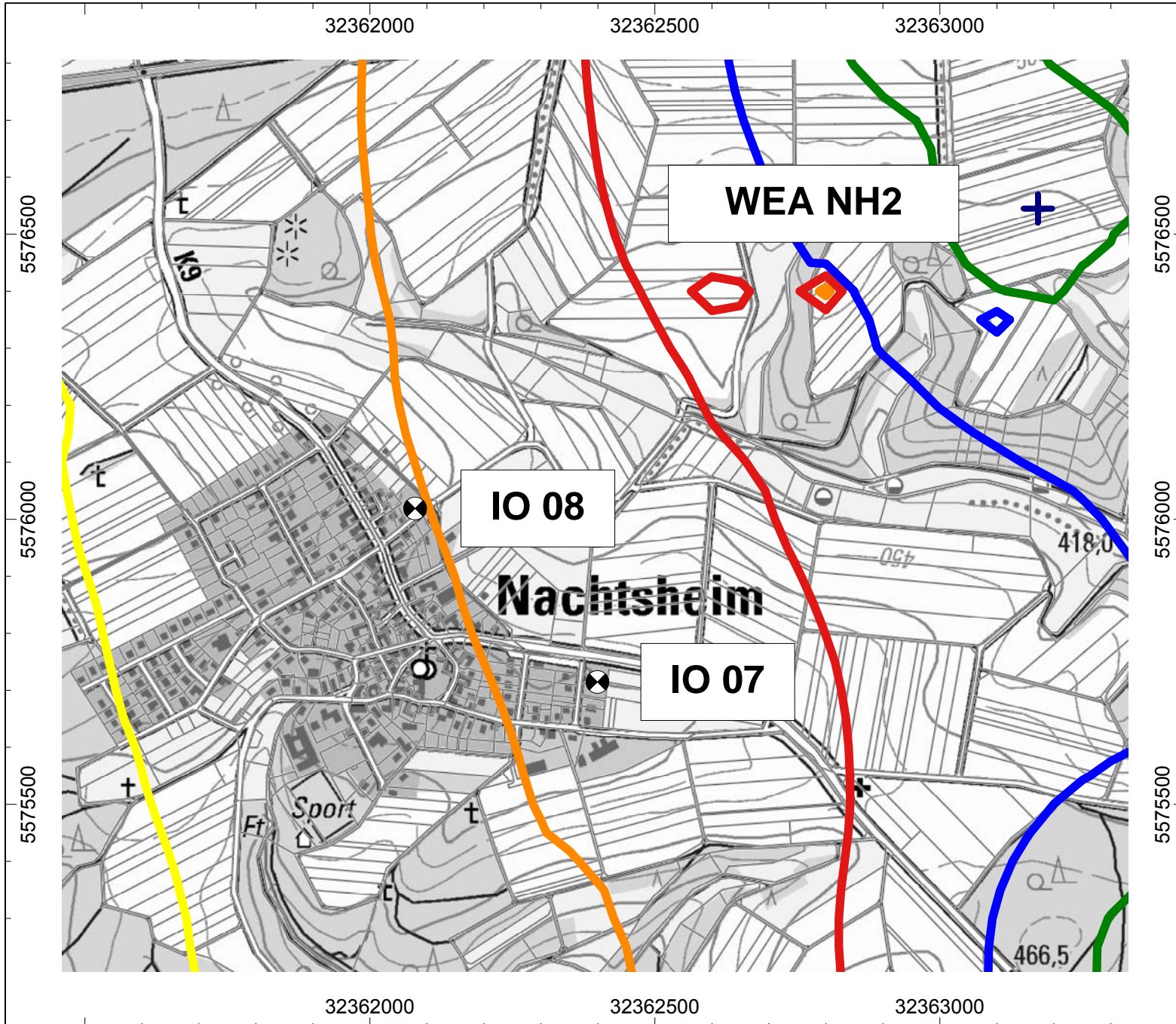
**Anlage 4.3:**

Immissionsraster für die Nachtzeit  
in 5 m Höhe, Zusatzbelastung  
Detail 2

**T&H INGENIEURE**  
Büro für Umweltschutz und technische Akustik



**Maßstab:**  
**1:10000**



**Anlage 4.4:**

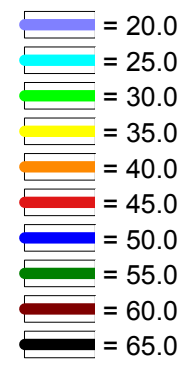
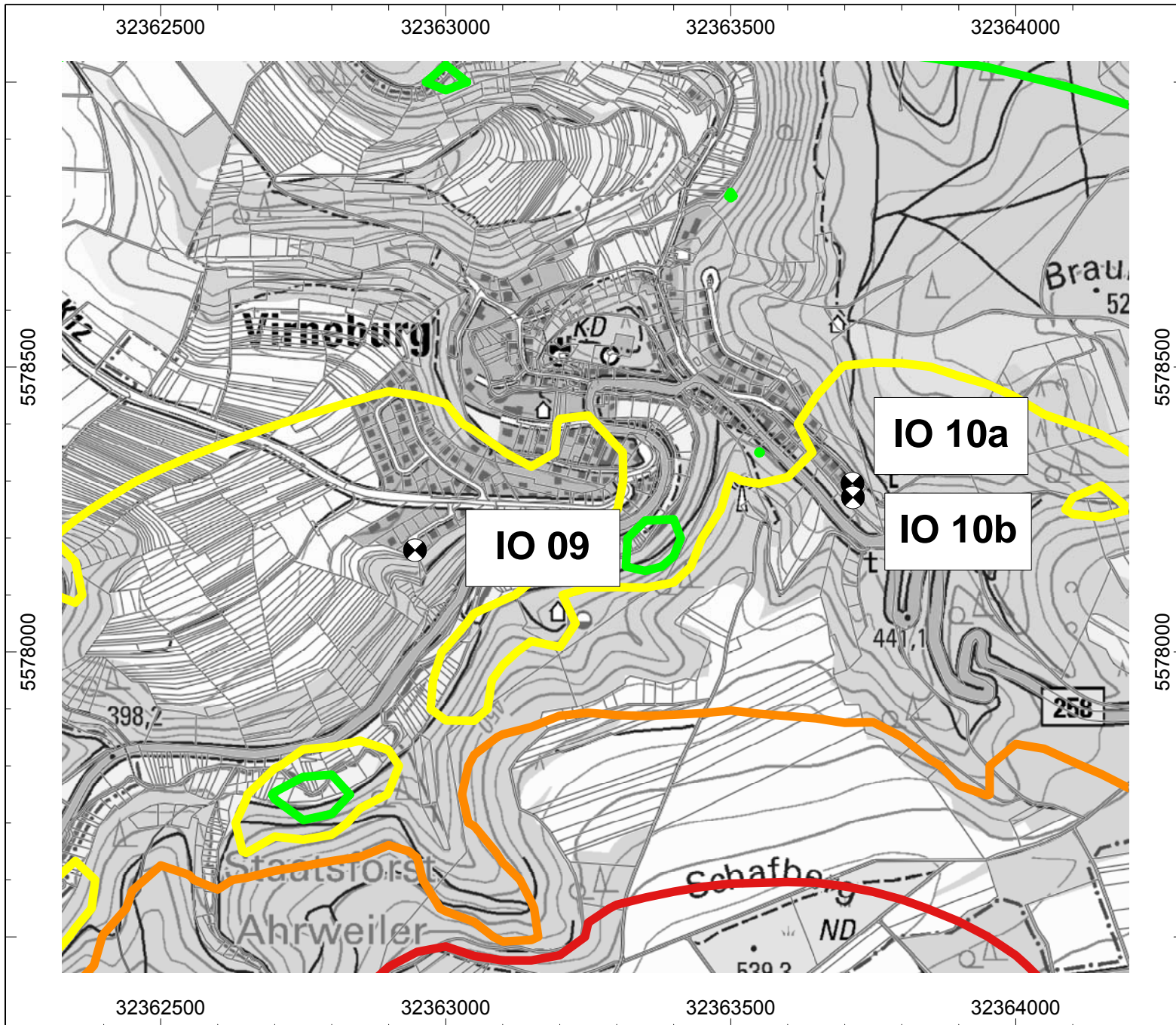
Immissionsraster für die Nachtzeit  
in 5 m Höhe, Zusatzbelastung  
Detail 3

