



Erich Gasber  
Am Trimmelter Hof 181  
54296 Trier



E 17  
1203

81

Kammer der Beratenden  
Ingenieure Rheinland-Pfalz  
Nr. 63/211/0791

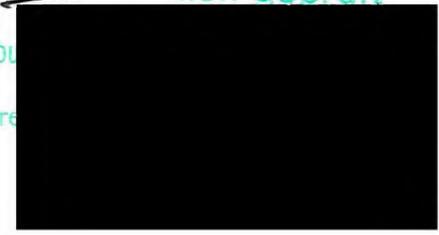
Tel. 0651 8108 300  
Fax 0651 8108 308

### Immissionsprognose

Bauvorhaben: Errichtung von 1 Windkraftanlage  
Typ Südwind S77  
mit 1,5 MW Nennleistung und 85m Nabenhöhe  
In Roth bei Prüm  
43/1-F5

Auftraggeber: 

Zu Bauschein Nr. 207167  
Baubaufsichtlich gebrüft



Bemerkungen:  
Der Berechnung liegen zugrunde:

- 1. Topographische Karte, 1 : 25 000,
- 2. TA-Lärm
- 3. WINDPRO

- Anlagen:
- Grundlagen der Immissionsberechnungen
  - Angaben zu den Windkraftanlagen
  - Basisdaten
- 
- 1. Berechnungen zur Lärmimmission  
Windgeschwindigkeit: 10m/s
  - 2. Berechnungen zum Schattenwurf

aufgestellt:  
Trier, den 15.12.2003

## 1.0 Lärmimmissionen

### 1.1 Allgemein

Grundlage der Berechnungen ist die ISO 9613-2 i.V.m. der TA Lärm.

Entsprechend den v.g. Richtlinien wurden die Immissionsberechnungen mit EDV durchgeführt.

Die Immissionsrichtwerte für die bewerteten Schallkritischen Gebiete wurden mit 45 dB(A) festgelegt.

### 1.2 Berechnungen

Es wurden folgende Berechnungen durchgeführt:  
Windgeschwindigkeit von 10 m/s

### 1.3 Angaben

#### 1.3.1 Südwind S77

Entsprechend beigefügtem Datenblatt wurde ein Schallleistungspegel von 102,6 dB(A) berücksichtigt

### 1.4 Bewertung

#### 1.4.1 bauliche Nutzung

Die Schallkritischen Gebiete wurden entsprechend der örtlichen Aufnahme auf der Grundlage der BauNVO qualifiziert.

In den betrachteten Bereichen herrscht landwirtschaftliche Nutzung vor. Die Ortslagen sind mit einer Anzahl von Neben- und Vollerwerbs-Landwirtschaftsbetrieben besetzt. Bei den betrachteten Orten ist eine typische Mischnutzung entsprechend den Charakteristiken eines Dorf- und Mischgebietes zu erkennen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die jeweiligen Gebiete keine Qualifizierung eines Allgemeinen Wohngebietes erreichen.

Entsprechend v.g. Annahmen können daher die Grenzwerte für Misch- und Dorfgebiete, mit 45 dB(A) eingehalten werden.

#### 1.4.2 Berechnungen

Die Schall-Berechnungsergebnisse wurden unterteilt in:

1. Vorbelastung „Roth-Einzelbetrachtung“ -> Hauptergebnis mit „Detaillierte Ergebnisse“ und Kartenausschnitt M. 1:15000

#### 1.4.3 Ergebnis

Es kann festgestellt werden, dass an keinem der Immissionspunkte eine Zusatzbelastung von 35dB(A) oder mehr zu erwarten ist.

## 2.0 Schattenwurf

### 2.1 Berechnungen

Die Schatten-Berechnungsergebnisse besteht aus:

1. Gesamtbelastung „Roth-Nord Gesamtbelastung mit „Shadow-Kalender“ und grafischer Auswertung

### 2.2 Ergebnis

Entsprechend Punkt 1 bleibt festzustellen, dass eine relevante Erhöhung der Beaufschlagung der schattenkritischen Gebiete nicht zu erwarten ist.

.....

Projekt:

Roth Nord

Ausdruck/Seite

15.12.03 13:26 / 1

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Gasber  
Am Trimmelter Hof 181  
DE-54296 Trier  
+49 (0)651 998 35 98

Berechnet:

15.12.03 12:28/2.3.0.216

### BASIS - Projektdaten Überblick

Berechnung: neue WKA

Staat: Germany

#### Karten

| Name        | Format       | Path                                      |
|-------------|--------------|---|
| Roth-1      | Bitmap-Datei | C:\WindPRO Data\Projects\60-77\Roth-1.bmi |
| Blancokarte |              |   |

Standortzentrum: GK Zone: 2 Ost: 2.528.154 Nord: 5.575.951

#### WEA

| GK Zone: 2 |           |           |   | WEA Typ |            |         |               |             |          |      |
|------------|-----------|-----------|---|---------|------------|---------|---------------|-------------|----------|------|
| Ost        | Nord      | Z         | Reihendaten/ Beschreibung                       | Aktuell | Hersteller | Typ     | Leistung [kW] | Rotord. [m] | Höhe [m] |      |
| 1          | 2.528.582 | 5.576.309 | 595 SÜDWIND S77 1500 77.0 !-! Nabenhöhe: 85,0 m | Neu     | Ja         | SÜDWIND | S77           | 1.500       | 77,0     | 85,0 |

