



E 0810619  
→ Kalenborn-Scheuern

000086

# Schallimmissions- und Schattenwurfprognose für Windenergieanlagen

am Standort  
**54570 Kalenborn-Scheuern**

ENERCON GmbH  
Oesterweg 9  
59469 Ense  
Tel. 02938 / 9720-0

**Bericht: 2007\_009\_Ense**

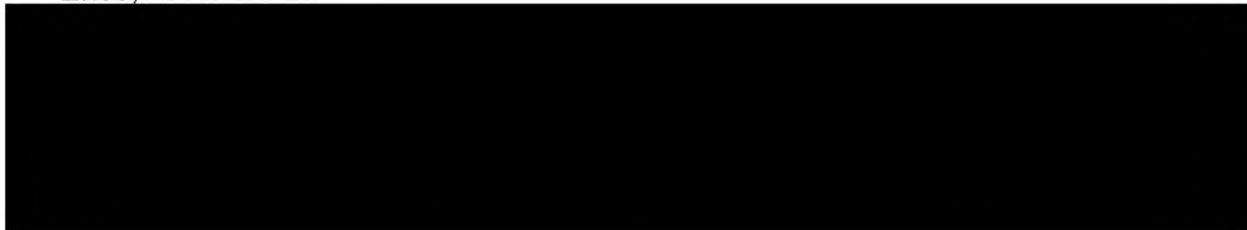
Ense, 29. Mai 2007

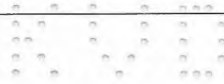
**1 PROJEKTINFORMATIONEN**

000087

Standort: Landkreis: Bundesland:	54570 Kalenborn-Scheuern Daun Rheinland-Pfalz
Bauvorhaben:	1 x ENERCON E-53 mit 73,25 m Nabenhöhe
Bauherr / Auftraggeber:	[REDACTED]
ENERCON Ansprechpartner: Abteilung: Anschrift:	[REDACTED] Vertrieb Ense Oesterweg 9 59469 Ense
Durchwahl: Fax: Email:	02938 / 9720-10 02938 / 9720-49 [REDACTED]

Ense, 29. Mai 2007





000088

## 2 INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Projektinformationen.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Aufgabenstellung .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Projekt- und Standortbeschreibung.....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Berechnungsgrundlagen .....</b>	<b>6</b>
5.1	<i>Schallimmissionen.....</i>	6
5.1.1	Berechnungsgrundlagen .....	6
5.1.2	Ermittlung der spezifischen Prognoseunsicherheit.....	7
5.1.3	Immissionspunkte.....	9
5.2	<i>Periodischer Schattenwurf .....</i>	10
5.2.1	Berechnungsgrundlagen .....	10
5.2.2	Immissionspunkte (Schattenrezeptoren).....	11
<b>6</b>	<b>Windenergieanlagen.....</b>	<b>12</b>
6.1	<i>Koordinaten.....</i>	12
6.2	<i>Schalltechnische Daten.....</i>	12
6.2.1	Bestehende Anlagen (Vorbelastung).....	12
6.2.2	Geplante Anlagen (Zusatzbelastung).....	14
6.3	<i>Technische Daten zum Schattenwurf.....</i>	15
<b>7</b>	<b>Berechnungsergebnisse.....</b>	<b>16</b>
7.1	<i>Schallimmissionen.....</i>	16
7.1.1	Berechnungsergebnisse.....	16
7.1.2	Qualität der Prognose .....	16
7.2	<i>Periodischer Schattenwurf .....</i>	18
7.2.1	Berechnungsergebnisse.....	18
7.2.2	Minderungsmaßnahmen .....	19
7.2.3	Qualität der Prognose .....	19
<b>8</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>21</b>
<b>10</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>23</b>



### 3 AUFGABENSTELLUNG

000089

Die vorliegende Schallimmissions- und Schattenwurfprognose dient im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für Windenergieanlagen (WEA) als Immissionsschutznachweis. Immissionen im Sinne des BImSchG §3 (2) [1] sind u.a. auf den Menschen einwirkende Geräusche, Licht- und ähnliche Umwelteinwirkungen. Ziel dieser Prognose ist es, die durch das Bauvorhaben zu erwartende Schall- und Schattenwurfausbreitung zu ermitteln und zu bewerten.

Zur Bestimmung der zu erwartenden Belastungen werden repräsentative Immissionspunkte rund um den betrachteten Standort bestimmt und die Berechnungsergebnisse den geltenden Vorschriften und Empfehlungen gegenübergestellt.

Maßgeblich für die Beurteilung der Schallimmissionen sind neben der TA Lärm [2] die Hinweise des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) [3]. Die Berechnungen beziehen sich aufgrund der geringeren Richtwerte auf den Nachtzeitraum von 22:00 bis 6:00 Uhr.

Für die Berechnungen des periodischen Schattenwurfes werden die ebenfalls vom LAI verfassten Schattenwurf-Hinweise [4] berücksichtigt, in denen u.a. Empfehlungen für Richtwerte formuliert werden.

### 4 PROJEKT- UND STANDORTBESCHREIBUNG

Die [REDACTED] plant nördlich der Ortschaft Kalenborn-Scheuern im Landkreis Daun (Rheinland-Pfalz) die Errichtung von einer Windenergieanlage des Typs ENERCON E-53 mit einer Nabenhöhe von 73,25 m. Gegenwärtig wird an diesem Standort bereits eine WEA des Typs ENERCON E-40/6.44 betrieben, eine WEA des Typs E-48 ist beantragt.

Als nächstgelegene Ortschaften zu der beantragten Windenergieanlage befinden sich in ca. 650 m Entfernung die Orte Scheuern sowie Kalenborn-Scheuern mit dem ausgewiesenen Wohngebiet „Unter der Held“ im Süden. Der weitere Umkreis des Standortes ist von agrarischer bzw. forstwirtschaftlicher Nutzung geprägt mit nur einzelner Wohnbebauung.

Das Gelände rund um den geplanten Standort ist als hügelig zu bezeichnen mit Höhen zwischen 460 und 490 m üNN.

Eine Ortsbesichtigung am Standort wurde nicht durchgeführt. Die Immissionspunkte wurden anhand des vorliegenden Kartenmaterials und mit Hilfe von Luftbildern bestimmt.



Der Lageplan in Abbildung 1 zeigt die Standorte der bestehenden bzw. beantragten und der neu geplanten Anlage sowie die ausgewählten relevanten Immissionsorte rund um den Standort.

000090

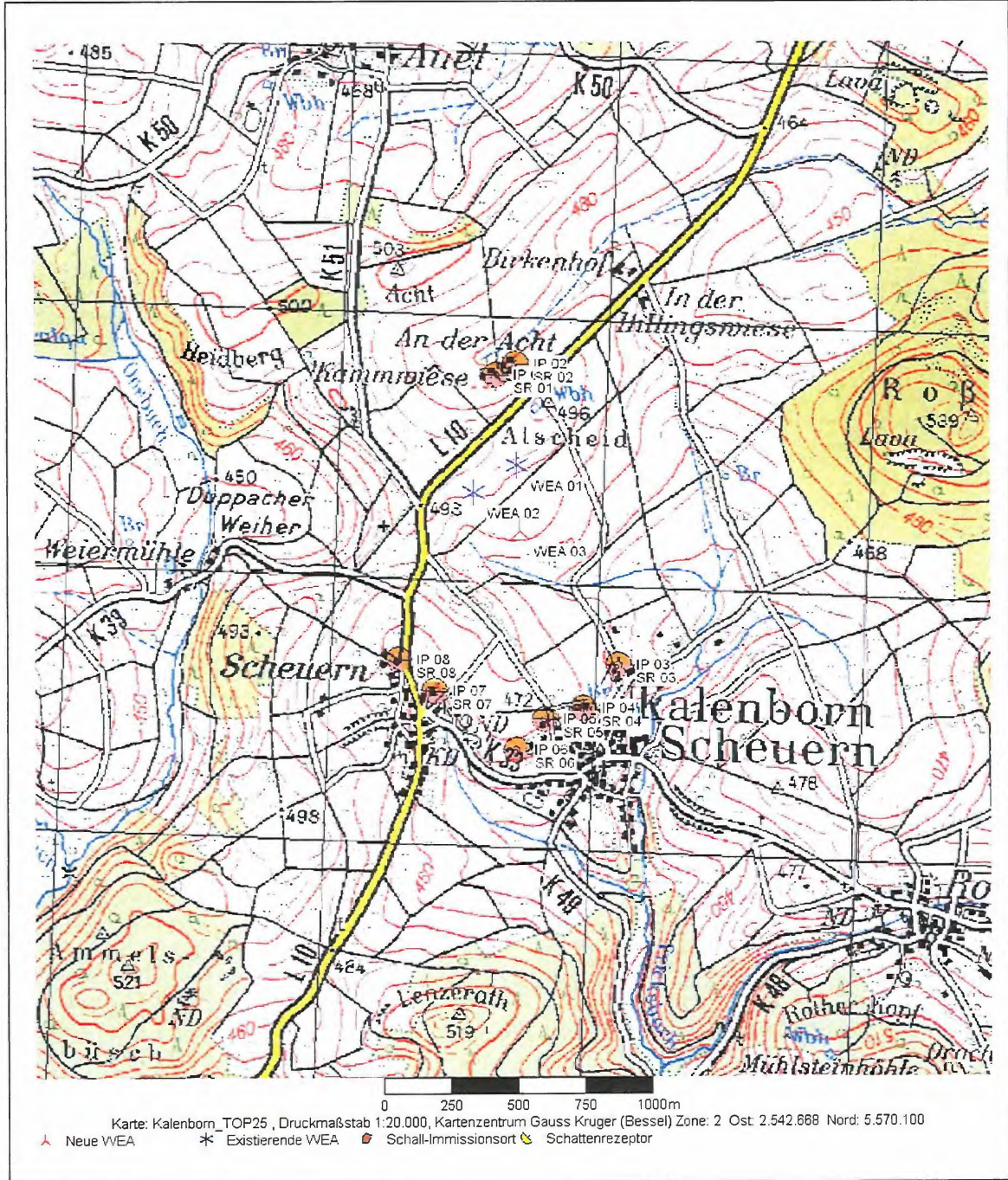


Abb. 1: Standorte der Windenergieanlagen und Lage der Immissionsorte



## 5 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

### 5.1 Schallimmissionen

000091

#### 5.1.1 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungen zur Schallausbreitung wurden mit der Software WindPRO, Modul DECIBEL, in der Version 2.5.6.79 Januar 2007 der Firma EMD International A/S durchgeführt.

Die Prognose der Schallimmissionen bezieht sich dabei auf die DIN-ISO 9613-2 [5]. Hierbei bleibt eine mögliche Verminderung des Schalldruckpegels durch Hindernisse wie z.B. Bäume oder Häuser unberücksichtigt. Das bedeutet, dass es im realen Fall der Aufstellung zu einer weiteren Verminderung des Schalldruckpegels an den Immissionspunkten (IP) kommen kann.

Der Schalldruckpegel an den Immissionspunkten berechnet sich nach folgendem mathematischen Zusammenhang:

$$L_{AT}(DW) = L_{WA} + D_C - A \quad (1)$$

Der DIN-ISO 9613-2 liegen hierbei im wesentlichen folgende Größen zugrunde:

$L_{AT}(DW)$  = Schalldruckpegel [dB(A)] am Immissionspunkt (A-bewertet) bei Mitwind

$L_{WA}$  = Schalleistungspegel [dB(A)] der Punktschallquelle (A-bewertet)

$D_C$  = Richtwirkungskorrektur für die Quelle [dB] ohne Richtwirkung (0 dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden

$A$  = Dämpfung zwischen der Punktschallquelle (WEA) und dem Immissionspunkt, die während der Schallausbreitung vorhanden ist.

Die Dämpfung  $A$  lässt sich wie folgt bestimmen:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (2)$$

$A_{div}$ : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

$$A_{div} = 20 \lg\left(\frac{d}{1m}\right) + 11 \text{ dB(A)}$$

$d$ : Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt

$A_{atm}$ : Dämpfung durch Luftabsorption

$$A_{atm} = \frac{\alpha_{500} d}{1000}$$

$\alpha_{500}$ : Absorptionskoeffizient der Luft ( $\alpha_{500} = 1,9$  dB/km) bei 10°C Lufttemperatur sowie 70 % relativer Luftfeuchte



$A_{gr}$ : Bodendämpfung

000092

$$A_{gr} = 4,8 - \left[ \left( \frac{2h_m}{d} \right) \cdot \left( 17 + \left( \frac{300}{d} \right) \right) \right] \quad (\text{für } A_{gr} < 0 \text{ wird } A_{gr} = 0 \text{ gesetzt})$$

$h_m$ : mittlere Höhe [m] des Schallausbreitungsweges über dem Boden

$$h_m = \frac{F}{d}$$

F: Fläche zwischen dem Boden und dem Sichtstrahl zwischen Quelle und Immissionspunkt

$A_{bar}$ : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), allgemein besteht kein Schallschutz ( $A_{bar} = 0$ )

$A_{misc}$ : Dämpfung aufgrund weiterer verschiedener Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). Diese Effekte gehen nicht in die Prognose ein ( $A_{misc} = 0$ )

Die akustischen Eigenschaften des Bodens sind durch das Berechnungsprogramm WindPRO festgelegt und können für die Berechnungen nach deutschen Vorgaben gemäß [6] nicht verändert werden. Sie folgen der DIN-ISO 9613-2 [5] Punkt 7.3.2 „Alternatives Verfahren“.

Der meteorologische Dämpfungskoeffizient  $C_0$  zur Berechnung der meteorologischen Korrektur  $C_{met}$  wurde für die Berechnungen mit  $C_0 = 2$  dB angesetzt.

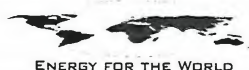
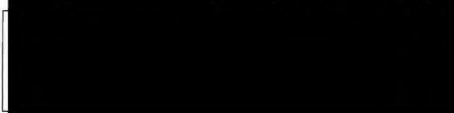
### 5.1.2 Ermittlung der spezifischen Prognoseunsicherheit

Gemäß den Hinweisen des Länderausschusses für Immissionsschutz [3] ist der Nachweis der Nicht-Überschreitung der Immissionsrichtwerte (IRW) an den maßgeblichen Immissionsorten mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von 90% zu führen. Die Sicherheit der Nicht-Überschreitung ist insbesondere dann anzunehmen, wenn die unter Berücksichtigung der Unsicherheiten der Emissionsdaten und der Ausbreitungsberechnung bestimmte obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Beurteilungspegels den IRW unterschreitet.

Laut TA Lärm A.2.2 [2] hängt die Genauigkeit der Immissionsprognose im Wesentlichen von der Zuverlässigkeit der Eingabedaten ab. Die Zuverlässigkeit der Emissionsdaten von Windenergieanlagen lässt sich durch die Vergleichsstandardabweichung des Messverfahrens  $\sigma_R$  und die Produktionsstandardabweichung des Anlagentyps  $\sigma_P$  quantifizieren.

Der für die Vergleichsstandardabweichung zugrunde liegende Wert von  $\sigma_R = 0,5$  dB resultiert aus dem Ringversuch des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen [7] in dem die Qualität des FGW-konformen Messverfahrens [8] geprüft wurde.

Die Produktionsstandardabweichung  $\sigma_P$  kann gemäß prEN 50376 [9] bzw. IEC/TS 61400-14 [10] abgeleitet werden aus der Serienstreuung der Messberichte des jeweils betrachteten Anlagentyps.



Aus Vergleichsstandardabweichung und Produktionsstandardabweichung lässt sich gemäß prEN 50376 [9] bzw. IEC/TS 61400-14 [10] die Standardabweichung der Emissionsdaten  $\sigma_E$  anhand dieser Formel berechnen:

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

Durch die Multiplikation der Standardabweichung der Emissionsdaten mit der Standardnormvariablen  $z = 1,28$  kann der zu ermittelnde Sicherheitszuschlag im Sinne einer oberen Vertrauensbereichsgrenze (vgl. LAI-Hinweise [3]) für eine statistische Sicherheit mit der Wahrscheinlichkeit von 90% berechnet werden:

$$Z_{90,i} = 1,28 \cdot \sigma_E$$

Liegt keine ausreichende Anzahl an Messberichten vor, um eine Serienstreuung zu berechnen, ist hilfsweise der Immissionswert mit einem Zuschlag  $Z_{90}$  von 2 dB im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze zu versehen.

Sind in der Prognose mehrere Windenergieanlagen zu berücksichtigen, gehen in die Berechnung der Gesamtunsicherheit die einzelnen anlagenspezifischen Zuschläge und die Teilimmissionspegel ein.

