Schallgutachten

068-10-0245-03.04

Prognose der Schallimmissionen durch eine Windenergieanlage am Standort

Eulgem

Auftraggeber: BBG Illerich Windkraftanlagen GmbH & Co. KG
Trierer Str. 13
D-56759 Kaisersesch

Erstellt am: 27.04.2012

Erstellt von: SOLvent GmbH
Lünener Str. 211
D-59174 Kamen
Tel 0 23 07 / 24 00 63 Fax 24 00 66

Inhalt

INHALT **2**

1 AUFGABENSTELLUNG **3**

2 ERGEBNISÜBERSICHT **4**

3 ERLÄUTERUNG DER VORGEHENSWEISE **7**

3.1 BETRACHTUNGEN ZUM SCHALLFELD 7
3.1.1 Schallausschlag und Schallschnelle *7*
3.1.2 Schalldruck *9*
3.1.3 Schallpegel *10*
3.1.4 Addition von Schallpegeln *11*
3.2 DAS MENSCHLICHE HÖREMPFINDEN 12
3.2.1 Mittelungspegel *12*
3.2.2 Bewertung von Schallereignissen nach ihrer Frequenz *13*
3.2.3 Schalldruckpegelberechnung nach DIN ISO 9613-2 ..... *16*
3.3 SCHALLEMISSIONEN VON WINDENERGIEANLAGEN UNTER BAUORDNUNGSRECHTLICHEN GESICHTSPUNKTEN 17

4 SCHALLGUTACHTEN **18**

4.1 PROGNOSEVERFAHREN 18
4.2 DATEN DER BEURTEILTEN WINDENERGIEANLAGE 19
4.2.1 Daten der mitberücksichtigten Windenergieanlagen *20*
4.3 EINWIRKUNGSBEREICH 25
4.3.1 Einwirkbereich Industrie / Gewerbegebiet Kaisersesch *27*
4.4 DATEN DER BEURTEILTEN IMMISSIONSORTE 28
4.5 ZUSATZBELASTUNG 32
4.6 VORBELASTUNG 33
4.7 GESAMTBELASTUNG 35
4.8 QUALITÄT DER PROGNOSE 36
4.8.1 Prognoseverfahren *36*
4.8.2 Vermessungsberichte *37*
4.8.3 Auswirkung der Produktionsstreuung *41*
4.8.4 Gesamtunsicherheit der Prognoseergebnisse *42*

5 ABSCHLUSSERKLÄRUNG **44**

6 ANHANG **45**

1 Aufgabenstellung

Vom Auftraggeber dieser Ausarbeitung ist beabsichtigt eine Windenergieanlage des Typs ENERCON E-53 mit einer Nabenhöhe von 73,3 m am Standort

Eulgem

zu errichten.

Aufgabe dieses Gutachtens ist die Beurteilung der zu erwartenden Schallimmission auf die benachbarte Wohnbebauung unter Berücksichtigung der einen geplanten Anlage, sowie 46 weiteren bereits bestehenden oder geplanten Fremdanlagen. Bei diesen Anlagen handelt es dich um folgende Typen:

- 4 x ENERCON E-40/6.44 mit 65 m NH
- 4 x GE Wind Energy 1.5sl mit 85,0 m NH
- 2 x NORDEX N-90 2.3MW mit 80,0 m und 100,0 m NH
- 7 x ENERCON E-82 mit 85,0 m, 98,3 m und 98,4 m NH
- 9 x VESTAS V-90 mit 105,0 m NH und 95,0 m NH
- 3 x ENERCON E-53 mit 73,3 m NH
- 4 x FUHRLÄNDER MD-77 mit 61,5 m, 85,0 m und 111,5 m NH
- 1 x ENERCON E-70/E4 2.3MW mit 85,0 m NH
- 6 x NORDEX N-90 2.5MW mit 100,0 m NH
- 5 x GAMESA G-80 mit 100,0 m NH
- 1 x ENERCON E-82/E2 mit 138,4 m NH

Zwei weitere bestehende Anlagen des Typs ENERCON E-82 2.0MW mit 85,0 m und 98,4 m Nabenhöhe werden nicht berücksichtigt, da sie in der Nachtzeit nicht betrieben werden.

Sämtliche bestehenden oder geplanten Fremdanlagen werden in den Berechnungen als bestehende Anlagen berücksichtigt.

2 Ergebnisübersicht

Bei der Prognose des Immissionsverhaltens der einen geplanten Anlage am Standort

Eulgem

werden die Schallimmissionen auf die nächstgelegene Wohnbebauung untersucht. Zu betrachten sind dabei gemäß TA-Lärm die innerhalb des Einwirkungsbereichs der geplanten einen Anlage gelegenen Wohngebäude. Die betrachteten Immissionsorte sind auf den Karten im Anhang gekennzeichnet und werden im Folgenden aufgeführt:

- IP 01 Hauptstraße 15, Eulgem
- IP 02 Hauptstraße 23, Eulgem
- IP 03 Hauptstraße 25, Eulgem
- IP 04 In den Hägen 13, Eulgem
- IP 05 In den Hägen 15, Eulgem
- IP 06 In den Hägen 16, Eulgem
- IP 07 In den Hägen 17, Eulgem
- IP 08 In den Hägen 18, Eulgem
- IP 09 In den Hägen 21, Eulgem
- IP 10 Sängerweg 1, Eulgem
- IP 11 Sängerweg 3, Eulgem
- IP 12 Sängerweg 5, Eulgem

Bei den betrachteten Immissionsorten handelt sich um mehrere Wohngebäude auf dem Gebiet der Gemeinde Eulgem im Kreis Cochem-Zell in Rheinland-Pfalz.

Die betrachteten Immissionsorte werden schalltechnisch als Außenbereich bzw. Dorf/Mischgebiet (Nachtrichtwert 45,0 dB(A)) behandelt.

Anhand der Prognose der Schallimmissionen wird die Einhaltung der in der Nacht geltenden Richtwerte nach der TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) überprüft, die deutlich niedriger liegen als die am Tag geltenden Richtwerte.

Eine gesonderte Überprüfung der Tagrichtwerte ist deshalb nicht notwendig, da davon ausgegangen wird, dass eine Windenergieanlage am Tag genau so laut ist wie in der Nacht.

Wird an dem geplanten Standort eine Windenergieanlage des Typs

ENERCON E-53

mit einer Nabenhöhe von 73,3 m errichtet, und setzt man den für diesen Windenergieanlagentyp den dreifach vermessenen Schallleistungspegel von **101,4 dB(A)** mit 800 kW Nennleistung an, so wird an den nächstgelegenen Immissionsorten folgende **Gesamtbelastung** prognostiziert:

Schall-Immissionsort	Schall-immissions-wert [dB(A)]	Obere Vertrauens-bereichs-grenze des Schallimmis-sionswerts [dB(A)]	Richtwert [dB(A)]
IP 01 Hauptstraße 15, Eulgem	**40,6**	**43,1**	**45,0**
IP 02 Hauptstraße 23, Eulgem	**40,6**	**43,1**	**45,0**
IP 03 Hauptstraße 25, Eulgem	**40,5**	**43,0**	**45,0**
IP 04 In den Hägen 13, Eulgem	**41,5**	**44,0**	**45,0**
IP 05 In den Hägen 15, Eulgem	**41,4**	**43,9**	**45,0**
IP 06 In den Hägen 16, Eulgem	**41,1**	**43,6**	**45,0**
IP 07 In den Hägen 17, Eulgem	**41,2**	**43,7**	**45,0**
IP 08 In den Hägen 18, Eulgem	**40,9**	**43,4**	**45,0**
IP 09 In den Hägen 21, Eulgem	**40,8**	**43,3**	**45,0**
IP 10 Sängerweg 1, Eulgem	**40,3**	**42,8**	**45,0**
IP 11 Sängerweg 3, Eulgem	**40,2**	**42,7**	**45,0**
IP 12 Sängerweg 5, Eulgem	**40,1**	**42,6**	**45,0**