**T&H INGENIEURE**  
Büro für Umweltschutz und technische Akustik



**Maßstab:**  
**1:10000**





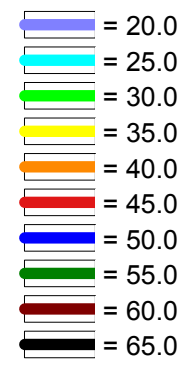
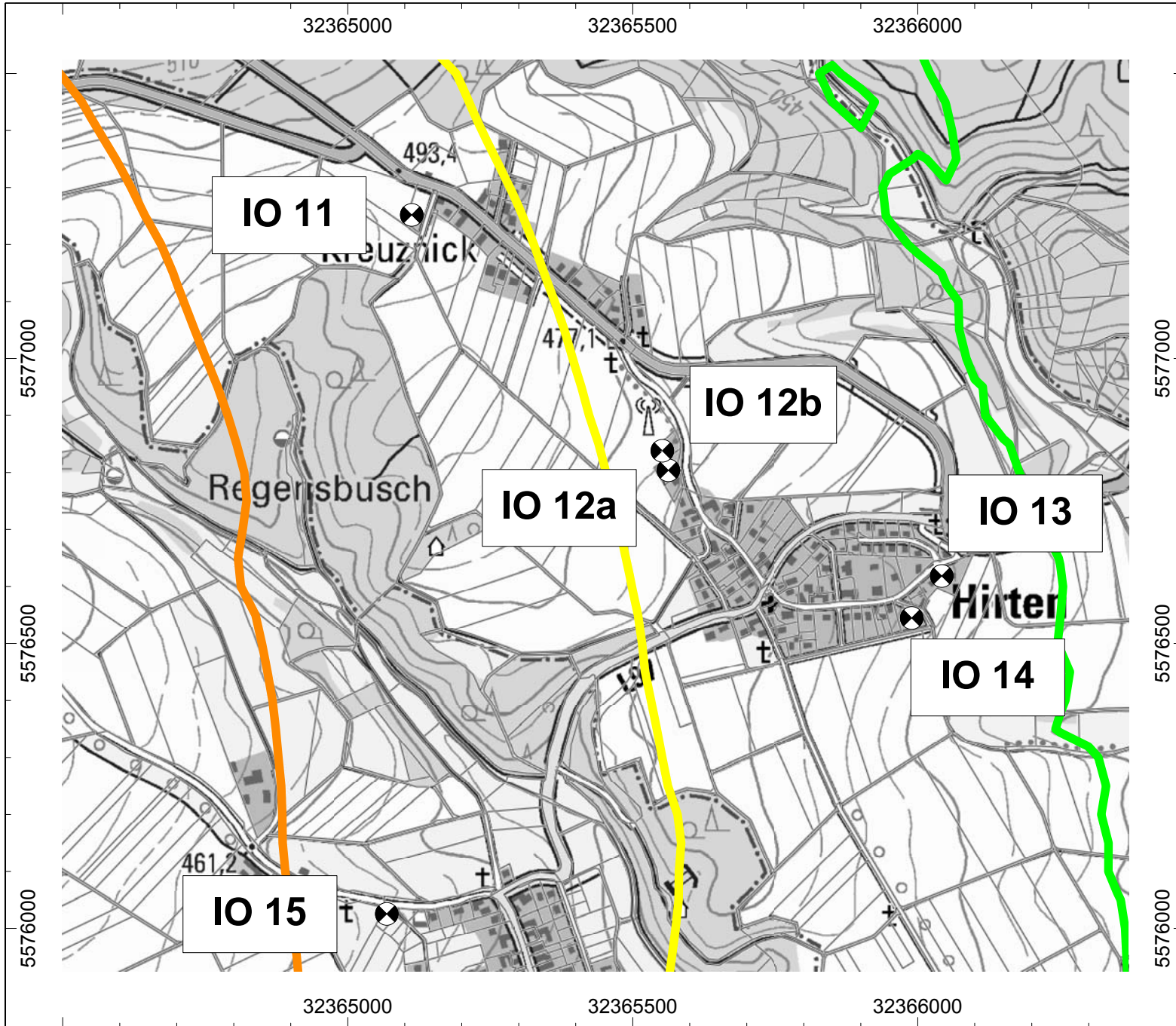
**Anlage 4.5:**

Immissionsraster für die Nachtzeit  
in 5 m Höhe, Zusatzbelastung  
Detail 4

**T&H INGENIEURE**  
Büro für Umweltschutz und technische Akustik



**Maßstab:**  
**1:10000**



**Anlage 4.6:**

Immissionsraster für die Nachtzeit  
in 5 m Höhe, Zusatzbelastung  
Detail 5

**T&H INGENIEURE**  
Büro für Umweltschutz und technische Akustik



**Maßstab:**  
**1:10000**

**Anlage 5**  
**Berechnungsprotokoll IO 1**

Anlage 5 - Berechnungsprotokoll IO 1

Immissionspunkt  
 Bez.: IO 01  
 ID: I00lio  
 X: 32365104,00 m  
 Y: 5575746,05 m  
 Z: 447,18 m