Der Gesamtimmissionspegel  $L_r$  an einem Immissionsort wird berechnet durch energetische Summation der Teilimmissionspegel  $L_{r,i}$ :

$$L_r = 10 \cdot \log \left( \sum_i 10^{0,1 \cdot L_{r,i}} \right)$$

Der Gesamtzuschlag eines Immissionspegels wird abschließend ermittelt, indem jedem Teilimmissionspegel  $L_{r,i}$  der entsprechende anlagenspezifische Zuschlag  $Z_{90,i}$  zugeordnet wird. Nach Anwendung des Gauß'schen Fehlerfortpflanzungsgesetzes (siehe z.B. in [11]) ergibt sich dann folgende Formel (vgl. Probst und Donner [12]):

$$Z_{90} = \frac{\sqrt{\sum_i (Z_{90,i} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{r,i}})^2}}{\sum_i 10^{0,1 \cdot L_{r,i}}}$$

Damit ist anzunehmen, dass die Unsicherheit des Gesamtimmissionspegels  $L_r$  mit wachsender Zahl der Teilimmissionspegel  $L_{r,i}$  und somit der Anzahl der zu berücksichtigenden Windenergieanlagen sinkt.





### 5.1.3 Immissionspunkte

000094

In dem vorliegenden Windenergieanlagenprojekt „Kalenborn-Scheuern“ werden acht schalltechnisch relevante Punkte genauer betrachtet. Als Immissionspunkte werden dabei die den Standorten der Windenergieanlagen nahe liegenden Einzelgehöfte, die bewohnten Gebäude in den Ortschaften Scheuern und Kalenborn-Scheuern sowie die Gebietsgrenze des Wohngebietes „Unter der Held“ gewählt (s.u.). Die Koordinaten der Immissionspunkte wurden vor der Berechnung mit Hilfe der Liegenschaftskarte 1:5.000 sowie anhand von Luftbildern ermittelt.

Tab. 1: Koordinaten der Immissionspunkte (Gauß-Krüger Bessel, Zone 2)

		Richtwert [dB(A)]	Rechtswert	Hochwert	Höhe [müNN]
IP 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	2.542.577	5.570.785	483
IP 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	2.542.650	5.570.829	484
IP 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	2.543.079	5.569.708	455
IP 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	2.542.956	5.569.539	468
IP 05	Grenze WG " Unter der Held", 54570 Kalenborn-S.	40	2.542.814	5.569.491	470
IP 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	40	2.542.712	5.569.370	465
IP 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	2.542.395	5.569.580	460
IP 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	2.542.256	5.569.693	468

Gemäß Aussage der Verbandsgemeindeverwaltung Gerolstein und der „1. Fortschreibung des FNP 2001“ für die Ortslage Kalenborn-Scheuern handelt es sich bei den Immissionspunkten IP 01 – IP 04, IP 07 und IP 08 um Gebäude im Außenbereich bzw. in gemischten Bauflächen. Bei dem Immissionspunkt IP 06 handelt es sich um ein Gebäude im ausgewiesenen Wohngebiet „Unter der Held“, der Immissionspunkt IP 05 stellt die nördlichste Grenze dieses Wohngebiets dar.

Als Bemessungsgrundlage der gewählten Immissionspunkte gelten die in der TA Lärm [2] unter Punkt 6.1 genannten Immissionsrichtwerte für Immissionsorte von Gebäuden. Danach ist für das allgemeine Wohngebiet „Unter der Held“ (IP 05 und IP 06) ein Richtwert von **40 dB(A)** im Nachtzeitraum von 22:00 bis 6:00 Uhr einzuhalten. Für die Kern-, Dorf- und Mischgebiete gilt ein Richtwert von **45 dB(A)**.

Die detaillierten Berechnungsergebnisse der ausgewählten Immissionspunkte sind im Anhang A aufgeführt. Neben der Einzelpunktbetrachtung erfolgt eine Darstellung der Geräuschsituation als ISO-Schalllinien mit einer Berechnungshöhe von 5 m über Gelände (s. Anlage D).



## 5.2 Periodischer Schattenwurf

000095

### 5.2.1 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungen der Schattenwurfbelastung wurden mit der Software WindPRO, Modul SHADOW, in der Version 2.5.6.79 Januar 2007 durchgeführt.

Zur Ermittlung der Schattenwurfimmissionen wird vom Berechnungsprogramm ein rein **geometrisches Modell** verwendet. Dabei wird die Sonne als punktförmig und die von den Rotorblättern überstrichene Fläche als Kreisfläche definiert. Der Sonnenverlauf wird mit einem mathematischen Modell unter Berücksichtigung von Erdachsenneigung, Erdrotation und elliptischer Erdbahn um die Sonne berechnet [6].

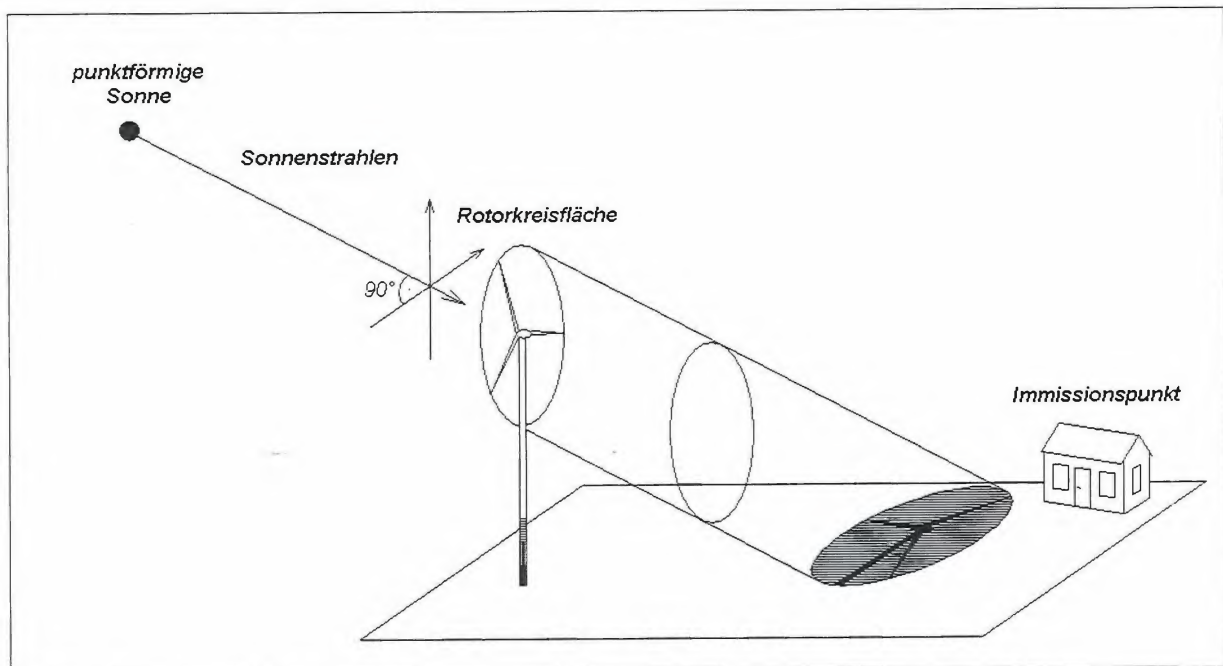


Abb. 2: Berechnungsmodell für den astronomisch maximal möglichen Schattenwurf

Maßgebliche Parameter für die Berechnung der Schattenwurfimmissionen sind die Nabenhöhe und der Rotordurchmesser der Windenergieanlage sowie die Koordinaten inkl. der geografischen Höhe der Immissionspunkte und der Anlage.

Das Gebiet um eine WEA, in dem eine relevante Beschattung auftreten kann, wird als **Beschattungsbereich der Windenergieanlage** bezeichnet. Zur Ermittlung dieses Gebietes wird das sog. 20%-Verdeckungskriterium herangezogen. Dabei ergibt sich der zu prüfende Bereich aus dem Abstand zur Windenergieanlage, in welchem die Sonnenfläche gerade zu 20% durch ein Rotorblatt verdeckt wird. Da die Blatattiefe nicht über den gesamten Flügel konstant ist, sondern zur Rotorblattspitze hin abnimmt, ist ersatzweise ein rechteckiges Rotorblatt mit folgender mittleren Blatattiefe zu ermitteln:

$$\text{Mittlere Blatattiefe} = \frac{\text{max. Blatattiefe} + \text{Blatattiefe bei 90\% des Rotorradius}}{2}$$



Innerhalb der Berechnungen wird der **astronomisch maximal mögliche Schattenwurf** ermittelt. Voraussetzungen hierfür sind ständiger Sonnenschein bei allzeit wolkenfreiem Himmel sowie ein permanenter Betrieb der WEA (100% Verfügbarkeit). Die Rotorfläche steht zudem immer senkrecht zur Sonneneinfallrichtung, die tatsächlich auftretende Windrichtung bleibt somit unberücksichtigt.

Die Ermittlung des Schattenwurfes folgt den Empfehlungen des Staatlichen Umweltamtes Schleswig [13], die vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) [4] bestätigt wurden.

### 5.2.2 Immissionspunkte (Schattenrezeptoren)

Maßgeblich für die Beurteilung der Einwirkung durch Schattenwurf sind nach Empfehlungen des LAI [4] für die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer **Immissionsrichtwerte von 30 Std./Jahr und 30 Min./Tag**. Entsprechend diesen Empfehlungen wird für die Schattenwurfberechnung von einem Referenzpunkt mit den Maßen 0,1 m x 0,1 m in 2 m Höhe über Grund ausgegangen. Dieser Referenzpunkt (Schattenrezeptor) wird horizontal ausgerichtet und an der der Windenergieanlage zugewandten Seite des Hauses platziert. Durch die horizontale Ausrichtung des Rezeptors ist die Berechnung unabhängig von der tatsächlichen Ausrichtung des Fensters.

In dem vorliegenden Projekt wurden acht Immissionspunkte ausgewählt, an denen die Schattenrezeptoren (SR) gesetzt wurden und an denen die Schattenwurfimmissionen untersucht werden. Bei einer Ortsbegehung am 15. Januar 2007 wurden diese Immissionsorte in Augenschein genommen. Die Koordinaten der Schattenwurfrezeptoren wurden aus der topografischen Karte TOP50 entnommen und vor Ort überprüft:

Tab. 2: Koordinaten der Schattenrezeptoren

		Rechtswert	Hochwert	Höhe [müNN]
SR 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.578	5.570.785	483
SR 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.650	5.570.828	484
SR 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.543.079	5.569.707	455
SR 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.957	5.569.539	467
SR 05	Grenze WG " Unter der Held", 54570 Kalenborn-S.	2.542.815	5.569.491	470
SR 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.713	5.569.370	465
SR 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.395	5.569.580	460
SR 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.256	5.569.693	468



## 6 WINDENERGIEANLAGEN

000097

### 6.1 Koordinaten

In den folgenden Tabellen 3 und 4 werden die Koordinaten der bestehenden, der beantragten und der neu geplanten Windenergieanlagen in Gauß-Krüger-Form dargestellt (Bessel, Zone 2). Die Koordinaten wurden vom Auftraggeber vorgegeben:

Tab. 3: Koordinaten der bestehenden und beantragten WEA (Gauß-Krüger Bessel, Zone 2)

Vorbelastung						
WEA Nr.	WEA-Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Rechtswert	Hochwert	Höhe [müNN]
1	ENERCON E-40/6.44	65,0	44,0	2.542.670	5.570.452	491
2	ENERCON E-48	75,6	48,0	2.542.510	5.570.341	491

Tab. 4: Koordinaten der geplanten WEA (Gauß-Krüger Bessel, Zone 2)

Zusatzbelastung						
WEA Nr.	WEA-Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Rechtswert	Hochwert	Höhe [müNN]
3	ENERCON E-53	73,3	52,9	2.542.691	5.570.202	480

### 6.2 Schalltechnische Daten

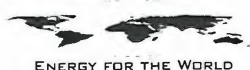
Alle angegebenen Schalleistungspegel beziehen sich jeweils auf eine Referenzwindgeschwindigkeit von 95% der Nennleistung bzw. 10 m/s in 10 m Höhe. Die Vermessungen des Schalleistungspegels der WEA werden, soweit nicht anders angegeben, entsprechend der Richtlinie der Fördergesellschaft Windenergie e.V. [8] durchgeführt. Des Weiteren wird die Norm zur Schallmesstechnik IEC 61400-11 [14] sowie die DIN 45681 zur Bestimmung der Tonhaltigkeit [15] verwendet.

#### 6.2.1 Bestehende Anlagen (Vorbelastung)

Am Standort Kalenborn-Scheuern sind zwei Windenergieanlagen als Vorbelastung zu berücksichtigen.

#### ENERCON E-40/6.44

Die Windenergieanlage ENERCON E-40/6.44 verfügt über eine Nennleistung von 600 kW, einen Rotordurchmesser von 44 m und eine Nabenhöhe von 65 m. Für den Anlagentypen liegen drei Messberichte vor (s. Tabelle 5). Es ergibt sich ein offizieller Mittelwert von  $L_{WA} = 100,6$  dB(A) und eine Tonhaltigkeit von  $K_{TN} = 0$  dB. Die Standardabweichung daraus beträgt  $s = 0,4$  dB. Im Folgenden wird jedoch mit dem von ENERCON garantierten Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 101,0$  dB(A) gerechnet.



Tab. 5: Schallrelevante Daten der ENERCON E-40/6.44

000098

	Nennleistung	Nabenhöhe	Rotordurchmesser
ENERCON E-40/6.44	600 kW	65,0 m	44,0 m
	Prüfbericht	Datum	Schallleistungspegel
1. Vermessung	WICO 207SE899	27.03.2000	100,8 dB(A)
2. Vermessung	WT1740/01	11.04.2001	100,8 dB(A)
3. Vermessung	WICO 287SEA01/01	05.12.2001	100,1 dB(A)
	Wert		Wert
Tonhaltigkt. Nah/Fern	0 dB/0 dB	Impulshaltigkt. Nah/Fern	0 dB/ 0 dB
Standardabweichung s <sup>1</sup>	0,40 dB	Gesamtzuschlag <sup>2</sup>	0,95 dB
	Bezug	Bemerkung	Wert
Mittelwert	10 m/s o. 95% Nennlst.	aus drei Messberichten	100,6 dB(A)
Garantiewert	10 m/s o. 95% Nennlst.	vom Hersteller	101,0 dB(A)
Verwendeter Wert	10 m/s o. 95% Nennlst.	Garantiewert	101,0 dB(A)

<sup>1</sup> Bei weniger als drei Meßberichten wird eine Standardabweichung von 1,2 dB angenommen.

<sup>2</sup> Zuschlag im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze für eine statistische Sicherheit von 90%

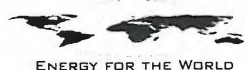
## ENERCON E-48

Die Windenergieanlage ENERCON E-48 verfügt über eine Nennleistung von 800 kW, einen Rotordurchmesser von 48 m und eine Nabenhöhe von 75,6 m. Für den Anlagentypen liegen drei Messberichte vor (s. Tabelle 6). Es ergibt sich ein offizieller Mittelwert von  $L_{WA} = 101,7$  dB(A) und eine Tonhaltigkeit von  $K_{TN} = 0$  dB. Die Standardabweichung daraus beträgt  $s = 0,61$  dB. Im Folgenden wird jedoch mit dem von ENERCON garantierten Schallleistungspegel von  $L_{WA} = 102,5$  dB(A) gerechnet.

Tab. 6: Schallrelevante Daten der ENERCON E-48

	Nennleistung	Nabenhöhe	Rotordurchmesser
ENERCON E-48	800 kW	55,6 m	48,0 m
	Prüfbericht	Datum	Schallleistungspegel
1. Vermessung	WICO 439SEC04/04	11.10.2005	101,9 dB(A)
2. Vermessung	KCE 29349-1.003	16.03.2006	101,1 dB(A)
3. Vermessung	MBBM M64 550/7	12.12.2006	102,2 dB(A)
	Wert		Wert
Tonhaltigkeit Nah/Fern	0 dB/ 0 dB	Impulshaltigkeit Nah/Fern	0 dB/ 0 dB
Standardabweichung s <sup>1</sup>	0,61 dB	Gesamtzuschlag <sup>2</sup>	1,17 dB
	Bezug	Bemerkung	Wert
Mittelwert	10 m/s o. 95% Nennlst.	aus drei Messberichten	101,7 dB(A)
Garantiewert	10 m/s o. 95% Nennlst.	vom Hersteller	102,5 dB(A)
Verwendeter Wert	10 m/s o. 95% Nennlst.	Garantiewert	102,5 dB(A)

<sup>1</sup> Bei weniger als drei Meßberichten wird eine Standardabweichung von 1,2 dB angenommen.

<sup>2</sup> Zuschlag im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze für eine statistische Sicherheit von 90%


Berichtsnummer: 2007\_009\_Ense

 Date: 29.05.2007  
 Reference: Berichtsvorlage Rev. 2.0

## 6.2.2 Geplante Anlagen (Zusatzbelastung)

000099

### ENERCON E-53

Die getriebelose Windenergieanlage ENERCON E-53 ist mit einem einen Dreiblattrotor mit aktiver Blattverstellung (Pitchregelung) und drehzahlvariablem Synchrongenerator ausgestattet. Die hier geplante ENERCON E-53 verfügt über eine Nennleistung von 800 kW, einen Rotordurchmesser von 52,9 m und eine Nabenhöhe von 73,25 m.

