



## SCHALLIMMISSIONSPROGNOSE

Berechnung nach Richtlinie der TA Lärm

**Standort:** Eilscheid (Freifläche östlich von Eilscheid)

**Bundesland:** Rheinland-Pfalz

**Auftraggeber:**



**Berichtsnummer:** N-IBK-4950511

**Datum:** 02.05.2011

**Gutachter:** Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

01109 Dresden

Tel./Fax: (0351) 88 50 7-1/-409

## Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten .....	3
2.	Vorbemerkungen.....	4
3.	Berechnungsgrundlagen der DIN ISO 9613 - 2 .....	5
4.	Berechnungsvoraussetzungen .....	6
4.1.	Lage und Beschreibung des Standorts .....	6
4.2.	Einschätzung der Immissionsorte nach Gebietskategorien.....	7
4.3.	Schallemissionswerte der betrachteten Windenergieanlagentypen.....	8
4.4.	Berücksichtigung der Unsicherheit bei der Prognose .....	10
5.	Berechnungsergebnisse.....	12
5.1.	Beurteilungspegel an den betrachteten Immissionsorten .....	12
5.2.	Beurteilung der Berechnungsergebnisse .....	13
6.	Schlussbemerkungen.....	15
7.	Literaturhinweise .....	16
8.	Anhang.....	17
8.1.	Übersichtsplan mit Schalldruckpegelniveaulinien der Gesamtbelastung .....	17
8.2.	Berechnungsberichte der Prognosesoftware .....	18
8.3.	Berechnung des mittleren Schallleistungspegels und der Standardabweichung .....	23
8.4.	Berechnung der Prognoseunsicherheit.....	24
8.5.	Begriffsdefinitionen .....	31
8.6.	Angaben zu den verwendeten Schallemissionspegeln .....	33

## 1. Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten

Der Auftraggeber (AG) beabsichtigt am Standort Eilscheid die Errichtung von zwei Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-82 E2 in einem Windvorranggebiet. Als Vorbelastung waren 4 bestehende Windenergieanlagen bei Winringen zu betrachten.

Mit Schreiben vom 01.04.2011 wurde die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH beauftragt, vorliegende Schallimmissionsprognose zu erstellen.

Sie dient der Ermittlung von Daten zur Schallimmissionssituation an den umliegenden Gebäuden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens durch den Auftraggeber.

Für die Erstellung des Gutachtens wurden folgende Daten und Unterlagen verwendet:

- Topografische Karten des Landesvermessungsamtes Rheinland-Pfalz im Maßstab 1:25.000
- vom Auftraggeber übermittelte Standortkoordinaten der geplanten Anlagen (Quelle: Koordinatenliste des Auftraggebers vom 02.03.2011; Stand: 15.02.2011),
- Angaben zu Standortkoordinaten, -bezeichnung sowie Typ und zur Nabenhöhe der geplanten Windenergieanlagen (Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 02.03.2011),
- Lageplan 1 : 20.000 mit Markierung der Anlagenstandorte (Stand: 14.02.2011; Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 02.03.2011),
- Auszüge aus dem Flächennutzungsplan 2010 der Verbandsgemeinde Arzfeld (per E-Mail vom Auftraggeber am 25.08.2010),
- Auszüge aus dem Flächennutzungsplan 2010 der Verbandsgemeinde Prüm (per E-Mail vom Auftraggeber am 18.04.2011),
- Mitteilung des zuständigen Bearbeiters bei der SGD Nord, Herrn Albert Backes, zu den geltenden Lärmpegeln an Immissionsorten in den Ortsgemeinden Eilscheid, Dackscheid und Heisdorf vom 04.02.2011 (Quelle: E-Mail vom Auftraggeber am 20.04.2011),
- Daten der Vor-Ort-Begehung am 27.08.2010 (GPS-Positionen der Immissionspunkte, Fotos, Feldprotokolle).

Die für die Schallberechnung notwendigen Emissionspegel der einzelnen Windenergieanlagentypen wurden vorliegenden Vermessungsberichten bzw. Herstellergarantien entnommen.

Nähere Angaben zu Quelle und Aktualität der Werte sind im Anhang unter Punkt 8.6. zu finden.

## 2. Vorbemerkungen

Mit modernen Windenergieanlagen wird auf umweltfreundliche Art Strom produziert. Um diese Art der Energiegewinnung auch hinsichtlich des Lärmschutzes umweltfreundlich zu gestalten, muss durch Einhaltung von Mindestabständen oder andere technische Maßnahmen sichergestellt werden, dass Nachbarn nicht erheblich benachteiligt oder belästigt werden. Je nach Nutzungsart der benachbarten Flächen werden dazu in der TA Lärm [1] bestimmte Beurteilungspegel als maximal zugelassene Immissionsrichtwerte vorgegeben, und zwar für

a)	Industriegebiete	70 dB(A)
b)	Gewerbegebiete	tags 65 dB(A) nachts 50 dB(A)
c)	Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	tags 60 dB(A) nachts 45 dB(A)
d)	Allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	tags 55 dB(A) nachts 40 dB(A)
e)	Reine Wohngebiete	tags 50 dB(A) nachts 35 dB(A)
f)	Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags 45 dB(A) nachts 35 dB(A)

Nach Nr. 6.7 „Gemengelagen“ der TA Lärm können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinander grenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist. Dies gilt insbesondere auch für Wohngebäude, die am Rande eines Wohngebietes zum Außenbereich gelegen sind. Die Immissionsrichtwerte für Kern-, Dorf- und Mischgebiete sollen dabei nicht überschritten werden.

Zur Prognose der Geräuschimmission von Schallquellen auch über größere Entfernungen bietet die DIN-Richtlinie DIN ISO 9613-2 [3] ein auf alle Schallquellen anwendbares, einheitliches Rechenverfahren an. In dieser Richtlinie werden die Zusammenhänge zwischen der Schallemission und der Schallimmission im interessierenden Einwirkungsbereich dargestellt, und es wird gezeigt, wie bei vorgegebenen Ausbreitungsbedingungen die Schallimmission berechnet werden kann.

Entsprechend der TA Lärm sind bei Geräuschimmissionsprognosen auch Aussagen über die Qualität der Prognose zu treffen. Dies erfolgt mit Hilfe von Unsicherheitsbetrachtungen in Anlehnung an [5], [7] und [14].

### 3. Berechnungsgrundlagen der DIN ISO 9613 - 2

Der von einer Schallquelle im Freien in ihrem Einwirkungsbereich (Umgebung) erzeugte Schalldruckpegel hängt von den Eigenschaften der Schallquelle (Schallleistung, Richtcharakteristik, Schallspektrum), der Geometrie des Schallfeldes (Lage von Aufpunkt und Schallquelle zueinander, zum Boden und zu Hindernissen im Schallfeld) sowie von den durch Topographie, Bewuchs und Bebauung bestimmten örtlichen Ausbreitungsbedingungen und von der Witterung ab.

Während die Einflüsse der Witterung in der Nähe der Schallquelle meist vernachlässigbar sind, wirken sie sich mit zunehmendem Abstand immer stärker auf die Schallausbreitung aus und verändern dabei auch die Schallpegelminderung durch Bodeneinflüsse und durch Hindernisse. Da die Witterungsbedingungen örtlich und zeitlich unregelmäßig schwanken, können am Immissionsort sehr unterschiedliche Schalldruckpegel auftreten.

Für die Rechnung wird in der Richtlinie DIN ISO 9613-2 von einer Wetterlage ausgegangen, die die Schallausbreitung begünstigt. Entsprechende Messwerte sind gut reproduzierbar. Zu einer solchen Wetterlage gehört insbesondere die "Mitwindwetterlage". Dagegen zeigt die Erfahrung, dass die Methode mit dem Langzeitmittelungspegel (der über längere Zeit und verschiedene Witterungsbedingungen gemittelte Schalldruckpegel) unterhalb der Rechenwerte für die Mitwindwetterlage liegt und deshalb nicht angewendet wird. Auch eine Schallpegelminderung durch Gehölz, Hecken und lockere Bebauung über das in dieser Richtlinie angegebene Maß kann in der Regel nicht nachgewiesen werden.

Der Schalldruckpegel  $L_{AT}$ , den eine einzelne Schallquelle an einem Punkt erzeugt, wird in dieser Richtlinie nach folgendem Schema berechnet:

$$L_{AT} = L_{WA} + D_C - A$$

Darin sind:

$L_{WA}$  der Schallleistungspegel. Er ist die entscheidende kennzeichnende Größe für die Emission einer einzelnen Schallquelle.

$D_C$  die Richtwirkungskorrektur für die Punktschallquelle unter Einbeziehung des Effekts der Schallreflexion am Boden,

$A$  die Schalldämpfung zwischen der Schallquelle und dem Immissionsort, insbesondere durch die geometrische Ausbreitung des Schalls, die Luft- und die Bodenabsorption.

Auf die Modellierung weiterer pegelmindernder Einflüsse wie Bodenbewuchs, Bebauung oder andere Ausbreitungshindernisse wird in der Richtlinie zwar eingegangen, in der vorliegenden Berechnung finden sie aber keine Berücksichtigung. Bei mehreren Schallquellen werden die Schallpegel am Immissionsort für jede Quelle getrennt ermittelt und energetisch addiert.

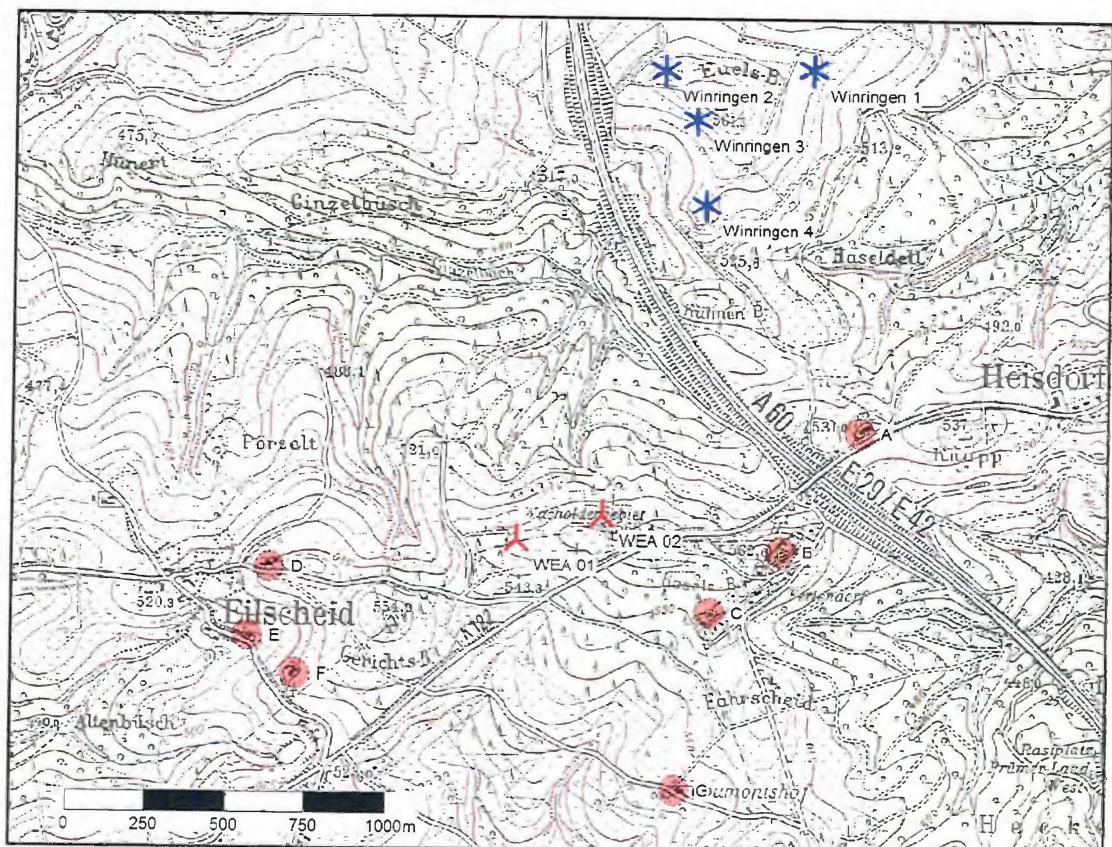
#### 4. Berechnungsvoraussetzungen

##### 4.1. Lage und Beschreibung des Standorts

Die Standorte der geplanten Windenergieanlagen befinden sich in Rheinland-Pfalz im Landkreis Bitburg-Prüm in einem ausgewiesenen Windvorranggebiet östlich der Ortschaft Eilscheid sowie südwestlich der Bundesautobahn A 60 und der Ortschaft Heisdorf. Die als Vorbefestigung betrachteten Windenergieanlagen befinden sich nördlich des geplanten Standortes auf der anderen Seite der Autobahn.