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA LU4", ID: "I02!"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
1	32364194,00	5574907,00	573,06	0	D	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	72,9	2,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,4
1	32364194,00	5574907,00	573,06	0	N	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	72,9	2,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,4
1	32364194,00	5574907,00	573,06	0	E	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	72,9	2,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,4

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA LU3", ID: "I02!"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
3	32363653,00	5576122,00	618,03	0	D	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	74,6	2,9	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9
3	32363653,00	5576122,00	618,03	0	N	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	74,6	2,9	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9
3	32363653,00	5576122,00	618,03	0	E	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	74,6	2,9	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA LU2", ID: "I02!"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
5	32363740,00	5576551,00	669,16	0	D	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	75,1	3,1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3
5	32363740,00	5576551,00	669,16	0	N	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	75,1	3,1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3
5	32363740,00	5576551,00	669,16	0	E	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	75,1	3,1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA NH3", ID: "I02!"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
7	32363662,00	5574876,00	602,42	0	D	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	75,6	3,3	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,7
7	32363662,00	5574876,00	602,42	0	N	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	75,6	3,3	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,7
7	32363662,00	5574876,00	602,42	0	E	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	75,6	3,3	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,7

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA NH4", ID: "I02!"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
9	32363420,00	5575226,00	600,00	0	D	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	76,0	3,4	3,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	28,5
9	32363420,00	5575226,00	600,00	0	N	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	76,0	3,4	3,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	28,5
9	32363420,00	5575226,00	600,00	0	E	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	76,0	3,4	3,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	28,5

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA LU1", ID: "I02!"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
12	32363617,00	5576970,00	670,00	0	D	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	76,8	3,7	3,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	27,3
12	32363617,00	5576970,00	670,00	0	N	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	76,8	3,7	3,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	27,3
12	32363617,00	5576970,00	670,00	0	E	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	76,8	3,7	3,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	27,3

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA NH2", ID: "I02!"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
15	32363172,00	5576545,00	607,90	0	D	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	77,4	4,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	25,5
15	32363172,00	5576545,00	607,90	0	N	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	77,4	4,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	25,5
15	32363172,00	5576545,00	607,90	0	E	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	77,4	4,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	25,5

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA NH1", ID: "I02!"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
18	32362958,00	5576894,00	641,36	0	D	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	78,8	4,7	3,9	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	23,3
18	32362958,00	5576894,00	641,36	0	N	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	78,8	4,7	3,9	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	23,3
18	32362958,00	5576894,00	641,36	0	E	500	108,5	0,0	0,0	3,0	0,0	78,8	4,7	3,9	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	23,3

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA W1", ID: "I01!vb"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
21	32367676,00	5574234,00	557,87	0	D	500	105,5	0,0	0,0	3,0	0,0	80,5	5,8	3,6	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	17,8
21	32367676,00	5574234,00	557,87	0	N	500	105,5	0,0	0,0	3,0	0,0	80,5	5,8	3,6	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	17,8
21	32367676,00	5574234,00	557,87	0	E	500	105,5	0,0	0,0	3,0	0,0	80,5	5,8	3,6	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	17,8

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA W2", ID: "I01!vb"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
24	32367282,00	5573584,00	518,27	0	D	500	105,5	0,0	0,0	3,0	0,0	80,7	5,9	4,1	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	16,7
24	32367282,00	5573584,00	518,27	0	N	500	105,5	0,0	0,0	3,0	0,0	80,7	5,9	4,1	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	16,7
24	32367282,00	5573584,00	518,27	0	E	500	105,5	0,0	0,0	3,0	0,0	80,7	5,9	4,1	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	16,7

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA R2", ID: "I01!vb"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
28	32369911,00	5575536,00	533,83	0	D	500	104,0	0,0	0,0	3,0	0,0	84,6	9,3	4,2	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	7,3

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA R2", ID: "!01!vb"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
28	32369911,00	5575536,00	533,83	0	N	500	104,0	0,0	0,0	3,0	0,0	84,6	9,3	4,2	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	7,3
28	32369911,00	5575536,00	533,83	0	E	500	104,0	0,0	0,0	3,0	0,0	84,6	9,3	4,2	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	7,3

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA R1", ID: "!01!vb"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
32	32370293,00	5575869,00	541,64	0	D	500	104,0	0,0	0,0	3,0	0,0	85,3	10,0	4,3	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	5,9
32	32370293,00	5575869,00	541,64	0	N	500	104,0	0,0	0,0	3,0	0,0	85,3	10,0	4,3	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	5,9
32	32370293,00	5575869,00	541,64	0	E	500	104,0	0,0	0,0	3,0	0,0	85,3	10,0	4,3	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	5,9

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA R3", ID: "!01!vb"																				
Nr.	X	Y	Z	Ref.	DEN	Freq.	Lw	l/a	EinwZeit	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RV	Lr
	(m)	(m)	(m)			(Hz)	dB(A)	dB	dB	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
35	32370321,00	5575447,00	540,57	0	D	500	104,0	0,0	0,0	3,0	0,0	85,4	10,1	4,3	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	5,8
35	32370321,00	5575447,00	540,57	0	N	500	104,0	0,0	0,0	3,0	0,0	85,4	10,1	4,3	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	5,8
35	32370321,00	5575447,00	540,57	0	E	500	104,0	0,0	0,0	3,0	0,0	85,4	10,1	4,3	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	5,8

**Anlage 6**  
**Fotodokumentation**



**Bild 1: Ausblick auf IO 01**



**Bild 2: Ausblick auf IO 02**

<p>Auftraggeber: Windpark Luxem GmbH &amp; Co. KG Wertherbrucherstraße 13, 46459 Rees</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von 8 neuen Windenergieanlagen im Windpark Nachtsheim-Luxem</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotos der Ortsbesichtigung</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>



**Bild 3: Ausblick auf IO 03**



**Bild 4: Ausblick auf IO 4**

<p>Auftraggeber: Windpark Luxem GmbH &amp; Co. KG Wertherbrucherstraße 13, 46459 Rees</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von 8 neuen Windenergieanlagen im Windpark Nachtsheim-Luxem</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotos der Ortsbesichtigung</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>





**Bild 5: Ausblick auf IO 5**



**Bild 6: Ausblick auf IO 6**

<p>Auftraggeber: Windpark Luxem GmbH &amp; Co. KG Wertherbrucherstraße 13, 46459 Rees</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von 8 neuen Windenergieanlagen im Windpark Nachtsheim-Luxem</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotos der Ortsbesichtigung</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>