#### Schallkritisches Gebiet

| GK Zone: 2 |           |           |                                     | Schall Grenzwert | Abstand         | Typ    |
|------------|-----------|-----------|-------------------------------------|------------------|-----------------|--------|
| Ost        | Nord      | Z         | Objektname                          | [dB(A)]          | Anforderung [m] |        |
| A          | 2.529.076 | 5.577.107 | 612 Wohnhäuser a.d. B265 - nördlich | 45,0             | 200             | Gebiet |
| B          | 2.530.279 | 5.577.035 | 600 Erlenphenn                      | 45,0             | 200             | Gebiet |
| C          | 2.528.927 | 5.575.468 | 603 Mooshaussiedlung                | 45,0             | 200             | Gebiet |
| D          | 2.528.270 | 5.574.687 | 585 Ortslage Roth                   | 45,0             | 200             | Gebiet |
| E          | 2.528.021 | 5.577.029 | 580 Ortslage Krewinkel - B -        | 45,0             | 200             | Gebiet |
| F          | 2.526.043 | 5.576.127 | 515 Ortslage Weckerath - B -        | 45,0             | 200             | Gebiet |
| G          | 2.529.536 | 5.577.102 | 611 Wohnhaus a.d. K14               | 45,0             | 200             | Gebiet |

#### Schatten Rezeptor

| GK Zone: 2 |           |           |                                     | Ausrichtung | Breite | Höhe | Höhe über Grund | Winkel |
|------------|-----------|-----------|-------------------------------------|-------------|--------|------|-----------------|--------|
| Ost        | Nord      | Z         | Objektname                          | [°]         | [m]    | [m]  | [m]             | [°]    |
| A          | 2.528.790 | 5.575.463 | 603 Mooshaussiedlung                | 356,8       | 1,0    | 1,0  | 1,0             | 90,0   |
| B          | 2.529.037 | 5.577.127 | 612 Wohnhäuser a.d. B265 - nördlich | 180,0       | 1,0    | 1,0  | 1,0             | 90,0   |
| C          | 2.530.234 | 5.577.092 | 600 Erlenphenn                      | 196,8       | 1,0    | 1,0  | 1,0             | 90,0   |
| D          | 2.527.521 | 5.574.807 | 585 Ortslage Roth                   | 348,5       | 1,0    | 1,0  | 1,0             | 90,0   |
| E          | 2.525.470 | 5.575.946 | 515 Weckerath - B -                 | 92,2        | 1,0    | 1,0  | 1,0             | 90,0   |
| F          | 2.527.494 | 5.577.071 | 580 Krewinkel - B -                 | 180,0       | 1,0    | 1,0  | 1,0             | 90,0   |
| G          | 2.529.576 | 5.577.070 | 611 Wohnhaus a.d. K14               | 180,0       | 1,0    | 1,0  | 1,0             | 90,0   |