Für diesen Anlagentyp liegt bisher ein Messbericht vor (siehe Tabelle 7). Im Folgenden wird mit dem von ENERCON garantierten Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 102,5 \text{ dB(A)}$  gerechnet.

Da sich aufgrund der fehlenden Dreifachvermessung keine Produktionsstandardabweichung berechnen lässt, wird der nach LAI-Hinweisen [2] empfohlene Sicherheitszuschlag von 2 dB für nicht dreifach vermessene Anlagen als Gesamtunsicherheit für jeden Teilimmissionspegel berücksichtigt (vgl. Punkt 5.1.2 und Anhang C).

Tab. 7: Schallrelevante Daten der ENERCON E-53

	Nennleistung	Nabenhöhe	Rotordurchmesser
ENERCON E-53	800 kW	73,3 m	52,9 m
	Prüfbericht	Datum	Schalleistungspegel
1. Vermessung	MBBM 69915/2	10.04.2007	100,9 dB(A)
2. Vermessung			
3. Vermessung			
	Wert		Wert
Tonhaltigkt. Nah/Fern	0 dB/0 dB	Impulshaltigkt. Nah/Fern	0 dB/ 0 dB
Standardabweichung $s^1$	-	Gesamtzuschlag <sup>2</sup>	2,00 dB
	Bezug	Bemerkung	Wert
Mittelwert	10 m/s o. 95% Nennlst.	aus drei Messberichten	
Garantiewert	10 m/s o. 95% Nennlst.	vom Hersteller	102,5 dB(A)
Verwendeter Wert	10 m/s o. 95% Nennlst.	Garantiewert	102,5 dB(A)

<sup>1</sup> Bei weniger als drei Meßberichten wird eine Standardabweichung von 1,2 dB angenommen.

<sup>2</sup> Zuschlag im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze für eine statistische Sicherheit von 90%

Das ENERCON Schalldatenblatt ist beigelegt im Anhang E.



### 6.3 Technische Daten zum Schattenwurf

000100

Für die Schattenwurfberechnungen der Windenergieanlagen wurden folgende Eingabe-Parameter verwendet:

Tab. 6: WEA-Parameter zur Schattenwurfberechnung

WEA-Typ	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Mittlere Blatttiefe [m]	Beschattungsbereich [m]
ENERCON E-40/6.44	44,0	65,0	1,23	836
ENERCON E-48	48,0	75,6	1,54	1.047
ENERCON E-53	52,9	73,3	1,47	996

Die Blatttiefen der Windenergieanlagen der Fa. ENERCON sind Herstellerangaben. Aus der mittleren Blatttiefe ermittelt die Software den relevanten Beschattungsbereich der Windenergieanlagen entsprechend den Empfehlungen des LAI [4].



## 7 BERECHNUNGSERGEBNISSE

000101

### 7.1 Schallimmissionen

#### 7.1.1 Berechnungsergebnisse

Aufgrund der bereits bestehenden Windenergieanlagen wurden die Berechnungen der Schallimmissionen für

- die Vorbelastung VB (1 x ENERCON E-40/6.44, 1x ENERCON E-48),
- die Zusatzbelastung ZB (1 x ENERCON E-53) sowie
- die Gesamtbelastung GB (VB und ZB)

durchgeführt und folgende Schalldruckpegel an den untersuchten Immissionsorten ermittelt. Mögliche Überschreitungen werden in nachfolgender Tabelle grau hervorgehoben:

Tab. 7: Ergebnisse der Schallimmissionsprognose (WindPRO)

		Richtwert [dB(A)]	Schalldruck- pegel VB [dB(A)]	Schalldruck- pegel ZB [dB(A)]	Schalldruck- pegel GB [dB(A)]
IP 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	42,2	34,9	42,9
IP 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	41,0	34,3	41,9
IP 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	33,2	34,7	37,0
IP 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	32,1	33,3	35,7
IP 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-S.	40	32,1	33,1	35,6
IP 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	40	30,6	31,1	33,9
IP 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	33,6	33,3	36,5
IP 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	34,7	33,8	37,3

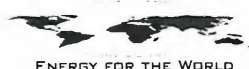
**Die Berechnungsergebnisse zeigen keine Überschreitungen der Richtwerte in der Vor-, Zusatz und Gesamtbelastung an den Immissionsorten.**

Neben der Einzelpunkt Betrachtung erfolgt eine Darstellung der Geräuschsituation als ISO-Schalllinien mit der Berechnungshöhe von 5 m über Gelände (s. Anlage D).

#### 7.1.2 Qualität der Prognose

Die bei der Ausbreitungsberechnung verwendeten Schalleistungspegel sind, im Sinne der Statistik, Schätzwerte. Daher ist im Rahmen einer Schallimmissionsprognose der obere Vertrauensbereich der Schalldruckpegel an den Immissionsorten zu ermitteln. Dieser soll mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% nachgewiesen werden.

In den Bundesländern werden unterschiedliche Ansätze zur Ermittlung der Prognoseunsicherheit verfolgt. Die vorliegende Berechnung orientiert sich an den Hinweisen des Länderausschusses für Immissionsschutz [3] unter Berücksichtigung der Vorgehensweise nach W. Probst und U. Donner [12].





Bei der Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze wird neben der Streuung der WEA auch die Ungenauigkeit der Vermessung des Schalleistungspiegels berücksichtigt.

Die Gesamtunsicherheit lässt sich aus den statistischen Größen und den Teilimmissionspegeln (vgl. Anhang B „Detaillierte Ergebnisse“) entsprechend des Artikels von Probst/Donner ableiten. Die Ermittlung der Sicherheitsreserve erfolgt in Tabelle 9.

Tab. 8: Obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90%

		Richtwert [dB(A)]	Immissions- pegel $L_{r,90}$ VB [dB(A)]	Immissions- pegel $L_{r,90}$ ZB [dB(A)]	Immissions- pegel $L_{r,90}$ GB [dB(A)]
IP 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	42,9	36,9 ✓	43,6
IP 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	41,8	36,3 ✓	42,6
IP 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	34,0 ✓	36,7 ✓	38,3
IP 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	32,9 ✓	35,3 ✓	36,9
IP 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-S.	40	32,9 ✓	35,1 ✓	36,8
IP 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	40	31,5 ✓	33,1 ✓	35,0
IP 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	34,4 ✓	35,3 ✓	37,5
IP 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	35,6 ✓	35,8 ✓	38,3

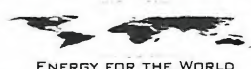
Tab. 9: Immissionspegel  $L_{r,90}$  der Gesamtbelastung und Sicherheitsreserve zum Richtwert

		Richtwert [dB(A)]	Immissions- pegel $L_{r,90}$ GB [dB(A)]	Sicherheits- reserve [dB(A)]
IP 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	43,6	1,4
IP 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	42,6	2,4
IP 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	38,3	6,7
IP 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	36,9	8,1
IP 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-S.	40	36,8	3,2
IP 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	40	35,0	5,0
IP 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	37,5	7,5
IP 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	38,3	6,7

In Tabelle 8 und 9 sind die oberen Vertrauensgrenzen der Gesamtimmissionspegel mit einer statistischen Sicherheit von 90% für die einzelnen Immissionspunkte aufgeführt. Mögliche Überschreitungen werden grau hervorgehoben.

**Die Berechnungen der Schallimmissionen zeigen auch unter Berücksichtigung einer spezifischen Prognoseunsicherheit keine Überschreitung der Richtwerte an den Immissionspunkten in der Gesamtbelastung.**

Die detaillierten Berechnungsergebnisse sind dem Anhang B und C zu entnehmen.



## 7.2 Periodischer Schattenwurf

### 7.2.1 Berechnungsergebnisse

000103

Folgende Schattenwurfimmissionen wurden für die Vor-, Zusatz- (ZB) und Gesamtbelastung (GB) an den ausgewählten Immissionspunkten (Schattenrezeptoren SR 01 bis SR 08) ermittelt. Mögliche Überschreitungen werden in den nachfolgenden Tabellen grau hervorgehoben:

Tab. 10: Astronomisch max. möglicher Schattenwurf in Std./Jahr

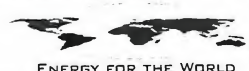
		Richtwert Std./Jahr [hh:mm]	Schattenwurf VB [hh:mm]	Schattenwurf ZB [hh:mm]	Schattenwurf GB [hh:mm]
SR 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	30:00	01:33	00:00	01:33
SR 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	30:00	00:00	00:00	00:00
SR 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	30:00	00:00	00:00	00:00
SR 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	30:00	00:00	00:00	00:00
SR 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-S.	30:00	00:00	00:00	00:00
SR 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	30:00	00:00	00:00	00:00
SR 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	30:00	00:00	00:00	00:00
SR 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	30:00	00:00	00:00	00:00

Tab. 11: Astronomisch max. möglicher Schattenwurf in Std./Tag

		Richtwert Std./Tag [hh:mm]	Schattenwurf VB [hh:mm]	Schattenwurf ZB [hh:mm]	Schattenwurf GB [hh:mm]
SR 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:30	00:10	00:00	00:10
SR 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:30	00:00	00:00	00:00
SR 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:30	00:00	00:00	00:00
SR 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:30	00:00	00:00	00:00
SR 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-S.	0:30	00:00	00:00	00:00
SR 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:30	00:00	00:00	00:00
SR 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:30	00:00	00:00	00:00
SR 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:30	00:00	00:00	00:00

**Die Berechnungen des periodischen Schattenwurfes durch die geplanten Windenergieanlagen zeigen keine Überschreitungen der Richtwerte für den astronomisch maximal möglichen Schattenwurf von 30 Std./Jahr bzw. 30 Min./Tag an den ausgewählten Schattenrezeptoren.**

Die detaillierten Berechnungsergebnisse der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung sind im Anhang F aufgeführt. Neben der Einzelpunkt Betrachtung erfolgt eine grafische Darstellung der Schattenwurfsituation. Eine orange hinterlegte Fläche zeigt die relevanten Bereiche mit einer Belastung von mehr als 30 Std./Jahr und eine rote Isolinie den Verlauf der Belastung von Bereichen mit mehr als 30 Min./Tag (Anhang H). Zudem sind im Anhang G die berechneten Schattenwurfzeiten als grafische Kalender



eines jeden Schattenrezeptors für die Gesamtbelastung beigelegt. Die tabellarischen Kalender können bei Bedarf für jeden Schattenrezeptor nachgereicht werden.

### 7.2.2 Minderungsmaßnahmen

Durch die neu geplante Anlage wird an keinem Schattenrezeptor Schattenwurf hervorgerufen. Darüber hinaus tritt auch durch die Vorbelastung nur am Schattenrezeptor SR 01 geringfügiger periodischer Schattenwurf auf.

### 7.2.3 Qualität der Prognose

Die Güte der Immissionsprognose hängt im Wesentlichen von der Genauigkeit des verwendeten Berechnungsmodells und der Zuverlässigkeit der Eingangsdaten ab, d.h. von der Exaktheit der Koordinaten und der relevanten Parameter der Windenergieanlagen.

Zur Berechnung des periodischen Schattenwurfes verwendet die Software WindPRO ein rein geometrisches Modell (s. Abschnitt 5.2.1). Der Abstand zwischen der Rotorebene und der Turmachse ist vernachlässigbar und wird daher nicht berücksichtigt. Zudem wird eine minimale relevante Sonnenhöhe von 3° (Kappungswinkel) angenommen, d.h. niedrigere Sonnenstände werden aufgrund von Bewuchs, Bebauung und der Absorption in den zu durchdringenden Atmosphärenschichten vernachlässigt. Die Berechnung geht ferner von einer freien Ausbreitung aus, tatsächliche Hindernisse wie z.B. Wälder oder Häuser werden nicht berücksichtigt.

Prof. Freund von der Fachhochschule Kiel hat die „Einflüsse der Lufttrübung, der Sonnenausdehnung und der Flügelform auf den periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen“ [16] untersucht. Diese physikalischen Parameter haben einen wesentlichen Einfluss auf den periodischen Schattenwurf, werden allerdings in der Berechnungssoftware WindPRO nicht berücksichtigt. Dadurch ergeben sich an den in Frage kommenden Immissionspunkten in der Regel zu lange Schattenwurfzeiten. Das hier verwendete, rein geometrische Berechnungsmodell liefert also im Allgemeinen konservativere Werte.

Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass die Berechnungen für den **astronomisch maximal möglichen Schattenwurf** entsprechend den Anforderungen der Hinweise des LAI durchgeführt worden sind. Unter Berücksichtigung der lokalen Windrichtungsverhältnisse und der Sonnenhäufigkeit am Standort reduziert sich der **meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurf** erfahrungsgemäß um mehr als 75% des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfes.



000105

## 8 FAZIT

Die Berechnungen der Schallimmissionen am Standort Kalenborn-Scheuern zeigen auch unter Berücksichtigung einer spezifischen Prognoseunsicherheit keine Überschreitungen der Richtwerte an den Immissionspunkten.

Die Berechnungen des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfes zeigen ebenfalls keine Überschreitungen der Richtwerte von 30 Std./Jahr bzw. 30 Min./Tag an den ausgewählten Schattenrezeptoren.

Sollte sich der Standort, der Anlagentyp oder die Nabenhöhe der Windenergieanlagen ändern, sind die Werte des Schalldruckpegels an den Immissionspunkten und die Schattenwurfzeiten an den Blickpunkten (Schattenwurfrezeptoren) nicht mehr gültig und müssen neu berechnet werden.

Die berechneten Ergebnisse stellen lediglich eine Prognose dar. Sie sind nach bestem Wissen und Gewissen und mit dem neuesten Stand der Berechnungsprogramme erstellt worden.



## 9 LITERATUR

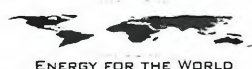
000106

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)  
*1. Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge.* In der Fassung vom 26. September 2002. In: Bundesgesetzblatt I S. 3830. Bonn, 2002.
- [2] Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm  
TA Lärm: *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 26. August 1998.* In: Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 26, S. 503. Bonn, 1998.
- [3] Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI)  
*Hinweise zur Beurteilung von WEA im Genehmigungsverfahren.* Beratungsgrundlage der 109. LAI-Sitzung (Länderausschuss für Immissionsschutz), Stand 09/2004. Magdeburg, März 2005.
- [4] Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI)  
*Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen.* Beschlüsse der 103. LAI-Sitzung (Länderausschuss für Immissionsschutz). Magdeburg, Mai 2002.
- [5] Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)  
DIN ISO 9613 – 2: *Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.* Berlin, 1997.
- [6] Nielsen, Per  
*WindPRO 2.5 Handbuch.* Begleitliteratur zur Berechnungssoftware WindPRO, EMD International A/S (Hrsg.). 1. Auflage, Aalborg (DK), Januar 2006.
- [7] Piorr, D., Hillen, R. & Janssen, M.  
*Akustische Ringversuche zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen.* Fortschritte der Akustik, (Hrsg.) Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., DEGA. Berlin, 2001.
- [8] Fördergesellschaft Windenergie e.V (FGW)  
*Technische Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels und der elektronischen Eigenschaften von Windenergieanlagen.* Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel, Rev. 17, Stand 07/2006.
- [9] European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)  
Europäischer Normentwurf prEN 50376, dtsh. Fassung vom Deutschen Institut für Normung e.V.: *Angabe des Schalleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen.* Brüssel/Berlin, 2001.
- [10] International Electrotechnical Commission (IEC)  
IEC/TS 61400 – 14: *Declaration of apparent sound power level and tonality values.* Wind turbines, Part 14. Geneva (CH), 2005.



000107

- [11] Hartung, J., Elpelt, B. & Klösener, K.-H.  
*Statistik: Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik*. 14., unwesentl. veränderte Aufl. Oldenbourg Verlag München, Wien, 2005.
- [12] Probst, W. & Donner, U.  
*Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose*. Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Jhrg. 2000, 49 Nr. 3. Springer-Verlag, Düsseldorf, 2000.
- [13] Staatliches Umweltamt Schleswig  
*Abgestimmte Randbedingungen und Basisgrößen für die Erstellung von Immissionsprognosen bezüglich des bewegten Schattenwurfes von im Land Schleswig-Holstein geplanten Windenergieanlagen*. Ergebnisprotokoll des 3. Fachgesprächs vom 19.11.1999 über Umwelteinwirkungen von Windenergieanlagen. Schleswig, 1999.
- [14] International Electrotechnical Commission (IEC)  
IEC 61400-11 ed.2: *Wind turbine generator systems – Part 11: Acoustic noise measurement techniques*. Geneva (CH), 2002.
- [15] Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)  
DIN 45681, Entwurf: *Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlags für die Beurteilung von Geräuschimmissionen*. Beuth-Verlag GmbH, Berlin, 2002.
- [16] Freund, Hans-Dieter  
*Einflüsse der Lufttrübung, der Sonnenausdehnung und der Flügelform auf den Schattenwurf von Windenergieanlagen*. Forschungsbericht zur Umwelttechnik der Fachhochschule Kiel. Kiel 2002.