**Bild 7: Ausblick auf IO 7**



**Bild 8: Ausblick auf IO 8**

<p>Auftraggeber: Windpark Luxem GmbH &amp; Co. KG Wertherbrucherstraße 13, 46459 Rees</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von 8 neuen Windenergieanlagen im Windpark Nachtsheim-Luxem</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotos der Ortsbesichtigung</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>



**Bild 9: Ausblick auf IO 9**



**Bild 10: Ausblick auf IO 10**

<p>Auftraggeber: Windpark Luxem GmbH &amp; Co. KG Wertherbrucherstraße 13, 46459 Rees</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von 8 neuen Windenergieanlagen im Windpark Nachtsheim-Luxem</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotos der Ortsbesichtigung</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>



**Bild 11: Ausblick auf IO 11**



**Bild 12: Ausblick auf IO 12**

<p>Auftraggeber: Windpark Luxem GmbH &amp; Co. KG Wertherbrucherstraße 13, 46459 Rees</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von 8 neuen Windenergieanlagen im Windpark Nachtsheim-Luxem</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotos der Ortsbesichtigung</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>



**Bild 13: Ausblick auf IO 13**



**Bild 14: Ausblick auf IO 14**

<p>Auftraggeber: Windpark Luxem GmbH &amp; Co. KG Wertherbrucherstraße 13, 46459 Rees</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von 8 neuen Windenergieanlagen im Windpark Nachtsheim-Luxem</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotos der Ortsbesichtigung</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>



**Bild 15: Ausblick auf IO 15 (Wohnhaus hinten)**

<p>Auftraggeber: Windpark Luxem GmbH &amp; Co. KG Wertherbrucherstraße 13, 46459 Rees</p>	<p><b>T&amp;H INGENIEURE</b> Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p>
<p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von 8 neuen Windenergieanlagen im Windpark Nachtsheim-Luxem</p>	
<p>Bezeichnung: <b>Fotos der Ortsbesichtigung</b></p>	<p><b>Anlage: 6</b></p>

## **Anlage 7**

### **Berechnung der oberen Vertrauensbereiche für die geplanten WEA**

## **Anlage 7.1**

### **Ermittlung der Vertrauensbereichsgrenzen für die Prognose der Schallimmissionen von Windparks**

**Verfasser:**

T&H Ingenieure GmbH  
Bremerhavener Heerstraße 10  
28717 Bremen

Fon: +49 (0) 421 7940 060-0  
Fax: +49 (0) 421 7940 060-1  
E-Mail: [info@th-ingenieure.de](mailto:info@th-ingenieure.de)



## Gliederung

1	Einleitung.....	3
2	Berechnung der Gesamtstandardabweichung bei Schallprognosen .....	3
3	Berechnung des oberen und unteren Vertrauensbereiches .....	3
4	Berechnung der Produktionsstandardabweichung, der Vergleichsstandardabweichung und der Standardabweichung für die Prognose.....	4
4.1	Produktionsstandardabweichung $\sigma_P$ .....	4
4.2	Vergleichsstandardabweichung $\sigma_R$ .....	4
4.3	Standardabweichung für die Prognose $\sigma_{\text{Progn}}$ .....	5

## 1 Einleitung

Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben ein Nachweisverfahren zur Einhaltung des Immissionsrichtwertes unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze. Mit diesem Verfahren wird der Immissionsrichtwert inkl. aller Unsicherheiten mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% eingehalten.

## 2 Berechnung der Gesamtstandardabweichung bei Schallprognosen

Die Gesamtunsicherheit (auch Gesamtstandardabweichung genannt) für die Berechnung der durch eine Schallquelle zu erwartenden Immissionen an einem bestimmten Ort setzt sich aus den Unsicherheiten der Emission (Produktionsschwankung, Emissionsmessung) und Transmission (Ausbreitungsrechnung) zusammen. Für eine Schallquelle lässt sich die Gesamtstandardabweichung wie folgt berechnen:

$$\sigma_{n, ges} = \sqrt{(\sigma_P^2 + \sigma_R^2 + \sigma_{Progn}^2)}$$

dabei ist

- $\sigma_{n, ges}$  = Gesamtstandardabweichung der berechneten Schallimmission einer WEA
- $\sigma_P$  = Produktionsstandardabweichung
- $\sigma_R$  = Vergleichsstandardabweichung
- $\sigma_{Progn}$  = Standardabweichung der Prognoseberechnung

## 3 Berechnung des oberen und unteren Vertrauensbereiches

Unter der Annahme, dass die Prognosefehler normal verteilt sind, können die obere und untere Vertrauensbereichsgrenze wie folgt ermittelt werden:

$$L_o = Lm + z^* \sigma_{gesamt} \leq IRW$$

$$L_u = Lm - z^* \sigma_{gesamt}$$

dabei ist

- $L_o$  = obere Vertrauensbereichsgrenze
- $L_u$  = untere Vertrauensbereichsgrenze
- $Lm$  = berechneter Immissionspegel
- $z$  = Standardnormalvariable, 1,28 für eine Einhaltungswahrscheinlichkeit von 90 % bei Normalverteilung nach Gauß
- $IRW$  = Immissionsrichtwert

## 4 Berechnung der Produktionsstandardabweichung, der Vergleichsstandardabweichung und der Standardabweichung für die Prognose

### 4.1 Produktionsstandardabweichung $\sigma_P$

Baugleiche Anlagen können produktionsbedingt unterschiedliche Schalleistungspegel aufweisen. Dies wird durch die Produktionsstandardabweichung  $\sigma_P$  berücksichtigt. Die erforderlichen Auswerteschritte zur Bestimmung der Produktionsstandardabweichung, wenn mindestens 3 Messberichte vorliegen, stellen sich gemäß dem Norm-Entwurf der EN 50376 wie folgt dar:

#### 1) Ermittlung des arithmetischen Mittelwertes

$$\bar{L}_W = \sum_{n=1}^n \frac{L_i}{n}$$

#### 2) Bestimmung der Standardabweichung $\sigma_P$

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{n=1}^n (L_i - \bar{L}_W)^2}$$

dabei ist

$\bar{L}_W$  = der Mittelwert des gemessenen Schalleistungspegels  
 $L_i$  = die einzelnen gemessenen Schalleistungspegel,  $(L_i)_{i=1, \dots, n}$

### 4.2 Vergleichsstandardabweichung $\sigma_R$

Um die Genauigkeit, bzw. Ungenauigkeit bei der Bestimmung des Schalleistungspegels an einer Windenergieanlage (Emissionsmessung) zu berücksichtigen, wird die Vergleichsstandardabweichung  $\sigma_R$  mit einbezogen.