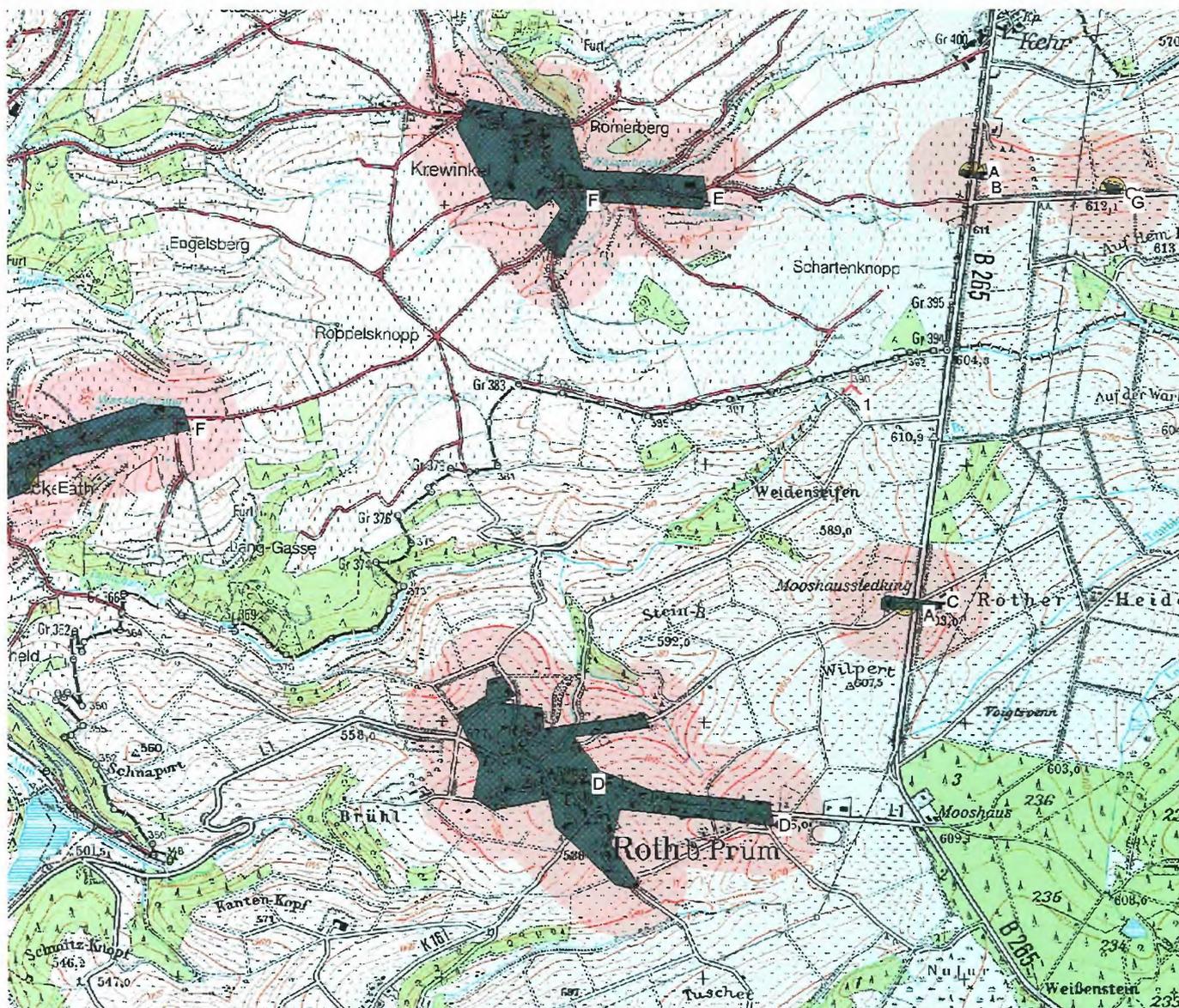
Projekt:  
**Roth Nord**

Ausdruck/Seite  
15.12.03 13:29 / 1  
Lizenzierter Anwender:  
**Ingenieurbüro Gasber**  
Am Trimmelter Hof 181  
DE-54296 Trier  
+49 (0)651 998 35 98

Berechnet:  
15.12.03 12:28/2.3.0.216

**BASIS - Roth-1**

Berechnung: neue WKA Datei: Roth-1.bmi



Karte: Roth-1, Druckmaßstab 1:25.000, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.527.675 Nord: 5.575.885  
● Schallkritisches Gebi ● Schatten Rezeptor

Neue WEA

# Auszug aus dem Prüfbericht

Stamtblatt „Gerausche“, entsprechend den „Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“

Rev. 13 vom 01. Januar 2000 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Flötenstr. 41-43, D-22083 Hamburg)

## Auszug aus dem Prüfbericht WICO 013SE102/03 zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ SÜDWIND S-77

| Allgemeine Angaben                             |   | Technische Daten (Herstellerangaben) |                         |
|--|---|--------------------------------------|-------------------------|
| Anlagenhersteller:                             | Südwind Energy GmbH<br>Bornbarch 2<br>D-22848 Norderstedt | Nennleistung (Generator):            | 1500 kW                 |
| Seriennummer:                                  | 70044   | Rotordurchmesser:                    | 77 m                    |
| WEA-Standort (ca.):                            | Hohen Pritz WEA Nr.7                                      | Nabenhöhe über Grund:                | 85 m                    |
| Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben) |   | Turmbauart:                          | Stahlrohrturm           |
| Rotorblatthersteller:                          | NOI   | Leistungsregelung:                   | Pitch/Stall/Aktiv-Stall |
| Typenbezeichnung Blatt:                        | NOI 37.5  | Erg. Daten zu Getriebe und Generator |                         |
| Blatteinstellwinkel:                           | variabel  | Getriebehersteller:                  | Flender                 |
| Rotorblattanzahl:                              | 3   | Typenbezeichnung Getriebe:           | CPNHZ-197               |
| Rotornennbereich:                              | 9,6/17,3 U/min  | Generatorhersteller:                 | Loher                   |
| Prüfbericht zur Leistungskurve: n.v (2)        |   | Typenbezeichnung Generator:          | JFRA-580                |
|  |   | Generatornennbereich:                | 1000-1800 U/min         |

|  | Referenzpunkt  |                              | Schallemissions-Parameter   | Bemerkungen |
|--|--|------------------------------|---|-------------|
|  | Standardisierte Windgeschwindigkeit $v$ in 10 m Höhe | Elektrische Wirkleistung     |   |             |
| Schalleistungspegel $L_{WA,P}$             | 6 $ms^{-1}$<br>7 $ms^{-1}$<br>7,8 $ms^{-1}$          | 705 kW<br>1114 kW<br>1425 kW | 99,3 dB(A)<br>101,8 dB(A)<br>102,6 dB(A)                                |             |
| Tonzuschlag für den Nahbereich $K_{TN}$    | 6 $ms^{-1}$<br>7 $ms^{-1}$<br>7,8 $ms^{-1}$          | 705 kW<br>1114 kW<br>1425 kW | 0 dB bei - Hz<br>1 dB bei $\approx$ 182 Hz<br>1 dB bei $\approx$ 188 Hz | (1)         |
| Impulzzuschlag für den Nahbereich $K_{IN}$ | 6 $ms^{-1}$<br>7 $ms^{-1}$<br>7,8 $ms^{-1}$          | 705 kW<br>1114 kW<br>1425 kW | 0 dB<br>0 dB<br>0 dB  | (1)         |

Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt  $v_{10} = 7,8 \text{ ms}^{-1}$  in dB(A) (1)

|            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Frequenz   | 16   | 20   | 25   | 31,5 | 40   | 50   | 63   | 80   | 100  | 125  | 160  | 200  | 250  | 315   | 400   | 500   |
| $L_{WA,P}$ | 61,5 | 62,8 | 64,7 | 71,2 | 73,7 | 76,5 | 80,3 | 83,7 | 86,4 | 85,9 | 89,2 | 94,8 | 92,1 | 92,9  | 93,2  | 91,4  |
| Frequenz   | 630  | 800  | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 | 5000 | 6300 | 8000 | 0000 | 12500 | 16000 | 20000 |
| $L_{WA,P}$ | 91,6 | 90,8 | 90,6 | 89,1 | 87,8 | 86,2 | 83,6 | 79,5 | 72,8 | 64,0 | 58,6 | 56,1 | 55,4 | 49,5  | 51,4  | 38,7  |

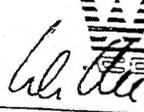
Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 09.04.2002. Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallemissionsprognosen).