Im Umkreis der geplanten Windenergieanlagen befinden sich die bereits oben genannten Ortschaften, ein Feriendorf sowie einzelne Gehöfte im Außenbereich. Die Auswahl der Immissionsorte erfolgte anhand der Ergebnisse einer Standortbesichtigung am 27.08.2010. Die Bezeichnungen und Positionen der Windenergieanlagen entsprechen den Vorgaben des Auftraggebers.

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Schallemissionswerte werden im Abschnitt 4.3 näher erläutert. Die Positionen der Windenergieanlagenstandorte und der Immissionsorte sind in der nachfolgenden topografischen Karte dargestellt.



Topografische Karte mit Positionen der vorhandenen Windenergieanlagen (Winringen 1...4 – blaue Symbole), der geplanten Windenergieanlagen (WEA 01...02 – rote Symbole) und der Immissionsorte (A...G)

#### 4.2. Einschätzung der Immissionsorte nach Gebietskategorien

Das Vorhaben entspricht den immissionsschutzrechtlichen Anforderungen in Bezug auf Schallimmissionen, wenn an den relevanten Immissionsorten die Immissionsrichtwerte der Gebietskategorien eingehalten werden.

Die konkrete Zuordnung der maßgeblichen Immissionsrichtwerte der unterschiedlichen Gebietskategorien erfolgte nach Nr. 6.6 der TA Lärm und ergibt sich aus der bestehenden Bauleitplanung oder aus der tatsächlichen Nutzung der Immissionsorte und ihrer Umgebung. Für Einzelgehöfte im Außenbereich oder Wohngebäude, die an den industriell bzw. gewerblich genutzten Außenbereich angrenzen, gelten üblicherweise die Richtwerte des Mischgebiets.

Die Einstufung der Gebietskategorien erfolgte aus gutachterlichen Gesichtspunkten auf Basis der vorhandenen Unterlagen, anhand einer Standortbesichtigung am 27.08.2010 sowie der gesetzlichen Vorgaben (BauGB, BauNVO und TA Lärm). Für die Ortsteile Eilscheid und Heisdorf sowie den Coumontshof wurden anhand von genehmigten Flächennutzungsplänen die Gebietskategorien festgelegt. Für die Feriendorfer „Auf Hasert“ und „Auf Hasert/Auf der Heid“ standen ein genehmigter Bebauungsplan, die Information des zuständigen Bearbeiters bei der SGD Nord, Herrn Backes, vom 04.02.2011 sowie die Festlegungen der DIN 18005 für die Einstufung der Gebietskategorie zur Verfügung.

	Immissionsort	Gebiets-einstufung	zulässiger Immissions-richtwert (Nacht)
A	Heisdorf, Eichenhof 1	Außenbereich	45
B	Heisdorf, Wachholderweg 7	Außenbereich	45
C	Heisdorf, Auf der Heid 14	Außenbereich	45
D	Eilscheid, Dorfstraße 13	Außenbereich	45
E	Eilscheid, Dorfstraße 2	Außenbereich	45
F	Eilscheid, Dorfstraße 1	Außenbereich	45
G	Coumontshof	Außenbereich	45

**Tabelle 1:** Immissionsorte und ihre Gebietseinstufung

### 4.3. Schallemissionswerte der betrachteten Windenergieanlagentypen

Maßgeblich für die Schallimmissionspegelberechnung ist nach der Richtlinie des *Arbeitskreises "Geräusche von Windenergieanlagen"* [2] der Schallemissionswert bei einer Windgeschwindigkeit von  $10 \text{ m/s}$  in  $10 \text{ m}$  Höhe ü. Grund, bzw. bis maximal zu der Windgeschwindigkeit, die dem 95%-Wert der Nennleistung der zu untersuchenden Windenergieanlage entspricht.

Der Schallleistungspegel für eine Serie von Windenergieanlagen wird nach [5] in Form zweier Geräuschemissionswerte  $L_{WA,m}$  und  $K_{WA}$  angegeben.

$$L_{WD} = L_{WA,m} + K_{WA}$$

$L_{WA,m}$  ist der aus  $n$  Messungen resultierende mittlere Schallleistungspegel eines Anlagentyps.

Die Unsicherheit  $K_{WA}$  beschreibt für ein Vertrauensniveau mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit, mit der das Ergebnis einer durchgeführten Messung des Schallleistungspegels an einer Windenergieanlage aus der Serie den hier angegebenen Wert überschreitet, die mögliche Streubreite der tatsächlich zu erwartenden Schallemissionspegel.

Dieses Vertrauensniveau kann für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10% (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90%) mit

$$K_{WA,10\%} = 1,28 \cdot \sigma_{LWA} \text{ berechnet werden.}$$

Die Standardabweichung  $\sigma_{LWA}$ , die für die Angabe des Schallleistungspegels zugrunde gelegt wird, ergibt sich bei mehreren Vermessungen (Anzahl  $n$ ) nach [5] mit

$$\sigma_{LWA} = \sqrt{\frac{1+n}{n} (\sigma_R^2 + \sigma_P^2)}$$

Darin sind:

- $\sigma_R$  Die Wiederholstandardabweichung ist die Standardabweichung der unter Wiederholbedingungen ermittelten Geräuschemissionswerte, d.h. bei wiederholter Anwendung des selben Geräuschemissionsverfahrens an der selben Windenergieanlage zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Bedingungen. Eine typische Wiederholstandardabweichung ist  $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$  [8].
- $\sigma_P$  Die Produktionsstandardabweichung ist die Standardabweichung der an verschiedenen Windenergieanlagen einer Serie gemessenen Geräuschemissionswerte, wobei dasselbe Geräuschmessverfahren unter Wiederholbedingungen angewendet wurde. Als Näherung gilt  $\sigma_P = s$ . Liegt nur eine Vermessung des Schallleistungspegels vor, beträgt die Produktionsstandardabweichung  $\sigma_P = 1,2 \text{ dB}$  [5].
- $s$  ist die Standardabweichung des Schallleistungspegels und berechnet sich wie folgt:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_{WA,i} - L_{WA,m})^2}$$

Darin ist:

$L_{WA,i}$  Schallleistungspegel eines Windenergieanlagentyps einer Messung  $\{L_{WA}\}$   $i = 1, \dots, n$ .

Für alle berechnungsrelevanten Typen vorhandener und geplanter Windenergieanlagen liegen jeweils Ergebnisse von einer bzw. von mehreren akustischen Vermessungen oder eine Herstellergarantie des Schallleistungspegels vor. Quelle und Aktualität der Angaben sind in den Abschnitten 8.3. und 8.6. des Anhangs zusammengestellt. Der Windenergieanlagentyp ENRONWIND EW 1.5sl ist baugleich dem Anlagentyp GE Wind Energy 1.5sl, für den die Ergebnisse mehrerer Vermessungen existieren, die der vorliegenden Berechnung zugrunde gelegt wurden.

Für den Typ ENERCON E-82 E2 mit einer Nennleistung von 2300 kW der geplanten Anlagen sind die Ergebnisse einer Vermessung bei einer Nabenhöhe von 108 m bekannt. Diese Werte wurden in einem Verfahren nach [15] Anhang C auf die vom Auftraggeber vorgegebene Nabenhöhe von 138 m umgerechnet. Die gemessenen Schallleistungspegel bei verschiedenen normierten Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe und die Ergebnisse der Umrechnung sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

$V_{10\text{ref}}$ (m/s)	5	6	7	8	9	10	6,6 <sup>1</sup>	6,4 <sup>2</sup>
$L_{WA(NH108)}$ dB(A)	96,4	100,6	102,5	103,2	103,3	102,9	103,4	-
$L_{WA(NH138)}$ dB(A)	97,3	101,1	102,7	103,3	103,3	102,5	-	103,4

**Tabelle 2:** Gemessene ( $L_{WA(NH108)}$ ) und durch Umrechnung bestimmte ( $L_{WA(NH138)}$ ) Schallleistungspegel der E-82 E2

Für die schallreduzierte ENERCON E-82 E2 mit 1200 kW Nennleistung liegt bislang nur eine Herstellergarantie vor, die den Berechnungen zugrunde gelegt wurde

Auf Basis dieser vermessenen, berechneten bzw. garantierten Schallleistungspegel werden für jeden Anlagentyp die Produktionsstandardabweichung  $\sigma_p$ , die Wiederholstandardabweichung  $\sigma_R$ , die Standardabweichung  $\sigma_{LWA}$  und die Unsicherheit  $K_{WA, 10\%}$  nach oben dargestellter Methode berechnet. Die einzelnen Werte sind für jeden Windenergieanlagentyp im Anhang unter Punkt 8.3. dargestellt.

Für die im vorliegenden Bericht durchgeführten Ausbreitungsberechnungen wird der aus den vermessenen Pegeln gemittelte mittlere Schallleistungspegel  $L_{WA,m}$  verwendet. Bei einzelnen Anlagentypen können Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit zu beachten sein. Die ermittelten Unsicherheiten werden bei der Beurteilung der Berechnungsergebnisse berücksichtigt.

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Schallemissionswerte können nachfolgender Tabelle entnommen werden.

<sup>1</sup> Die normierte Windgeschwindigkeit von 6,6 m/s entspricht 95% der Nennleistung bei NH 108 m.

<sup>2</sup> Die normierte Windgeschwindigkeit von 6,4 m/s entspricht 95% der Nennleistung bei NH 138 m.

Status		Anlagenbezeichnung	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	mittlerer Schallemissionspegel $L_{WA,m}$ [dB(A)]	obere 90%ige Vertrauensbereichsgrenze $L_{WA,90}$ [dB(A)]
Vorbelastung	vorhanden	Winringen 1...3	ENERCON E-40 / 5.40	65	100,8	103,2
		Winringen 4	ENRONWIND 1.5sl	100	104,0	104,8
Zusatzbelastung	Geplant BV1	WEA 01...02	ENERCON E-82 E2 2300	138	103,4	105,8
	Geplant BV2	WEA 01	ENERCON E-82 E2 2300	138	103,4	105,8
		WEA 02	ENERCON E-82 E2 1200	138	102,5	104,9

Tabelle 3: Schallemissionswerte der Windenergieanlagen

#### 4.4. Berücksichtigung der Unsicherheit bei der Prognose

Entsprechend der TA Lärm sind bei Geräuschimmissionsprognosen auch Aussagen über die Qualität der Prognose zu treffen. Dies erfolgt mit den folgenden Betrachtungen zur Unsicherheit. Dabei wird zwischen der Unsicherheit der Ausgangsdaten – in der Regel die Schallleistungspegel der Geräusche (siehe Kapitel 4.3) und der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung unterschieden.

##### Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung:

Laut den Empfehlungen nach [14] wird für die Unsicherheit des Prognosemodells der Ausbreitungsberechnungen  $\sigma_{prog} = 1,5$  dB(A) angesetzt.

##### Gesamtunsicherheit des Beurteilungspegels:

Die Prognoseunsicherheit des Beurteilungspegels kann unter Berücksichtigung der Unsicherheiten der Schallleistungspegel  $L_{WA}$  ( $\sigma_R$  und  $\sigma_P$ ) und der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung  $\sigma_{prog}$  der einzelnen Windenergieanlagen und der jeweiligen Beiträge der Teilimmissionspegel  $L_p$  an den einzelnen Immissionsorten angegeben werden. Da nach [14] nicht für alle Unsicherheitsfaktoren eine statistische Unsicherheit angenommen werden kann, wird die Gesamtunsicherheit in Anlehnung an [14] ermittelt.

Es wird davon ausgegangen, dass die Serienstreuungen  $\sigma_P$  statistisch unabhängig voneinander sind. Die Messgenauigkeit  $\sigma_R$  ist für WEA gleichen Typs statistisch abhängig und für WEA verschiedenen Typs oder Betriebsmodi statistisch unabhängig voneinander. Die Prognoseunsicherheit der Ausbreitungsberechnung ist nach Vorgabe der Regionalstelle Koblenz der Gewerbeaufsicht des Bundeslandes Rheinland-Pfalz als statistisch abhängig anzusehen.