Gemäß der Veröffentlichung von Herrn Piorr, LUA NRW, in der Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (2001), kann bei einem Mess- oder Prognoseverfahren der Genauigkeitsklasse 2 davon ausgegangen werden, dass sich die angegebene Genauigkeitsschätzung auf einen Bereich mit  $\pm 2$  Standardabweichungen beziehen. Die Vergleichsstandardabweichung  $\sigma_R$  wird somit wie folgt definiert:

$$\sigma_R = \frac{U_{\text{ges}}}{2}$$

### 4.3 Standardabweichung für die Prognose $\sigma_{\text{Progn}}$

Die Standardabweichung für die Prognose berücksichtigt, dass bei der Messung der Geräusche einer konstant emittierenden Anlage durch unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen gewisse Schwankungen der Immissionspegel auftreten können. Die geschätzte Unsicherheit für das Prognoseverfahren der DIN ISO 9613-2 wird bei hohen Schallquellen mit  $U_{\text{Progn}} = \pm 3$  dB angegeben.

Entsprechend der Veröffentlichung von Herrn Piorr aus Abschnitt 4.2 kann bei einem Prognoseverfahren der Genauigkeitsklasse 2 die Standardabweichung für die Prognose wie folgt ermittelt werden:

$$\sigma_{\text{Progn}} = \frac{U_{\text{Progn}}}{2}$$

Somit errechnet sich die Standardabweichung für die Prognose zu  $\sigma_{\text{Progn}} = 1,5$  dB.

Es sei darauf hingewiesen, dass die geschätzte Genauigkeit der Pegel nach DIN ISO 9613-2 für eine Entfernung von bis zu 1.000 m zur Schallquelle gilt. Da jedoch für Entfernungen größer 1.000 m keine fundierten Angaben zur Genauigkeit der Pegel vorliegen, findet regelmäßig die in der DIN ISO 9613-2 angegebene Genauigkeit auch für Entfernungen über 1.000 m Anwendung.

## Anlage 7.2 - Vertrauensbereichsgrenzen WEA Typ Enercon E-138 EP3

### Produktionsstandardabweichung $\sigma_P$

$$\begin{array}{l} L_{WA, n} \\ L_{WA, 1} = \\ L_{WA, 2} = \\ L_{WA, 3} = \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 106,0 \text{ dB(A)} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{l} (L_i - L_{WA, \text{mittel, arith}})^2 \\ 0 \\ 11236 \\ 11236 \end{array}$$

$$L_{WA, \text{mittel, arith}} = 106,0 \text{ dB(A)}$$

$$L_{WA, \text{mittel, energ}} = 106,0 \text{ dB(A)}$$

Daraus folgt:  $\sigma_P \approx 1,20 \text{ dB(A)}$

pauschal gemäß /9/

### Vergleichsstandardabweichung $\sigma_R$

$$\begin{array}{l} U_{\text{ges}, 1} = \\ U_{\text{ges}, 2} = \\ U_{\text{ges}, 3} = \end{array} \begin{array}{|c|} \hline \\ \hline \end{array}$$

$$U_{\text{ges, mittel}} =$$

Daraus folgt:  $\sigma_R = 0,50 \text{ dB(A)}$

pauschal gemäß /9/

### Standardabweichung für die Prognose

$$U_{\text{Prognose}} = \pm 3 \text{ dB(A) bei } 2 \sigma$$

Daraus folgt:  $\sigma_{\text{Prognose}} = 1,5 \text{ dB(A)}$

pauschal gemäß /9/

### Gesamtstandardabweichung für die Schallprognose

$$\sigma_{\text{ges, n}} = 1,98 \text{ dB(A)}$$

### Oberer Vertrauensbereich

$$L_o = 2,5 \text{ dB(A)}$$

### Rechenwert für die Prognose

$$L_{WA, Lo} = 108,5 \text{ dB(A)}$$

## **Anlage 8**

### **Messberichte und Herstellerdatenblätter**

# Datenblatt

**ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 / 3500 kW mit TES  
(Trailing Edge Serrations)**

**Betriebsmodi 0 s, I s, II s und leistungsreduzierte Betriebe**

### 3.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 0 s

Im Modus 0 s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert mit optimaler Ertragsausbeute betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 106,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Nach Erreichen der Nennleistung wird ein gleichbleibender Pegel garantiert.

Tab. 4: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	3500	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl	5,0 (4,4 bei NH 81 m)	U/min
Solldrehzahl	10,8	U/min

Folgende Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2, S. 10 aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 5: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit  $v_s$  in 10 m Höhe

Windgeschwindigkeit ( $v_s$ ) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)			
	NH 81 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
3 m/s	93,4	94,3	94,7	95,2
3,5 m/s	96,7	97,6	98,0	98,6
4 m/s	99,6	100,5	101,0	101,5
4,5 m/s	102,1	102,9	103,1	103,4
5 m/s	103,7	104,0	104,1	104,3
5,5 m/s	104,4	104,7	104,9	105,1
6 m/s	105,1	105,4	105,5	105,7
6,5 m/s	105,6	105,8	105,9	106,0
7 m/s	105,9	106,0	106,0	106,0
7,5 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0
8 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0
8,5 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0
9 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0
9,5 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0
10 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0
10,5 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0
11 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0
11,5 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0
12 m/s	106,0	106,0	106,0	106,0



Windgeschwindigkeit ( $v_g$ ) in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)			
	NH 81 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
95 % $P_n$	106,0	106,0	106,0	106,0

Tab. 6: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe ( $v_{NH}$ )	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	97,2
5,5 m/s	99,3
6 m/s	101,2
6,5 m/s	102,8
7 m/s	103,7
7,5 m/s	104,2
8 m/s	104,7
8,5 m/s	105,2
9 m/s	105,6
9,5 m/s	105,8
10 m/s	106,0
10,5 m/s	106,0
11 m/s	106,0
11,5 m/s	106,0
12 m/s	106,0
12,5 m/s	106,0
13 m/s	106,0
13,5 m/s	106,0
14 m/s	106,0
14,5 m/s	106,0
15 m/s	106,0

# Octave sound power levels

## Nordex N131/3000 Serrated Trailing Edge – Operational Modes

Document Number:  
E0003089957

Revision:  
01

Created: \_\_\_\_\_  
F. Dally

Document Description:  
F008\_263\_A14\_EN\_R01

Date:  
2016-12-15

Checked: \_\_\_\_\_  
R. Haevernick

Responsible Department:  
Engineering/TAP

Confidentiality:  
Nordex company document

Released: \_\_\_\_\_  
H. Resing-Wörmer      A. Bubert

AST:  
10753

Validity:  
K      HBG      BGG      P/T  
K08              delta      T

Document published in electronic form. Signed original at Engineering.

© Nordex Energy GmbH, Langenhorner Chaussee 600, D-22419 Hamburg  
All rights reserved. Observe protection notice ISO 16016.