Bemerkungen:

- (1) Der Betriebspunkt der 95%igen Nennleistung, für den der maximale Schalleistungspegel angegeben wird, liegt unter Berücksichtigung der verwendeten Leistungskurve und der Nabenhöhe der vermessenen WEA bei  $v_{10} = 7,8 \text{ ms}^{-1}$  in 10 m ü.G..
- (2) Die Berechnungen basieren auf einer berechneten Leistungskurve nach Herstellerangaben

Gemessen durch: WIND-consult GmbH  
Reuterstraße 9  
D-18211 Bargeshagen

Datum: 11.04.02

  
Unterschrift  
Dipl.-Ing. W. Wilke

  
Unterschrift  
Dipl.-Ing. J. Schwabe



DAP-PL-2756.00

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

## Berechnungsgrundlagen

Liegen den Berechnungen mehrere Schallquellen (z.B. in einem Windpark) zugrunde, so überlagern sich die einzelnen Schallwellen entsprechend der Abstände zum betrachteten Immissionspunkt und werden energetisch addiert. In der Bewertung der Lärmimmission nach der TA-Lärm ist der aus allen Schallquellen resultierende Schalldruckpegel zu ermitteln.

### Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit)

Als Quellen für tonhaltige Geräusche sind in erster Linie Getriebe, Generatoren, Azimutgetriebe und eventuelle Hydraulikanlagen zu nennen. Tonhaltigkeiten im Anlagengeräusch sollten konstruktiv vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert werden. Hebt sich aus dem Anlagengeräusch mindestens ein Einzelton deutlich hörbar heraus (meist >2 dB), ist nach VDI 2058, Blatt 1, 'die dadurch hervorgerufene erhöhte Störwirkung durch einen Zuschlag zu dem jeweiligen Mittelungspegel der dafür in Frage kommenden Teilzeiten zu berücksichtigen. Dieser Zuschlag beträgt je nach Auffälligkeit des Tons 3 oder 6 dB (A).'

### Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit)

Impulshaltige Geräusche können z.B. durch den Turmdurchgang des Rotorblattes entstehen und werden als besonders störend empfunden. Die Beurteilung, ob eine Impulshaltigkeit gegeben ist, kann nach DIN 45645 durchgeführt werden. Enthält das Anlagengeräusch (A-bewerteter Schallpegel) oft, d.h. mehrmals je Minute, deutlich hervortretende Impulsgeräusche oder ähnlich auffällige Pegeländerungen (aus Messung), dann ist nach VDI 2058, Blatt 1, 'die durch solche Geräusche hervorgerufene erhöhte Störwirkung durch einen Zuschlag zum Mittelungspegel zu berücksichtigen. Dieser Zuschlag beträgt je nach Auffälligkeit des Tons 3 oder 6 dB (A).'

### Einzeltonzuschläge in der Praxis

Neben dem Schallpegel durch die WKA sind in der Praxis Impuls- und Tonhaltigkeit der Anlage als weitere Störwirkungen für den in der Nachbarschaft lebenden Menschen zu bewerten und in dem jeweiligen Immissionspunkt zu berücksichtigen (z.B. sinkt dort der Grenzwert unter Berücksichtigung von Einzeltönen von 45 dB(A) auf 42 dB(A) bzw. maximal 39 dB(A)). Das Minimum für einen Einzeltonzuschlag sollte dabei 3 dB(A) und das Maximum 6 dB(A) betragen.

Generell empfehlen wir, daß Sie sich mit den zuständigen Behörden in Verbindung setzen, um die geltenden Vorschriften und Anforderungen zu erfragen und Ihre Berechnungen darauf abzustimmen.

### 1.1.2.2 DIN ISO 9613-2 "DÄMPFUNG DES SCHALLS BEI DER AUSBREITUNG IM FREIEN"

Nach der derzeit gültigen Fassung der TA-Lärm vom August 1998 sind die Prognosen anhand der DIN ISO 9613-2 zu erstellen. Dabei sind evtl. bestehende geräuschkmäßige Vorbelastungen an den Immissionsorten zu berücksichtigen.

Normalerweise wird bei der schalltechnischen Vermessung von Windkraftanlagen der A-bewertete Schalleistungspegel (keine Oktavbandbezogenen Werte) ermittelt. Daher werden die Dämpfungswerte bei 500 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung abzuschätzen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionspunkt berechnet sich nach der ISO 9613-2 dann wie folgt:

$$L_{Af}(DW) = L_{WA} + D_C - A \tag{1}$$

$L_{WA}$ : Schalleistungspegel der Punktschallquelle A-bewertet..

$D_c$ : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden  $D_\Omega$ :

$$D_c = D_\Omega + 0 \quad (2)$$

Zusätzlich bedingt durch die Reflexion am Boden gilt:

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

Mit:

$h_s$ : Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

$h_r$ : Höhe des Immissionspunktes über Grund (in der Regel 5m)

$d_p$ : Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger, projiziert auf die Bodenebene. Der Abstand bestimmt sich aus den x und y Koordinaten der Quelle (Index s) und des Immissionspunktes (Index r):

$$d_p = \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2}$$

A: Dämpfung zwischen der Punktquelle (WKA-Gondel) und dem Immissionspunkt, die während der Schallausbreitung vorhanden ist. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

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

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

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt.