Bei der Berechnung der Immissionswerte wurde die Vorbelastung durch folgende 46 bestehende Anlagen berücksichtigt:

- 4 x ENERCON E-40/6.44 mit 65 m NH
- 4 x GE Wind Energy 1.5sl mit 85,0 m NH
- 2 x NORDEX N-90 2.3MW mit 80,0 m und 100,0 m NH
- 7 x ENERCON E-82 mit 85,0 m, 98,3 m und 98,4 m NH
- 9 x VESTAS V-90 mit 105,0 m NH und 95,0 m NH
- 3 x ENERCON E-53 mit 73,3 m NH

- 4 x FUHRLÄNDER MD-77 mit 61,5 m, 85,0 m und 111,5 m NH
- 1 x ENERCON E-70/E4 mit 85,0 m NH
- 6 x NORDEX N-90 2.5MW mit 100,0 m NH
- 5 x GAMESA G-80 mit 100,0 m NH
- 1 x ENERCON E-82/E2 mit 138,4 m NH

Mehrere dieser mitberücksichtigten Anlagen werden gemäß den Angaben der Kreisverwaltung Cochem-Zell, Herr Loosen (Stand 21.12.2011), nachts im schallreduziert Betrieb berücksichtigt.

Der laut TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) maßgebliche Nachtrichtwert von 45,0 dB(A) wird – unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit von **2,5 dB(A)** (siehe Abschnitt 4.8.4) – an keinem der betrachteten Aufpunkte überschritten.

3 Erläuterung der Vorgehensweise

Neben den bekannten Schadstoffbelastungen der Luft, des Bodens und des Wassers sind wir zunehmend einer erheblichen Gefährdung durch Lärm ausgesetzt. Etwa 10 % der Bundesbürger sind häufig einem Lärmpegel von über 70 dB ausgesetzt, der nachweisbar das Risiko für Herzinfarkt erhöht. Die Lärmschwerhörigkeit ist zur häufigsten anerkannten Berufskrankheit geworden.

Jeder Schall, den wir als störend und unangenehm empfinden, wird als Lärm bezeichnet. Die Lautstärke ist der bedeutendste, aber nicht der einzige Einflussfaktor auf diese Empfindung. Auch die Einwirkungsdauer, die Frequenzzusammensetzung, die Tageszeit und die subjektive Einstellung der Person können maßgeblichen Einfluss auf die Schallempfindungen haben. Das Knattern eines Motorrades oder eines Presslufthammers stört uns, weil es große Schallpegel und damit hohe Lautstärken bewirkt. Das hohe Quietschen einer ungeölten Tür empfinden wir auch dann als unangenehm, wenn es verhältnismäßig leise ist. Auch das schwache, kaum hörbare Ticken einer Uhr oder das Tropfen eines Wasserhahns kann als lästig empfunden werden, wenn wir in aller Stille ein Buch lesen möchten. Laute Unterhaltungsmusik, die den Nachbarn stört, wird vom „Urheber" als angenehm empfunden.

Vor diesem Hintergrund ist es von besonderer Wichtigkeit, dass eine an sich so umweltfreundliche Technologie, wie sie die Windkraft darstellt, nicht durch zu hohe Schallemissionen von Windenergieanlagen zu sogenannter „akustischer Umweltverschmutzung" führt und dadurch insbesondere bei Anwohnern in Misskredit gerät. Hierzu wurden von den Herstellern in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen, mit dem Erfolg, dass bei gleichzeitiger Vervierfachung der Anlagenleistungen die Schallemissionen etwa halbiert werden konnten.

Darüber hinaus ist eine Analyse der Schallausbreitung von Windenergieanlagen erforderlich, um die Höhe der Schallimmissionen an bestimmten Geländepunkten in verschiedenen Entfernungen von der Anlage zu ermitteln. Hierzu dient das vorliegende Gutachten.

3.1 Betrachtungen zum Schallfeld

Für das Verständnis der verhältnismäßig komplexen Thematik der individuellen akustischen Wahrnehmung einer Schallquelle ist eine Kenntnis der physikalischen Grundlagen der Akustik unumgänglich. Die Wahrnehmung des menschlichen Ohrs und deren Intensität, insbesondere aber die Frage, ob eine Schallwahrnehmung als störend empfunden wird ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, die im Folgenden erläutert werden.

3.1.1 Schallausschlag und Schallschnelle

Wird ein Raumgebiet durch eine Schallwelle erfasst, so schwingen die Teilchen des Übertragungsmediums um ihre Ruhelage, sie schlagen aus. Bei der Ausbreitung einer Schallwelle ändert sich zeitlich und räumlich periodisch der

Abstand der Teilchen zur Ruhelage (Schallausschlag), ihre Momentangeschwindigkeit sowie Druck und Dichte des Mediums. Die Momentangeschwindigkeit der Teilchen, die Schallschnelle *v*, gibt an, wie schnell sich die Teilchen um ihre Ruhelage bewegen. Sie ist nicht direkt messbar, da sich die akustischen Schwingungen mit den Wärmebewegungen überlagern.

Der Bereich der Schallschnelle ist außerordentlich groß. Während an der Reizschwelle bei einem Normton von 1.000 Hz Maximalwerte von $v_0 = 5 \cdot 10^{-8} \frac{m}{s}$ erreicht werden können, sind an der Schmerzschwelle Momentangeschwindigkeiten bis zu $0{,}25 \frac{m}{s}$ nicht selten. Die Größenordnung der Ausschlagamplitude der Teilchen liegt zwischen 20 pm an der Reizschwelle und etwa 1 nm an der Schmerzschwelle. Sofern die Teilchenschwingungen harmonisch sind, gilt für die zeitliche und räumliche Änderung ihrer *Auslenkung y (Schallausschlag):*

$$y = y_0 \cdot \sin(\omega(t - \tfrac{x}{c}))$$

Dabei bedeuten:

y = Schallausschlag

y_0 = Ausschlagamplitude

ω = $2\pi f$

c = Schallgeschwindigkeit

Für die zeitliche Änderung der Schallschnelle *v* mit v = dy/dt gilt

$$v = y_0 \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot (t - \tfrac{x}{c})) = v_0 \cdot \cos(\omega \cdot (t - \tfrac{x}{c}))$$

Dabei bedeuten:

y_0 = Ausschlagamplitude

v_0 = Schallschnellamplitude

Die *Schallschnellamplitude* v_0 ist abhängig von der Ausschlagamplitude y_0 und der Schallfrequenz. Es gilt:

$$v_0 = y_0 \cdot \omega$$

Da die Schallschnelle eine Wechselgröße ist, wird sie als Effektiv- oder Scheitelwert angegeben. Bei *harmonischen* Schwingungen gilt für den *Effektivwert* v_{eff}:

$$v_{eff} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

3.1.2 Schalldruck

Schallwellen breiten sich durch wechselnde Verdichtungen und Verdünnungen aus. Der Druck im Schallfeld schwankt dabei um den Wert des Ruhedruckes. Der Bereich des Schalldruckes ist ebenfalls außerordentlich groß.