# 1 General

## 1.1 Subject of this Report

The expected octave sound power levels of the Standard Mode and Noise optimised Modes of the Nordex N131/3000 Serrated Trailing Edge (*STE*) are to be determined on basis of measurements, aerodynamical calculations and expected sound power levels (see documents F008\_263\_A03\_EN\_R00 and F008\_263\_A13\_EN\_R00).

The expected octave sound power levels are only for information and will not be warranted.

## 1.2 Abbreviations, Definitions, Symbols

$L_{WA}$ : A-weighted sound power level

$v_s$ : wind speed converted to reference conditions (hub height 10 m, roughness length 0.05 m) using a logarithmic profile

STE: Serrated Trailing Edge

# 2 Determination of the octave sound power levels (Standard Mode)

## 2.1 Hub height 99 m

The octave sound power levels of the Nordex N131/3000 *STE* (Standard Mode) are determined on basis of measurements, aerodynamical calculations and expected sound power levels according to Nordex Document F008\_263\_A03\_EN\_R00. These values are valid for the hub height 99 m.

Frequency	Octave sound power levels at standardized wind speeds $v_s$ in dB(A)									
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
31.5 Hz	65.8	68.8	71.0	72.0	72.5	72.5	74.9	74.9	74.9	74.9
63 Hz	75.0	78.0	81.7	82.7	83.2	83.2	84.4	84.4	84.4	84.4
125 Hz	81.8	84.8	88.7	89.7	90.2	90.2	90.1	90.1	90.1	90.1
250 Hz	85.5	88.5	92.5	93.5	94.0	94.0	92.4	92.4	92.4	92.4
500 Hz	85.3	88.3	93.4	94.4	94.9	94.9	93.2	93.2	93.2	93.2
1000 Hz	84.8	87.8	93.9	94.9	95.4	95.4	95.0	95.0	95.0	95.0
2000 Hz	83.6	86.6	92.6	93.6	94.1	94.1	95.5	95.5	95.5	95.5
4000 Hz	81.5	84.5	88.3	89.3	89.8	89.8	93.2	93.2	93.2	93.2
8000 Hz	73.2	76.2	79.1	80.1	80.6	80.6	82.6	82.6	82.6	82.6
Total sound power level	92.0	95.0	100.0	101.0	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5

## 2.2 Hub height 114 m

The octave sound power levels of the Nordex N131/3000 *STE* (Standard Mode) are determined on basis of measurements, aerodynamical calculations and expected sound power levels according to Nordex Document F008\_263\_A03\_EN\_R00. These values are valid for the hub height 114 m.

Frequency	Octave sound power levels at standardized wind speeds $v_s$ in dB(A)									
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
31.5 Hz	65.9	69.2	71.1	72.1	72.5	72.5	74.9	74.9	74.9	74.9
63 Hz	75.1	78.4	81.8	82.8	83.2	83.2	84.4	84.4	84.4	84.4
125 Hz	81.9	85.2	88.8	89.8	90.2	90.2	90.1	90.1	90.1	90.1
250 Hz	85.6	88.9	92.6	93.6	94.0	94.0	92.4	92.4	92.4	92.4
500 Hz	85.4	88.7	93.5	94.5	94.9	94.9	93.2	93.2	93.2	93.2
1000 Hz	84.9	88.2	94.0	95.0	95.4	95.4	95.0	95.0	95.0	95.0
2000 Hz	83.7	87.0	92.7	93.7	94.1	94.1	95.5	95.5	95.5	95.5
4000 Hz	81.6	84.9	88.4	89.4	89.8	89.8	93.2	93.2	93.2	93.2
8000 Hz	73.3	76.6	79.2	80.2	80.6	80.6	82.6	82.6	82.6	82.6
Total sound power level	92.1	95.4	100.1	101.1	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5

## 2.3 Hub height 134 m

The octave sound power levels of the Nordex N131/3000 *STE* (Standard Mode) are determined on basis of measurements, aerodynamical calculations and expected sound power levels according to Nordex Document F008\_263\_A03\_EN\_R00. These values are valid for the hub height 134 m.

Frequency	Octave sound power levels at standardized wind speeds $v_s$ in dB(A)									
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
31.5 Hz	65.9	69.6	71.3	72.2	72.5	72.5	74.9	74.9	74.9	74.9
63 Hz	75.1	78.8	82.0	82.9	83.2	83.2	84.4	84.4	84.4	84.4
125 Hz	81.9	85.6	89.0	89.9	90.2	90.2	90.1	90.1	90.1	90.1
250 Hz	85.6	89.3	92.8	93.7	94.0	94.0	92.4	92.4	92.4	92.4
500 Hz	85.4	89.1	93.7	94.6	94.9	94.9	93.2	93.2	93.2	93.2
1000 Hz	84.9	88.6	94.2	95.1	95.4	95.4	95.0	95.0	95.0	95.0
2000 Hz	83.7	87.4	92.9	93.8	94.1	94.1	95.5	95.5	95.5	95.5
4000 Hz	81.6	85.3	88.6	89.5	89.8	89.8	93.2	93.2	93.2	93.2
8000 Hz	73.3	77.0	79.4	80.3	80.6	80.6	82.6	82.6	82.6	82.6
Total sound power level	92.1	95.8	100.3	101.2	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5

## 2.4 Hub height 144 m

The octave sound power levels of the Nordex N131/3000 *STE* (Standard Mode) are determined on basis of measurements, aerodynamical calculations and expected sound power levels according to Nordex Document F008\_263\_A03\_EN\_R00. These values are valid for the hub height 144 m.

Frequency	Octave sound power levels at standardized wind speeds $v_s$ in dB(A)									
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
31.5 Hz	66.0	69.8	71.3	72.2	72.5	72.5	74.9	74.9	74.9	74.9
63 Hz	75.2	79.0	82.0	82.9	83.2	83.2	84.4	84.4	84.4	84.4
125 Hz	82.0	85.8	89.0	89.9	90.2	90.2	90.1	90.1	90.1	90.1
250 Hz	85.7	89.5	92.8	93.7	94.0	94.0	92.4	92.4	92.4	92.4
500 Hz	85.5	89.3	93.7	94.6	94.9	94.9	93.2	93.2	93.2	93.2
1000 Hz	85.0	88.8	94.2	95.1	95.4	95.4	95.0	95.0	95.0	95.0
2000 Hz	83.8	87.6	92.9	93.8	94.1	94.1	95.5	95.5	95.5	95.5
4000 Hz	81.7	85.5	88.6	89.5	89.8	89.8	93.2	93.2	93.2	93.2
8000 Hz	73.4	77.2	79.4	80.3	80.6	80.6	82.6	82.6	82.6	82.6
Total sound power level	92.2	96.0	100.3	101.2	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5

## 3 Determination of the octave sound power levels (Mode 1 – 101.0 dB(A))

### 3.1 Hub height 99 m

The octave sound power levels of the Nordex N131/3000 *STE* (Mode 1 - 101.0 dB(A)) are determined on basis of measurements, aerodynamical calculations and expected sound power levels according to Nordex Document F008\_263\_A13\_EN\_R00. These values are valid for the hub height 99 m.