## 10 ANHANG

000108

- Anhang A: Berechnungsergebnisse Schallausbreitung
- Anhang B: Detaillierte Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung
- Anhang C: Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze
- Anhang D: Grafische Darstellung der ISO-Schalllinien
- Anhang E: Schalldatenblatt und Messbericht ENERCON E-53
- Anhang F: Berechnungsergebnisse periodischer Schattenwurf
- Anhang G: Grafischer Schattenwurfkalender
- Anhang H: Darstellung der Fläche mit mehr als 30 Stunden Schattenwurf und der 30 min-Linie
- Anhang I: Flächennutzungsplan der Verbandsgemeinde Gerolstein, Ortslage Kalenborn-Scheuern



Anhang A

000109

**Berechnungsergebnisse Schallausbreitung  
(Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung)**





Projekt:  
**Kalenborn-Scheuern**

Beschreibung:  
Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite  
04.06.2007 08:55 / 1

Lizenzierter Anwender:  
**ENERCON GmbH Aurich**  
Dreßkamp 5

Hinweis:  
Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schalldruckpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schallimmissionen Vorbelastung

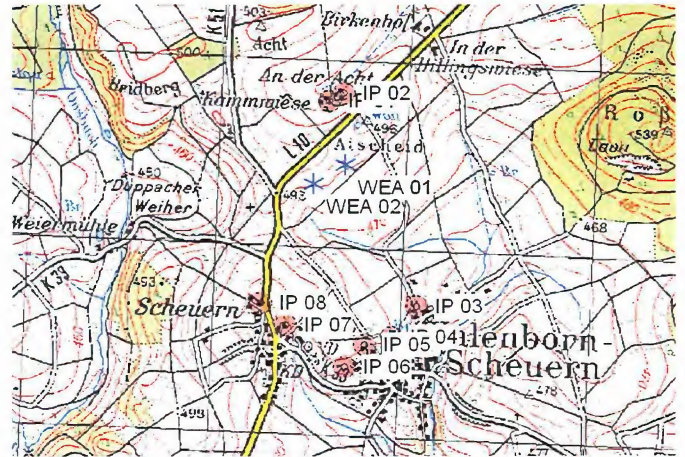
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

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

Windgeschw. in 10 m Höhe: 10,0 m/s  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 2,0 dB

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

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



Maßstab 1:40.000  
\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

### WEA

WEA	GK (Bessel) Zone: 2			Beschreibung	WEA-Typ	Hersteller	Typ	Leistung	Rotord.		Schallwerte		Windgeschw.	Nabenhöhe	LwA,ref	Einzel-töne
	Ost	Nord	Z						[kW]	[m]	[m]	Quelle				
WEA 01	2.542.670	5.570.452	490,9	bestehende E-40/6.44	Ja	ENERCON GmbH	E-40/6.44	600	44,0	65,0	USER	SPL Guar. Rev. 1.0 (600 kW)	10,0		101,0	0 dB
WEA 02	2.542.510	5.570.341	490,9	beantragte E-48	Ja	ENERCON GmbH	E-48	800	48,0	75,6	USER	SPL Guar. OM I Rev. 4.1 (800kW)	10,0	75,6	102,5	0 dB

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 2			Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderungen erfüllt? Schall
		Ost	Nord	Z				
IP 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.577	5.570.785	483,1	5,0	45,0	42,2	Ja
IP 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.650	5.570.829	484,3	5,0	45,0	41,0	Ja
IP 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.543.079	5.569.708	454,7	5,0	45,0	33,2	Ja
IP 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.956	5.569.539	467,5	5,0	45,0	32,1	Ja
IP 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.814	5.569.491	470,0	5,0	40,0	32,1	Ja
IP 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.712	5.569.370	464,5	5,0	40,0	30,6	Ja
IP 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.395	5.569.580	460,0	5,0	45,0	33,6	Ja
IP 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.256	5.569.693	467,5	5,0	45,0	34,7	Ja

### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA	
	WEA 01	WEA 02
IP 01	346	449
IP 02	378	508
IP 03	849	851
IP 04	957	918
IP 05	972	903
IP 06	1083	992
IP 07	914	769
IP 08	865	696

Projekt: **Kalenborn-Scheuern**  
 Beschreibung: Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite: 04.06.2007 08:56 / 1  
 Lizenzierter Anwender: **ENERCON GmbH Aurich**  
 Dreackamp 5

Hinweis:  
 Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schallrückpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

## DECIBEL - Hauptergebnis

### Berechnung: Schallimmissionen Zusatzbelastung

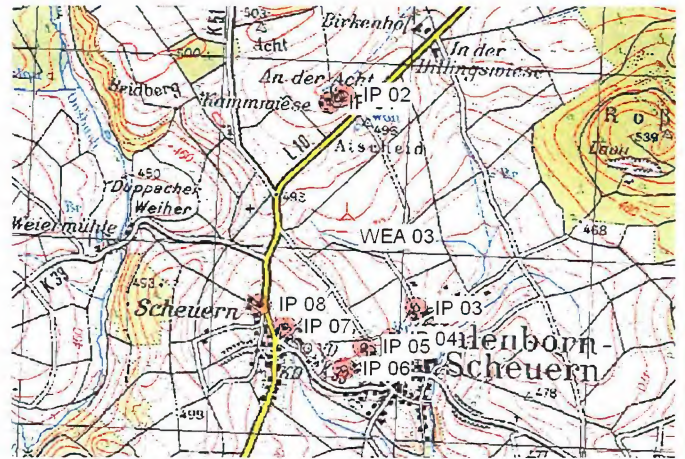
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

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

Windgeschw. in 10 m Höhe: 10,0 m/s  
 Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 2,0 dB

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

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



Maßstab 1:40.000

▲ Neue WEA      ■ Schall-Immissionsort

### WEA

GK (Bessel) Zone: 2	Zone: 2		Z	Beschreibung	WEA-Typ	Hersteller	Typ	Leistung [kW]	Rotord. [m]	Höhe [m]	Schallwerte		Windgeschw. [m/s]	Nabenhöhe [m]	LwA,ref [dB(A)]	Einzel-töne
	Ost	Nord									Quelle	Name				
WEA 03	2.542.691	5.570.202	480,0	geplante E-53	Ja	ENERCON GmbH	E-53	800	52,9	73,3	USER SPL Guar. OM I Rev. 2.0 (800 kW)	(95%)	73,3	102,5	0 dB	

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 2			Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderungen erfüllt? Schall
		Ost	Nord	Z [m]				
IP 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.577	5.570.785	483,1	5,0	45,0	Ja	
IP 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.650	5.570.829	484,3	5,0	45,0	Ja	
IP 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.543.079	5.569.708	454,7	5,0	45,0	Ja	
IP 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.956	5.569.539	467,5	5,0	45,0	Ja	
IP 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.814	5.569.491	470,0	5,0	40,0	Ja	
IP 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.712	5.569.370	464,5	5,0	40,0	Ja	
IP 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.395	5.569.580	460,0	5,0	45,0	Ja	
IP 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.256	5.569.693	467,5	5,0	45,0	Ja	

### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA	WEA 03
IP 01	594	
IP 02	629	
IP 03	628	
IP 04	714	
IP 05	721	
IP 06	832	
IP 07	689	
IP 08	670	

Projekt:  
**Kalenborn-Scheuern**

Beschreibung:  
Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite  
04.06.2007 08:56 / 1

Lizenzierter Anwender:  
**ENERCON GmbH Aurich**  
Drekkamp 5

Hinweis:  
Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schnallrückpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

## DECIBEL - Hauptergebnis

### Berechnung: Schallimmissionen Gesamtbelastung

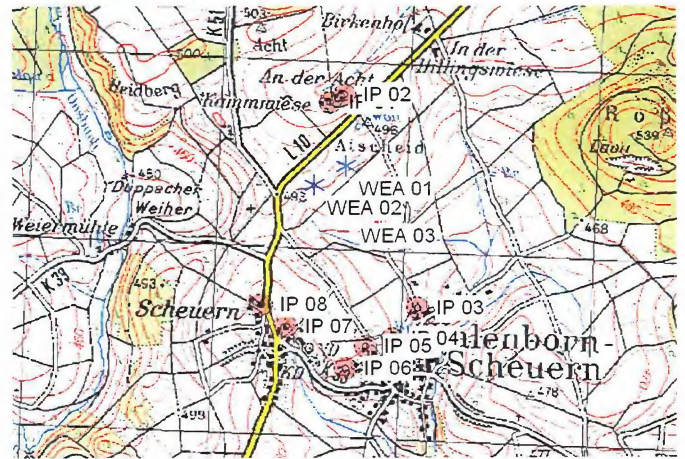
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

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

Windgeschw. in 10 m Höhe: 10,0 m/s  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 2,0 dB

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

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



Maßstab 1:40.000

▲ Neue WEA      ★ Existierende WEA      ■ Schall-Immissionsort

## WEA

	GK (Bessel) Zone: 2			Beschreibung	WEA-Typ		Schallwerte				Windgeschw.	Nabenhöhe	LwA.ref	Einzel-töne	
	Ost	Nord	Z		Aktuell	Hersteller	Typ	Leistung	Rotord.	Höhe					Quelle
WEA 01	2.542.670	5.570.452	490,9	bestehende E-40/6.44	Ja	ENERCON GmbH	E-40/6.44	600	44,0	65,0	USER SPL Guar. Rev. 1.0 (600 kW)	10,0		101,0	0 dB
WEA 02	2.542.510	5.570.341	490,9	beantragte E-48	Ja	ENERCON GmbH	E-48	800	48,0	75,6	USER SPL Guar. OM 1 Rev. 4.1 (800kW)	10,0	75,6	102,5	0 dB
WEA 03	2.542.691	5.570.202	480,0	geplante E-53	Ja	ENERCON GmbH	E-53	800	52,9	73,3	USER SPL Guar. OM 1 Rev. 2.0 (800 kW)	(95%)	73,3	102,5	0 dB

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort	Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 2			Aufpunkthöhe	Anforderungen Schall	Beurteilungspegel	Anforderungen erfüllt?
			Ost	Nord	Z				
IP 01		Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.577	5.570.785	483,1	5,0	45,0	42,9	Ja
IP 02		An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.650	5.570.829	484,3	5,0	45,0	41,9	Ja
IP 03		In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.543.079	5.569.708	454,7	5,0	45,0	37,0	Ja
IP 04		Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.956	5.569.539	467,5	5,0	45,0	35,7	Ja
IP 05		Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.814	5.569.491	470,0	5,0	40,0	35,6	Ja
IP 06		Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.712	5.569.370	464,5	5,0	40,0	33,9	Ja
IP 07		Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.395	5.569.580	460,0	5,0	45,0	36,5	Ja
IP 08		In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.256	5.569.693	467,5	5,0	45,0	37,3	Ja

### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA		
	WEA 03	WEA 01	WEA 02
IP 01	594	346	449
IP 02	629	378	508
IP 03	628	849	851
IP 04	714	957	918
IP 05	721	972	903
IP 06	832	1083	992
IP 07	689	914	769
IP 08	670	865	696

000113

**Anhang B****Detaillierte Ergebnisse  
der Schallausbreitungsberechnung  
(Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung)**

Projekt:

Kalenborn-Scheuern

Beschreibung:

Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite

04.06.2007 08:55 / 2

Lizenzierter Anwender:

ENERCON GmbH Aurich

Druckart: 5

Hinweis:

Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schalldruckpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Schallimmissionen Vorbelastung **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

### Annahmen

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

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

### Berechnungsergebnisse

#### Schall-Immissionsort: IP 01 Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	346	352	32,2	Ja	39,84	101,0	2,99	61,94	0,67	1,54	0,00	0,00	64,15	0,00	
WEA 02	449	456	35,4	Ja	38,39	102,5	2,99	64,18	0,87	2,06	0,00	0,00	67,10	0,00	
Summe	42,18														

#### Schall-Immissionsort: IP 02 An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	378	384	33,0	Ja	38,83	101,0	2,99	62,68	0,73	1,74	0,00	0,00	65,16	0,00	
WEA 02	508	514	36,3	Ja	36,98	102,5	3,00	65,22	0,98	2,32	0,00	0,00	68,51	0,00	
Summe	41,02														

#### Schall-Immissionsort: IP 03 In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	849	855	38,0	Ja	29,14	101,0	3,01	69,64	1,62	3,26	0,00	0,00	74,52	0,35	
WEA 02	851	858	43,1	Ja	31,04	102,5	3,01	69,67	1,63	3,06	0,00	0,00	74,36	0,11	
Summe	33,20														

#### Schall-Immissionsort: IP 04 Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	957	961	41,2	Ja	27,68	101,0	3,01	70,65	1,82	3,31	0,00	0,00	75,79	0,54	
WEA 02	918	923	45,6	Ja	30,12	102,5	3,01	70,30	1,75	3,09	0,00	0,00	75,14	0,24	
Summe	32,08														

#### Schall-Immissionsort: IP 05 Grenze WG " Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	972	975	39,4	Ja	27,42	101,0	3,01	70,78	1,85	3,40	0,00	0,00	76,03	0,56	
WEA 02	903	907	43,7	Ja	30,28	102,5	3,01	70,16	1,72	3,13	0,00	0,00	75,01	0,21	
Summe	32,09														

Projekt: **Kalenborn-Scheuern**  
Beschreibung: Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite: 04.06.2007 08:55 / 3  
Lizenzierter Anwender: **ENERCON GmbH Aurich**  
Druckname: 5

Hinweis:  
Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schalldruckpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

### DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Schallimmissionen Vorbelastung **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

#### Schall-Immissionsort: IP 06 Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	1.083	1.086	35,5	Ja	<b>25,85</b>	101,0	3,01	71,72	2,06	3,67	0,00	0,00	77,45	0,71	
WEA 02	992	996	40,5	Ja	<b>28,88</b>	102,5	3,01	70,97	1,89	3,39	0,00	0,00	76,26	0,37	
Summe	30,63														

#### Schall-Immissionsort: IP 07 Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	914	919	31,9	Ja	<b>27,94</b>	101,0	3,01	70,26	1,75	3,60	0,00	0,00	75,60	0,47	
WEA 02	769	776	38,7	Ja	<b>32,17</b>	102,5	3,00	68,80	1,47	3,07	0,00	0,00	73,34	0,00	
Summe	33,56														

#### Schall-Immissionsort: IP 08 In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	865	869	34,2	Ja	<b>28,77</b>	101,0	3,01	69,78	1,65	3,43	0,00	0,00	74,86	0,38	
WEA 02	696	702	41,3	Ja	<b>33,48</b>	102,5	3,00	67,93	1,33	2,75	0,00	0,00	72,02	0,00	
Summe	34,75														

Projekt:

Kalenborn-Scheuern

Beschreibung:

Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite

04.06.2007 08:56 / 2

Lizenzierter Anwender:

ENERCON GmbH Aurich

Druckamt 5

Hinweis:

Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schalldruckpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Schallimmissionen Zusatzbelastung **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

### Annahmen

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

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

### Berechnungsergebnisse

#### Schall-Immissionsort: IP 01 Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03	594	598	32,2	Ja	34,92	102,5	3,00	66,53	1,14	2,92	0,00	0,00	70,58	0,00	
Summe	34,92														

#### Schall-Immissionsort: IP 02 An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03	629	632	33,2	Ja	34,32	102,5	3,00	67,02	1,20	2,96	0,00	0,00	71,18	0,00	
Summe	34,32														

#### Schall-Immissionsort: IP 03 In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03	628	635	41,9	Ja	34,74	102,5	3,00	67,06	1,21	2,49	0,00	0,00	70,76	0,00	
Summe	34,74														

#### Schall-Immissionsort: IP 04 Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03	714	719	43,2	Ja	33,30	102,5	3,00	68,13	1,37	2,71	0,00	0,00	72,20	0,00	
Summe	33,30														

#### Schall-Immissionsort: IP 05 Grenze WG " Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 03	721	726	41,2	Ja	33,09	102,5	3,00	68,22	1,38	2,82	0,00	0,00	72,42	0,00	
Summe	33,09														

Projekt:

Kalenborn-Scheuern

Beschreibung:

Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite

04.06.2007 08:56 / 3

Lizenzierter Anwender:

ENERCON GmbH Aurich

Dreskamp 5

Hinweis:

Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schalldruckpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Schallimmissionen Zusatzbelastung **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**Schall-Immissionsort: IP 06 Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern**

WEA

95% der Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03	832	836	37,1	Ja	31,09	102,5	3,01	69,45	1,59	3,26	0,00	0,00	74,30	0,12

Summe 31,09

**Schall-Immissionsort: IP 07 Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern**

WEA

95% der Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03	689	694	35,2	Ja	33,32	102,5	3,00	67,83	1,32	3,03	0,00	0,00	72,18	0,00