$A_{atm}$ : Dämpfung durch die Luftabsorption

$$A_{atm} = \alpha_{500} d / 1000 \quad (7)$$

$\alpha_{500}$ : Absorptionskoeffizient der Luft (= 1,9 dB/km)

Dieser Wert für  $\alpha_{500}$  bezieht sich auf die günstigsten Schallausbreitungsbedingungen (Temperatur von 10° und relativer Luftfeuchte von 70%).

$A_{gr}$ : Bodendämpfung:

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

Wenn  $A_{gr} < 0$  dann ist  $A_{gr} = 0$  (8)

$h_m$ : mittlere Höhe (in Meter) des Schallausbreitungsweges über dem Boden:

$$h_m = (h_s + h_r) / 2 \quad (9)$$

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

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

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

### Berechnungsverfahren in Oktaven

Nach der ISO 9613-2 kann die Prognose auch über das Oktavspektrum des Schalleistungspegel der WKA durchgeführt werden. Wird im WKA-Katalog das Oktavspektrum angegeben, so rechnet Windpro automatisch

damit. Im folgenden sind nur die Unterschiede zu der 500 Hz Mittenfrequenz bezogenen Berechnung aufgezeigt. Der resultierende Schalldruckpegel  $L_{AT}$  berechnet sich dann mit:

$$L_{AT} = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^n [10^{0,1 L_{AT}(63, f)} + 10^{0,1 L_{AT}(125, f)} + 10^{0,1 L_{AT}(250, f)} + 10^{0,1 L_{AT}(500, f)} + 10^{0,1 L_{AT}(1k, f)} + 10^{0,1 L_{AT}(2k, f)} + 10^{0,1 L_{AT}(4k, f)} + 10^{0,1 L_{AT}(8k, f)}] \right) \quad (10)$$

Dabei gilt:

- n: Anzahl der Schallquellen
- i: Index der Schallquelle
- $L_{AT}$ : A-bewerteter Schalldruckpegel der einzelnen Schallquelle bei den unterschiedlichen Mittenfrequenzen (63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz)

Der A-bewertete Schalldruckpegel  $L_{AT}$  bei den Mittenfrequenzen jeder einzelnen Schallquelle berechnet sich aus:

$$L_{AT} = (L_W + A_f) + D_c - A \quad (11)$$

Mit:

- $L_W$ : Oktav-Schalleistungspegel der Punktschallquelle nicht A-bewertet.  $L_W + A_f$  entspricht dem A-bewerteten Oktav-Schalleistungspegel  $L_{WA}$  nach IEC 651.
- $A_f$ : genormte A-Bewertung nach IEC 651 (vgl. WindPRO-Katalog Schalldaten, A-bewertet), Windpro ermittelt nach diesem Verfahren den A-bewerteten Schallpegel.
- $D_c$ : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber mit Reflexion am Boden  $D_R$  (siehe oben):
- A: Oktavdämpfung, Dämpfung zwischen Punktquelle und Immissionspunkt. Sie bestimmt sich wie oben aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (12)$$

- $A_{div}$ : Dämpfung aufgrund der geometrische Ausbreitung (=VDI 2714 Abstandsmaß  $D_s$ )
- $A_{atm}$ : Dämpfung aufgrund der Luftabsorption, abhängig von der Frequenz (=VDI 2714 Luftabsorptionsmaß  $D_L$ )
- $A_{gr}$ : Bodendämpfung (=VDI 2714 Boden und Meteorologiedämpfungsmaß  $D_{B,M}$ )
- $A_{bar}$ : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), worst case ohne  $A_{bar} = 0$ .
- $A_{misc}$ : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). Worst case  $A_{misc} = 0$ .

Bei der Oktavbandbezogenen Ausbreitung ist die Dämpfung durch die Luftabsorption von der Frequenz abhängig mit:

$$A_{atm} = \alpha_f \cdot d / 1000 \quad (13)$$

Mit:

$\alpha_o$ : Absorptionskoeffizient der Luft für jedes Oktavband

Der Luftdämpfungskoeffizient  $\alpha_o$  ist stark abhängig von der Schallfrequenz, der Umgebungstemperatur und der relativen Luftfeuchte. Die ungünstigsten Werte bestehen bei einer Temperatur von 10° und 70% Rel. Luftfeuchte nach folgender Tabelle:

|                          |     |     |     |     |      |      |      |      |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Bandmittenfrequenz, [Hz] | 63  | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| $\alpha_o$ , [dB/km]     | 0,1 | 0,4 | 1   | 1,9 | 3,7  | 9,7  | 32,8 | 117  |

**Langzeit-Mittelungspegel (Resultierender Beurteilungspegel)**

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

$$L_{AT}(LT) = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{ATi} - C_{met} + K_{Ti} + K_{Ii})} \right) \quad (14)$$

- $L_{AT}$ : Beurteilungspegel am Immissionspunkt
- $L_{ATi}$ : Schallimmissionspegel an dem Immissionspunkt einer Emissionsquelle i
- i: Index für alle Geräuschquellen von 1-n
- $K_{Ti}$ : Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i
- $K_{Ii}$ : Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i
- $C_{met}$ : Meteorologische Korrektur. Diese bestimmt sich nach den Gleichungen:

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

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

wobei der Faktor  $C_0$  abhängig von den Witterungsbedingungen zwischen 0 und 5 dB liegen kann. Werte über 2 dB treten nur in Ausnahmefällen auf. In WindPRO kann  $C_0$  individuell für jede Schallberechnung definiert werden.

**Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit)  $K_T$**

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

$$K_T = 0 \text{ für } 0 \leq K_{TN} \leq 2$$

$$K_T = 3 \text{ für } 3 \leq K_{TN} \leq 5$$

$$K_T = 6 \text{ für } K_{TN} = 6$$

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

### Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) $K_i$

Enthält das Anlagengeräusch (A-bewerteter Schallpegel) öfter, d.h. mehrmals pro Minute, deutlich hervortretende Impulsgeräusche oder ähnlich auffällige Pegeländerungen (laut Messung), dann ist nach der TA-Lärm die durch solche Geräusche hervorgerufene erhöhte Störwirkung durch einen Zuschlag zum Mittelungspegel zu berücksichtigen. Dieser Zuschlag  $K_i$  beträgt, je nach Auffälligkeit des Tons 3 oder 6 dB (A). In der Praxis werden impulshaltige Geräusche konstruktiv vermieden und sind auch bei den derzeitig erhältlichen Windkraftanlagen nicht vorhanden.

### Allg. Hinweis

In der Praxis dämpfen u.U. Bebauung und Bewuchs den Schall noch zusätzlich ( $A_{\text{misc}} > 0$ ), so daß die tatsächlichen Immissionswerte trotz ungünstigsten Schallausbreitungsbedingungen unter jenen der Prognose liegen können.

Projekt:

**Roth Nord**

Ausdruck/Seite

15.12.03 13:30 / 1

Lizenzierter Anwender:

**Ingenieurbüro Gasber**  
 Am Trimmelter Hof 181  
 DE-54296 Trier  
 +49 (0)651 998 35 98

Berechnet:

15.12.03 13:19/2.3.0.216

## DECIBEL - Hauptergebnis

### Berechnung: Einzelbetrachtung

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

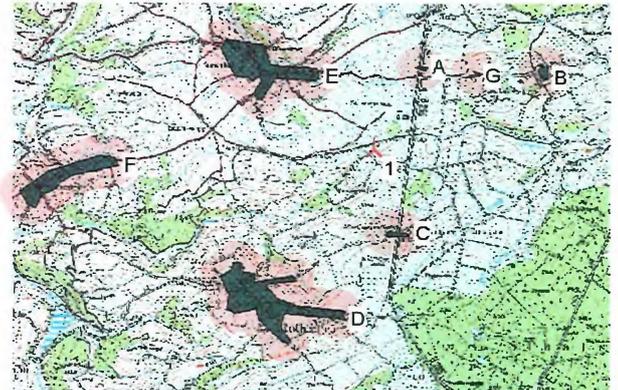
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm "ISO 9613-2 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe: 10,0 m/s  
 Faktor für Meteorologischer Dämpfungskoeffizient, CO: 0,0 dB

Die derzeit gültigen Immissionsrichtwerte richten sich nach der TA-Lärm jeweils für die entsprechenden Nachtwerte:

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

Liegen Einzeltöne (Ton-/Impulshaltigkeit) bei einzelnen WEA vor, wird für die WEA ein Zuschlag je nach Auffälligkeit von 0 dB, 3 dB oder 6 dB angesetzt.



Maßstab 1:75.000

Neue WEA

Schallkritisches Gebiet

### WEA

| GK Zone: 2 | Ost Nord Z |           |     | Reihendaten/ Beschreibung | WEA Typ |            |     | Schallwerte |         |      | LWA, Ref. | Einzeltöne | Oktavbandabh. Daten |                   |         |       |      |      |
|------------|------------|-----------|-----|---------------------------|---------|------------|-----|-------------|---------|------|-----------|------------|---------------------|-------------------|---------|-------|------|------|
|            | Ost        | Nord      | Z   |                           | Aktuell | Hersteller | Typ | Leistung    | Rotord. | Höhe |           |            |                     | Erzeuger          | Name    |       |      |      |
| 1          | 2.528.582  | 5.576.309 | 595 | [m]                       | Ja      | SÜDWIND    | S77 | 1.500       | [kW]    | 77,0 | [m]       | 85,0       | USER                | Benutzerdefiniert | [dB(A)] | 102,6 | Nein | Nein |

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

| Schallkritisches Gebiet | Name                              | GK Zone: 2 |           |     | Anforderungen |         | Beurteilungspegel | Anforderungen erfüllt? |        |         |
|-------------------------|-----------------------------------|------------|-----------|-----|---------------|---------|-------------------|------------------------|--------|---------|
|                         |                                   | Ost        | Nord      | Z   | Schall        | Abstand |                   | Berechnet              | Schall | Abstand |
| Nein                    |                                   |            |           |     | [m]           | [dB(A)] | [dB(A)]           |                        |        |         |
|                         | A Wohnhäuser a.d. B265 - nördlich | 2.528.992  | 5.577.121 | 612 | 45,0          | 200     | 30,6              | Ja                     | Ja     | Ja      |
|                         | B Erlenphenn                      | 2.530.203  | 5.577.042 | 600 | 45,0          | 200     | 22,3              | Ja                     | Ja     | Ja      |
|                         | C Mooshaussiedlung                | 2.528.716  | 5.575.490 | 603 | 45,0          | 200     | 31,7              | Ja                     | Ja     | Ja      |
|                         | D Ortslage Roth                   | 2.527.783  | 5.575.027 | 585 | 45,0          | 200     | 24,4              | Ja                     | Ja     | Ja      |
|                         | E Ortslage Krewinkel - B -        | 2.527.994  | 5.576.991 | 580 | 45,0          | 200     | 30,7              | Ja                     | Ja     | Ja      |
|                         | F Ortslage Weckerath - B -        | 2.526.043  | 5.576.127 | 515 | 45,0          | 200     | 17,4              | Ja                     | Ja     | Ja      |
|                         | G Wohnhaus a.d. K14               | 2.529.556  | 5.577.052 | 611 | 45,0          | 200     | 27,0              | Ja                     | Ja     | Ja      |