An der Reizschwelle beträgt er lediglich 20 µPa, bei Zimmerlautstärke sind es bereits 20.000 µPa, und an der Schmerzschwelle werden sogar 60.000.000 µPa gemessen. Für den *Schalldruck p* gilt:

$$p = p_0 \cdot \sin(\omega(t - \tfrac{x}{c}))$$

Dabei bedeutet:

p_0 = Schalldruckamplitude

Schalldruck und Schallschnelle sind bei fortschreitenden Wellen phasengleich und verhalten sich proportional zueinander. Mit abnehmendem Schalldruck verringert sich in gleichem Maße die Schallschnelle. Da der Schalldruck eine Wechselgröße ist, wir der ebenfalls als Effektiv- oder Scheitelwert angegeben. Für den *Scheitelwert* p_0 gilt:

$$p_0 = y_0 \cdot \omega \cdot \rho \cdot c = v_0 \cdot \rho \cdot c$$

Dabei bedeuten:

p_0 =Schalldruckamplitude

y_0 =Ausschlagamplitude

ρ = Dichte des Mediums

c = Schallgeschwindigkeit des Mediums

v_0 = Schallschnelleamplitude

Sofern die Druckschwankungen harmonisch sind, gilt für den *Effektivwert* p_{eff}:

$$p_{eff} = \frac{p_0}{\sqrt{2}}$$

3.1.3 Schallpegel

Da der Schalldruck durch einen außerordentlich großen Messbereich gekennzeichnet ist, gibt man ihn als Verhältnisgröße, als *Pegel* an. Der Schallpegel ist das Verhältnis aus gemessenem Schalldruck *p* zum Minimaldruck p_0 = 20 µPa an der Reizschwelle. Der Quotient beider Größen wird auf eine logarithmische Skala abgebildet und zur besseren Handhabbarkeit mit einem Faktor versehen. Die so erhaltenen dimensionslosen Zahlenwerte werden mit dem Einheitsnamen *Bel*[1] belegt. Die Angabe erfolgt in Dezibel (dB). Der Schallpegel L ist demnach ein Maß für die (relativen) Druckschwankungen. Für seine quantitative Beschreibung wird die folgende Definitionsgleichung herangezogen:

$$L = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

Dabei bedeuten:

p = gemessener Schalldruck (Effektivwert)

p_0 = Bezugsdruck an der Reizschwelle (p_0 = 20 µPa)

I = gemessene Schallintensität

I_0 = Bezugsintensität an der Reizschwelle ($I_0=10^{-12}$ W/m^2)

Die obigen Gleichungen tragen in ihrer logarithmischen Form dem *Weber-Fechnerschen* Gesetz Rechnung. Es beinhaltet die Aussage, dass die *Empfindungsstärke E* proportional zum Logarithmus der *Intensität I* ansteigt. Die Anwendung der Gleichungen ergibt an der Reizschwelle bei einem *Schalldruck* $p = 20$ µPa bzw. einer *Schallintensität* $I = 10^{-12}$ W/m^2 einen *Schallpegel* von $L = 0$ dB. Bei zehnfacher Schallintensität von I_0 beträgt der Schallpegel 10 dB. An der Schmerzschwelle wird bei einem Schalldruck von 60 Pa ein Pegel von 130 dB gemessen. Die Schallintensität beträgt dabei $I_{max} \approx 10$ W/m^2.

Schallpegelwerte werden vielfach den Lautstärkeangaben gleichgesetzt. Das ist nur bedingt möglich, da unser Gehör nicht alle Frequenzen gleich stark empfindet. Die subjektiv empfundene Lautstärke ist abhängig von Amplitude und Frequenz der akustischen Schwingung. Nur für einen Normton f_N = 1.000 Hz sind die Lautstärkeangaben (in Phon) mit den Dezibelwerten identisch. Für alle übrigen Frequenzen lässt sich der Zusammenhang zwischen Lautstärke und Schallpegel nach *Robinson* und *Dadson* (Abbildung 3-1) ermitteln.

[1] benannt nach dem amerikanischen Erfinder des Telefons A. G. Bell

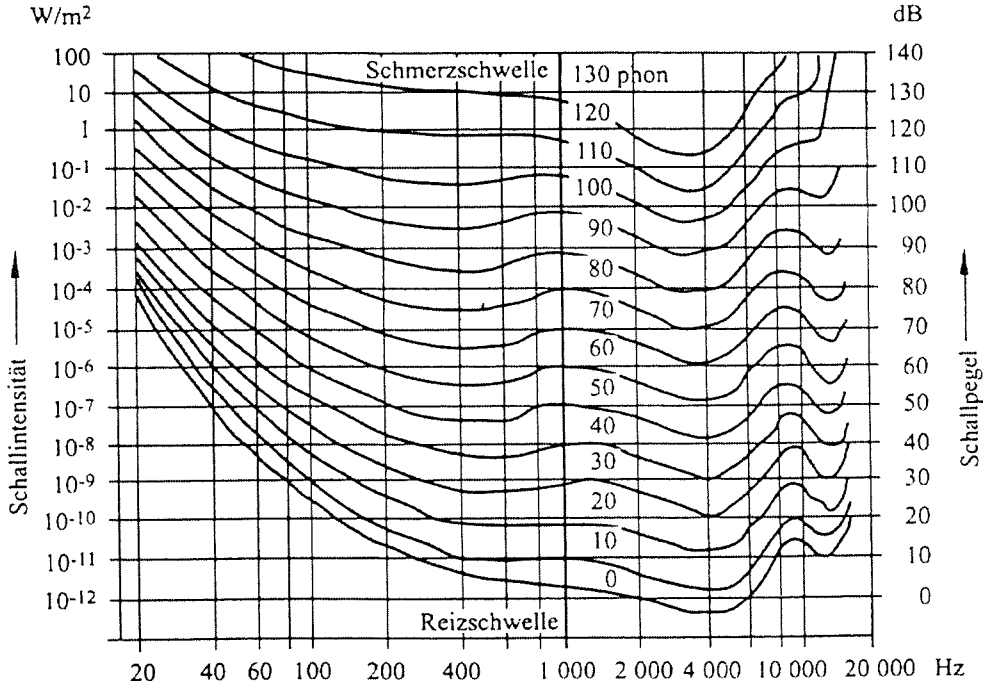


Abbildung 3-1, Kurven gleicher Lautstärke nach Robinson und Dadson

3.1.4 Addition von Schallpegeln

Hat man zu Hause „versehentlich" die Stereoanlage bis an ihre Leistungsgrenze belastet, und die übrige Familie setzt sich durch Abschalten einer Lautsprecherbox zur Wehr, sinkt zwar der Schallpegel, aber Zimmerlautstärke wird dadurch keineswegs erreicht. Man muss sich nach wie vor die Ohren zuhalten.

Die Tatsache, dass sich die Lautstärke nicht proportional zur Anzahl der Schallquellen verhält, entspricht unseren Erfahrungen und lässt sich mit Hilfe des *Weber-Fechnerschen* Gesetzes begründen. Werden mehrere Schallpegel summiert, erhält man den resultierenden Gesamtpegel durch *energetische Addition*. Für den Gesamtpegel L_{ges} gilt:

$$Lges = 10 \cdot \log(\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1 \cdot L_i})$$

Für n gleichstarke Schallquellen vereinfacht sich die Gleichung zu:

$$L_{ges} = L_1 + 10 \cdot \log(n)$$

Dabei bedeuten

L_1 = Schallpegel einer Schallquelle

n = Anzahl der Schallquellen

eine Lautstärkeverdopplung wird somit nicht durch zwei gleichstarke Schallquellen erreicht, sondern erst bei zehnfacher Vergrößerung ihrer Anzahl.