Frequency	Octave sound power levels at standardized wind speeds $v_s$ in dB(A)									
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
31.5 Hz	65.8	68.8	70.5	71.5	71.9	72.0	74.4	74.4	74.4	74.4
63 Hz	75.0	78.0	81.2	82.2	82.6	82.7	83.9	83.9	83.9	83.9
125 Hz	81.8	84.8	88.2	89.2	89.6	89.7	89.6	89.6	89.6	89.6
250 Hz	85.5	88.5	92.0	93.0	93.4	93.5	91.9	91.9	91.9	91.9
500 Hz	85.3	88.3	92.9	93.9	94.3	94.4	92.7	92.7	92.7	92.7
1000 Hz	84.8	87.8	93.4	94.4	94.8	94.9	94.5	94.5	94.5	94.5
2000 Hz	83.6	86.6	92.1	93.1	93.5	93.6	95.0	95.0	95.0	95.0
4000 Hz	81.5	84.5	87.8	88.8	89.2	89.3	92.7	92.7	92.7	92.7
8000 Hz	73.2	76.2	78.6	79.6	80.0	80.1	82.1	82.1	82.1	82.1
Total sound power level	92.0	95.0	99.5	100.5	100.9	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0

## DD04-Implementation report

# Octave sound power levels N131/3300 Serrated Trailing Edge Operational Modes

F008\_264\_A14\_EN\_R02

Rev. 2 / 2017-03-07

Document no.: E0003090452  
Status: Released  
Language: EN - English  
Classification: Nordex company  
(Confidentiality): document

## 2 Determination of the octave sound power levels

### 2.1 Standard Mode

#### 2.1.1 Hub Height 134 m

Fre- quency	Octave sound power levels at standardized wind speeds vs in dB(A)									
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
31.5 Hz	65.7	69.9	72.9	74.4	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7
63 Hz	75.6	79.8	82.8	84.3	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7
125 Hz	82.3	86.5	89.4	90.9	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8
250 Hz	85.1	89.3	93.1	94.6	94.6	94.6	94.6	94.6	94.6	94.6
500 Hz	86.2	90.4	95.2	96.7	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2
1000 Hz	86.6	90.8	96.5	98.0	97.9	97.9	97.9	97.9	97.9	97.9
2000 Hz	84.7	88.9	94.7	96.2	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4
4000 Hz	79.1	83.3	85.1	86.6	87.9	87.9	87.9	87.9	87.9	87.9
8000 Hz	69.9	74.1	77.1	78.6	79.8	79.8	79.8	79.8	79.8	79.8
Total	92.5	96.7	101.5	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0

#### 2.1.2 Hub Height 164 m

Fre- quency	Octave sound power levels at standardized wind speeds vs in dB(A)									
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
31.5 Hz	65.7	70.4	73.4	74.4	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7
63 Hz	75.6	80.3	83.3	84.3	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7
125 Hz	82.3	87.0	89.9	90.9	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8
250 Hz	85.1	89.8	93.6	94.6	94.6	94.6	94.6	94.6	94.6	94.6
500 Hz	86.2	90.9	95.7	96.7	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2
1000 Hz	86.6	91.3	97.0	98.0	97.9	97.9	97.9	97.9	97.9	97.9
2000 Hz	84.7	89.4	95.2	96.2	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4
4000 Hz	79.1	83.8	85.6	86.6	87.9	87.9	87.9	87.9	87.9	87.9
8000 Hz	69.9	74.6	77.6	78.6	79.8	79.8	79.8	79.8	79.8	79.8
Total	92.5	97.2	102.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0

**Anlage 9**

**Anlage A**

**Immissionsorte (Nachweis Gebiets- und Flächenausweisungen)**



Immissionsorte ( Nachweis Gebiets- und Flächenausweisungen ) für Schallgutachten

Eintragung Antragsteller									Eintragung in Abstimmung mit der zuständigen Bauleitungsbehörde	
IP	Ort	Straße/Hausnummer	Flur	Flurstück	Gemarkung	Rechtswert	Hochwert	Immissionsrichtwert nachts	Ausweisung nach BauNVO	gemäß Bebauungsplan (B-Plan) / wenn nicht vorhanden gemäß Flächennutzungsplan (FNP)
1	56729 Luxem ✓	Im Suhr 8	7 ✓	31/11 ✓	1217	32365104	5575746	40	WR	B-Plan "Jen Seher"
2	56729 Weiler ✓	Waldhof	12 ✓	24 ✓	1225	32365495	5574711	45	Vorrangfläche Landw.	FNP
3	56729 Weiler ✓	Wohnbaufläche Weidenstraße	14 ✓	14 ✓	1225	32366097	5575048	40	W	FNP
4	56729 Anschau ✓	Schützenstraße 12	4 ✓	48/1 ✓	1223	32364142	5573693	45	M	FNP
5	56729 Anschau ✓	Wohnbaufläche Flurgarten	4 ✓	130/40 ✓	1223	32363930	5573545	40	WR	B-Plan "Jen Strang"
6	56729 Mimbach ✓	Bergstraße 2	1 ✓	45 ✓	1223	32362807	5574127	45	M-Fläche / Landw. Pl. Dörvers	FNP
7	56729 Nachtsheim ✓	Lerchenweg 6	3 ✓	196/2 ✓	1218	32362399	5575715	45	MD	B-Plan "Auf d. Heusenweg"
8	56729 Nachtsheim ✓	Birkenweg 3	9 ✓	94 ✓	1218	32362079	5576019	40	W/17	FNP
9	56729 Virneburg ✓	Nitzblick 11	4 ✓	1116 ✓	1215	32362946	5578178	40	WR	B-Plan "Am Nitzberg"
10a	56729 Virneburg ✓	Brauberg 12b	1 ✓	273/35	1215	32363714	5578295	40	W	Satzung § 34 BauNVO
10b	56729 Virneburg ✓	Wohnbaufläche Brauberg	1 ✓	273/36	1215	32363715	5578271	40	W	" "
11	56729 Hirten ✓	Am Regensbusch 2	1 ✓	24/2 ✓	1216	32365112	5577252	45	M	FNP
12a	56729 Hirten ✓	Obere Dorfstraße 19	1 ✓	40/3 ✓	1216	32365563	5576804	40	W	FNP
12b	56729 Hirten ✓	Wohnbaufläche Obere Dorfstraße	1 ✓	40/4 ✓	1216	32365552	5576838	40	WR	Ergänzungssatzung § 34 BauNVO
13	56729 Hirten ✓	Untere Dorfstraße 36	5 ✓	14/8 ✓	1216	32366042	5576618	40	WR	2. Hand. B-Plan "Auf d. Helt"
14	56729 Hirten ✓	Zum Hessental 2	4 ✓	30	1216	32365989	5576545	40	W	FNP
15	56729 Luxem ✓	Im Vogelsang	7 ✓	29/4 ✓	1217	32365068	5576025	40	WR	1. Hand. u. Erw. B-Plan "Jen Seher"

Wichtig: Die Immissionsorte sind analog in den Schall- und Schattenprognosen vorzusehen und im Lageplan zu vermerken!