#### Abstände (m)

| WEA | SKG  | 1 |
|-----|------|---|
| A   | 910  |   |
| B   | 1779 |   |
| C   | 830  |   |
| D   | 1511 |   |
| E   | 901  |   |
| F   | 2546 |   |
| G   | 1225 |   |

↑  
*je nach < 35 dB(A)*

Projekt:

Roth Nord

Ausdruck/Seite

15.12.03 13:30 / 1

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Gasber  
Am Trimmelter Hof 181  
DE-54296 Trier  
+49 (0)651 998 35 98

Berechnet:

15.12.03 13:19/2.3.0.216

### DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Einzelbetrachtung

#### Voraussetzungen

Beurteilungspegel  $L(DW) = LWA_{ref} + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet$   
(wenn mit Bodendämpfung gerechnet wird, dann ist  $Dc = Domega$ )

- LWA<sub>ref</sub>: Schalleistungspegel WKA
- K: Einzeltöne
- Dc: Richtwirkungskorrektur
- Adiv: die Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
- Aatm: die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
- Agr: die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
- Abar: die Dämpfung aufgrund von Abschirmung
- Amisc: die Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte
- Cmet: Meteorologische Korrektur

#### Berechnungsergebnisse

##### Schallkritisches Gebiet: A Wohnhäuser a.d. B265 - nördlich

WEA

| Nein | Abstand [m] | Schallweg [m] | Mittlere Höhe [m] | Sichtbar | Beurteilungspegel [dB(A)] | LWA,Ref. [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] | Cmet [dB] |
|------|-------------|---------------|-------------------|----------|---------------------------|------------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|
| 1    | 910         | 912           |                   |          | 30,58                     | 102,6            | 3,01    | 70,20     | 1,73      | 3,09     | 0,00      | 0,00       | 75,03  | 0,00      |

Summe 30,58

##### Schallkritisches Gebiet: B Erlenphenn

WEA

| Nein | Abstand [m] | Schallweg [m] | Mittlere Höhe [m] | Sichtbar | Beurteilungspegel [dB(A)] | LWA,Ref. [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] | Cmet [dB] |
|------|-------------|---------------|-------------------|----------|---------------------------|------------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|
| 1    | 1.779       | 1.780         |                   |          | 22,28                     | 102,6            | 3,01    | 76,01     | 3,38      | 3,93     | 0,00      | 0,00       | 83,33  | 0,00      |

Summe 22,28

##### Schallkritisches Gebiet: C Mooshaussiedlung

WEA

| Nein | Abstand [m] | Schallweg [m] | Mittlere Höhe [m] | Sichtbar | Beurteilungspegel [dB(A)] | LWA,Ref. [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] | Cmet [dB] |
|------|-------------|---------------|-------------------|----------|---------------------------|------------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|
| 1    | 830         | 833           |                   |          | 31,68                     | 102,6            | 3,01    | 69,42     | 1,58      | 2,93     | 0,00      | 0,00       | 73,93  | 0,00      |

Summe 31,68

##### Schallkritisches Gebiet: D Ortslage Roth

WEA

| Nein | Abstand [m] | Schallweg [m] | Mittlere Höhe [m] | Sichtbar | Beurteilungspegel [dB(A)] | LWA,Ref. [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] | Cmet [dB] |
|------|-------------|---------------|-------------------|----------|---------------------------|------------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|
| 1    | 1.511       | 1.513         |                   |          | 24,36                     | 102,6            | 3,01    | 74,60     | 2,88      | 3,78     | 0,00      | 0,00       | 81,25  | 0,00      |

Summe 24,36

##### Schallkritisches Gebiet: E Ortslage Krewinkel - B -

WEA

| Nein | Abstand [m] | Schallweg [m] | Mittlere Höhe [m] | Sichtbar | Beurteilungspegel [dB(A)] | LWA,Ref. [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] | Cmet [dB] |
|------|-------------|---------------|-------------------|----------|---------------------------|------------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|
| 1    | 901         | 906           |                   |          | 30,67                     | 102,6            | 3,01    | 70,14     | 1,72      | 3,08     | 0,00      | 0,00       | 74,94  | 0,00      |

Summe 30,67

Projekt:

Roth Nord

Ausdruck/Seite

15.12.03 13:30 / 2

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Gasber  
Am Trimmelter Hof 181  
DE-54296 Trier  
+49 (0)651 998 35 98

Berechnet:

15.12.03 13:19/2.3.0.216

### DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Einzelbetrachtung

#### Schallkritisches Gebiet: F Ortslage Weckerath - B -

WEA

| Nein | Abstand<br>[m] | Schallweg<br>[m] | Mittlere Höhe<br>[m] | Sichtbar | Beurteilungspegel<br>[dB(A)] | LWA,Ref.<br>[dB(A)] | Dc<br>[dB] | Adiv<br>[dB] | Aatm<br>[dB] | Agr<br>[dB] | Abar<br>[dB] | Amisc<br>[dB] | A<br>[dB] | Cmet<br>[dB] |
|------|----------------|------------------|----------------------|----------|------------------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|-----------|--------------|
| 1    | 2.546          | 2.551            |                      |          | 17,44                        | 102,6               | 3,01       | 79,13        | 4,85         | 4,20        | 0,00         | 0,00          | 88,17     | 0,00         |