Die folgende Formel kann aufgrund der statistischen Abhängigkeiten einzelner Unsicherheitskomponenten nur schrittweise angewandt werden.

$$\sigma_{ges} = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^m (\sigma_{ges,j} \cdot 10^{0,1L_{p,j}})^2}}{\sum_{j=1}^m 10^{0,1L_{p,j}}}$$

In [14] wird ein Verfahren zur Aggregierung der Unsicherheitskomponenten mit Hilfe von Ersatzschallquellen beschrieben. Dieses wird in der hier vorliegenden Berechnung verwendet.

Für einen Vertrauensbereich mit 10% statistischer Überschreitungswahrscheinlichkeit beträgt die jeweilige Prognoseunsicherheit am Immissionsort:

$$\sigma_{ges,10\%} = 1,28 \cdot \sigma_{ges}$$

Nähere Angaben sind den entsprechenden Berechnungsberichten im Anhang zu entnehmen.

## 5. Berechnungsergebnisse

### 5.1. Beurteilungspegel an den betrachteten Immissionsorten

In der Berechnungsvariante BV1 werden die vom Auftraggeber geplanten beiden Windenergieanlagen vom Typ ENERCON E-82 E2 auch nachts ohne Einschränkung betrieben. Da es dabei zu einer Richtwertüberschreitung kommt, wurde in der Berechnungsvariante BV2 für die geplante WEA 02 nachts der Betrieb im schallreduzierten Modus mit einer Nennleistung von 1200 kW angenommen.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Schallimmissionswerte der Vorbelastung durch die vorhandenen 4, die Zusatzbelastung durch die 2 geplanten Windenergieanlagen und die Gesamtbelaistung mit Angabe der Prognosequalität (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90% ( $L_{r,90}$ )) aller Windenergieanlagen für die Berechnungsvarianten BV1 und BV2 dargestellt. Die Qualität der Prognose beinhaltet die Unsicherheit des Schallleistungspegels in Anlehnung an [5] sowie die Unsicherheit der Prognose nach [14].

Immissionsort	nächtlicher Immissionsrichtwert [dB(A)]	Vorbelastung [dB(A)]	Zusatzbelastung [dB(A)]	Gesamtbearbeitungspegel $L_r$ [dB(A)]	Gesamtbearbeitungspegel $L_{r,90}$ [dB(A)]
A Heisdorf, Eichenhof 1	45	35,1	34,8	37,9	41,0
B Heisdorf, Wachholderweg 7	45	32,3	39,4	40,2	43,2
C Heisdorf, Auf der Heid 14	45	30,4	42,2	42,5	45,5
D Eilscheid, Dorfstraße 13	45	27,1	36,0	36,5	39,6
E Eilscheid, Dorfstraße 2	45	24,4	33,7	34,2	37,2
F Eilscheid, Dorfstraße 2	45	25,5	35,0	35,4	38,5
G Coumontshof	45	25,7	35,1	35,6	38,6

**Tabelle 4:** Berechnungsergebnisse der Berechnungsvariante BV1 unter Einbeziehung der geplanten WEA 01...02 und der vorhandenen WEA Winringen 1...4

Immissionsort	nächtlicher Immissionsrichtwert [dB(A)]	Vorbelastung [dB(A)]	Zusatzbelastung [dB(A)]	Gesamtbeurteilungspegel $L_r$ [dB(A)]	Gesamtbeurteilungspegel $L_{r,90}$ [dB(A)]
C Heisdorf, Auf der Heid 14	45	30,4	41,6	41,9	44,8

**Tabelle 5:** Berechnungsergebnisse der Berechnungsvariante BV2 für den kritischen Immissionsort C unter Einbeziehung der geplanten WEA 01...02 und der vorhandenen WEA Winringen 1...4

Nähere Angaben sind den Berechnungsberichten der Prognosesoftware im Anhang zu entnehmen.

## 5.2. Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Zur Beurteilung der immissionsrechtlichen Zulässigkeit des Betriebs der Anlagen in der gewählten Anordnung sind die berechneten Schallimmissionspegel mit den eingangs genannten Immissionsrichtwerten (IRW) zu vergleichen.

Die Betrachtung der **Vorbelastung** ergab an allen Immissionsorten eine Unterschreitung der jeweils geltenden Immissionsrichtwerte durch die berechneten Schallimmissionspegel. An den Immissionsorten B...G beträgt die Differenz dabei mehr als 10 dB(A). Diese Immissionsorte liegen demnach nicht im akustischen Einwirkungsbereich der vorhandenen Windenergieanlagen (TA Lärm, Punkt 2.2 - Einwirkungsbereich einer Anlage).

Bei der Betrachtung der berechneten Schallimmissionspegel der **Zusatzbelastung** der Berechnungsvariante **BV1** werden die geltenden IRW ebenfalls an allen Immissionsorten unterschritten. Die geringste Differenz tritt dabei am Immissionsort C mit 2,8 dB(A) auf. An den Immissionsorten A und E werden die Richtwerte um mehr als 10 dB(A) unterschritten. An den Immissionsorten D, F und G wird der dort geltende Immissionsrichtwert ebenfalls deutlich unterschritten; die Differenz beträgt mehr als 6 dB(A).

Die Betrachtung der **Gesamtbelastung** der Berechnungsvariante **BV1** zeigt, dass unter Berücksichtigung der ermittelten Prognoseunsicherheit der oberen Vertrauensbereichsgrenze des Gesamtbeurteilungspegels mit einer statistischen Sicherheit von 90% ( $L_{r,90}$ ) der geltende Immissionsrichtwert am Immissionsort C überschritten wird. An allen anderen Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte unterschritten, wobei die Differenz an den IP E...G größer als 6 dB(A) ist. Nach Abschnitt 3.2.1 der TA Lärm [1] ist der Immissionsbeitrag aller Windenergieanlagen demnach an diesen Immissionsorten als nicht relevant einzuschätzen.

Die berechneten Schallimmissionspegel der **Zusatzbelastung** der Berechnungsvariante **BV2** unterschreiten an allen Immissionsorten die geltenden IRW deutlich. Die geringste Differenz beträgt 3,4 dB(A) am Immissionsort C. An den Immissionsorten B und D beträgt die Differenz mehr als 6 dB(A), an den Immissionsorten A und E...G mehr als 10 dB(A).

Damit ergibt sich auch bei der **Gesamtbelastung** der Berechnungsvariante **BV2** eine Unterschreitung der Immissionsrichtwerte an allen Immissionsorten auch unter Berücksichtigung der ermittelten Prognoseunsicherheit der oberen Vertrauensbereichsgrenze des Gesamtbeurteilungspegels mit einer statistischen Sicherheit von 90% ( $L_{R90}$ ). Die geringste Differenz beträgt dabei 0,2 dB(A) am Immissionsort C. An den Immissionsorten E...G beträgt die Differenz mehr als 6 dB(A), womit nach TA Lärm Abschnitt 3.2.1 der Immissionsbeitrag der vorhandenen und geplanten Windenergieanlagen an diesen Immissionsorten als nicht relevant einzuschätzen ist.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der geltende Immissionsrichtwert am kritischen Immissionsort C unter Annahme des nächtlichen Betriebes der geplanten WEA 02 im schallreduzierten Modus mit einer Nennleistung von 1200 kW auch unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit unterschritten wird. Für die geplante WEA 01 wurde für den gleichen Zeitraum der Normalbetrieb mit 2300 kW Nennleistung angenommen.

In der vorliegenden Berechnung werden nur die von den Windenergieanlagen ausgehenden Schallemissionen berücksichtigt. Der Schalldruckpegel am jeweiligen Immissionsort wird zusätzlich durch die Emissionen anderer Geräuschenquellen (Straßen, Umgebung etc.) beeinflusst. Unter bestimmten Bedingungen müssen schon vorhandene Quellen von Gewerbelärm gemäß TA Lärm als Vorbelastung in die Schallimmissionsberechnung einbezogen werden. Wie eine Ortsbegehung der Umgebung des Windfeldes am 27.08.2010 ergab, existiert im Bereich der geplanten Windenergieanlagen jedoch kein Gewerbegebiet o.ä. mit nächtlichen Lärmemissionen. Wegen des ländlichen Charakters der Region (mit einer im Allgemeinen geringen Vorbelastung, insbesondere während der Nacht) kann also davon ausgegangen werden, dass die Gesamtbelastung nach TA Lärm nicht über den o. g. Pegelwerten liegt.

## 6. Schlussbemerkungen

Der vorliegende Bericht entspricht der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm [1] gemäß dem Berechnungsverfahren der DIN ISO 9613-2 [3]. Der Bericht wurde vom Auftragnehmer unabhängig und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

In der hier praktizierten Anwendung der DIN ISO 9613-2 gelten Mitwindausbreitungsbedingungen nach DIN ISO 1996-2, wie sie üblicherweise nachts auftreten. Inversionsbedingungen über Wasserflächen sind hier nicht berücksichtigt, sie können im Einzelfall zu höheren Schalldruckpegeln führen, als die hier berechneten Werte zeigen.

Die Beurteilungspegel lt. [1] beziehen sich auf den über lange Zeiträume auftretenden Dauerschall, der in der vorliegenden Immissionsprognose betrachtet wird. Für selten auftretende Einzelereignisse des o.g. Charakters sind dagegen deutlich höhere Pegelwerte zulässig.