Summe 33,32

**Schall-Immissionsort: IP 08 In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern**

WEA

95% der Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 03	670	674	38,3	Ja	33,82	102,5	3,00	67,58	1,28	2,82	0,00	0,00	71,68	0,00

Summe 33,82



Projekt:

Kalenborn-Scheuern

Beschreibung:

Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite

04.06.2007 08:56 / 2

Lizenzierter Anwender:

ENERCON GmbH Aurich

Drekkamp 5

Hinweis:

Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schalldruckpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Schallimmissionen Gesamtbelastung **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**Annahmen**

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

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

**Berechnungsergebnisse****Schall-Immissionsort: IP 01 Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01	346	352	32,2	Ja	<b>39,84</b>	101,0	2,99	61,94	0,67	1,54	0,00	0,00	64,15	0,00
WEA 02	449	456	35,4	Ja	<b>38,39</b>	102,5	2,99	64,18	0,87	2,06	0,00	0,00	67,10	0,00
WEA 03	594	598	32,2	Ja	<b>34,92</b>	102,5	3,00	66,53	1,14	2,92	0,00	0,00	70,58	0,00
Summe	42,93													

**Schall-Immissionsort: IP 02 An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01	378	384	33,0	Ja	<b>38,83</b>	101,0	2,99	62,68	0,73	1,74	0,00	0,00	65,16	0,00
WEA 02	508	514	36,3	Ja	<b>36,98</b>	102,5	3,00	65,22	0,98	2,32	0,00	0,00	68,51	0,00
WEA 03	629	632	33,2	Ja	<b>34,32</b>	102,5	3,00	67,02	1,20	2,96	0,00	0,00	71,18	0,00
Summe	41,86													

**Schall-Immissionsort: IP 03 In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01	849	855	38,0	Ja	<b>29,14</b>	101,0	3,01	69,64	1,62	3,26	0,00	0,00	74,52	0,35
WEA 02	851	858	43,1	Ja	<b>31,04</b>	102,5	3,01	69,67	1,63	3,06	0,00	0,00	74,36	0,11
WEA 03	628	635	41,9	Ja	<b>34,74</b>	102,5	3,00	67,06	1,21	2,49	0,00	0,00	70,76	0,00
Summe	37,05													

**Schall-Immissionsort: IP 04 Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01	957	961	41,2	Ja	<b>27,68</b>	101,0	3,01	70,65	1,82	3,31	0,00	0,00	75,79	0,54
WEA 02	918	923	45,6	Ja	<b>30,12</b>	102,5	3,01	70,30	1,75	3,09	0,00	0,00	75,14	0,24
WEA 03	714	719	43,2	Ja	<b>33,30</b>	102,5	3,00	68,13	1,37	2,71	0,00	0,00	72,20	0,00
Summe	35,74													

Projekt:

Kalenborn-Scheuern

Beschreibung:

Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite

04.06.2007 08:56 / 3

Lizenziertes Anwender:

ENERCON GmbH Aurich

Dreackamp 5

Hinweis:

Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schalldruckpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Schallimmissionen Gesamtbelastung **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**Schall-Immissionsort: IP 05 Grenze WG " Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern**

40 dBA

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01		972	975	39,4	Ja	27,42	101,0	3,01	70,78	1,85	3,40	0,00	0,00	76,03	0,56
WEA 02		903	907	43,7	Ja	30,28	102,5	3,01	70,16	1,72	3,13	0,00	0,00	75,01	0,21
WEA 03		721	726	41,2	Ja	33,09	102,5	3,00	68,22	1,38	2,82	0,00	0,00	72,42	0,00
Summe		35,63													

**Schall-Immissionsort: IP 06 Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern**

40 dBA

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01		1.083	1.086	35,5	Ja	25,85	101,0	3,01	71,72	2,06	3,67	0,00	0,00	77,45	0,71
WEA 02		992	996	40,5	Ja	28,88	102,5	3,01	70,97	1,89	3,39	0,00	0,00	76,26	0,37
WEA 03		832	836	37,1	Ja	31,09	102,5	3,01	69,45	1,59	3,26	0,00	0,00	74,30	0,12
Summe		33,88													

**Schall-Immissionsort: IP 07 Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern**

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01		914	919	31,9	Ja	27,94	101,0	3,01	70,26	1,75	3,60	0,00	0,00	75,60	0,47
WEA 02		769	776	38,7	Ja	32,17	102,5	3,00	68,80	1,47	3,07	0,00	0,00	73,34	0,00
WEA 03		689	694	35,2	Ja	33,32	102,5	3,00	67,83	1,32	3,03	0,00	0,00	72,18	0,00
Summe		36,45													

**Schall-Immissionsort: IP 08 In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern**

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01		865	869	34,2	Ja	28,77	101,0	3,01	69,78	1,65	3,43	0,00	0,00	74,86	0,38
WEA 02		696	702	41,3	Ja	33,48	102,5	3,00	67,93	1,33	2,75	0,00	0,00	72,02	0,00
WEA 03		670	674	38,3	Ja	33,82	102,5	3,00	67,58	1,28	2,82	0,00	0,00	71,68	0,00
Summe		37,32													

000120

## Anhang C

### Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze (Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung)

#### Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen

$\sigma_R$	Vergleichsstandardabweichung
$\sigma_P$	Produktionsstandardabweichung
$\sigma_{,E}$	Gesamtstandardabweichung des Emissionspegels der i-ten Anlage
$Z_{90,i}$	Zuschlag zum Teilimmissionspegel einer Anlage am IP im Sinne eines Vertrauensbereiches für eine statistische Sicherheit von 90%
$Z_{90}$	Zuschlag zum Gesamtimmissionspegel am IP im Sinne eines Vertrauensbereiches für eine statistische Sicherheit von 90%
$L_{r,i}$	Teilimmissionspegel (Beurteilungspegel) der i-ten WEA
$L_r$	Gesamtimmissionspegel
$L_{r,90}$	Obere Vertrauensbereichsgrenze des Gesamtimmissionspegels mit einer statistischen Sicherheit von 90%

**Abschätzung der oberen Vertrauensbereichsgrenze der Schallimmissionen mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von 90 %**

**Standort Kalenborn-Scheuern**

<b>Voraussetzungen:</b>	
Zu berücksichtigende WEA am Standort Kalenborn-Scheuern	
Vorbelastung:	
<b>WEA</b>	<b>L<sub>WA</sub> [dB(A)]</b>
1 x ENERCON E-40/6.44	101,0
1 x ENERCON E-48	102,5
Die angegebenen Schalleistungspegel stellen die garantierten Werte der Fa. ENERCON dar.	
<b>Zusatzbelastung:</b>	
<b>WEA</b>	<b>L<sub>WA</sub> [dB(A)]</b>
1 x ENERCON E-53	102,5
Der angegebene Schalleistungspegel stellt den garantierten Wert der Fa. ENERCON dar.	

<b>Berechnungsergebnisse:</b>				
Im folgenden sind die Berechnungsergebnisse für die Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB) als obere Vertrauensbereichsgrenze gemäß LAI-Hinweis vom März 2005 zusammengefasst (s. detaillierte Anlagen).				
Immissionsorte	Richtwert [dB(A)]	VB [dB(A)]	ZB [dB(A)]	GB [dB(A)]
IP 01 - Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	42,9	36,9	43,6
IP 02 - An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	41,8	36,3	42,6
IP 03 - In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	34,0	36,7	38,3
IP 04 - Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	32,9	35,3	36,9
IP 05 - Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern	40	32,9	35,1	36,8
IP 06 - Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	40	31,5	33,1	35,0
IP 07 - Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	34,4	35,3	37,5
IP 08 - In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	45	35,6	35,8	38,3

**Anmerkungen:**

Die Ergebnisse sind nur in Verbindung mit den WindPRO-Berechnungen vom 29. Mai 2007 gültig. Die exakten Koordinaten der Windenergieanlagen und Immissionsorte sind diesen Berechnungen zu entnehmen. Die Berechnungen stellen lediglich eine Abschätzung der Schallimmissionen dar und sind nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Die Ermittlung der "Unsicherheit des Beurteilungspegels" beruht auf der Vorgehensweise nach W.Probst und U.Donner in der Zeitschrift für Lärmbekämpfung (2002, 49 Nr.3 - S.86-90)

**Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze  
IP 01 - Kammwiese, 54570 Kalenborn-Schieuern**

**Vorbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	39,84
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	38,39 ✓
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 42,2$ dB(A)		mit $Z_{90} = 0,74$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 42,9$ dB(A)				

**Zusatzbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	34,92
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 34,9$ dB(A)		mit $Z_{90} = 2,00$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 36,9$ dB(A)				

**Gesamtbelastung**

Bez.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	39,84
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	38,39
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	34,92
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 42,9$ dB(A)		mit $Z_{90} = 0,70$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 43,6$ dB(A)				

000123

**Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze  
IP 02 - An der Acht, 54570 Kaienborn-Schneuern**

**Vorbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	38,83
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	36,99
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 41,0$ dB(A)		mit $Z_{90} = 0,73$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 41,8$ dB(A)				

**Zusatzbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	34,32
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 34,3$ dB(A)		mit $Z_{90} = 2,00$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 36,3$ dB(A)				

**Gesamtbelastung**

Bez.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	38,83
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	36,99
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	34,32
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 41,9$ dB(A)		mit $Z_{90} = 0,70$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 42,6$ dB(A)				

**Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze  
IP 03 - In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern**

**Vorbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	29,14
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	31,04
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 33,2$ dB(A)		mit $Z_{90} = 0,80$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 34,0$ dB(A)				

**Zusatzbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	34,74
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 34,7$ dB(A)		mit $Z_{90} = 2,00$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 36,7$ dB(A)				

**Gesamtbelastung**

Bez.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	29,14
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	31,04
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	34,74
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 37,0$ dB(A)		mit $Z_{90} = 1,22$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 38,3$ dB(A)				

**Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze  
IP 04 - Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern**

**Vorbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	27,68
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	30,12
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 32,1$ dB(A)		mit $Z_{90} = 0,82$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 32,9$ dB(A)				

**Zusatzbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	33,30
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 33,3$ dB(A)		mit $Z_{90} = 2,00$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 35,3$ dB(A)				

**Gesamtbelastung**

Bez.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	27,68
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	30,12
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	33,30
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 35,7$ dB(A)		mit $Z_{90} = 1,19$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 36,9$ dB(A)				



**Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze  
IP 05 - Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern**

**Vorbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	27,42
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	30,28
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 32,1$ dB(A)		mit $Z_{90} = 0,83$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 32,9$ dB(A)				

**Zusatzbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	33,09
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 33,1$ dB(A)		mit $Z_{90} = 2,00$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 35,1$ dB(A)				

**Gesamtbelastung**

Bez.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	27,42
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	30,28
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	33,09
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 35,6$ dB(A)		mit $Z_{90} = 1,17$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 36,8$ dB(A)				

**Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze  
IP 06 - Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Schüern**

**Vorbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	25,85
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	28,88
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 30,6$ dB(A)		mit $Z_{90} = 0,84$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 31,5$ dB(A)				

**Zusatzbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	31,09
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 31,1$ dB(A)		mit $Z_{90} = 2,00$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 33,1$ dB(A)				

**Gesamtbelastung**

Bez.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)]
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	25,85
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	28,88
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	31,09
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 33,9$ dB(A)		mit $Z_{90} = 1,13$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 35,0$ dB(A)				

**Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze  
IP 07 - Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern**

**Vorbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	27,94
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	32,17
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 33,6$ dB(A)		mit $Z_{90} = 0,89$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 34,4$ dB(A)				

**Zusatzbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	33,32
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 33,3$ dB(A)		mit $Z_{90} = 2,00$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 35,3$ dB(A)				

**Gesamtbelastung**

Bez.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	27,94
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	32,17
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	33,32
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 36,5$ dB(A)		mit $Z_{90} = 1,07$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 37,5$ dB(A)				

000129

**Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze  
IP 08 - In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern**

**Vorbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	28,77
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	33,48
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 34,7$ dB(A)		mit $Z_{90} = 0,90$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 35,6$ dB(A)				

**Zusatzbelastung**

Nr.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	33,82
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 33,8$ dB(A)		mit $Z_{90} = 2,00$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 35,8$ dB(A)				

**Gesamtbelastung**

Bez.	WEA	$\sigma_R$ [dB]	$\sigma_P$ [dB]	$\sigma_{E,i}$ [dB]	$Z_{90,i}$ [dB]	$L_{r,i}$ dB(A)
WEA 01	ENERCON E-40/6.44	0,50	0,40	0,74	0,95	28,77
WEA 02	ENERCON E-48	0,50	0,61	0,91	1,17	33,48
WEA 03	ENERCON E-53	-	-	-	2,00	33,82
<b>Gesamtmissionspegel:</b>		$L_r = 37,3$ dB(A)		mit $Z_{90} = 1,02$ dB		
<b>Obere Vertrauensbereichsgrenze:</b>		$L_{r,90} = 38,3$ dB(A)				

## Anhang D

### Grafische Darstellung der ISO-Schalllinien (Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung)

Documentinformation:

Author:

Department:

Approved:

M. Schöttler

Vertrieb Ense

H. Lütten



ENERGY FOR THE WORLD

Berichtsnummer: 2007\_009\_Ense

Appendix D

Date: 29.05.2007

Reference: Berichtsvorlage Rev. 2.0

Projekt:  
**Kalenborn-Scheuern**

Beschreibung:  
Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite  
04.06.2007 08:55 / 4

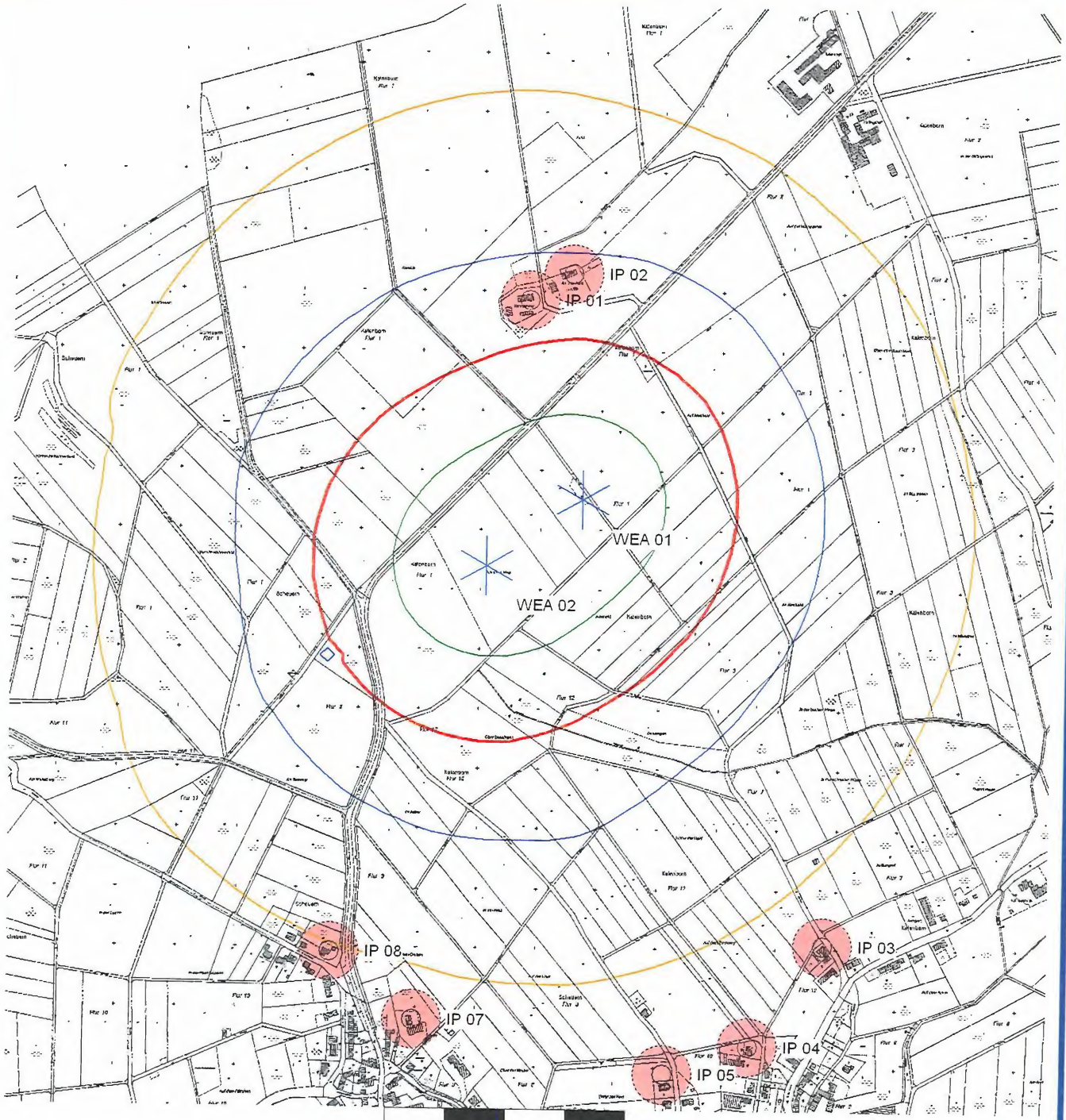
Lizenzierter Anwender:  
**ENERCON GmbH Aurich**  
Dreekamp 5  
DE-26605 Aurich  
04941/927-0