Summe 17,44

#### Schallkritisches Gebiet: G Wohnhaus a.d. K14

WEA

| Nein | Abstand<br>[m] | Schallweg<br>[m] | Mittlere Höhe<br>[m] | Sichtbar | Beurteilungspegel<br>[dB(A)] | LWA,Ref.<br>[dB(A)] | Dc<br>[dB] | Adiv<br>[dB] | Aatm<br>[dB] | Agr<br>[dB] | Abar<br>[dB] | Amisc<br>[dB] | A<br>[dB] | Cmet<br>[dB] |
|------|----------------|------------------|----------------------|----------|------------------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|-----------|--------------|
| 1    | 1.225          | 1.227            |                      |          | 26,97                        | 102,6               | 3,01       | 72,77        | 2,33         | 3,53        | 0,00         | 0,00          | 78,64     | 0,00         |

Summe 26,97

Projekt:

Roth Nord

Ausdruck/Seite

15.12.03 13:31 / 1

Lizenzierter Anwender:

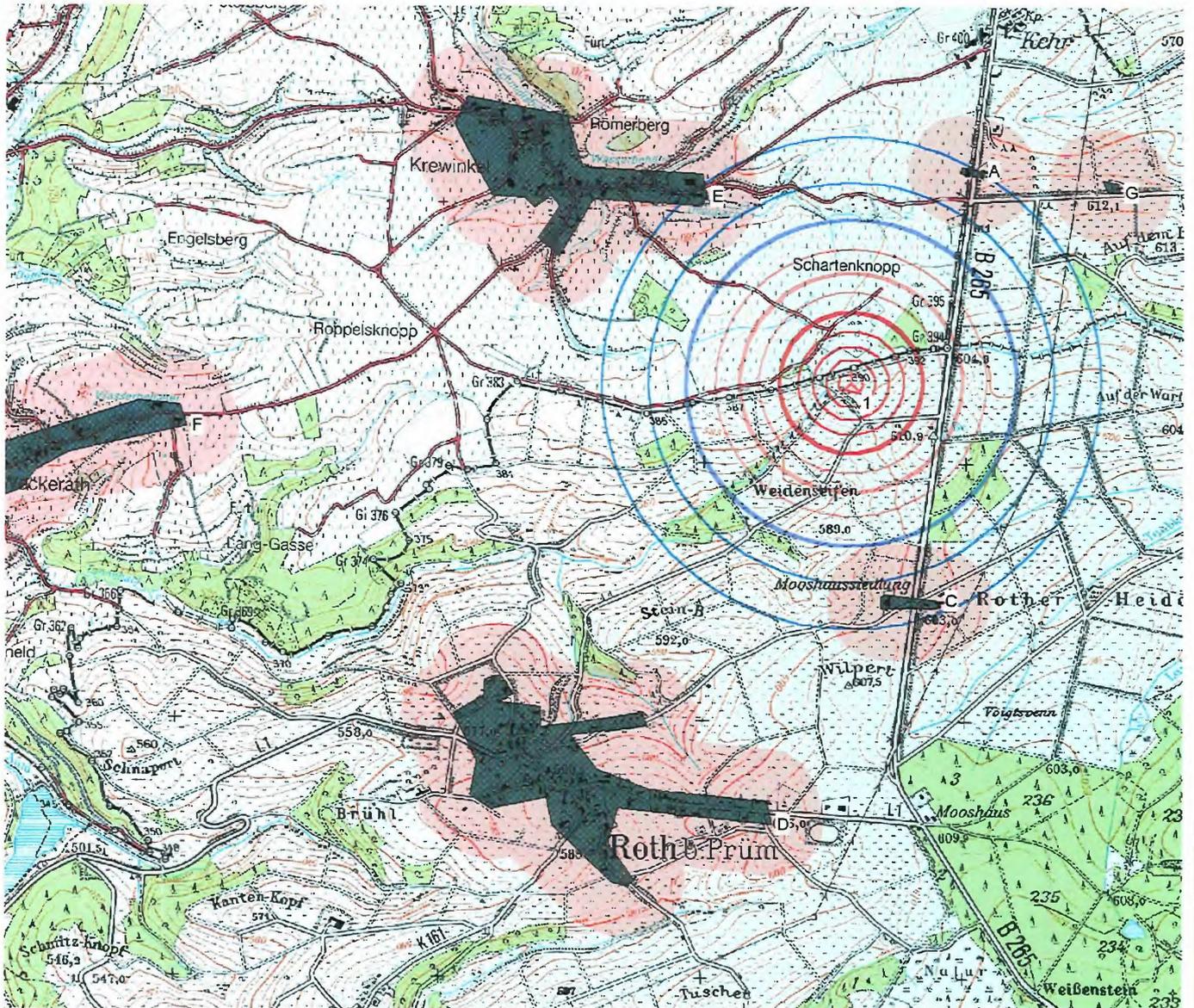
Ingenieurbüro Gasber  
Am Trimmelter Hof 181  
DE-54296 Trier  
+49 (0)651 998 35 98

Berechnet:

15.12.03 13:19/2.3.0.216

### DECIBEL - Roth-1

Berechnung: Einzelbetrachtung Datei: Roth-1.bmi



Karte: Roth-1, Druckmaßstab 1:25.000, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.527.675 Nord: 5.575.885

▲ Neue WEA

■ Schallkritisches Gebiet

Höhe über Meeresspiegel: 600,0 m

— 30 dB(A)  
— 43 dB(A)  
— 55 dB(A)

— 33 dB(A)  
— 45 dB(A)

— 35 dB(A)  
— 48 dB(A)

— 38 dB(A)  
— 50 dB(A)

— 40 dB(A)  
— 53 dB(A)