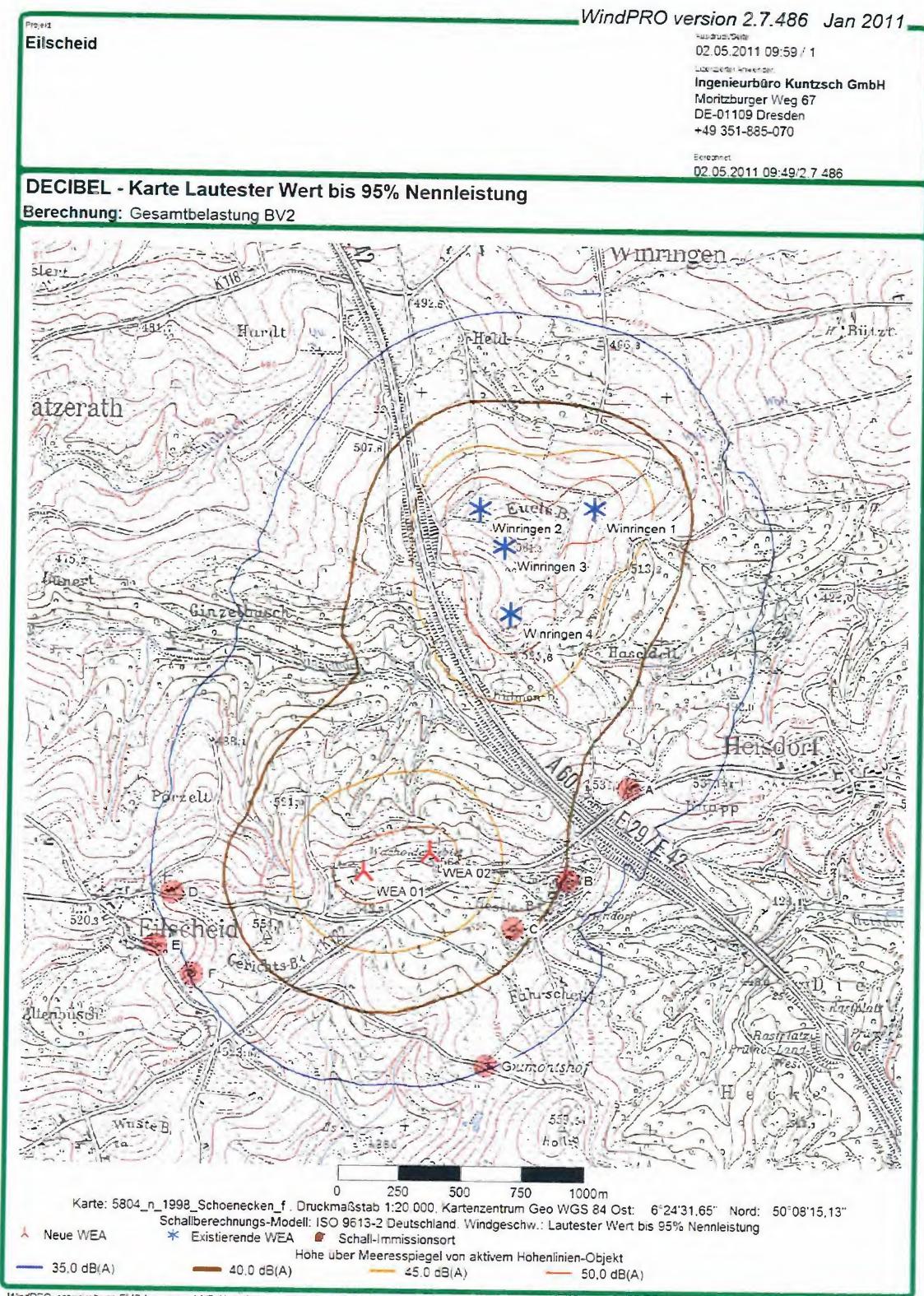


## 7. Literaturhinweise

- [1] 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz: TA Lärm. - Bonn, 26.08.98, GMBI 1998, S. 503.
- [2] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Empfehlungen des LAI Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“, März 2005.
- [3] DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien“, 1999-10.
- [4] DIN EN 50376 „Angabe des Schallleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen“ Entwurf November 2001.
- [5] IEC TS 61400-14 „Declaration of apparent sound power level and tonality values“, First edition 2005-03.
- [6] Piorr, Detlef: „Garantierte Emissionswerte – Was ist das?“ Vortrag auf dem 2. Rheiner Windenergieforum 17.03.2004.
- [7] Probst, W.; Donner, U.: „Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose“ Fachartikel in der Zeitschrift für Lärmbekämpfung 49 (2002) Nr.3 S. 86 - 90.
- [8] Erlass des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg zu Anforderungen an die Geräuschimmissionsprognosen vom 31. Juli 2003.
- [9] Hinweise zur schalltechnischen Beurteilung von Windkraftanlagen (WKA) bei immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren im Landesverwaltungsaamt Sachsen-Anhalt (LVwA LSA). – Halle, 24.02.2009.
- [10] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.
- [11] VDI 2714 „Schallausbreitung im Freien“ Januar 1988.
- [12] Gemeinsame Handlungsempfehlung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern und des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Zulassung von Windenergieanlagen. – Dresden, 08.08.2007.
- [13] Piorr, Detlef: „Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose“ Fachartikel in der Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (2001) Nr.5 S. 172 - 175
- [14] Windenergie-Handbuch. 6.Ausgabe. Kreis Borken, Fachabteilung 63.3, Borken; Dezember 2009.
- [15] Fördergesellschaft für Windenergie e.V.: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen Teil 1 – Bestimmung der Schallimmissionswerte, Revision 18, Stand 01.02.2008.

## 8. Anhang

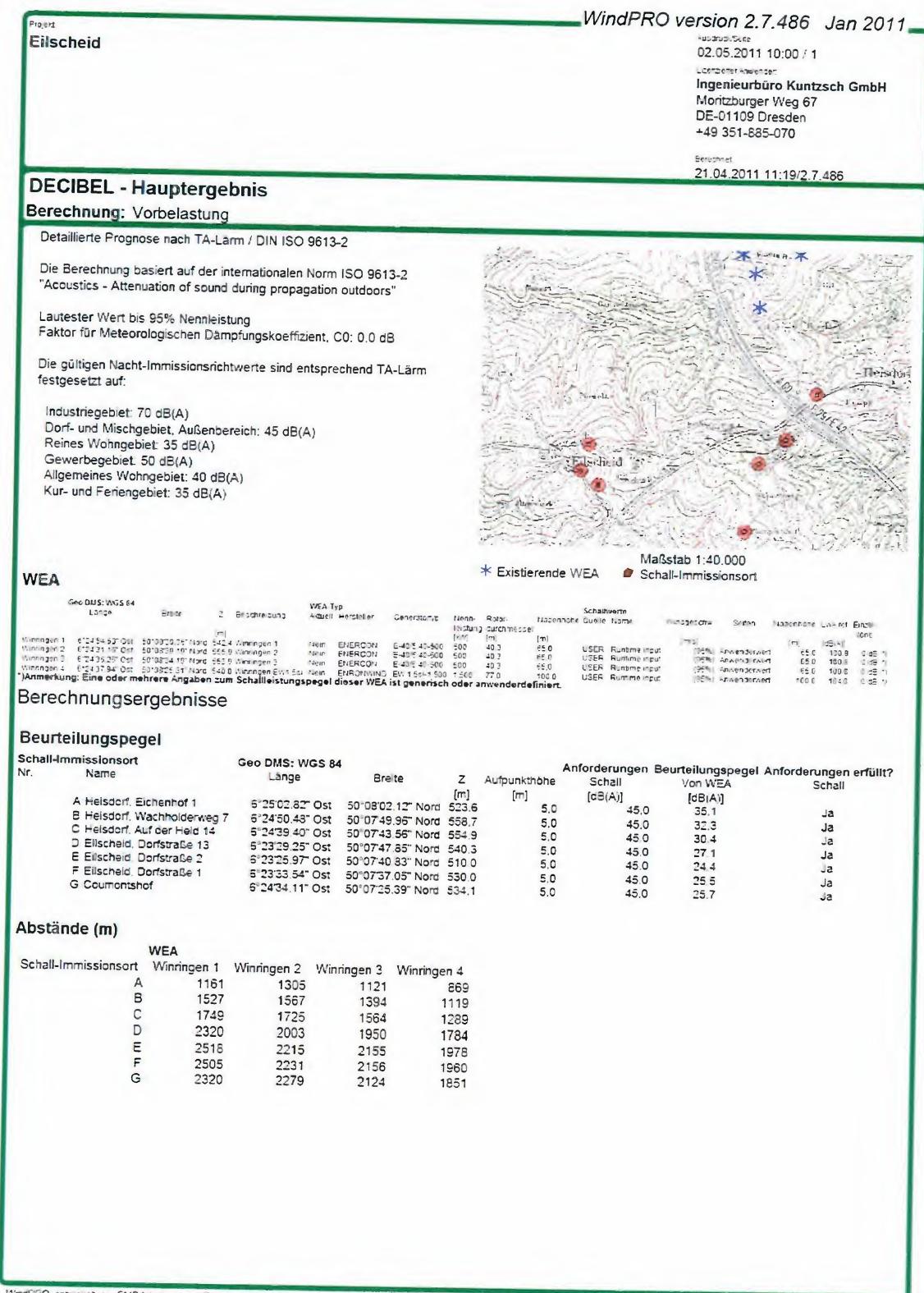
### 8.1. Übersichtsplan mit Schalldruckpegelniveaulinien der Gesamtbelastung



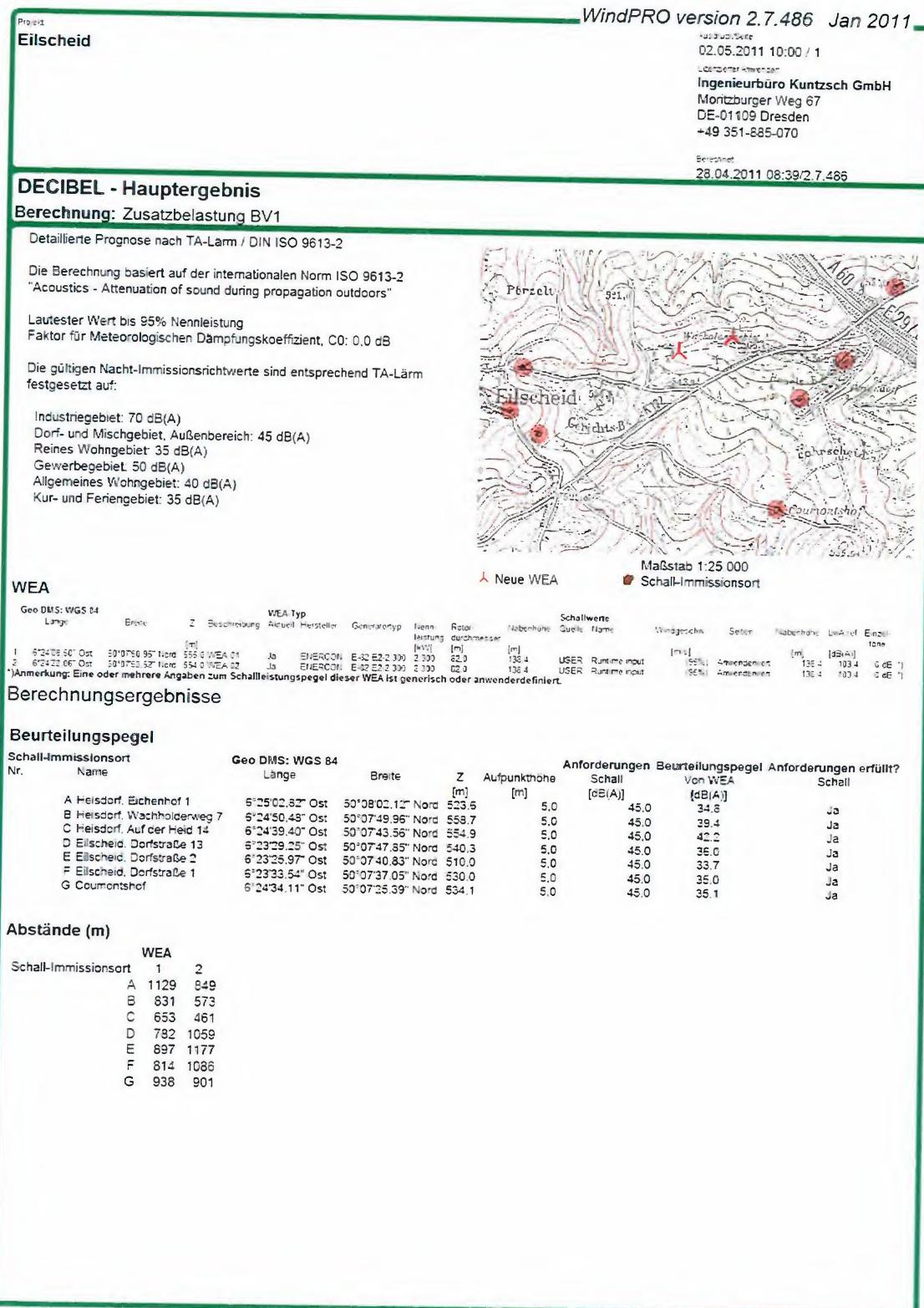
WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Nels Jarmersvej 10, DK-8220 Aalborg Ø, Tel: +45 96 35 44 44, Fax: +45 96 35 44 45, e-mail: [windpro@emda.dk](mailto:windpro@emda.dk)

## 8.2. Berechnungsberichte der Prognosesoftware

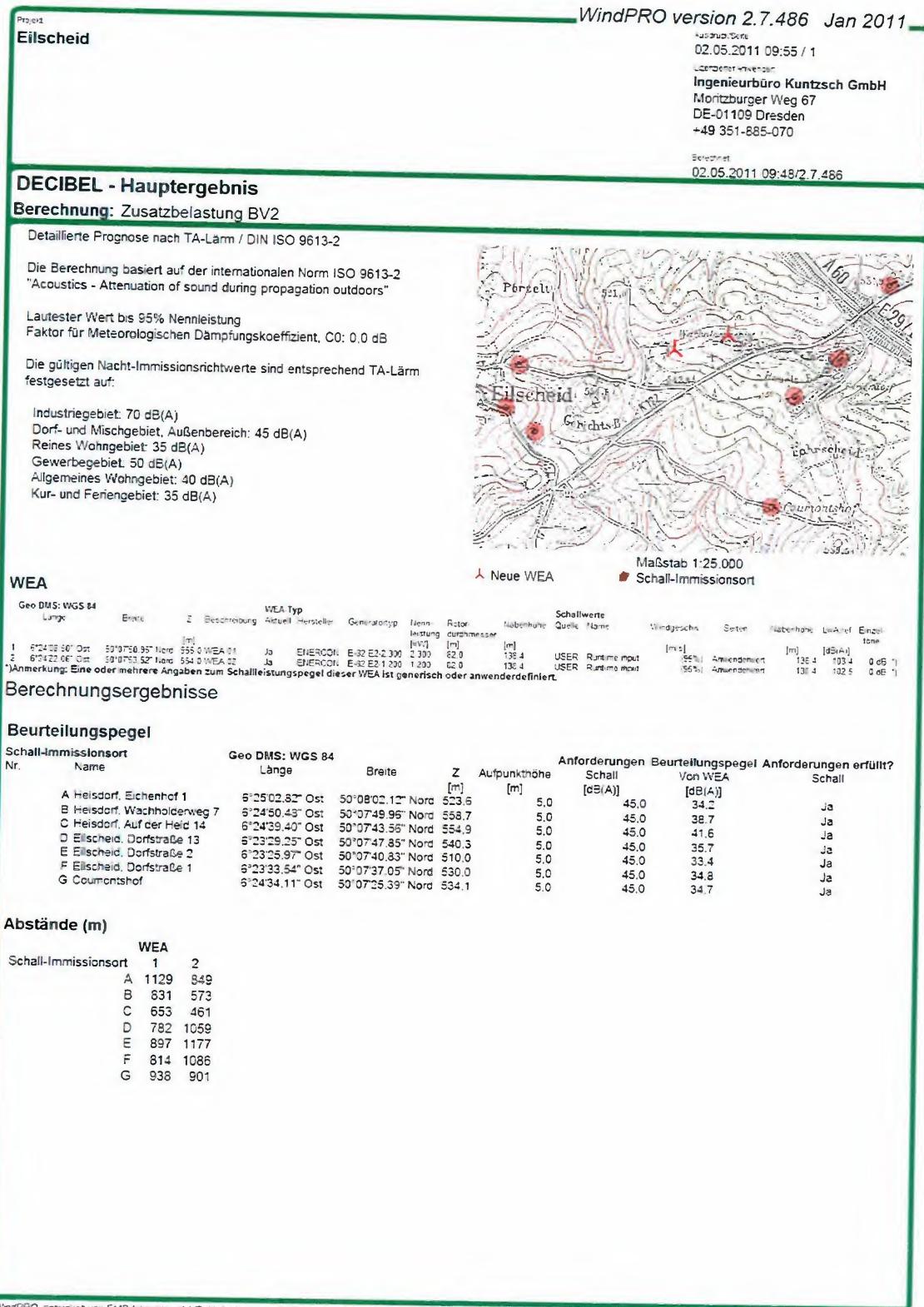
Vorbelastung:



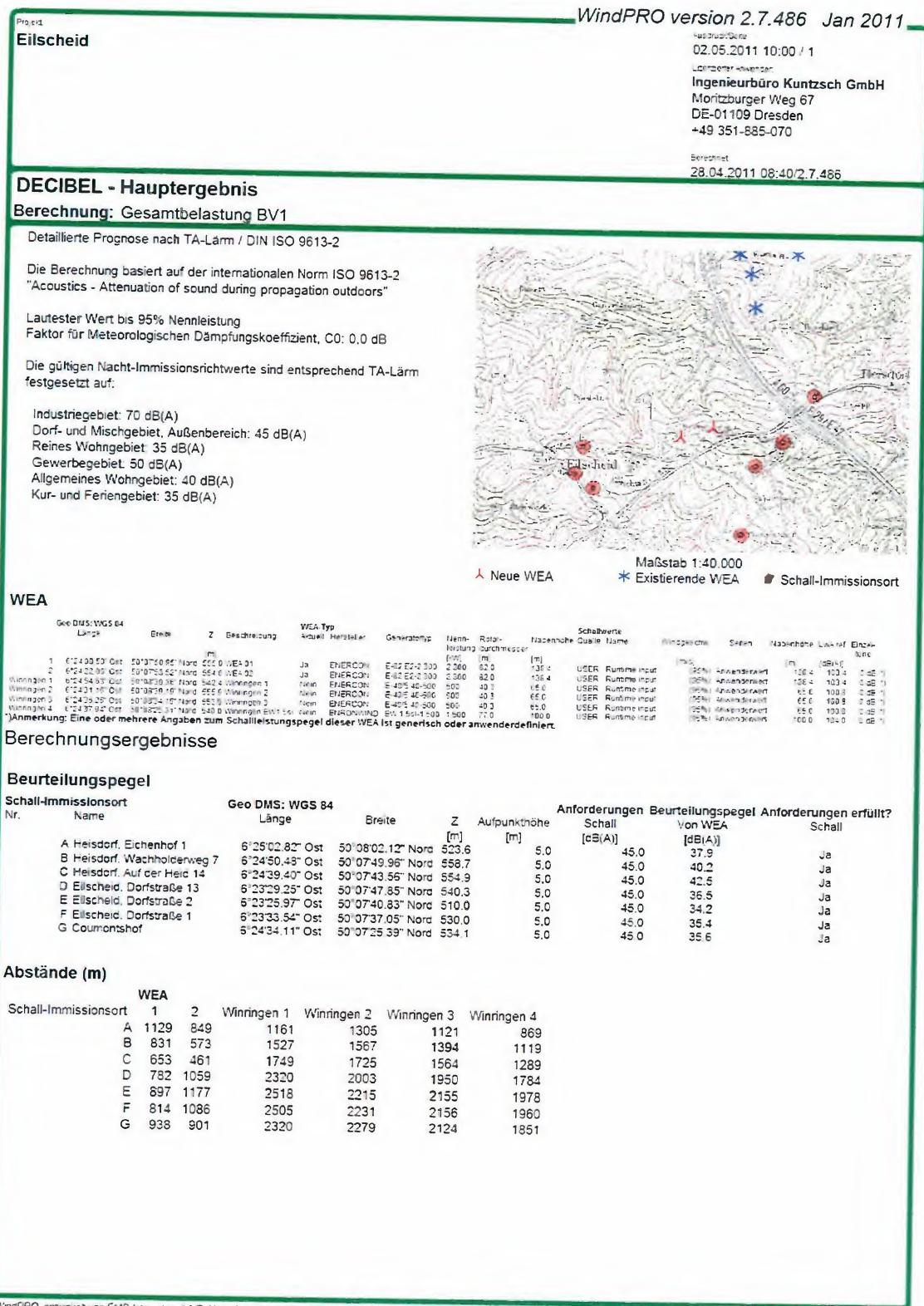
## Zusatzbelastung BV1:



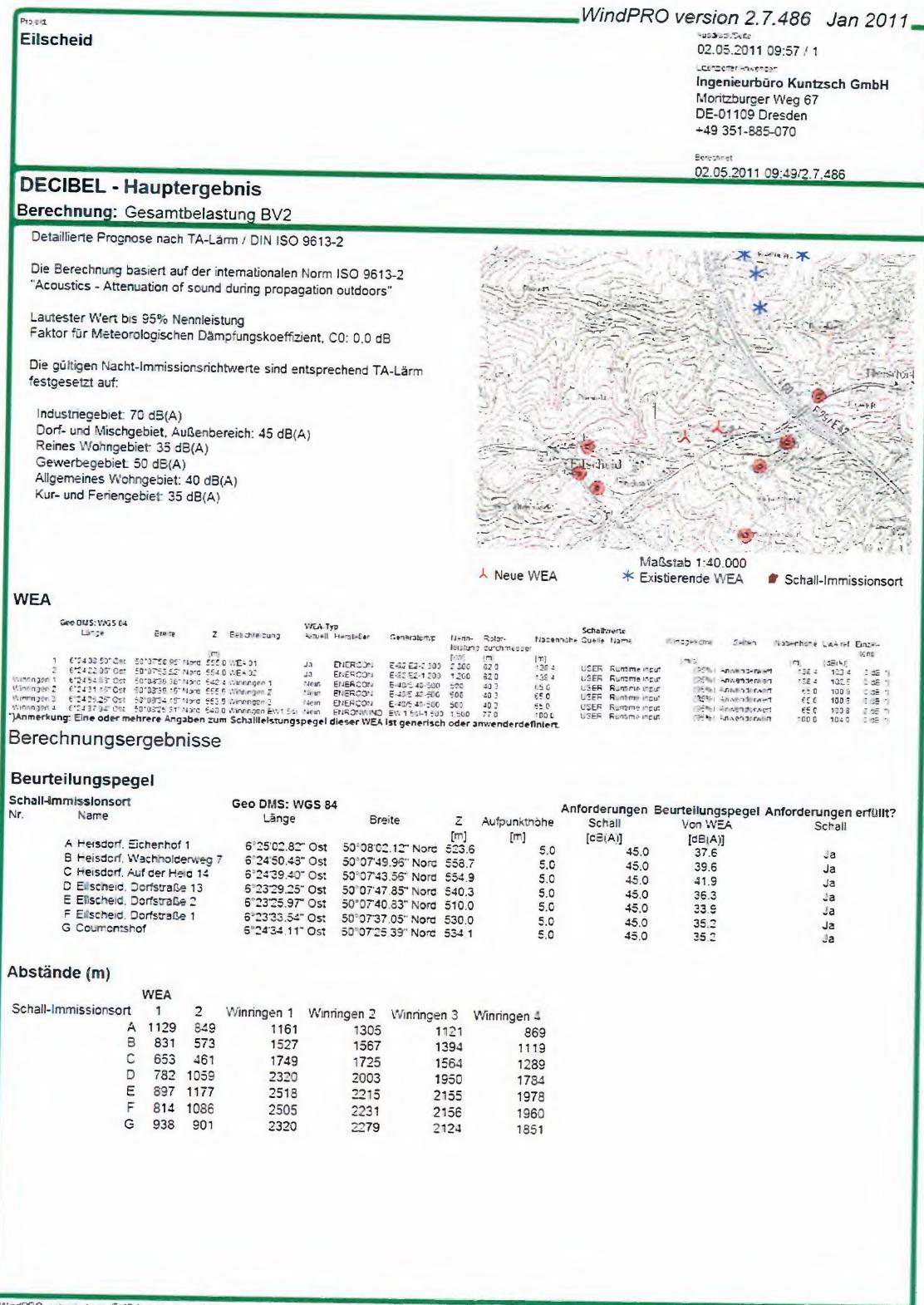
## Zusatzbelastung BV2:



## Gesamtbelastung BV1:



## Gesamtbelastung BV2:



### 8.3. Berechnung des mittleren Schallleistungspegels und der Standardabweichung

WEA-Typ: ENERCON E-82 E2				Nabenhöhe: 108 m			
Lwa	Bericht	Datum		Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma Lwa	Kwa, 10%
1				k 1,28	S 0,00	$\sigma$ 1,84	2,4
2	103,4 dB(A)	KCE 209244-03.03	18.3.2010				
3							
4							
5							
Lwa(Mittel)				SigmaR 0,5	SigmaP 1,20	Standard	
				Sigma p = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert			
Lwa, 90				105,8 dB(A)			
V 4.1 - 2/11							
WEA-Typ: ENERCON E-40/5.40				Nabenhöhe: 65 m			
Lwa	Bericht	Datum		Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma Lwa	Kwa, 10%
1	100,8 dB(A)	KCE 23554-2.002	03.03.1998	k 1,28	S 0,00	$\sigma$ 1,84	2,4
2							
3							
4							
5							
Lwa(Mittel)				SigmaR 0,5	SigmaP 1,20	Standard	
				Sigma p = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert			
Lwa, 90				103,2 dB(A)			
WEA-Typ: GE Wind Energy 1.5sl				Nabenhöhe: 108 m			
Lwa	Bericht	Datum		Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma Lwa	Kwa, 10%
1	103,7 dB(A)	WICO 280SE703/04	23.06.2004	k 1,28	S 0,31	$\sigma$ 0,61	0,8
2	103,7 dB(A)	KCE 27132-2.002	01.12.2003				
3	103,7 dB(A)	KCE 25574-1.001-2	23.07.2001				
4	103,6 dB(A)	KCE 27162-1.001	06.06.2003				
5	104,2 dB(A)	WICO 058SE204	14.02.2005				
6	103,9 dB(A)	KBI/32108-1.002 / KCE 32241-24.10.2003					
7	104,5 dB(A)	WICO 286SEA01	26.10.2001				
8	104,4 dB(A)	KCE 32234-2.001	31.03.2004				
9	104,0 dB(A)	KCE 26272-1.001	18.07.2002				
10	104,2 dB(A)	SE04019B5	30.11.2004				
11	104,1 dB(A)	SE04019B1	30.07.2004				
12							
Lwa(Mittel)				Sigma p = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert			
Lwa, 90				104,8 dB(A)			
WEA-Typ: ENERCON E-82 E2 1200 kW				Nabenhöhe: 138 m			
Lwa	Bericht	Datum		Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma Lwa	Kwa, 10%
1	102,5 dB(A)	Herstellergarantie	01.04.2010	k 1,28	S 0,00	$\sigma$ 1,84	2,4
2							
3							
4							
5							
Lwa(Mittel)				SigmaR 0,5	SigmaP 1,20	Standard	
				Sigma p = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert			
Lwa, 90				104,9 dB(A)			