Martina Schöttler, Vertrieb Ense  
Berechnet:  
29.05.2007 10:48/2.5.6.79

Hinweis:  
Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schalldruckpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

**DECIBEL - Kalenborn\_5000**

Berechnung: Schallimmissionen Vorbelastung **Datei:** Kalenborn\_5000.bmi



Karte: Kalenborn\_5000, Druckmaßstab 1:10.000, Kartenzentrum Gauss Kruger (Bessel) Zone: 2 Ost: 2.542.590 Nord: 5.570.396  
Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland, Windgeschw.: 95% der Nennleistung ansonsten 10,0 m/s

\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

— 35,0 dB(A)      — 40,0 dB(A)      — 45,0 dB(A)      — 50,0 dB(A)

Projekt:  
**Kalenborn-Scheuern**

Beschreibung:  
Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite  
04.06.2007 08:56 / 4

Lizenzierter Anwender:  
**ENERCON GmbH Aurich**  
Dreackamp 5

Hinweis:  
Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schalldruckpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

**DECIBEL - Kalenborn\_5000**

Berechnung: Schallimmissionen Zusatzbelastung Datei: Kalenborn\_5000.bmi



Karte: Kalenborn\_5000 , Druckmaßstab 1:10.000, Kartenzentrum Gauss Kruger (Bessel) Zone: 2 Ost: 2.542.691 Nord: 5.570.202  
Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland. Windgeschw.: 95% der Nennleistung ansonsten 10,0 m/s

- Neue WEA
- Schall-Immissionsort
- Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt
- 35,0 dB(A)
- 40,0 dB(A)
- 45,0 dB(A)
- 50,0 dB(A)

Projekt:  
**Kalenborn-Scheuern**

Beschreibung:  
Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

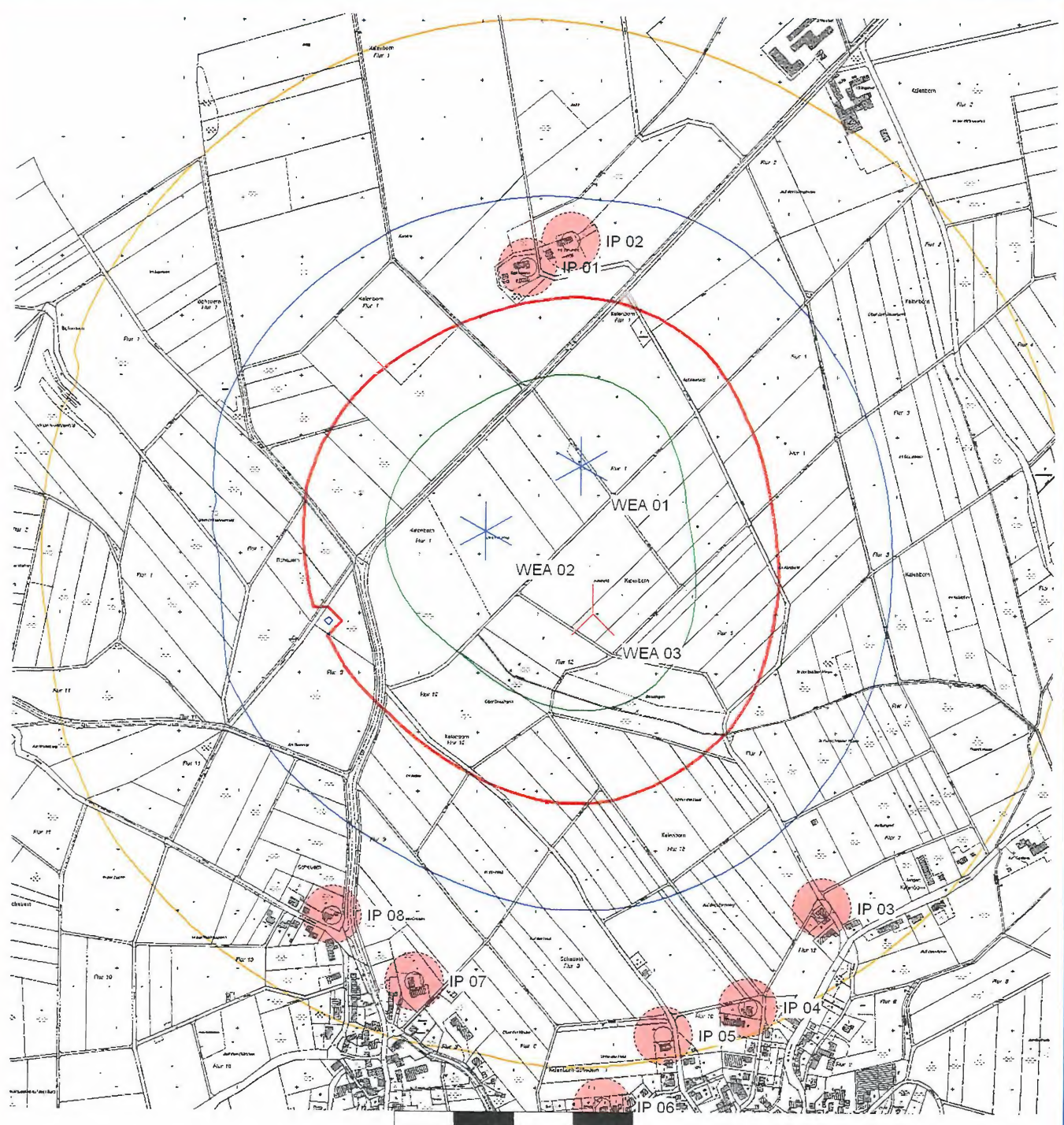
Ausdruck/Seite  
04.06.2007 08:56 / 4

Lizenzierter Anwender:  
**ENERCON GmbH Aurich**  
Dreekamp 5

Hinweis:  
Gemäß LAI-Hinweisen vom März 2005 ist für die Ermittlung des Schalldruckpegels ein definierter Sicherheitszuschlag für jede Anlage zu berücksichtigen. Dieser wird separat im Anschluss an diese Berechnung ermittelt. Die unten stehenden Ergebnisse sind nicht vollständig im Sinne der LAI-Hinweise. Dieser Ausdruck gilt nur in Verbindung mit dem Bericht 2007\_009\_Ense.

### DECIBEL - Kalenborn\_5000

Berechnung: Schallimmissionen Gesamtbelastung Datei: Kalenborn\_5000.bmi



Karte: Kalenborn\_5000, Druckmaßstab 1:10.000, Kartenzentrum Gauss Kruger (Bessel) Zone: 2 Ost: 2.542.601 Nord: 5.570.327  
Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland, Windgeschw.: 95% der Nennleistung ansonsten 10,0 m/s

- Neue WEA
- Existierende WEA
- Schall-Immissionsort
- Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt
- 35,0 dB(A)
- 40,0 dB(A)
- 45,0 dB(A)
- 50,0 dB(A)



000134

Anhang E

Schalldatenblatt und  
Messbericht ENERCON E-53

**Garantierte Werte des Schallleistungspegels für die E-53 mit 800 kW Nennleistung**

$V_{\text{Wind}}$ in 10m Höhe \	Naben- höhe	73 m	
4 m/s		92,5 dB(A)	
5 m/s		94,2 dB(A)	
6 m/s		97,7 dB(A)	
7 m/s		100,1 dB(A)	
8 m/s		102,5 dB(A)	
95% Nennleistung		102,5 dB(A)	

Vermessener Wert bei 95% Nennleistung		100,9 dB(A) MBBM 69915/2	
--	--	-----------------------------	--

- Über den gesamten Leistungsbereich wird eine Tonhaltigkeit  $K_{\text{TN}}$  von 0-1 dB garantiert (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 681).
- Über den gesamten Leistungsbereich wird eine Impulshaltigkeit  $K_{\text{IN}}$  von 0 dB garantiert (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 645-1).
- Die oben angegebenen Schallleistungspegelwerte gelten für den **Betriebsmodus I**, (definiert durch eine Betriebskennlinie mit dem Drehzahlbereich 12 – 29 U/min). Die zugehörige Leistungskennlinie ist die berechnete Kennlinie E-53 vom Juni 2005 (Rev. 1.x).
- Die garantierten Werte werden auf Basis offizieller und interner Vermessungen des Schallleistungspegels ermittelt. Die offiziell vermessenen Werte sind auf diesem Dokument als Referenz angegeben. Die Schalldatenblätter und Messberichte der offiziellen Vermessungen stehen zur Verfügung und gelten in Verbindung mit diesem Dokument. Die Vermessungen werden gemäß den national und international empfohlenen Richtlinien und Normen durchgeführt (jeweils auf dem Schalldatenblatt und im Messbericht vermerkt).
- Um den Mess- und Prognoseunsicherheiten Rechnung zu tragen, die Planungssicherheit und Akzeptanz bei Genehmigungsbehörden zu erhöhen und ggf. geforderte Nachvermessungen zu vermeiden, empfiehlt ENERCON für Schallausbreitungsrechnungen einen Sicherheitszuschlag von 1 dB(A) auf die garantierten Werte. Für Bundesländer, in denen ohnehin Sicherheitszuschläge vorgeschrieben sind, entfällt diese Empfehlung.  
  
Sollte aus planungstechnischen oder anderen Gründen diese Empfehlung vernachlässigt werden, wird ausdrücklich auf Punkt 6 verwiesen.
- Aufgrund der Messunsicherheiten bei Schallvermessungen gilt der Nachweis der Einhaltung der garantierten Werte als erbracht, wenn bei einer nach gängigen Richtlinien durchgeführten Vermessung das Messergebnis dem jeweiligen garantierten Wert +/- 1 dB(A) entspricht. [Garantie erfüllt, wenn Messwert = Garantiewert +/- 1dB(A)].
- Für schallkritische Standorte besteht die Möglichkeit, die E-53 nachts mit reduzierter Drehzahl und Leistung zu betreiben (Nachtbetrieb). Die reduzierten Schallleistungspegel können bei Bedarf angefordert werden.

<b>Document information:</b>		<b>Technische Änderungen vorbehalten</b>
Author/ date:	MK / 28.09.05	Translator / date:
Department:	SA	Revisor / date:
Approved / date:	RW / 20.03.07	Reference:
Revision / date:	2.0 / 19.03.07	SA-04-SPL Garantie E-53-Rev2_0-ger-ger

Auszug aus dem Prüfbericht												
Stammblatt „Geräusche“, entsprechend den „Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“												
Rev. 17 vom 01. Juli 2006 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, D-24103 Kiel)												
Auszug aus dem Prüfbericht M69 915/2												
zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ Enercon E-53												
Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)										
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH Dreerkamp 5 26605 Aurich	Nennleistung (Generator):	800 kW (Betrieb I)									
Seriennummer:	53001	Rotordurchmesser:	53 m									
WEA-Standort (ca.):	RW: 34.22.780 HW: 59.40.691	Nabenhöhe über Grund:	76 m									
		Turmbauart:	Rohrturm									
		Material:	Stahl									
		Leistungsregelung:	pitch									
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)										
Rotorblatthersteller:	Enercon GmbH	Getriebehersteller:	---									
Typenbezeichnung Blatt:	E53/1	Typenbezeichnung Getriebe:	---									
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller:	Enercon GmbH									
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-53									
Rotordrehzahlbereich:	12 - 29 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)	Generatorenendrehzahl:	12 - 29 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)									
Prüfbericht zur Leistungskurve: Enercon GmbH: Berechnete Leistungskurve der E-53 vom Februar 2007												
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen								
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung										
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	5 m/s	220,1 kW	93,3 dB(A)									
	6 m/s	377,9 kW	96,7 dB(A)									
	7 m/s	591 kW	99,2 dB(A)									
	8 m/s	746 kW	100,5 dB(A)									
	9 m/s	793,1 kW	100,9 dB(A)									
	10 m/s	810 kW	100,6 dB(A)									
	8,3 m/s	760,0 kW	100,7 dB(A)	[1]								
Tonzuschlag für den Nahbereich $K_{TB}$	5 m/s	220,1 kW	--- dB									
	6 m/s	377,9 kW	--- dB									
	7 m/s	591 kW	--- dB									
	8 m/s	746 kW	--- dB									
	9 m/s	793,1 kW	--- dB									
	10 m/s	810 kW	--- dB									
	8,3 m/s	760,0 kW	--- dB	[1]								
Impulzzuschlag für den Nahbereich $K_{IB}$	5 m/s	220,1 kW	---									
	6 m/s	377,9 kW	--- dB									
	7 m/s	591 kW	--- dB									
	8 m/s	746 kW	--- dB									
	9 m/s	793,1 kW	--- dB									
	10 m/s	810 kW	--- dB									
	8,3 m/s	760,0 kW	--- dB	[1]								
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 9 \text{ m/s}$												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P, \text{Terz}}$	76,6	78,0	80,4	83,0	84,7	87,8	86,5	87,8	88,0	87,4	89,4	89,1
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P, \text{Terz}}$	90,6	91,2	91,6	90,8	89,5	87,6	83,9	82,9	79,9	75,8	70,1	64,8
Oktav-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 9 \text{ m/s}$												
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
$L_{WA,P, \text{Oktav}}$	83,4	90,4	92,3	93,5	95,9	94,3	87,3	77,1				
Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 14.3.2007.												
Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht M69 915/2 vom 10.4.2007 (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).												
<b>Bemerkungen:</b>												
[1] Der Schalleistungspegel bei 95%iger Nennleistung wurde bei Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen am Messtag, der verwendeten Leistungskurve und der vermessenen Nabenhöhe bei einer stand. Windgeschwindigkeit von 8,3 m/s festgestellt.												

Gemessen von: Müller-BBM GmbH  
Niederlassung Gelsenkirchen  
Am Bugapark 1  
D-45 899 Gelsenkirchen

**MÜLLER-BBM GMBH**  
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
AM BUGAPARK 1  
45899 GELSENKIRCHEN  
TELEFON (0209) 9 83 08 - 0

Datum: 10.04.2007

*A. Hinkelmann*

Dipl.-Ing. (FH) D. Hinkelmann

*M. Köhl*

Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl



Accredited Test Laboratory  
according to ISO/IEC 17025




DAP-PL-2465.10

000137

Anhang F

**Berechnungsergebnisse periodischer Schattenwurf  
(Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung)**

Hat vorgelegen;  
54550 Daun... 1.0. OKT. 2007  
Kreisverwaltung Vulkaneifel  
Im Auftrag



Projekt: **Kalenborn-Scheuern**  
 Beschreibung: Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite  
 04.06.2007 08:57 / 1  
 Lizenzierter Anwender:  
**ENERCON GmbH Aurich**  
 Dreckamp 5

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Schattenwurf Vorbelastung

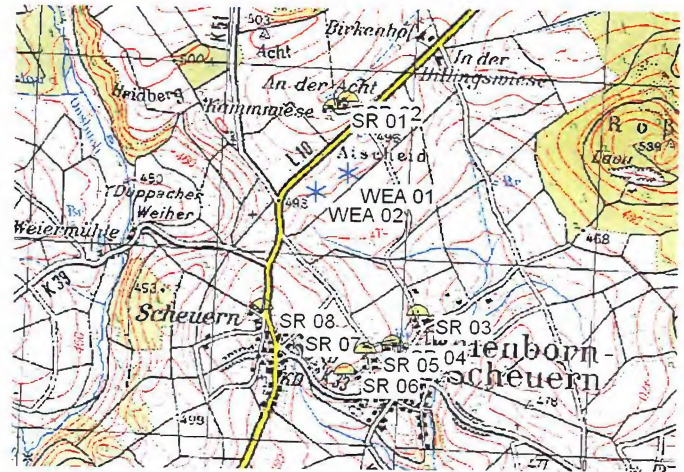
### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA  
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt  
 Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °  
 Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)  
 Berechnungszeitsprung 1 Minuten  
 Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche  
 Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:  
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang  
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung  
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Um keinen Schattenwurf von WEA auszugeben, die gar nicht sichtbar sind, wird eine Sichtbarkeitsberechnung durchgeführt. Diese basiert auf den folgenden Annahmen

Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien  
 Hindernisse in Berechnung verwendet  
 Augenhöhe: 1,5 m  
 Rasterauflösung: 10 m



Maßstab 1:40.000  
 \* Existierende WEA    Schattenrezeptor

### WEA

	GK (Bessel) Zone: 2			Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten				
	Ost	Nord	Z		Aktuell	Hersteller	Typ	Leistung	Rotord. Höhe	Beschatt.- Bereich	U/min	
	[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
WEA 01	2.542.670	5.570.452	490,9	bestehende E-40/6.44	Ja	ENERCON GmbH	E-40/6.44	600	44,0	65,0	836	34,0
WEA 02	2.542.510	5.570.341	490,9	beantragte E-48	Ja	ENERCON GmbH	E-48	800	48,0	75,6	1.047	30,0