Statt der mathematischen Darstellung werden häufig die folgenden Merkregeln verwendet:

1. Die *Halbierung* oder *Verdoppelung* der Anzahl der Schallquellen vermindert oder erhöht den Pegel lediglich um 3 dB.
2. Einen um 10 dB verminderten Pegel empfinden wir als *halb so laut.*

3.2 Das menschliche Hörempfinden

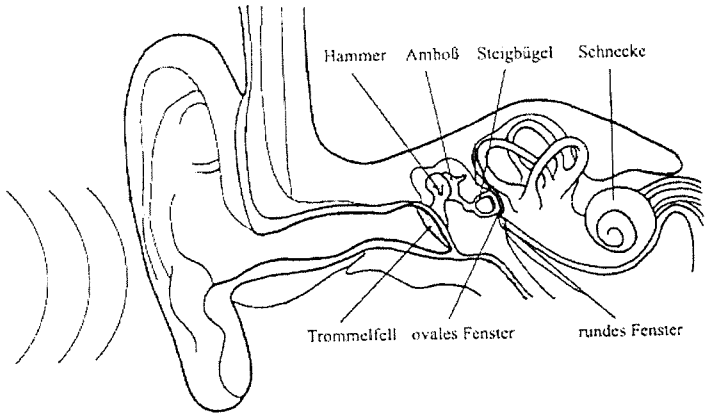


Abbildung 3-2, Aufbau des menschlichen Ohrs

3.2.1 Mittelungspegel

Der Schallpegel ist aus der Sicht des Lärmschutzes die bedeutendste Größe zur Beschreibung der Stärke eines Schallvorganges. Die gesundheitlichen Wirkungen von Lärmbelastungen sind allerdings von weiteren Faktoren abhängig. Neben der Stärke hat vor allem die Dauer der Schalleinwirkung eine entscheidende Bedeutung. Für die messtechnische Überprüfung sind einmalige Messungen von Maximalwerten unzureichend. Um Lärmbelastungen abschätzen zu können, erstreckt sich der Beurteilungszeitraum häufig über mehrere Stunden. Innerhalb dieses Zeitraumes ergeben sich zumeist sehr unterschiedliche Belastungen durch Lärm und damit unterschiedliche Schallpegel. Aus diesem Grund muss ein Mittelungspegel bestimmt werden. Da Schallpegel logarithmische Größen sind, ist eine arithmetische Mittelwertbildung unzulässig. Bei geringen Pegelschwankungen bis zu etwa 10 dB(A) innerhalb einer relevanten Zeiteinheit, wie sie bei Windenergieanlagen auftreten, begnügt man sich häufig mit einem einfachen Schätzverfahren: Die Schwankungsbreite wird durch 3 geteilt und vom Maximalpegel subtrahiert. In vielen anderen Fällen liegen die Schwankungen jedoch deutlich höher, so dass auf exakte Mittelungsverfahren zur Ermittlung des Mittelungspegels zurückgegriffen werden muss. Diese werden hier nicht näher erläutert.

3.2.2 Bewertung von Schallereignissen nach ihrer Frequenz

Die meisten Schallereignisse sind ihrer Natur nach Geräusche, also Frequenzgemische. Da wir nicht alle Frequenzen gleich laut empfinden, müssen Geräuschesituationen zur besseren Vergleichbarkeit einer Frequenzbewertung unterzogen werden. Das geschieht, indem ausgewählte Frequenzkomponenten teilweise oder vollständig durch elektronische Filter unterdrückt werden. Sie bleiben unbewertet. Je nach dem, welcher Frequenzbereich analysiert wird, unterscheidet man zwischen A-, B-, und C-Bewertung.

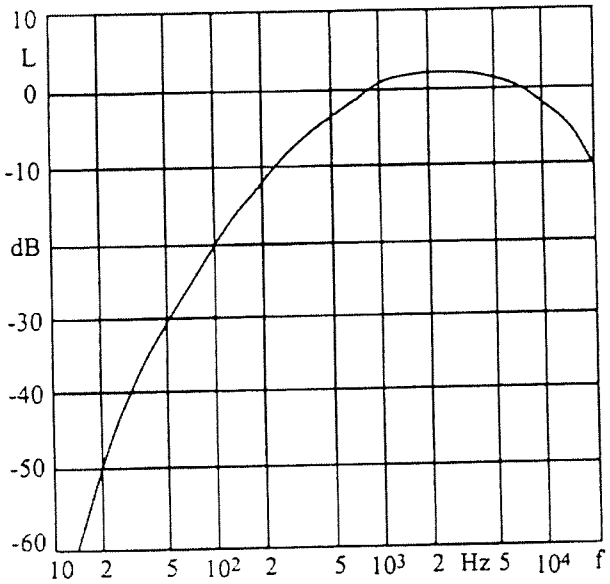


Abbildung 3-3, Dämpfungskurve des A-Filters

In der Praxis ist es üblich, Geräuschesituationen auf der Grundlage der A-Bewertung zu charakterisieren. Dieser Bewertungsmaßstab ist der Besonderheit unseres Gehörs angepasst, das für Frequenzen zwischen 1.000 Hz und 5.000 Hz besonders empfindlich ist. Der Einfluss der Frequenz auf unsere Lautstärkeempfindung ist an der Hörflächenkurve (Abbildung 3-4) ablesbar.

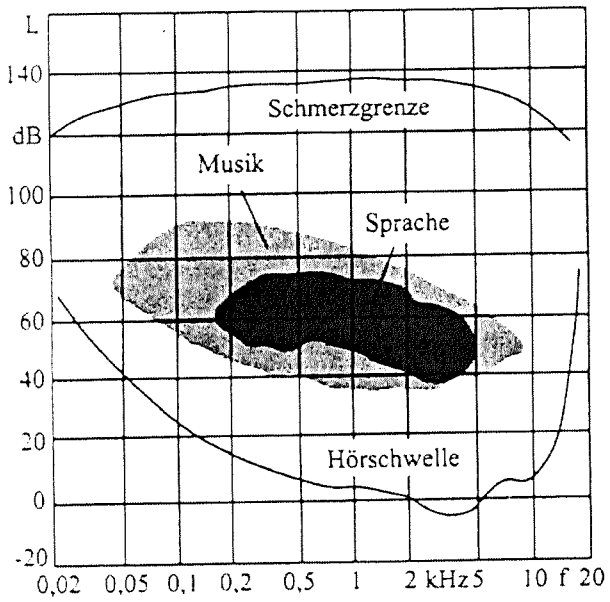


Abbildung 3-4, Hörfläche

Das A-Filter sorgt dafür, dass die mittleren Frequenzen zwischen 1.000 Hz und 5.000 Hz ungehindert passieren können und die höheren und tieferen Anteile unterdrückt werden (Abbildung 3-3). Damit bei Schallpegelangaben erkennbar ist, dass sie gehörrichtig vorgenommen worden sind, wird vielfach der dazugehörige Bewertungsmaßstab angegeben, z.B. 60 dB(A).

Schallquellen	***Schalldruck in µPa***	***Schallpegel in dB(A)***	***Schallintensität in W/m²***
Reizschwelle	20	0	10^{-12} =1 I_0
Flüstern	200	20	10^{-10}=10^{2} I_0
Zimmerlautstärke	20.000	60	10^{-6} =10^{6} I_0
Verkehrslärm (stark)	200.000	80	10^{-4} =10^{8} I_0
Presslufthammer	600.000	90	10^{-3} =10^{9} I_0
Schmerzschwelle	60.000.000	130	10^{1} =10^{13} I_0

Tabelle 1, Beispiele für Schalldrücke, Schallpegel und Schallintensitäten

Schallpegelwerte werden mit Hilfe von Schallpegelmessern, die aus Mikrophon, Frequenzfilter, Verstärker und Anzeige bestehen (Abbildung 3-5), ermittelt. Das Mikrophon transformiert die Druckschwankungen in Spannungsschwankungen. Der nachgeschaltete Verstärker erhöht die Spannungswerte, so dass sie analog oder digital angezeigt werden können. Das Filter, zumeist ein A-Filter, realisiert die Frequenzbewertung.