Ort und Datum:  
Trie, 27.03.2019

Unterschrift Antragsteller:  
i.A. [Signature]

hat vorgelegen  
Mayen, 25.03.2019

[Signature]  
J. D.

Verbandsgemeindeverwaltung  
Vordereifel  
Postfach 2051, Kalberger Straße 26  
56710 Mayen 56727 Mayen

Datum, Unterschrift und Stempel der zuständigen Bauleitungsbehörde

Aktenzeichen:  
Vorhaben: Windpark Nachtsheim-Luxem  
Ort: Nachtsheim und Luxem  
Gemarkung: Nachtsheim und Luxem  
Antragsteller: Windpark Luxem GmbH & Co. KG

Anhang:  
Lageplan Maßstab 1:5000 mit Darstellung der Abstände WKA zu den Immissionsaufpunkten

**Anlage 10**

**Anlage B**

**Zu berücksichtigende Vorbelastung und beantragte Windenergieanlagen**

Zu berücksichtigende Vorbelastung

Eintragungen des Antragstellers in Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde; Standortdaten und allgemeine Anlagendaten

Kreis	Verbandsgemeinde	Gemeinde	Anlagennummer	Anlagennummer des Antragstellers	Gemarkung	Flur	Flurstück	Rechtswert	Hochwert	geod. Höhe (Turmfuß)	Anlagenhersteller	Anlagentyp	Nabenhöhe in Meter	Rotordurchmesser in Meter	Nennleistung in KW	Betriebsweise LWA in dB (A) ohne Zuschläge	Impuls- und Ton-haltigkeitszuschlag in dB (A)	Bemerkungen
MYK	Vordereifel	Kürrenberg	1	1	Kürrenberg	33	82, 83	367.476	5.577.119	480	ENERCON	E-101	149	101	3050	107,4	0	bestehende WEA
MYK	Vordereifel	Kürrenberg	2	2	Kürrenberg	32	110	367.070	5.576.885	461	ENERCON	E-101	149	101	3050	107,4	0	bestehende WEA
MYK	Vordereifel	Kürrenberg	3	3	Kürrenberg	33	18, 19	367.685	5.576.818	455	ENERCON	E-101	149	101	3050	107,4	0	bestehende WEA
MYK	Vordereifel	Kürrenberg	4	4	Kürrenberg	32	91	367.068	5.576.424	440	ENERCON	E-101	149	101	3050	107,4	0	bestehende WEA
MYK	Vordereifel	Kürrenberg	5	5	Kürrenberg	33	25	367.761	5.576.390	447	ENERCON	E-101	149	101	3050	107,4	0	bestehende WEA
MYK	Vordereifel	Reudelsterz	R1	R1	Reudelsterz	6	13/1	370.293	5.575.869	427	Nordex	N131	114	131	3000	101,5	0	beantragte WEA
MYK	Vordereifel	Reudelsterz	R2	R2	Reudelsterz	6	23	369.911	5.575.536	423	Nordex	N131	114	131	3000	101,5	0	beantragte WEA
MYK	Vordereifel	Reudelsterz	R3	R3	Reudelsterz	12	62/40	370.321	5.575.447	424	Nordex	N131	114	131	3000	101,5	0	beantragte WEA
MYK	Vordereifel	Weiler	W1	W1	Weiler	5	1	367.676	5.574.234	398	Nordex	N131	164	131	3300	103	0	beantragte WEA
MYK	Vordereifel	Weiler	W2	W2	Weiler	7	14	367.282	5.573.584	388	Nordex	N131	134	131	3300	103	0	beantragte WEA

hat vorgelegen

29. JAN. 2019

Datum



Stempel u. Unterschrift der zuständigen  
Genehmigungsbehörde

Unterschrift Antragsteller (Betreiber)

Rees, 28.01.19

Ort und Datum

Wichtig: Die vorgegebenen Anlagennummern (Spalte 4) sind u.a. analog in den Schall- und Schattenprognosen zu verwenden und im Lageplan zu vermerken !!!!

**Beantragte Windenergieanlagen ( Zusatzbelastung )**

MYK	Vordereifel	Luxem	1	LU1	Luxem	1	39	363.617	5.576.970	498	ENERCON	E-138 EP3	160	138,6	3.500	106	0	
MYK	Vordereifel	Luxem	2	LU2	Luxem	1	39	363.740	5.576.551	507	ENERCON	E-138 EP3	160	138,6	3.500	106	0	
MYK	Vordereifel	Luxem	3	LU3	Luxem	8	1	363.653	5.576.122	486	ENERCON	E-138 EP3	160	138,6	3.500	106	0	
MYK	Vordereifel	Luxem	4	LU4	Luxem	10	25	364.194	5.574.907	414	ENERCON	E-138 EP3	160	138,6	3.500	106	0	
MYK	Vordereifel	Nachtsheim	5	NH1	Nachtsheim	2	8	362.958	5.576.894	506	ENERCON	E-138 EP3	130	138,6	3.500	106	0	
MYK	Vordereifel	Nachtsheim	6	NH2	Nachtsheim	2	67+68	363.172	5.576.545	478	ENERCON	E-138 EP3	130	138,6	3.500	106	0	
MYK	Vordereifel	Nachtsheim	7	NH3	Nachtsheim	4	28+29	363.662	5.574.876	444	ENERCON	E-138 EP3	160	138,6	3.500	106	0	
MYK	Vordereifel	Nachtsheim	8	NH4	Nachtsheim	4	8	363.420	5.575.226	459	ENERCON	E-138 EP3	160	138,6	3.500	106	0	

Vorhaben: Windpark Nachtsheim-Luxem

Ort: Nachtsheim und Luxem

Gemarkung: Nachtsheim und Luxem

Antragsteller: Windpark Luxem GmbH & Co.KG