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 2			Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
		Ost	Nord	Z						
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
SR 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.578	5.570.785	483,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.650	5.570.828	484,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.543.079	5.569.707	454,7	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.957	5.569.539	467,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.815	5.569.491	470,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.713	5.569.370	464,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.395	5.569.580	460,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.256	5.569.693	467,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
SR 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	1:33	12	0:10
SR 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00

Projekt:

Kalenborn-Scheuern

Beschreibung:

Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite

04.06.2007 08:57 / 2

Lizenzierter Anwender:

ENERCON GmbH Aurich

Dreskamp 5

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf Vorbelastung

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]
WEA 01	bestehende E-40/6.44	1:33
WEA 02	beantragte E-48	0:00

Projekt: **Kalenborn-Scheuern** Beschreibung: Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite: 04.06.2007 08:57 / 1  
 Lizenzierter Anwender: **ENERCON GmbH Aurich**  
 Dreckamp 5

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Schattenwurf Zusatzbelastung

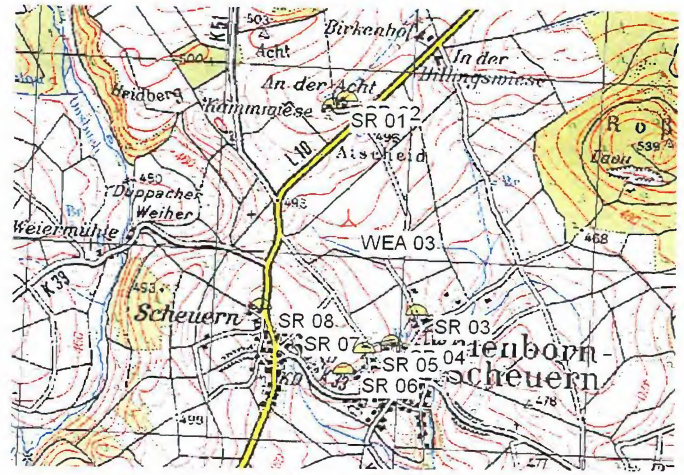
### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA  
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt  
 Siehe WEA-Tabelle

- Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
- Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
- Berechnungszeitsprung 1 Minuten
- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
  - Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
  - Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung
  - Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Um keinen Schattenwurf von WEA auszugeben, die gar nicht sichtbar sind, wird eine Sichtbarkeitsberechnung durchgeführt. Diese basiert auf den folgenden Annahmen

- Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien
- Hindernisse in Berechnung verwendet
- Augenhöhe: 1,5 m
- Rasterauflösung: 10 m



Maßstab 1:40.000  
 Neue WEA Schattenrezeptor

### WEA

	GK (Bessel) Zone: 2			Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Leistung [kW]	Rotord. Höhe [m]	Höhe [m]	Schattendaten	
	Ost	Nord	Z [m]		Aktuell	Hersteller					Beschatt.- Bereich [m]	U/min [U/min]
WEA 03	2.542.691	5.570.202	480,0	geplante E-53	Ja	ENERCON GmbH	E-53	800	52,9	73,3	996	29,0

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 2			Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
		Ost	Nord	Z [m]						
SR 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.578	5.570.785	483,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.650	5.570.828	484,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.543.079	5.569.707	454,7	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.957	5.569.539	467,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.815	5.569.491	470,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.713	5.569.370	464,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.395	5.569.580	460,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.256	5.569.693	467,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
SR 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]
WEA 03	geplante E-53	0:00

Projekt: **Kalenborn-Scheuern** Beschreibung: Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite  
04.06.2007 08:58 / 1  
Lizenzierter Anwender:  
**ENERCON GmbH Aurich**  
Dreskamp 5

## SHADOW - Hauptergebnis

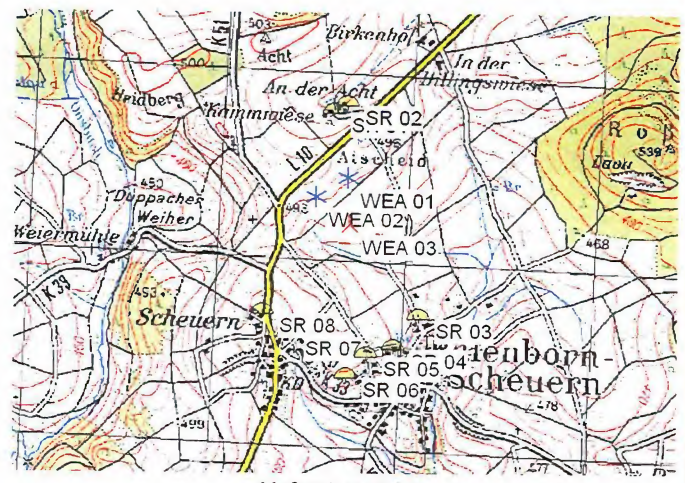
Berechnung: Schattenwurf Gesamtbelastung

### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

- Beschattungsbereich der WEA
- Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
- Siehe WEA-Tabelle
- Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont: 3 °
- Tage zwischen Berechnungen: 1 Tag(e)
- Berechnungszeitsprung: 1 Minuten
- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
  - Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
  - Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung
  - Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Um keinen Schattenwurf von WEA auszugeben, die gar nicht sichtbar sind, wird eine Sichtbarkeitsberechnung durchgeführt. Diese basiert auf den folgenden Annahmen

- Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien
- Hindernisse in Berechnung verwendet
- Augenhöhe: 1,5 m
- Rasterauflösung: 10 m



Maßstab 1:40.000  
 \* Neue WEA      \* Existierende WEA      \* Schattenrezeptor

### WEA

GK (Bessel) Zone: 2	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten				
					Aktuell	Hersteller	Typ	Leistung	Rotord. Höhe	Höhe	Beschatt.- Bereich	U/min
								[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
WEA 01	2.542.670	5.570.452	490,9	bestehende E-40/6.44	Ja	ENERCON GmbH	E-40/6.44	600	44,0	65,0	836	34,0
WEA 02	2.542.510	5.570.341	490,9	beantragte E-48	Ja	ENERCON GmbH	E-48	800	48,0	75,6	1.047	30,0
WEA 03	2.542.691	5.570.202	480,0	geplante E-53	Ja	ENERCON GmbH	E-53	800	52,9	73,3	996	29,0

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 2			Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
		Ost	Nord	Z						
SR 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.578	5.570.785	483,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.650	5.570.828	484,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.543.079	5.569.707	454,7	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.957	5.569.539	467,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.815	5.569.491	470,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.713	5.569.370	464,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.395	5.569.580	460,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung
SR 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	2.542.256	5.569.693	467,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	Feste Richtung

### Berechnungsergebnisse

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
SR 01	Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern	1:33	12	0:10
SR 02	An der Acht, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 03	In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 04	Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 05	Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 06	Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 07	Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00
SR 08	In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern	0:00	0	0:00



Projekt: **Kalenborn-Scheuern** Beschreibung: Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite  
04.06.2007 08:58 / 2  
Lizenzierter Anwender:  
**ENERCON GmbH Aurich**  
Druckname: F

### SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf Gesamtbelastung

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]
WEA 01	bestehende E-40/6.44	1:33
WEA 02	beantragte E-48	0:00
WEA 03	geplante E-53	0:00

Anhang G

000143

**Grafischer Schattenwurfkalender  
(Gesamtbelastung)**



Projekt: **Kalenborn-Scheuern** Beschreibung: Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

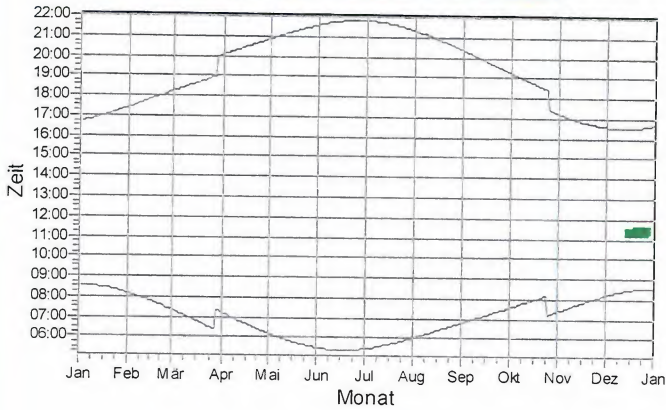
Ausdruck/Seite  
04.06.2007 08:58 / 3

Lizenzierter Anwender:  
**ENERCON GmbH Aurich**  
Dreekamp 5

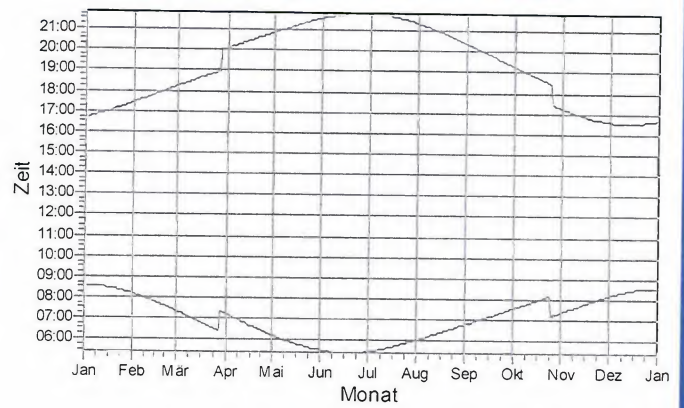
**SHADOW - Grafischer Kalender**

Berechnung: Schattenwurf Gesamtbelastung

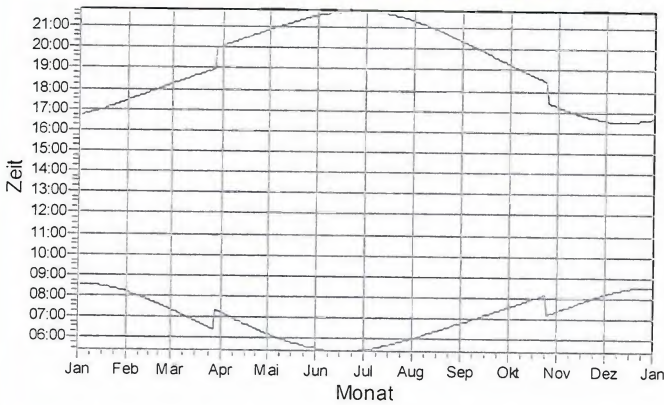
SR 01: Kammwiese, 54570 Kalenborn-Scheuern



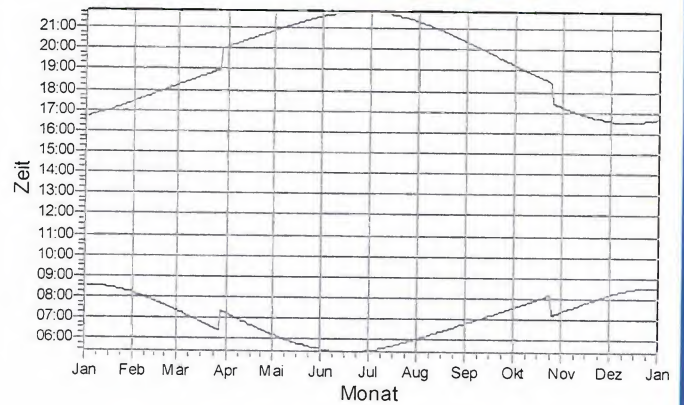
SR 02: An der Aacht, 54570 Kalenborn-Scheuern



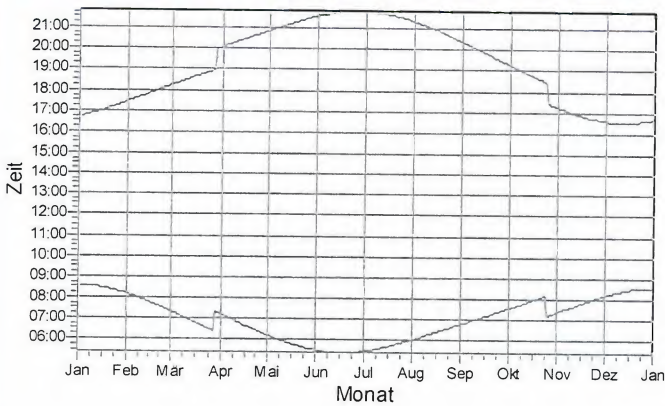
SR 03: In der Hesch 9, 54570 Kalenborn-Scheuern



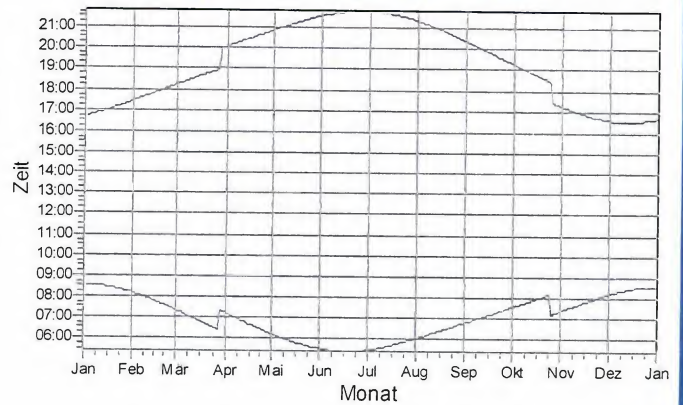
SR 04: Hillstr. 23, 54570 Kalenborn-Scheuern



SR 05: Grenze WG "Unter der Held", 54570 Kalenborn-Scheuern



SR 06: Ringstr. 10, 54570 Kalenborn-Scheuern



WEA



WEA 01: bestehende E-40/6.44

Projekt:

Kalenborn-Scheuern

Beschreibung:

Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite

04.06.2007 08:58 / 4

Lizenzierter Anwender:

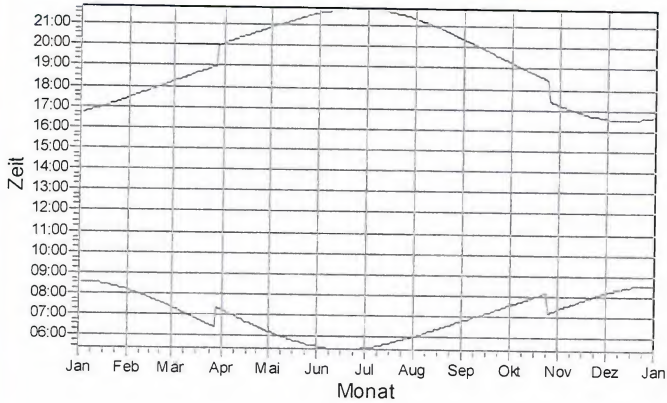
ENERCON GmbH Aurich

Dreekamp 5

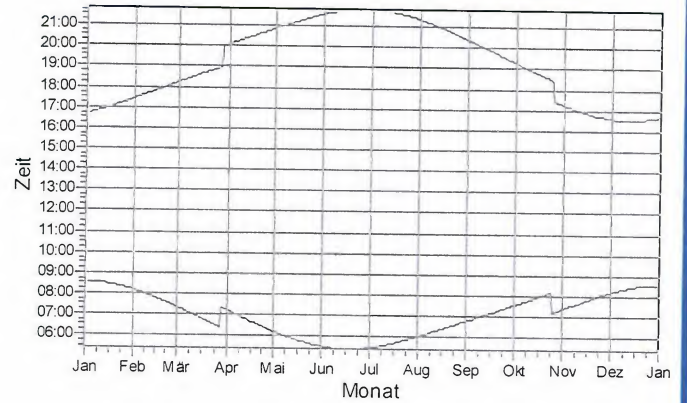
**SHADOW - Grafischer Kalender**

Berechnung: Schattenwurf Gesamtbelastung

SR 07: Hauptstr. 46, 54570 Kalenborn-Scheuern



SR 08: In der Spann 3, 54570 Kalenborn-Scheuern



WEA

000146

## Anhang H

**Darstellung der Fläche  
mit mehr als 30 Stunden Schattenwurf  
und der 30 Minuten-Linie  
(Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung)**