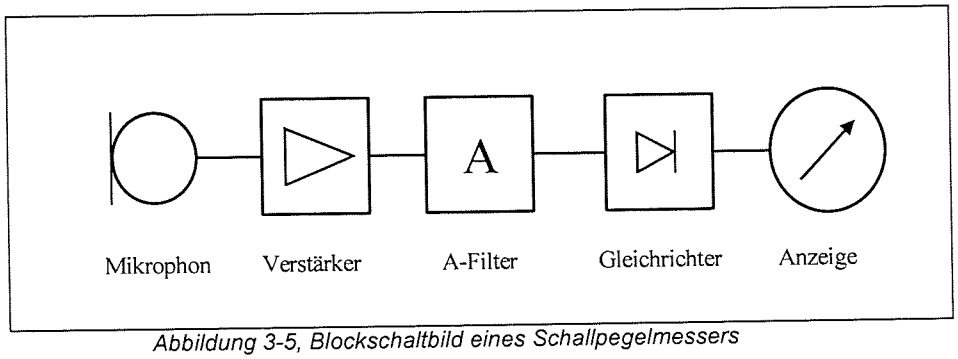


Abbildung 3-5, Blockschaltbild eines Schallpegelmessers

3.2.3 Schalldruckpegelberechnung nach DIN ISO 9613-2

In diesem Gutachten wird das *Alternative Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel* nach Abschnitt 7.3.2 des Entwurfs der DIN ISO 9613-2 (im Folgenden abgekürzt mit: DIN ISO 9613-2) angewendet.

Die Formel zur Schalldruckpegelberechnung einer Windenergieanlage lautet:

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

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

D_C: Richtungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden D_Ω: $D_C = D_\Omega$:+0
Zusätzlich bedingt durch Reflexion am Boden gilt:
$D_\Omega = 10\ Lg(1 + (d_p^2 + (h_s - h_r)^2)/(d_p^2 + (h_s + h_r)^2))$

Mit:
h_s: Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)
h_r: Höhe des Immissionspunktes über Grund
d_p: Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger projiziert

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

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

A_{div}: Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung
A_{atm}: Dämpfung durch die Luftabsorption: $A_{atm} = \alpha_{500}\ d / 1000$
α_{500}: Absorptionskoeffizient der Luft (= 1,9 dB/km)
A_{gr}: Bodendämpfung: $A_{gr} = (4{,}8 - (2h_m) / d[17 + 300 / d])$
Wenn $A_{gr} < 0$ dann ist $A_{gr} = 0$
A_{bar}: Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz). Hier mit dem Wert 0 belegt.
A_{misc}: Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). Hier mit dem Wert 0 belegt.

Der Schalleistungspegel von Windenergieanlagen liegt heute im Bereich zwischen 98 dB und 104 dB. Hierbei handelt es sich um einen theoretischen Wert, der sich ergäbe, wenn alle Schallquellen einer Windenergieanlage auf einen Punkt konzentriert würden.

Eine Erläuterung der genauen Vorgehensweise bei der Berechnung des Schallpegels nach der DIN ISO 9613-2 mit Hilfe der Software WINDpro des dänischen Softwareherstellers EMD (Version 2.7.490 Modul *Decibel*) befindet sich im angefügten Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro im Anhang.

3.3 Schallemissionen von Windenergieanlagen unter bauordnungsrechtlichen Gesichtspunkten[2]

[...] In dem grundrechtrelevanten Bereich des Schutzes vor Lärmemissionen darf nur der Gesetzgeber absolute Grenzwerte festlegen. Die Rechtsqualität demokratisch legitimierter Parlamentsgesetze weisen die technischen Vorschriften augenfällig nicht auf. Somit kommt es auf die Konkretisierung der auch im Baurecht maßgebenden Erheblichkeitsschwelle des § 3 Abs. 1 BImSchG an. Erhebliche Belästigungen oder erhebliche Nachteile liegen danach vor, wenn die Lärmimmisionen einem vernünftigen Dritten anstelle des Lärmbetroffenen nicht zugemutet werden können. Die Bestimmung der Zumutbarkeit beruht dabei auf einer Bewertung der Lärmimmissionen und ihrer Auswirkungen, in die normative als auch faktische Faktoren einzustellen sind.

Bei der Bestimmung von Lärmgrenzwerten für Windenergieanlagen muss dabei eine simple Erkenntnis beachtet werden: Lärmimmissionen solcher Anlagen treten nie in einer unbelasteten (ruhigen) Situation auf, vielmehr lärmt die Anlage nur, wenn der Wind weht - und dieser produziert ebenfalls Geräuschimmissionen. Die Drehgeschwindigkeit des Rotors hängt von der Stärke des Windes ab und somit stehen Geräuschvorbelastung durch den Wind und Lärm der Windenergieanlage in untrennbarem Zusammenhang. Zudem ist festzustellen, dass das Windgeräusch den Lärm des Rotors überdecken kann. Die Lärmimmission durch die aerodynamische Umströmung des Rotors liegt im Grenzbereich von 1.000 Hz und sind als „Zisch"laute dem Windgeräusch ähnlich. [...] Nur soweit mechanische Geräusche des Triebstranges entstehen, können in der natürlichen Umgebung fremde und damit als belästigend empfundene Immissionen auftreten. Damit wird deutlich, dass der sog. Verdeckungseffekt von einer Vielzahl auch konstruktiver Bedingungen abhängt. ein allgemeiner Rechtssatz, dass Lärmimmissionen von Windenergieanlagen wegen des möglichen Verdeckungseffekts grundsätzlich keine den Nachbarn beeinträchtigenden Wirkungen zeitigen können, lässt sich nicht aufstellen.

Soweit eine Verdeckung der Lärmimmissionen durch das Windgeräusch eintritt, ist dies bei der Beurteilung der Zumutbarkeitsgrenze zu berücksichtigen. Hier gilt, dass nicht unzumutbar sein kann, was neben dem natürlichen Geräusch kaum erfahrbar ist.

Im Ergebnis kann im Hinblick auf eine Beeinträchtigung der Nachbarn durch Lärmimmissionen eine Versagung der Baugenehmigung kaum erfolgen. Durch technische Maßnahmen an der Windenergieanlage lassen sich zumeist erhebliche Lärmbeeinträchtigungen vermeiden. Die Verpflichtung, diese durchzuführen, kann dem Betreiber der Windenergieanlage durch Auflagen und sonstige Nebenbestimmungen (§ 36 Abs. 2 VwVfG) auferlegt werden.[...]

[2] aus Rechtliche Voraussetzungen und Grenzen der Erteilung von Baugenehmigungen für Windenergieanlagen, Prof. Dr. Albert von Mutius, Ordinarius für öffentliches Recht und Verwaltungslehre sowie Leiter des Lorenz-von-Stein-Instituts für Verwaltungswissenschaften der Universität Kiel

4 Schallgutachten

Der Standort

Eulgem

liegt auf dem Gebiet der Ortsgemeinde Eulgem in der Verbandsgemeinde Kaisersesch (Landkreis Cochem-Zell) auf einer Höhe von ca. 465 m über NN.

Die beurteilte Anlage soll ca. 540 m südöstlich der Ortslage Eulgem errichtet werden. Die Umgebung wird überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzt.

Bei der Prognose der Schallimmissionen wird die nächstgelegene Wohnbebauung betrachtet. Hierbei handelt es sich um Wohngebäude in den der Ortslagen Eulgem in der Verbandsgemeinde Kaisersesch (Landkreis Cochem-Zell) in Rheinland-Pfalz.

Anhand der Prognose der Schallimmissionen wird die Einhaltung der in der Nacht geltenden Richtwerte nach der TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) überprüft, die deutlich niedriger liegen als die am Tag geltenden Richtwerte. Da die von Windenergieanlagen ausgehenden Geräusche tags und nachts gleich laut sind, erübrigt sich somit die Frage, ob auch die Tagrichtwerte eingehalten werden.