#### 8.4. Berechnung der Prognoseunsicherheit

### Berechnungsvariante BV1:

Immissionsort: A		Heisdorf, Eichenhof 1		Immissionsort: B		Heisdorf, Wachholderweg 7	
WEA	Winringen 1	Sigma P	Sigma p <sub>j</sub>	Teilpegel L <sub>p,j</sub>	Teilpegel L <sub>p,j</sub>	Sigma P	Sigma p <sub>j</sub>
	Winringen 2	1,84	1,84	26,04	26,04	1,84	1,84
	Winringen 3	1,84	1,84	24,4	24,4	1,84	1,84
				26,35	26,35		23,95
				Summe der Teilpegel L <sub>p,va1</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>p,va1</sub>		
				1,08	1,08		
WEA	Winringen 4	Sigma P	Sigma p <sub>j</sub>	Teilpegel L <sub>p,j</sub>	Teilpegel L <sub>p,j</sub>	Sigma P	Sigma p <sub>j</sub>
		0,61	0,61	33,22	33,22	0,61	0,61
				Summe der Teilpegel L <sub>p,va2</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>p,va2</sub>		
				33,2	33,2		
WEA	WEA	Sigma P	Sigma p <sub>j</sub>	Teilpegel L <sub>p,j</sub>	Teilpegel L <sub>p,j</sub>	Sigma P	Sigma p <sub>j</sub>
	WEA 01	1,84	1,84	29,43	29,43	1,08	1,08
	WEA 02	1,84	1,84	33,26	33,26	1,85	1,85
				Summe der Teilpegel L <sub>p,za2</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>p,za2</sub>		
				34,8	34,8		
WEA	WEA	Sigma P	Sigma p <sub>j</sub>	Teilpegel L <sub>p,j</sub>	Teilpegel L <sub>p,j</sub>	Sigma P	Sigma p <sub>j</sub>
	WEA 01	1,84	1,84	29,43	29,43	0,00	0,00
	WEA 02	1,84	1,84	33,26	33,26	0,00	0,00
				Summe der Teilpegel L <sub>p,za2</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>p,za2</sub>		
				33,2	33,2		
Aggregation der Ersatzschallquellen:							
Anzahl	Sigma R <sub>j</sub>	Anlagentyp	Sigma P <sub>j</sub>	Sigma n <sub>j</sub>	Teilpegel L <sub>p,j</sub>	Anlagentyp	Sigma P <sub>j</sub>
3x	1,50	ENERCON E-40/5,40	1,08	1,85	30,4	1,50	ENERCON E-40/5,40
1x	0,50	Enronwind EW 1,5si	0,61	0,79	33,2	0,50	Enronwind EW 1,5si
2x	0,50	ENERCON E-82 E2 2300	1,41	1,49	34,8	0,50	ENERCON E-82 E2 2300
				Summe der Teilpegel L <sub>r,za2</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>r,za2</sub>		
				31,9	31,9		
Gesamtbelastung L <sub>r</sub>	Sigma n					Sigma n	
Gesamtbelastung L <sub>r,90</sub>	Sigma prog					Sigma n	
	37,9	Sigma ges				40,2	Sigma ges
	41,0					43,2	
Gesamtbelastung L <sub>r</sub>	Gesamtbelastung L <sub>r,90</sub>						

Immissionsort: C Heisdorf, Auf der Heid 14		Immissionsort: D Eilscheid, Dorfstraße 13	
WEA	Anlagentyp ENERCON E-40/5,40 ENERCON E-40/5,40 ENERCON E-40/5,40	Sigma P 1,84 1,84 1,84	Sigma p,j 1,84 1,84 1,84
Winningen 1	WEA Winningen 1	Teilpegel Lp,j 20,87	Sigma P 1,84
Winningen 2	WEA Winningen 2	21,15	Sigma p,j 1,84
Winningen 3	WEA Winningen 3	22,38	Sigma p,j 1,84
		Summe der Teilpegel L <sub>TB1</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>TB1</sub>
		26,3	23,7
WEA	Anlagentyp Enronwind EW 1,5si	Sigma P 0,61	Sigma p,j 0,61
Winningen 4	WEA Winningen 4	Teilpegel Lp,j 28,38	Sigma P 0,61
		Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>
		28,4	24,4
WEA	Anlagentyp ENERCON E-82 E2 2300 ENERCON E-82 E2 2300	Sigma P 1,84 1,84	Sigma P 1,84 1,84
Winningen 4	WEA Winningen 4	Teilpegel Lp,j 36,49	Sigma P 1,84
		40,84	Sigma p,j 1,84
		Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>
		42,2	38,0
Aggregation der Ersatzschallquellen:			
Anzahl	Sigma R,j	Sigma P,j	Sigma P,j
3x	1,50	ENERCON E-40/5,40	1,50
1x	0,50	Enronwind EW 1,5si	0,50
2x	0,50	ENERCON E-82 E2 2300	0,50
		Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>
		42,5	38,5
Aggregation der Ersatzschallquellen:			
Anzahl	Sigma R,j	Anlagentyp ENERCON E-40/5,40 ENERCON E-82 E2 2300	Anlagentyp ENERCON E-40/5,40 Enronwind EW 1,5si ENERCON E-82 E2 2300
3x	1,08	1,50	1,09
1x	0,61	0,79	0,61
2x	1,43	1,52	1,42
		Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>
		42,5	38,5
Gesamtbelaestung L <sub>r</sub>			
Gesamtbelaestung L <sub>r</sub>	42,5	Sigma n 1,85	Sigma n 1,86
Gesamtbelaestung L <sub>r</sub>	45,5	Sigma prog 1,50	Sigma prog 1,50
Gesamtbelaestung L <sub>r</sub>	45,5	Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>
Gesamtbelaestung L <sub>r</sub>	45,5	2,38	2,39
Gesamtbelaestung L <sub>r</sub>	45,5	Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>	Summe der Teilpegel L <sub>TB2</sub>
Gesamtbelaestung L <sub>r</sub>	45,5	2,39	2,39

Immissionsort: E Eilscheid, Dorfstraße 2		Immissionsort: F Eilscheid, Dorfstraße 1	
WEA	Winningen 1 Winningen 2 Winningen 3	WEA	Winningen 1 Winningen 2 Winningen 3
Anlagentyp ENERCON E-40/5,40 ENERCON E-40/5,40 ENERCON E-40/5,40	Sigma P 1,84 1,84 1,84	Anlagentyp ENERCON E-40/5,40 ENERCON E-40/5,40 ENERCON E-40/5,40	Sigma P 1,84 1,84 1,84
Teilpegel Lp,j 15,16 16,85 17,2	Sigma p,j 1,84 1,84 1,84	Teilpegel Lp,j 15,24 16,77 17,2	Sigma p,j 1,84 1,84 1,84
Summe der Teilpegel L <sub>TVA1</sub> 21,3	Summe der Teilpegel L <sub>TVA1</sub> 21,3	Summe der Teilpegel L <sub>TVA2</sub> 21,3	Summe der Teilpegel L <sub>TVA1</sub> 21,3
WEA	Winningen 4	WEA	Winningen 4
Anlagentyp Enronwind EW 1.5sI	Sigma P 0,61	Anlagentyp Enronwind EW 1.5sI	Sigma P 0,61
Teilpegel Lp,j 21,47	Sigma p,j 0,61	Teilpegel Lp,j 22,85	Sigma p,j 0,61
Summe der Teilpegel L <sub>TVA2</sub> 21,5	Summe der Teilpegel L <sub>TVA2</sub> 21,5	Summe der Teilpegel L <sub>TVA2</sub> 22,85	Summe der Teilpegel L <sub>TVA2</sub> 22,85
WEA	WEA 01 WEA 02	WEA	WEA 01 WEA 02
Anlagentyp ENERCON E-82 E2 2300 ENERCON E-82 E2 2300	Sigma P 1,84 1,84	Anlagentyp ENERCON E-82 E2 2300 ENERCON E-82 E2 2300	Sigma P 1,84 1,84
Teilpegel Lp,j 32,09 28,54	Sigma p,j 1,84 1,84	Teilpegel Lp,j 33,49 29,71	Sigma p,j 1,84 1,84
Summe der Teilpegel L <sub>TZB</sub> 33,7	Summe der Teilpegel L <sub>TZB</sub> 33,7	Summe der Teilpegel L <sub>TZB</sub> 33,7	Summe der Teilpegel L <sub>TZB</sub> 33,7
WEA	WEA 01 WEA 02	Anzahl	Anzahl
Anlagentyp ENERCON E-40/5,40 Enronwind EW 1.5sI ENERCON E-82 E2 2300	Sigma R,j 1,50 0,50 0,50	Anlagentyp ENERCON E-40/5,40 Enronwind EW 1.5sI ENERCON E-82 E2 2300	Sigma R,j 1,50 0,50 0,50
Teilpegel Lp,j 21,3 21,5 33,7	Sigma p,j 1,08 0,61 1,40	Teilpegel Lp,j 21,3 21,5 33,7	Sigma p,j 1,08 0,61 1,41
Summe der Teilpegel L <sub>TZB</sub> 34,2	Summe der Teilpegel L <sub>TZB</sub> 34,2	Summe der Teilpegel L <sub>TZB</sub> 34,2	Summe der Teilpegel L <sub>TZB</sub> 34,2
Gesamtbelastung L <sub>r</sub>	Sigma n 34,2	Anzahl	Anzahl
Gesamtbelastung L <sub>r,90</sub>	Sigma n 37,2	Gesamtbelastung L <sub>r</sub>	Gesamtbelastung L <sub>r</sub>
	Sigma n 1,85 Sigma prog 1,50 Sigma ges 2,38	Gesamtbelastung L <sub>r</sub>	Gesamtbelastung L <sub>r</sub>
		Gesamtbelastung L <sub>r,90</sub>	Gesamtbelastung L <sub>r,90</sub>
		Sigma n 1,85 Sigma prog 1,50 Sigma ges 2,38	Sigma n 1,85 Sigma prog 1,50 Sigma ges 2,38

### Berechnungsvariante BV2:



Immissionsort: D Eijscheid, Dorfstraße 13		Immissionsort: E Eijscheid, Dorfstraße 2	
WEA	Anlagentyp ENERCON E-40/5,40 ENERCON E-40/5,40 ENERCON E-40/5,40	Sigma P 1,84 1,84 1,84	Sigma p,j Teilpegel Lp,j 17,16 19,44 19,8
WEA	Winringen 1 Winringen 2 Winringen 3	Sigma p,j Sigma PvB1: 0,80	Summe der Teilpegel LrVb1: 23,7
WEA	Anlagentyp Enronwind EW 1.5si	Sigma P 0,61	Sigma p,j Teilpegel Lp,j 24,39
WEA	Winringen 4	Sigma PvB1: 0,61	Summe der Teilpegel LrVb2: 24,4
WEA 01	ENERCON E-82 E2 2300	1,84	Sigma p,j Teilpegel Lp,j 34,55
WEA 01			Sigma PvB1: Summe der Teilpegel LrVb1: 34,6
WEA 02	ENERCON E-82 E2 1200	1,84	Sigma p,j Teilpegel Lp,j 29,52
WEA 02			Sigma PvB2: Summe der Teilpegel LrVb2: 29,5
Aggregation der Ersatzschallquellen:			
Anzahl	Sigma R <sub>i,j</sub>	Anl.-Typ	Sigma R <sub>i,j</sub>
3x	1,50	ENERCON E-40/5,40	3x 1,50
1x	0,50	Enronwind EW 1.5si	1x 0,50
1x	0,50	ENERCON E-82 E2 2300	1x 0,50
1x	3,00	ENERCON E-82 E2 1200	1x 3,00

## Aggregation der Ersatzschallquellen:

Anzahl	Sigma R <sub>i,j</sub>	Anl.-Typ	Sigma R <sub>i,j</sub>
3x	1,50	ENERCON E-40/5,40	3x 1,50
1x	0,50	Enronwind EW 1.5si	1x 0,50
1x	0,50	ENERCON E-82 E2 2300	1x 0,50
1x	3,00	ENERCON E-82 E2 1200	1x 3,00

## Aggregation der Ersatzschallquellen:

Anzahl	Sigma R <sub>i,j</sub>	Anl.-Typ	Sigma R <sub>i,j</sub>				
3x	1,50	ENERCON E-40/5,40	0,80	1,70	23,7	1,84	0,80
1x	0,50	Enronwind EW 1.5si	0,61	0,79	24,4	0,61	0,79
1x	0,50	ENERCON E-82 E2 2300	1,84	1,91	34,6	1,84	1,91
1x	3,00	ENERCON E-82 E2 1200	1,84	3,52	29,5	1,84	3,52

WEA	Anlagentyp	Sigma P	Sigma p,j	Teilpegel Lp,j
Winringen 1	ENERCON E-40/5,40	1,84	1,84	15,16
Winringen 2	ENERCON E-40/5,40	1,84	1,84	16,85
Winringen 3	ENERCON E-40/5,40	1,84	1,84	17,2
				Summe der Teilpegel LrVb1: 21,3