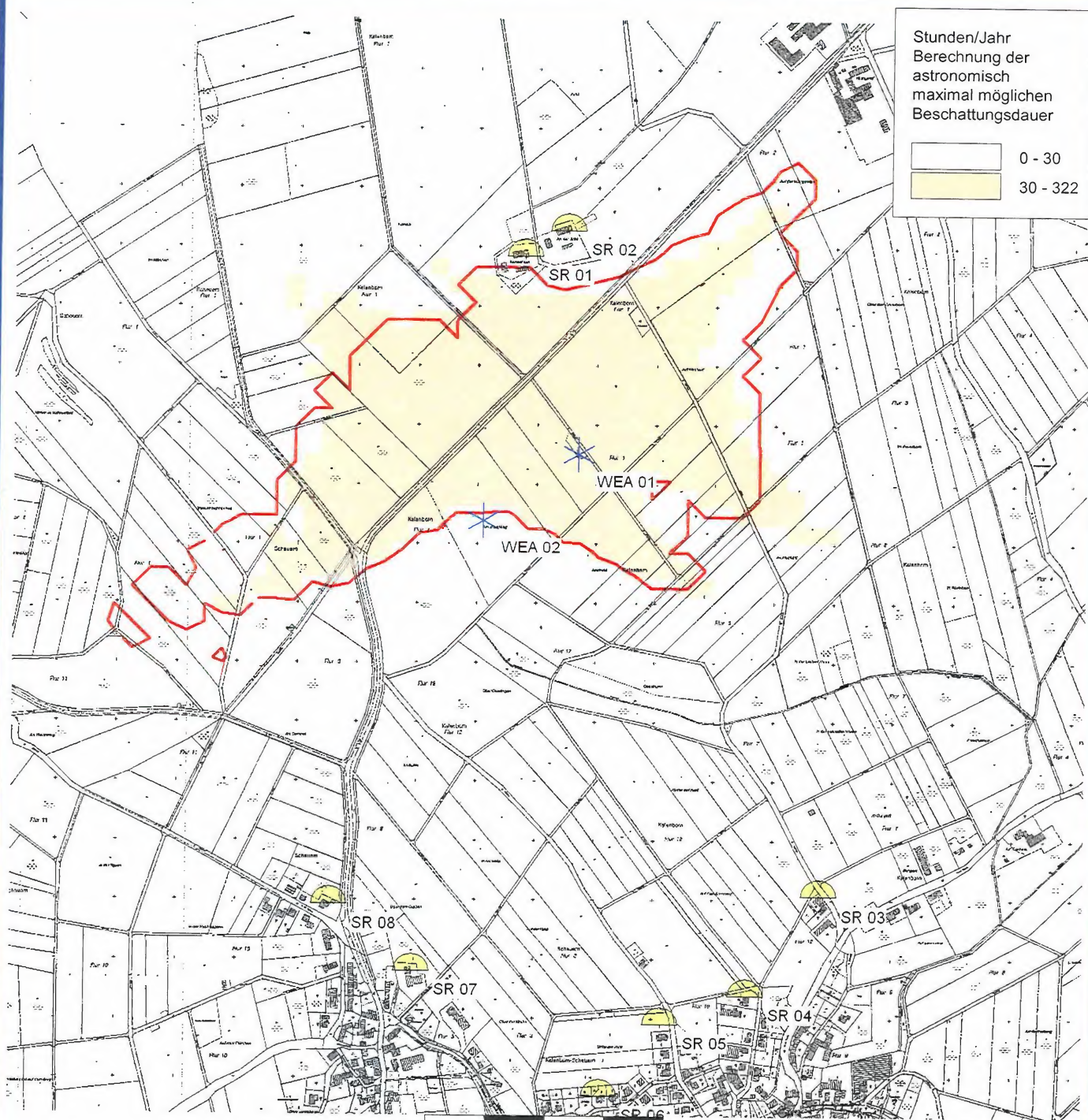
Projekt: **Kalenborn-Scheuern** Beschreibung: Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite  
04.06.2007 08:57 / 3

Lizenzierter Anwender:  
**ENERCON GmbH Aurich**  
Dreikamp 5

**SHADOW - Kalenborn\_5000**

Berechnung: Schattenwurf Vorbelastung Datei: Kalenborn\_5000.bmi



Karte: Kalenborn\_5000, Druckmaßstab 1:10.000, Kartenzentrum Gauss Kruger (Bessel) Zone: 2 Ost: 2.542.659 Nord: 5.570.302

\* Existierende WEA    Schattenrezeptor  
Iso-Schattenlinien in Max.Minuten/d. Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer

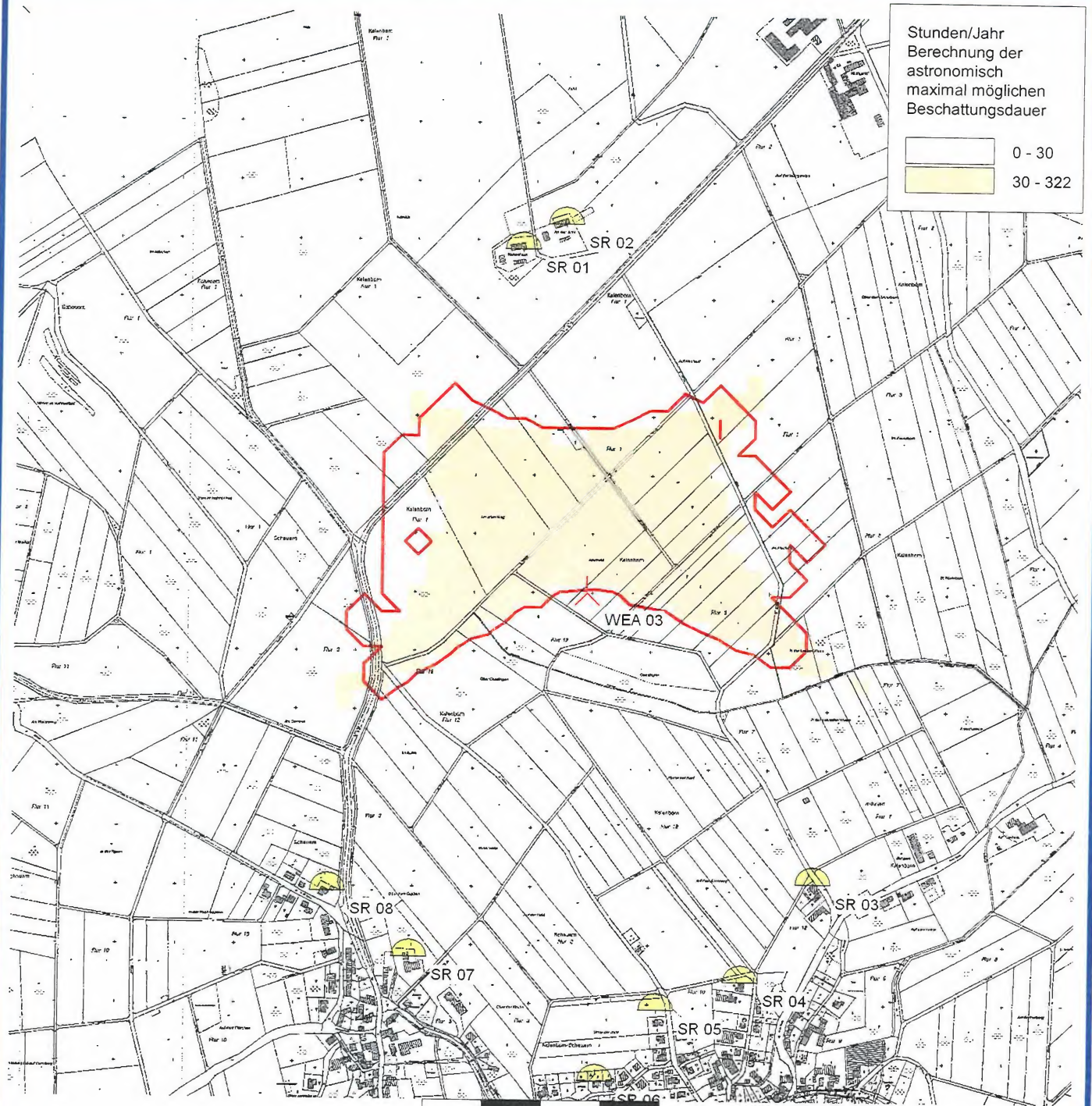
30

Projekt: Kalenborn-Scheuern Beschreibung: Projekt Nr. 2007\_009\_Ense

Ausdruck/Seite: 04.06.2007 08:57 / 2  
Lizenzierter Anwender: ENERCON GmbH Aurich  
Dreikamm 5

### SHADOW - Kalenborn\_5000

Berechnung: Schattenwurf Zusatzbelastung Datei: Kalenborn\_5000.bmi



Karte: Kalenborn\_5000, Druckmaßstab 1:10.000, Kartenzentrum Gauss Kruger (Bessel) Zone: 2 Ost: 2.542.659 Nord: 5.570.302

▲ Neue WEA

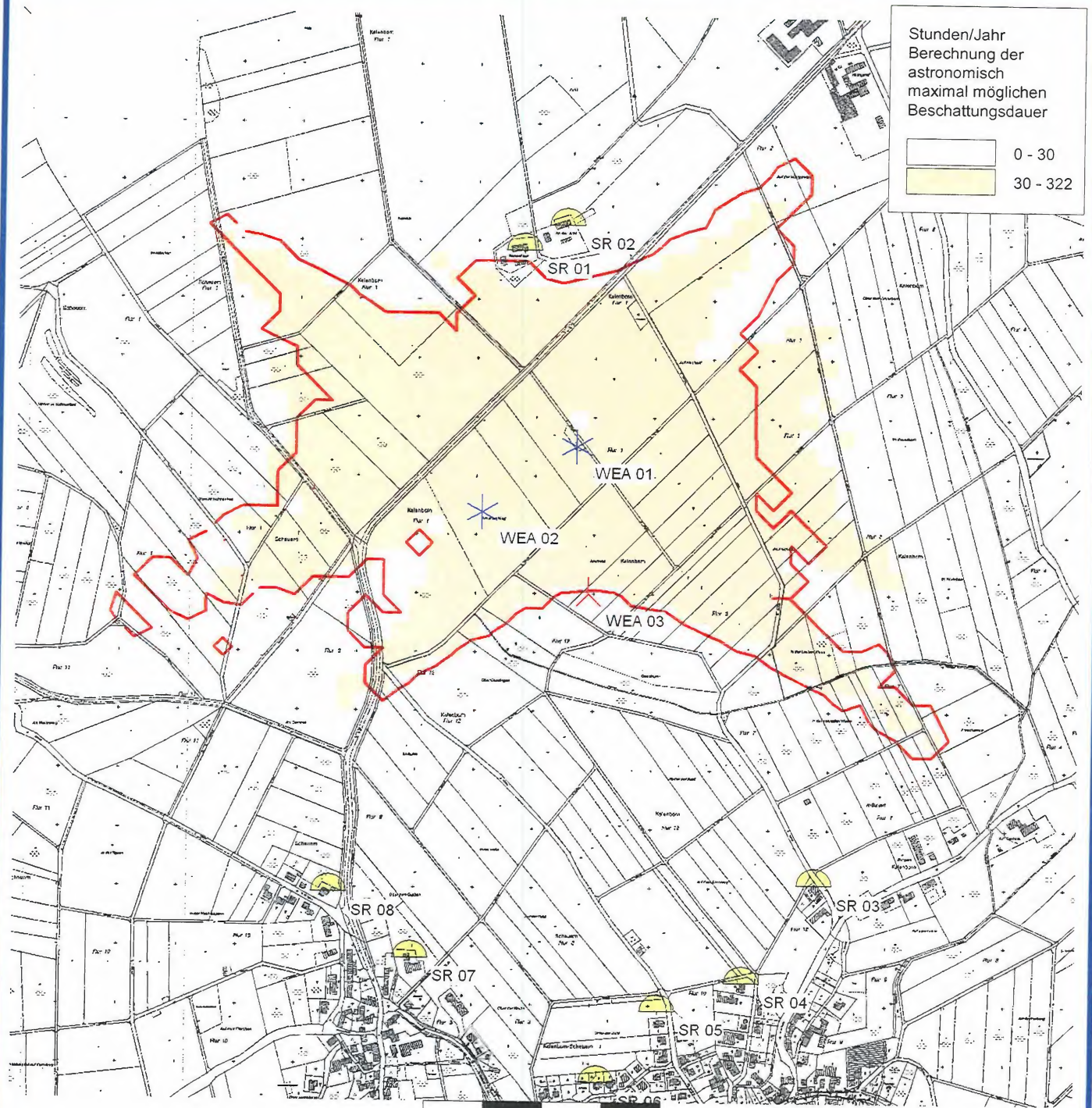
● Schattenrezeptor

Iso-Schattenlinien in Max.Minuten/d. Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer

— 30

**SHADOW - Kalenborn\_5000**

Berechnung: Schattenwurf Gesamtbelastung Datei: Kalenborn\_5000.bmi



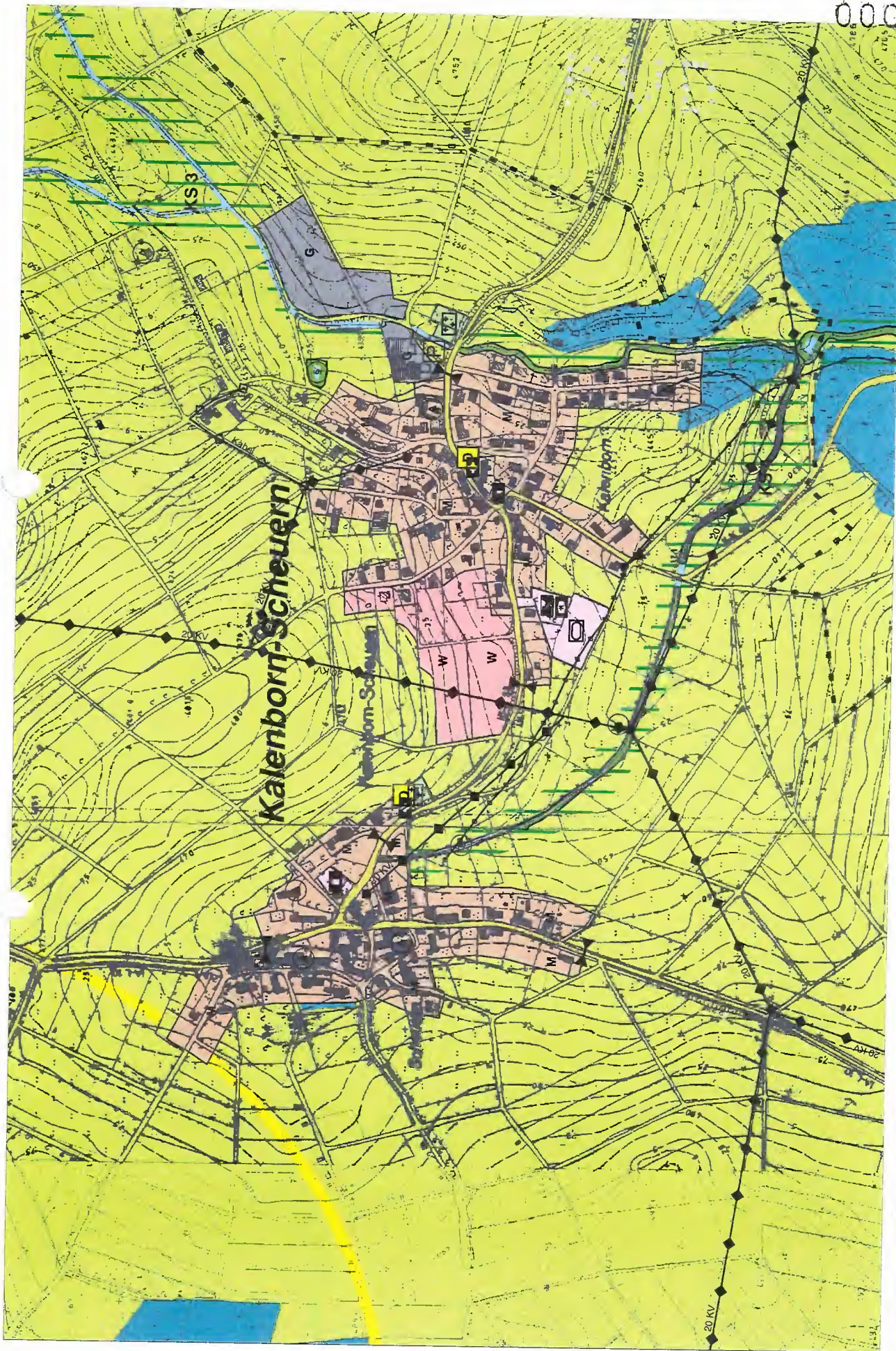
Karte: Kalenborn\_5000, Druckmaßstab 1:10.000, Kartenzentrum Gauss Kruger (Bessel) Zone: 2 Ost: 2.542.659 Nord: 5.570.302  
 \* Neue WEA    \* Existierende WEA    \* Schattenrezeptor  
 Iso-Schattenlinien in Max.Minuten/d. Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer  
 — 30



## Anhang I

### Flächennutzungsplan der Verbandsgemeinde Gerolstein, Ortslage Kalenborn-Scheuern





000101

**FÖA Landschaftsplanung**  
 Faunfisch - Ökologische Arbeitsgemeinschaft  
 Auf der Reederoute 12 54936 Trier Tel. 0651-91048-0 Fax. 0651-91048-50

*J. Lüttmann*

Projektleitung: Dr. Jochen Lüttmann

Maßstab im Original 1:5 000  
 50 m 150 m 250 m  
 Stand: April 2001



**Flächennutzungsplan der  
 Verbandsgemeinde Gerolstein**  
 Karte: Ortslage Kalenborn-Scheuern