4.1 Prognoseverfahren

Die im vorliegenden Gutachten dargestellte Schallimmissionsprognose für eine Windenergieanlage des Typs ENERCON E-53 mit einer Nabenhöhe von 73,3 m, wurde mit Hilfe der Software WINDpro des dänischen Softwareherstellers EMD (Version 2.7.490, Modul *Decibel*) durchgeführt. Diese Software stellt die Implementierung des detaillierten Prognoseverfahrens gemäß TA-Lärm vom 26.08.1998 (A.2.3.1) auf Basis der DIN ISO 9613-2 dar. Die genaue Beschreibung der implementierten Ausbreitungsrechnung ist dem Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro im Anhang zu entnehmen (Berechnung auf Basis von A-bewerteten Schallleistungspegeln und Berechnung auf Basis des Oktavspektrums). Im vorliegenden Fall wurde die Prognoseberechnung nach dem *Alternativen Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel* gemäß Abschnitt 7.3.2 der DIN ISO 9613-2 auf Basis eines A-bewerteten Schallleistungspegels (keine oktavbezogenen Werte) durchgeführt.

4.2 Daten der beurteilten Windenergieanlage

Bei der Prognose des Immissionsverhaltens der einen geplanten Windenergieanlage des Typs ENERCON E-53 wurden folgende Berechnungsvoraussetzungen verwendet:

WKA 02 ENERCON E-53

- **geplante Windenergieanlage:** **ENERCON E-53**
- **Rotordurchmesser:** **53,0 m**
- **geplante Nabenhöhe:** **73,3 m**
- **geplanter Standort (Gauß Krüger):** **2.583.447 Rechts**
  5.567.158 Hoch
- **Höhenlage des Standorts:** **465,0 m über NN**
- **verwendeter Schallleistungspegel:** **101,4 dB(A)**
- **Zuschlag für Ton- und Impulshaltigkeit:** **0 dB(A)**

* Koordinatensystem in diesem Gutachten:
Gauß-Krüger 3°-Streifen-System, Bessel-Ellipsoid, Potsdam Datum, Zone 2

Schalleistungspegel für eine Anlage des Typs ENERCON E-53 gemäß:

- Müller-BBM GmbH als Zusammenfassung dreier Einzelberichte, Bericht Nr. M 87 748/2 khl vom 09.11.2010. Das energetische Mittel dieser drei Vermessungen wird bei einer Nennleistung von 800 kW mit 101,4 dB(A) angegeben.

Es ist kein Ton- oder Impulshaltigkeitszuschlag anzusetzen.

4.2.1 Daten der mitberücksichtigten Windenergieanlagen

Bei der Beurteilung der Immissionswerte werden die Schallimmissionen von 46 weiteren Anlagen in der Standortumgebung mit berücksichtigt:

Dabei werden folgende Berechnungsvoraussetzungen verwendet:

Bez.	Anlagentyp	Nabenhöhe (m)	Rotor Ø (m)	Gauß-Krüger-Koordinaten		Höhe über NN (m)	Schall-leistungs-pegel in dB(A)
				Rechtswert	Hochwert		
WKA 061	ENERCON E-40 6.44	65,0	44,0	2.584.641	5.569.036	412,2	100,6
WKA 062	ENERCON E-40 6.44	65,0	44,0	2.584.810	5.569.238	415,7	100,6
WKA 063	GE Wind Energy 1.5 sl	85,0	77,0	2.584.972	5.569.132	409,0	104,0
WKA 064	GE Wind Energy 1.5 sl	85,0	77,0	2.584.762	5.568.890	403,3	104,0
WKA 066	NORDEX N-90 2.3MW	80,0	90,0	2.585.228	5.568.846	405,0	103,3
WKA 067	NORDEXN-90 2.3MW	100,0	90,0	2.585.146	5.568.548	396,2	103,3
WKA 083	VESTAS V-90	105,0	90,0	2.585.271	5.569.344	388,6	100,2 Nachtbetrieb
WKA 084	VESTAS V-90	105,0	90,0	2.585.160	5.569.879	373,3	103,4
WKA 090	VESTAS V-90	105,0	90,0	2.584.526	5.568.605	400,6	103,4
WKA 091	VESTAS V-90	105,0	90,0	2.585.610	5.569.033	380,9	100,2 Nachtbetrieb
WKA 092	VESTAS V-90	105,0	90,0	2.585.117	5.566.963	395,7	100,2 Nachtbetrieb
WKA 101	ENERCON E-40 6.44	65,0	44,0	2.584.692	5.569.323	420,8	100,6
WKA 102	ENERCON E-40 6.44	65,0	44,0	2.584.534	5.569.113	418,4	100,6
WKA 103	GE Wind Energy 1.5 sl	85,0	77,0	2.584.572	5.569.449	426,4	104,0

Bez.	Anlagentyp	Nabenhöhe (m)	Rotor Ø (m)	Gauß-Krüger-Koordinaten		Höhe über NN (m)	Schall-leistungs-pegel in dB(A)
				Rechtswert	Hochwert		
WKA 104	GE Wind Energy 1.5 sl	85,0	77,0	2.584.352	5.569.186	424,4	104,0
WKA 107	VESTAS V-90	95,0	90,0	2.584.053	5.568.884	414,4	103,4
WKA 115	ENERCON E-82	85,0	82,0	2.584.503	5.569.660	420,6	103,8
WKA 117	ENERCON E-53	73,3	53,0	2.584.383	5.569.405	428,2	101,4
WKA 146	ENERCON E-53	73,3	53,0	2.584.616	5.567.198	435,3	101,4
WKA 147	FUHRLÄNDER MD-77	61,5	77,0	2.584.086	5.567.026	442,9	100,2 Nachtbetrieb
WKA 148	FUHRLÄNDER MD-77	85,0	77,0	2.584.476	5.566.912	422,4	100,2 Nachtbetrieb
WKA 155	ENERCON E-53	73,3	53,0	2.584.500	5.567.390	440,0	101,4
WKA 158	VESTAS V-90	95,0	90,0	2.584.235	5.568.716	405,0	103,4
WKA 170	FUHRLÄNDER MD-77	111,5	77,0	2.582.811	5.564.762	400,5	103,0
WKA 171	FUHRLÄNDER MD-77	111,5	77,0	2.583.251	5.564.780	403,4	103,0
WKA 172	ENERCON E-70/E4 2.3MW	85,0	71,0	2.583.730	5.564.048	420,6	104,2
WKA 185	ENERCON E-82	98,3	82,0	2.582.432	5.565.286	408,3	103,8
WKA 186	ENERCON E-82	98,3	82,0	2.582.436	5.565.035	412,7	103,8
WKA 187	VESTAS V-90	105,0	90,0	2.581.934	5.564.697	441,6	100,2 Nachtbetrieb
WKA 188	VESTAS V-90	105,0	90,0	2.583.221	5.564.515	402,9	100,2 Nachtbetrieb
WKA 189	ENERCON E-82/E2	138,4	82,0	2.583.772	5.564.791	381,4	103,4