WEA	Anlagentyp	Sigma P	Sigma p,j	Teilpegel Lp,j
Winringen 4	Enronwind EW 1.5si	0,61	0,61	21,47
				Summe der Teilpegel LrVb2: 21,5

WEA 01	Anlagentyp	Sigma P	Sigma p,j	Teilpegel Lp,j
	ENERCON E-82 E2 2300	1,84	1,84	32,09
				Summe der Teilpegel LrVb1: 32,1

WEA 02	Anlagentyp	Sigma P	Sigma p,j	Teilpegel Lp,j
	ENERCON E-82 E2 1200	1,84	1,84	27,64
				Summe der Teilpegel LrVb2: 27,6

Immissionsort:		F Eilscheid, Dorfstraße 1	
WEA	Winningen 1	Anlagentyp	<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
	Winningen 2	ENERCON E-40/5.40	1,84
	Winningen 3	ENERCON E-40/5.40	1,84
		ENERCON E-40/5.40	1,84
			<b>22,0</b>
WEA	Winningen 4	Anlagentyp	<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
		ENronwind EW 1.5s	0,61
			<b>22,84</b>
			<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
			0,61
			<b>22,8</b>
WEA 01		Anlagentyp	<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
		ENERCON E-82 E2 2300	1,84
			<b>33,49</b>
			<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
			1,84
			<b>34,2</b>
WEA 02		Anlagentyp	<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
		ENERCON E-82 E2 1200	1,84
			<b>28,81</b>
			<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
			1,84
			<b>28,8</b>
Aggregation der Ersatzschallquellen:		Anzahl	<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
		Sigma R <sub>j</sub>	1,50
		ENERCON E-40/5.40	0,79
		Winningen 1	0,61
		ENronwind EW 1.5s	0,79
		ENERCON E-82 E2 2300	1,57
		ENERCON E-82 E2 1200	1,84
			<b>35,7</b>
			<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
			1,70
			<b>35,7</b>
			<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
			1,70
			<b>35,7</b>
			<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
			1,50
			<b>35,7</b>
			<b>Summe der Teilpegel L<sub>10dB</sub>:</b>
			2,25
			<b>35,7</b>

## 8.5. Begriffsdefinitionen

**Schalldruckpegel  $L_S$ :** Das menschliche Ohr kann Schalldruckschwankungen sehr unterschiedlicher Größenordnungen wahrnehmen: zwischen der Hörschwelle ( $20 \mu\text{Pa}$ ) und der Schmerzschwelle ( $20 \text{ Pa}$ ) liegen 6 Zehnerpotenzen. Zur vereinfachten Beschreibung wurde eine logarithmische Skala eingeführt. Der Schalldruckpegel, der die Schallimmission am Betrachtungspunkt beschreibt, ist wie folgt definiert:

$$L_S = 20 \lg (p/p_0) \text{ dB}$$

mit  $p$ ... Schalldruck-Effektivwert am Immissionsort [Pa]

$p_0$ ... Referenzschalldruck, entspricht der Hörschwelle [ $20 \mu\text{Pa}$ ]

dB... Dezibel - Pegeleinheit (abgeleitet von *G. Bell*)

Einige Vergleichspegelwerte zur Einordnung:

Hörschwelle	0 dB
Laubbesrauschen	ca. 15 dB
ruhige Stadtwohnung	ca. 30 dB
leise Radiomusik	ca. 50 dB
Gespräch	ca. 60 dB
Straßenverkehr	ca. 80 dB
Schmerzschwelle	ca. 130 dB

**Schallleistungspegel  $L_W$ :** Er beschreibt die Stärke der Abstrahlung einer Schallquelle und ist definiert zu:

$$L_W = 10 \lg (P/P_0) \text{ dB}$$

mit  $P$ ... Schallleistung der Schallquelle [W]

$P_0$ ... Referenzschallleistung [ $10^{-12} \text{ W}$ ]

Die **Schallleistung** von Windenergieanlagen entsteht in der Hauptsache durch die sich im Wind drehenden Rotorblätter. Der Schallleistungspegel wird nach genormten Verfahren durch akustische Messungen bestimmt. Der für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage zu erwartende maximale Schallemissionspegel wird für ein Windgeschwindigkeitsintervall von  $6 \dots 10 \text{ m/s}$  in  $8 \dots 10 \text{ m}$  Höhe bzw. bei Erreichen von 95% der Nennleistung erreicht. Bei geringeren Windgeschwindigkeiten ist der Schallleistungspegel geringer, bei höheren wird er von den Windgeräuschen überlagert. Zur Prognoserechnung wird die Schallenergie der Rotorblätter rechnerisch auf einen Punkt in der Rotormitte konzentriert, es wird also von einer punktförmigen Schallquelle ausgegangen.

**A-Bewertung:** Die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs ist frequenzabhängig - niedrige und sehr hohe Frequenzen werden bei gleichem Schalldruck leiser wahrgenommen. Die nach DIN 45634 definierte A - Bewertungskurve trägt dem Rechnung, indem bei

Messungen insbesondere niedrige Frequenzen weniger stark bewertet werden als mittlere. A - bewertete Schallpegel werden wie im vorliegenden Gutachten mit der Einheit dB(A) gekennzeichnet.

**Schallreduzierter Betrieb:** Drehzahlvariable (pitchgeregelte) Windenergieanlagen können im Bedarfsfall - standortabhängig (z.B. in der Nähe reiner Wohngebiete) oder zeitlich begrenzt (z.B. nachts) - in einen schallreduzierten Betriebsmodus versetzt werden. Dabei werden normalerweise die Rotorblätter beim Erreichen einer bestimmten Leistung (Herstellerangabe) aus ihrem optimalen Anstellwinkel herausgefahren. Damit wird die Drehzahl des Rotors eingeschränkt und die von den Rotorblättern ausgehende Schallemission verringert.

**Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit:** In Messberichten älterer Windenergieanlagentypen findet sich neben dem vermessenen Schallleistungspegel manchmal auch der Verweis auf die Berücksichtigung eines Zuschlages für Ton- oder Impulshaltigkeit. Tonhaltigkeit liegt dann vor, wenn Einzeltöne innerhalb eines Geräusches hörbar sind. Impulshaltig ist ein Geräusch dann, wenn eine periodische oder nicht periodische starke Änderung des Schallleistungspegels auftritt. In beiden Fällen werden die gemessenen Schallleistungspegel durch Zuschläge korrigiert. Der Impulszuschlag wird im Zuge der Messungen berechnet ( $K_I = L_{FTeq} - L_{eq}$ ) und beträgt mindestens 2 dB. Für Tonhaltigkeit werden Zuschläge von 3 dB (auffällige Töne) oder 6 dB (besonders auffällige Töne) addiert.

## 8.6. Angaben zu den verwendeten Schallemissionspegeln

ENERCON E-40/5.40

<b>ENERCON</b> 	<b>ENERCON</b> Schalleistungspegel E-40	Seite 1 v. 1
---	--	-----------------

Die Schalleistungspegel der ENERCON E-40 / 500 kW werden wie folgt angegeben:

Naben- höhe	<u>gemessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 8 m/s in 10 m Höhe KÖTTER	ENERCON Garantie	<u>gemessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 10 m/s in 10 m Höhe KÖTTER	ENERCON Garantie
44 m	98,9 dB(A) 0 dB	98,3 dB(A) 0-1 dB	100,2 dB(A) 0 dB	101 dB(A) 0-1 dB
50 m	99,1 dB(A) 0 dB	98,5 dB(A) 0-1 dB	100,4 dB(A) 0 dB	101 dB(A) 0-1 dB
55 m	99,2 dB(A) 0 dB	99,0 dB(A) 0-1 dB	100,5 dB(A) 0 dB	101 dB(A) 0-1 dB
65 m	99,5 dB(A) 0 dB	99,0 dB(A) 0-1 dB	100,8 dB(A) 0 dB	101 dB(A) 0-1 dB

1. Diese Angaben beziehen sich auf die Schalleistungspegelvermessungen der E-40 durch das Ingenieurbüro Kötter Beratende Ingenieure, Rheine entsprechend dem neuesten Meßbericht 23554-2.002 vom 03.03.1998 und gelten für 8 m/s und 10 m/s in 10 m Höhe, wobei eine Meßgenauigkeit von < 2 dB(A) im o.g. Bericht bestätigt wird.
2. Die Schalleistungspegelvermessungen wurden entsprechend dem Entwurf DIN IEC 88/48/CDV ("Klassifikation VDE 0127, Teil 10 - Windenergieanlagen, Teil 10. Schallmeßverfahren - Ausgabe März 1996"), der IEA-Empfehlung ("Recommended Practices For Wind Turbine Testing, 4. Acoustics. Measurements of Noise Emission From Wind Turbines" 3. Ausgabe 1994), sowie dem DIN Entwurf 45681 ("Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen" Ausgabe Januar 1992) durchgeführt.
3. Aufgrund einer geänderten Betriebsweise, sowie im Hinblick auf die angegebene Meßgenauigkeit garantiert die Firma ENERCON geringere Schalleistungspegelwerte, als die vom Ingenieurbüro Kötter zertifizierten.
4. ENERCON Anlagen gewährleisten mit ihrer variablen Betriebsführung, daß vorgegebene Schallgrenzwerte während der gesamten Lebensdauer der Anlagen eingehalten werden.
4. Die konstruktive Bauweise der ENERCON Anlagen (keine schneldrehenden Teile - somit kein mechanischer Verschleiß) gewährleistet, daß eine Erhöhung des Maschinengeräusches während der gesamten Anlagenlebensdauer ausgeschlossen werden kann.

## ENRON WIND 1.5sl

Seite 1 von 2

**Bestimmung der Schallemissionsparameter aus mehreren Einzelmessungen der WEA des Typs GE 1.5sl mit einer Nabenhöhe von 100 m (Ergebniszusammenfassung aus WICO 055SE305)**

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /TR/ besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /TR/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	GE Wind Energy GmbH Holsterfeld 15 D-48499 Salzbergen	Anlagenbezeichnung Nennleistung	GE 1.5sl 1500 kW
		Nabenhöhe	100 m
		Roterdurchmesser	77 m

WEA-Nr.	Standort	hs	Meßinstitut	Meßbericht	Datum	Generatortyp *	Generatortyp **	Rotorblatt
1	1500678 Niedebeck	85 m	WIND-consult	WICO 260SE703/04	23.06.04	Winergy PEAS4390.2	Winergy JFEA 500SR-04A	LM 37 SP
2	1500578 Hollich	100 m	Kötter	KCE 27132-2.001	01.12.03	Lohmann Stoltenhoff GPV451s	Lohner JFEA 500SR-04	LM 37 SP
3	1500338 Copperbrugge	85 m	Kötter	KCE 29574-1.001	23.07.01	Eichhoff G44900xCPNHZ-155i	Eichhoff JFRA 500LB-04A	LM 37 SP
4	1500742 Wagenfeld	96 m	Kötter	KCE 27162-1.001	06.09.03	Winergy PEAS 4390.2	VEM DASAA5023-4UC	LM 37 SP
5	1501180 Radegast	80 m	WIND-consult	WICO 055SE704	14.02.05	Bosch Rexroth GPV451	VEM DASAA5023-4UJ	GE 57s
6	1500536 Preetz	96 m	Kötter	KCE 32241-1.001	24.10.03	Eichhoff G46125X CPNHZ-155	VEM DASAA 5023-4UE	LM 37 S
7	1500821 Klockow	100 m	WIND-consult	WICO 286SEAD1	26.10.01	Eichhoff G45725xCPNHZ105i	VEM DASAA 5023-4UJ	LM 37 SP
8	1500405 Langendorf	60 m	Kötter	KCE 32234-2.001	31.03.04	Fliender PEAS 4390.1	Lohner JFRA 500 LB-04A	LM 37 S
9	1500751 Vienenburg	85 m	Kötter	KCE 36272-1.001	18.07.02	Lohmann Stoltenhoff GPV 451R3	VEM DASAA5023-4UC	LM 37 SP
10	1501257 Rommerskirchen	81.4 m	WINDTEST Grevenbrück	SE04019B5	30.11.04	Bosch Rexroth GPV 451	Winergy JFEA 500SR-04A	GE 57s
11	1501259 Rommerskirchen	81.4 m	WINDTEST Grevenbrück	SE04019B1	30.07.04	Bosch Rexroth GPV 451	VEM DASAA5023-4UJ	GE 57s