Bez.	Anlagentyp	Nabenhöhe (m)	Rotor Ø (m)	Gauß-Krüger-Koordinaten		Höhe über NN (m)	Schallleistungspegel in dB(A)
				Rechtswert	Hochwert		
WKA 201	ENERCON E-82	98,4	82,0	2.581.818	5.564.352	449,1	98,7 Nachtbetrieb
WKA 202	ENERCON E-82	98,4	82,0	2.581.861	5.564.080	455,8	101,8 Nachtbetrieb
WKA 203	ENERCON E-82	98,4	82,0	2.581.908	5.563.868	465,0	103,8
WKA 204	ENERCON E-82	98,4	82,0	2.582.074	5.563.714	464,4	98,7 Nachtbetrieb
WKA 231	NORDEX N-90 2.5MW	100,0	90,0	2.586.319	5.565.684	356,4	103,6
WKA 232	NORDEX N-90 2.5MW	100,0	90,0	2.586.653	5.565.619	357,8	103,6
WKA 233	NORDEX N-90 2.5MW	100,0	90,0	2.585.997	5.565.344	360,0	101,2 Nachtbetrieb
WKA 234	NORDEX N-90 2.5MW	100,0	90,0	2.586.336	5.565.298	358,8	103,6
WKA 236	NORDEX N-90 2.5MW	100,0	90,0	2.584.630	5.564.939	373,9	101,2 Nachtbetrieb
WKA 245	NORDEX N-90 2.5MW	100,0	90,0	2.586.725	5.565.952	341,4	103,6
WKA 603a	GAMESA G-80	100,0	80,0	2.586.022	5.564.585	340,0	103,7
WKA 604	GAMESA G-80	100,0	80,0	2.586.242	5.564.996	354,7	103,7
WKA 605	GAMESA G-80	100,0	80,0	2.586.293	5.564.494	345,0	102,0 Nachtbetrieb
WKA 608	GAMESA G-80	100,0	80,0	2.585.581	5.564.764	349,1	103,7
WKA 609	GAMESA G-80	100,0	80,0	2.586.348	5.564.772	345,4	103,7

* Koordinatensystem in diesem Gutachten:
Gauß-Krüger 3°-Streifen-System, Bessel-Ellipsoid, Potsdam Datum, Zone 2

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **ENERCON E-40/6.44** gemäß dreier Vermessungen: WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog, Bericht Nr.: WT 1740/01 vom 11.04.2001, WIND-consult, Bericht Nr.: 207SE899 vom 13.03.2000, WIND-consult,

Bericht Nr. 287SEA01/01 vom 05.12.2001. Das energetische Mittel dieser drei Vermessungen wird bei einer Nennleistung von 600 kW mit 100,6 dB(A) angegeben.

Schallleistungspegel für den Anlagentyp **GE Wind Energy GE 1.5sl** gemäß dreier Vermessungen: KÖTTER, Rheine, Prüfbericht Nr. 25574-1.003 vom 23.07.2001; WINDconsult, Bargeshagen, Prüfbericht Nr. WICO 286SEA01 vom 26.10.2001; KÖTTER, Rheine, Prüfbericht Nr. 26272-1.001 vom 18.07.2002. Energetisches Mittel der drei Messwerte: L_{WA} = 104,0 dB(A).

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **NORDEX N-90 2.3MW** gemäß der Zusammenfassung dreier Einzelberichte durch die Firma WINDconsult, vom 18.12.2004. Das energetische Mittel dieser drei Schallleistungspegel wird bei einer Nennleistung von 2.000 kW mit 103,3 dB(A) angegeben.

Schalleistungspegel für eine Anlage des Typs **ENERCON E-53** gemäß Müller-BBM GmbH als Zusammenfassung dreier Einzelberichte, Bericht Nr. M 87 748/2 khl vom 09.11.2010. Das energetische Mittel dieser drei Vermessungen wird bei einer Nennleistung von 800 kW mit 101,4 dB(A) angegeben.

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **ENERCON E-82 2.0MW** gemäß der Zusammenfassung dreier Einzelberichte durch die Firma Kötter Consulting Engineers KG, Bericht Nr. 207542-02.02 vom 18.09.2008. Das energetische Mittel dieser drei Vermessungen wird bei einer Nennleistung von 2.000 kW mit 103,8 dB(A) angegeben.

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **ENERCON E-82 2.0MW** im **1.000kW** schallreduzierten Nachtbetrieb gemäß Messbericht: Müller-BBM, Gelsenkirchen, Prüfbericht Nr. M68 330/1 vom 27.04.2007. Dieser gibt einen Schallleistungspegel von 98,7 dB(A) bei 1.000kW Nennleistung an.

Schallleistungspegel für die Anlage **WEA 202** des Typs **ENERCON E-82 2.0MW** im schallreduzierten Nachtbetrieb gemäß den Angaben der Kreisverwaltung Cochem-Zell, Fachbereich Bauen und Umwelt, Herr Loosen. Demnach ist für die berücksichtigte Anlage WKA 202 nachts nur ein Betrieb mit 101,8 dB(A) zulässig.

Schallleistungspegel für den Anlagentyp **FUHRLÄNDER MD-77** (baugleich mit REpowerMD-77) gemäß dreier Vermessungen: WINDTEST, Grevenbroich, Prüfbericht Nr. SE02011B2 vom 07.08.2002; WINDconsult, Bargeshagen, Prüfbericht Nr. WICO 039SEA202 vom 02.10.2002; KÖTTER, Rheine, Prüfbericht Nr. 27053-1.001 vom 08.05.2003. Energetisches Mittel der drei Messwerte: L_{WA} = 103,0 dB(A). Es ist kein Ton- oder Impulshaltigkeitszuschlag anzusetzen.

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **FUHRLÄNDER MD-77** im schallreduzierten Nachtbetrieb gemäß den Angaben der Kreisverwaltung Cochem-Zell, Fachbereich Bauen und Umwelt, Herr Loosen. Demnach ist für die berücksichtigten Anlagen WKA 147 und WKA 148 nachts nur ein Betrieb mit 100,2 dB(A) zulässig. Dies entspricht dem folgenden Messbericht: WINDTEST, Grevenbroich, Prüfbericht Nr. SE02018B3 vom 28.11.2002.

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **VESTAS V-90** gemäß der Zusammenfassung dreier Einzelberichte durch die Firma WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, Bericht Nr. WT 5633/07 vom 07.03.2007. Das energetische

Mittel dieser drei Schallleistungspegel wird bei einer Nennleistung von 2.000 kW mit 103,4 dB(A) angegeben.

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **VESTAS V-90** im schallreduzierten Mode 2 gemäß der Zusammenfassung dreier Einzelberichte durch die Firma WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, Bericht Nr. WT 5637/07 vom 07.03.2007. Das energetische Mittel dieser drei Schallleistungspegel wird mit 100,2 dB(A) angegeben.

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **ENERCON E-70/E4** 2.3MW gemäß der Zusammenfassung dreier Einzelberichte durch die Firma WIND-consult, Bericht Nr. WICO 087SE510/02 vom 02.07.2010. Das energetische Mittel dieser drei Schallleistungspegel wird mit 104,2 dB(A) angegeben.

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **NORDEX N-90 2.5MW LS** gemäß der Vermessung durch die Firma WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, Bericht Nr. WT 4226/05 vom 13.05.2005. Dieser Bericht gibt für 80 m Nabenhöhe einen Schallleistungspegel von 103,3 dB(A) an. Die Umrechnung auf 100 m Nabenhöhe ergibt einen Schallleistungspegel von 103,6 dB(A).

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **NORDEX N-90 2.5MW LS** im schallreduzierten Nachtbetrieb gemäß den Angaben der Kreisverwaltung Cochem-Zell, Fachbereich Bauen und Umwelt, Herr Loosen. Demnach ist für die berücksichtigten Anlagen WKA 233 und WKA 245 nachts nur ein Betrieb mit 101,2 dB(A) zulässig. Dies entspricht dem folgenden Messbericht: WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, Bericht Nr. WT 4227/05 vom 13.05.2005.

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **GAMESA G-80** gemäß der Zusammenfassung dreier Einzelberichte durch die Firma Gamesa Wind GmbH, Bericht Nr. GW 0102 vom 24.02.2005. Das energetische Mittel dieser drei Schallleistungspegel wird bei einer Nennleistung von 2.000 kW mit 103,7 dB(A) angegeben.