\* Lohmann Stoltenhoff baugleich Bosch Rexroth, Fliender baugleich Winergy

\*\* Lohner baugleich Winergy

Schallemissionsparameter					
Schalleistungspegel L <sub>WA</sub> [dB(A)]					
Messung Nr.	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m ü.G.				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9,3 m/s	
1	102,7	103,7	103,5	103,7	
2	102,2	103,6	103,7	103,6	
3	102,2	103,4	103,7	103,7	
4	102,4	103,5	103,6	103,3	
5	102,5	104,0	104,1	104,2	
6	101,7	103,9	103,9	103,9	
7	102,9	104,4	104,5	104,5	
8	103,5	104,4	104,0	104,0	
9	102,0	104,0	103,7	103,7	
10	102,6	104,1	104,1	104,2	
11	102,5	104,1	104,0	103,8	
<b>Mittelwert L<sub>WA</sub></b>	<b>102,5</b>	<b>103,9</b>	<b>103,9</b>	<b>103,9</b>	
Standardabweichung s	0,45	0,34	0,29	0,33	
σ gesamt mit σ <sub>0</sub> = 0,9 dB	1,07	1,00	0,99	1,00	
K <sub>schall</sub>	1,8	1,7	1,8	1,6	
K <sub>geschwindigkeit</sub>	1,4	1,3	1,3	1,3	
σ gesamt mit σ <sub>0</sub> = 0,5 dB	0,73	0,63	0,60	0,63	
K <sub>schall</sub>	1,2	1,0	1,0	1,0	
K <sub>geschwindigkeit</sub>	0,9	0,8	0,8	0,8	



DAP-PL-2755.00

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium  
 Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren

Der Schalleistungspegel  $L_{10\%}$  wird berechnet gemäß

$$L_{10\%} = \overline{L_1} - K$$

$K$  stellt den Vertrauensbereich für eine bestimmte statistische Sicherheit (typische Werte sind 95% bzw. 90%) bei gegebener Wiederstandardsabweichung  $\sigma_1$  (typische Werte sind  $\sigma_1 = 0.9 \text{ dB}$  bzw.  $\sigma_1 = 0.5 \text{ dB}$ ) dar

**Tonzuschlag  $K_{10\%}$  \***

Messung Nr.

	5 ms <sup>-1</sup>	7 ms <sup>-1</sup>	8 ms <sup>-1</sup>	V <sub>max</sub> ms	
1	0	-	0	0	-
2	0	-	0	0	-
3	0	-	0	0	-
4	0	-	0	2 164 Hz	1 166 Hz
5	0	-	0	-	0
6	0	-	0	-	0
7	0	-	0	-	2 164 Hz
8	2 160 Hz	0	-	2 166 Hz	2 166 Hz
9	0	-	0	-	0
10	0	-	0	-	0
11	0	-	0	-	0

**Impulszuschlag  $K_{10\%}$  \***

Messung Nr.

	5 ms <sup>-1</sup>	7 ms <sup>-1</sup>	8 ms <sup>-1</sup>	V <sub>max</sub> ms <sup>-1</sup>	
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-
4	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-
5	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-
6	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-
7	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-
8	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-
9	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-
10	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-
11	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-

**Terz- und Oktav-Schalleistungspegel Referenzpunkt  $v_m = 7.0 \text{ ms}^{-1}$  in dB(A) \*\***

Frequenz	60	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{10\%}$	77.0	81.0	83.7	85.7	87.4	91.4	90.9	91.8	93.7	93.5	93.6	93.4
$L_{90\%}$		85.7			93.6				97.1			98.4
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{10\%}$	93.9	93.0	92.6	92.0	90.1	87.7	84.9	81.7	78.2	75.7	71.7	71.9
$L_{90\%}$		87.9			95.0			87.2			78.3	

Die Angaben erlauben nicht den o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).  
Bemerkungen:

- \* Es wird darauf hingewiesen, daß die Werte für die Tonhaltigkeit/Impuls haltigkeit nicht ausschließlich bei der Nabenhöhe  $h = 100 \text{ m}$  bestimmt wurden und so nicht unmittelbar auf umgerechnete Nabenhöhen übertragbar ist.
- \*\* spektrale Verteilung für den maximalen Summenschallpegel

Erstellt durch: WIND-consult GmbH  
Reuterstraße 9  
D-15211 Baruth/Hohen Neuendorf

Datum: 10.08.2005

1. FÖRDERGESELLSCHAFT WINDENERGIE e.V. (FGW), Technische Richtlinien für Windenergieträger, Rev. 16 Stand 01.01.2004
2. IEC 61400-14, Declaration of apparent sound power level and intensity values of wind turbines, IEC 61400-14 Ed. 1 (CEN/TC 116/SC 1/WG 1, 2004)



Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium  
Die Akkreditierung gilt für die in den Urkunden ausgewiesenen Prüfverfahren

**Auszug aus dem Prüfbericht**

Stammbrett "Geräusche", entsprechend den "Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schalllemissionswerte"

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

**Auszug aus dem Prüfbericht 209244-03.03**

zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ E-82 E2

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)										
Anlagenhersteller	Enercon GmbH	Nennleistung (Generator):	2.300 kW									
Serial number:	82679	Rotordurchmesser:	82 m									
WEA Standort (ca.):	26629 Großefehn	Nabenhöhe über Grund:	108,4 m									
Standortkoordinaten:	RW: 34.15.287	Turmbauart:	Konischer Rohrturm									
	HW: 59.14.701	Leistungsregelung:	Pitch									
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Ergänzende Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)										
Rotorblattsteller	Enercon	Getriebehersteller	entfällt									
Typenbezeichnung Blatt:	E-82-2	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt									
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller	Enercon									
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-82 E2									
Rotordrehzahlbereich:	6 - 18 U/min (Betrieb I)	Generatorenenddrehzahl:	18 U/min (Betrieb I)									
Leistungscurve: Kennlinie E-82 E2, 2,3 MW, berechnet Rev 3.0												
Referenzpunkt		Schalllemissions-Parameter		Bemerkungen								
Normierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe		Elektrische Wirkleistung										
Schallleistungs-Pegel L <sub>WA,P</sub>	5 ms <sup>-1</sup>	579 kW	96,4 dB(A)									
	6 ms <sup>-1</sup>	1.089 kW	100,6 dB(A)									
	7 ms <sup>-1</sup>	1.612 kW	102,5 dB(A)									
	8 ms <sup>-1</sup>	2.032 kW	103,2 dB(A)									
	9 ms <sup>-1</sup>	2.255 kW	103,3 dB(A)									
	10 ms <sup>-1</sup>	2.300 kW	102,9 dB(A)									
	8,6 ms <sup>-1</sup>	2.185 kW	103,4 dB(A)	(1)								
Tonzuschlag für den Nahbereich K <sub>TN</sub>		579 kW	0 dB									
6 ms <sup>-1</sup>	1.089 kW	0 dB										
7 ms <sup>-1</sup>	1.612 kW	0 dB										
8 ms <sup>-1</sup>	2.032 kW	0 dB										
9 ms <sup>-1</sup>	2.255 kW	1 dB bei 130 Hz	(2)									
10 ms <sup>-1</sup>	2.300 kW	0 dB										
8,6 ms <sup>-1</sup>	2.185 kW	1 dB bei 130 Hz	(1) (2)									
Impulszuschlag für den Nahbereich K <sub>IN</sub>		579 kW	0 dB									
6 ms <sup>-1</sup>	1.089 kW	0 dB										
7 ms <sup>-1</sup>	1.612 kW	0 dB										
8 ms <sup>-1</sup>	2.032 kW	0 dB										
9 ms <sup>-1</sup>	2.255 kW	0 dB										
10 ms <sup>-1</sup>	2.300 kW	0 dB										
8,6 ms <sup>-1</sup>	2.185 kW	0 dB	(1)									
Terz-Schallleistungspegel für v <sub>z</sub> = 8,6 ms <sup>-1</sup> in dB(A) entsprechend dem maximalen Schallleistungspegel												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
L <sub>WA,Fmax</sub>	78,6	81,6	84,1	85,9	92,7	88,3	86,5	90,4	90,8	91,9	91,6*	94,0
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
L <sub>WA,Fmax</sub>	94,1	94,5	93,5	91,6	88,5	84,7	80,0	75,5	69,4	65,6*	66,5	71,6
Oktav-Schallleistungspegel für v <sub>z</sub> = 8,6 ms <sup>-1</sup> in dB(A) entsprechend dem maximalen Schallleistungspegel												
Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000				
L <sub>WA,Fmax</sub>	86,7	94,7	94,4	97*	98,8	93,9	81,6	73,5				

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 05.03.2010.

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

Bemerkungen: (1) Die normierte Windgeschwindigkeit von v<sub>z</sub> = 8,6 ms<sup>-1</sup> entspricht 95 % der Nennleistung.  
 (2) nach dem subjektiven Höreindruck K<sub>H</sub> = 0 dB

\* Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 6 dB, Pegelkorrektur um 1,3 dB

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers KG   
 - Rheine - i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk i. A. Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer

Datum: 18.03.2010

  
**KÖTTER**  
CONSULTING ENGINEERS  
 Bonifatiusstraße 400 · 48433 Rheine  
 Tel. +49 234 93 00-0 · Fax +49 234 93 00-100

 <b>ENERCON</b> ENERGY FOR THE WORLD	Schallleistungspegel E-82 E2	Seite 2 von 2
--	------------------------------	------------------

### Schallleistungspegel der E-82 E2 mit reduzierter Nennleistung

Schallleistungspegel für die E-82 E2 mit reduzierter Nennleistung					
	$P_{N,red}=2000 \text{ kW}$ $n_{N,red}=17.5 \text{ U/min}$	$P_{N,red}=1600 \text{ kW}$ $n_{N,red}=$	$P_{N,red}=1400 \text{ kW}$ $n_{N,red}=$	$P_{N,red}=1200 \text{ kW}$ $n_{N,red}=$	$P_{N,red}=1000 \text{ kW}$ $n_{N,red}=15.5 \text{ U/min}$
95% Nennleistung	103,5 dB(A)	103,4 dB(A)	103,0 dB(A)	102,5 dB(A)	99,5 dB(A)

Vermessener Wert bei 95% Nennleistung	102,5 dB(A) KCE 209244-03.04				98,9 dB(A) KCE 209244-03.05
--	---------------------------------	--	--	--	--------------------------------

- Der jeweilige SLP ist für den Betriebspunkt 95%  $P_{N,red}$  angegeben und gilt daher für alle Nabenhöhen.
- Die Tonhaltigkeit liegt im gesamten Leistungsbereich bei  $K_{TN} = 0-1 \text{ dB}$  (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 681).
- Die Impulshaltigkeit liegt im gesamten Leistungsbereich bei  $K_{IN} = 0 \text{ dB}$  (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 645-1).
- Die oben angegebenen Schallleistungspegelwerte gelten für die jeweiligen Betriebseinstellungen, die neben der reduzierten Nennleistung  $P_{N,red}$  über eine Nenndrehzahl  $n_{N,red}$  definiert sind.
- Die zugehörigen Leistungskennlinien für die jeweiligen Betriebseinstellungen sind in einem gesonderten Dokument dargestellt, das auf Nachfrage zur Verfügung gestellt werden kann.
- Wenn offizielle Vermessungen mit reduzierter Nennleistung durchgeführt wurden, werden die offiziell vermessenen Werte auf diesem Dokument in kursiver Schrift als Referenz angegeben. Die Schalldatenblätter und Messberichte der offiziellen Vermessungen können auf Nachfrage zur Verfügung gestellt werden; die dort dargestellten Werte ersetzen nicht die Angaben in diesem Dokument. Diese Vermessungen werden gemäß den auf dem Schalldatenblatt und im Messbericht vermerkten national und international empfohlenen Richtlinien und Normen durchgeführt.
- Aufgrund der Messunsicherheiten bei Schallvermessungen und der Produktserienstreuung gelten die oben angegebenen Werte unter Berücksichtigung einer Unsicherheit von  $\pm 1 \text{ dB}$ . Wird eine Messung nach gängigen Richtlinien durchgeführt, sind demnach Messergebnisse im Bereich angegebener Wert  $\pm 1 \text{ dB}$  möglich. Gängige Richtlinien sind die „Technische Richtlinie Teil 1 Rev. 18 Bestimmung der Schallemissionswerte“ der FGW und die IEC 61 400-11 ed. 2. Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB, so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden.
- Prognostizierte Werte zu weiteren Abregelungsstufen können auf Nachfrage zur Verfügung gestellt werden.
- Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schallleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

Document information:		© Copyright ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten.	
Author/Revisor / date:	Sch/ 04.2010	Dokumentname	SIAS-04-SPL E-82 E2 red Rev1_0-ger-ger.doc