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **GAMESA G-80** im schallreduzierten Nachtbetrieb gemäß den Angaben der Kreisverwaltung Cochem-Zell, Fachbereich Bauen und Umwelt, Herr Loosen. Demnach ist für die berücksichtigte Anlage WKA 605 nachts nur ein Betrieb mit 102,0 dB(A) zulässig.

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **ENERCON E-82/E2 2.3MW** gemäß der Vermessung durch die Firma KÖTTER Consultin Engineers KG, Bericht Nr. 209244-03.03 vom 18.03.2010. Dieser Bericht gibt für 108 m einen Schallleistungspegel von 103,4 dB(A) an. Eine Umrechnung dieses Wertes auf 138 m Nabenhöhe ergibt einen Schallleistungspegel von 102,8 dB(A) (siehe Umrechnungsbericht im Anhang). Da die Umrechnung nicht vom Messinstitut stammt, sondern vom Gutachter selbst erstellt worden ist, wird an dieser Stelle der vermessene, höhere Wert verwendet.

Für sämtliche Messungen sind weder Zuschläge für Tonhaltigkeit noch für Impulshaltigkeit anzusetzen.)

4.3 Einwirkungsbereich

Für die Auswahl der zu betrachtenden Immissionsorte ist der Einwirkungsbereich der einen geplanten Anlage maßgeblich. D.h. es ist die Wohnbebauung zu beurteilen, die im Einwirkungsbereich der geplanten Anlagen liegt.

Gemäß der anzuwendenden TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) Absatz 2.2 ist der Einwirkungsbereich einer Anlage durch die Fläche bestimmt, in der die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für die Fläche maßgeblichen Immissionsrichtwert liegt.

Für Dorf- bzw. Mischgebiete sowie für Wohngebäude im Außenbereich gilt der Richtwert von 45 dB(A) in der Nacht.

Eine entsprechende Wohnbebauung befindet sich dann im Einwirkungsbereich einer Anlage, wenn die Anlage am Aufpunkt eine Schallimmission von mindestens 35 dB(A) im Außenbereich verursacht.

Um festzustellen, welche Immissionsorte im Einwirkungsbereich der beurteilten Windenergieanlagen liegen, wurde zunächst die Ausbreitung der Schallimmissionen der beurteilten Anlage allein, d.h. ohne Berücksichtigung von Vorbelastungen untersucht.

Die Einwirkungsbereichsberechnung ergab folgende durch die eine beurteilte Windenergieanlage allein verursachten Schallimmissionen:

Schall-Immissionsort	Schall-immissions-wert [dB(A)]	Obere Vertrauens-bereichs-grenze des Schallimmis-sionswerts [dB(A)]	Richtwert [dB(A)]
IP 01 Hauptstraße 15, Eulgem	**32,5**	**35,0**	**45,0**
IP 02 Hauptstraße 23, Eulgem	**33,8**	**36,3**	**45,0**
IP 03 Hauptstraße 25, Eulgem	**34,5**	**37,0**	**45,0**
IP 04 In den Hägen 13, Eulgem	**33,1**	**35,6**	**45,0**
IP 05 In den Hägen 15, Eulgem	**33,7**	**36,2**	**45,0**
IP 06 In den Hägen 16, Eulgem	**33,3**	**35,8**	**45,0**
IP 07 In den Hägen 17, Eulgem	**33,7**	**36,2**	**45,0**
IP 08 In den Hägen 18, Eulgem	**33,3**	**35,8**	**45,0**
IP 09 In den Hägen 21, Eulgem	**33,9**	**36,4**	**45,0**

Schall-Immissionsort	Schall-immissions-wert [dB(A)]	Obere Vertrauens-bereichs-grenze des Schallimmis-sionswerts [dB(A)]	Richtwert [dB(A)]
IP 10 Sängerweg 1, Eulgem	34,3	36,8	45,0
IP 11 Sängerweg 3, Eulgem	34,1	36,6	45,0
IP 12 Sängerweg 5, Eulgem	33,9	36,4	45,0
IP 13 Hambucher Straße 4, Eulgem	31,1	33,6	45,0
IP 14 Düngenheimer Straße 3, Eulgem	30,2	32,7	45,0
IP 15 Hambucherstr. 9, Eulgem	30,1	32,6	45,0
IP 16 Hambucher Str. 1, Eulgem	30,6	33,1	45,0
IP 17 Eulgemer Str. 19, Hambuch	26,6	29,1	45,0
IP 18 Haynbuchenstr. 22, Hambuch	25,9	28,4	40,0
IP 19 Eulgemer Str. 20, Gamlen	19,2	21,7	45,0
IP 20 Am Ziegelfeld 2, Gamlen	19,2	21,7	45,0
IP 21 Ackerstr. 16, Zettingen	19,5	22,0	45,0
IP 22 Schulstr. 11, Hambuch	23,3	25,8	45,0
IP 23 Schulstr. 12, Hambuch	23,1	25,6	45,0
IP 24 Gehöft Müllershof	30,1	32,6	45,0

Die betrachten Aufpunkte IP 01 bis IP 12 liegen unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose im Einwirkungsbereich der geplanten Anlage. Die Immissionspunkte IP 13 bis IP 24 liegen auch unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose nicht im Einwirkbereich der geplanten WEA und werden daher in den weiteren Berechnungen nicht berücksichtigt.

Alle anderen Wohngebäude in der Umgebung sind weiter von dem beurteilten Anlagenstandort entfernt.

Die detaillierten Ergebnisse der Einwirkungsbereichsberechnung sowie eine zugehörige Karte mit Schall-Iso-Linien finden sich im Anhang.

4.3.1 Einwirkbereich Industrie / Gewerbegebiet Kaisersesch

Westlich der geplanten Windenergieanlage beginnt in ca. 75 m Entfernung ein großflächiges Industrie- und Gewerbegebiet auf dem Gebiet der Gemeinde Kaisersesch. Gemäß des Bebauungsplans handelt es sich bei den nordöstlichen, den östlichen und den südlichen Teilstücken um Industrieflächen. Im nordwestlichen und nordöstlichen Teil des Gebietes sind für Flächen für Gewerbenutzung vorgesehen.

Um festzustellen ob sich die zum Teil noch ungenutzten Flächen im Einwirkbereich der geplanten Anlage befinden, wurden die Industrie- und Gewerbeflächen gemäß den Abgrenzungen des Bebauungsplans als Immissionsfläche dargestellt und der zur geplanten Anlage nächstgelegene Punkt dieser Flächen als Immissionspunkt berücksichtigt.

Bei Industriegebieten gilt nach TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) ein Nachtrichtwert von 70 dB(A), bei Gewebegebieten ein Nachtrichtwert von 50 dB(A). Die entsprechenden Gebietstypen befindet sich dann im Einwirkungsbereich einer Anlage, wenn die Anlage am Aufpunkt eine Schallimmission von mindestens 60 dB(A) im Industriegebiet bzw. 40 dB(A) im Gewerbegebiet verursacht.

Die Einwirkungsbereichsberechnung ergab folgende durch die eine beurteilte Windenergieanlage allein verursachten Schallimmissionen:

Schall-Immissionsort	Schall-immissions-wert [dB(A)]	Obere Vertrauens-bereichs-grenze des Schallimmis-sionswerts [dB(A)]	Richtwert [dB(A)]
IP A GI Gebiet 1	**52,7**	**55,2**	**70,0**
IP B GI Gebiet 2	**31,3**	**33,8**	**70,0**
IP C GI Gebiet 3	**31,2**	**33,7**	**70,0**
IP D GE Gebiet 1	**29,0**	**31,5**	**50,0**
IP E GE Gebiet 2	**35,7**	**38,2**	**50,0**

Es zeigt sich, dass die betrachteten Gebiete auch unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose weit außerhalb des Einwirkbereiches der geplanten Anlage liegen. Die betrachteten Gebiete werden daher in den weiteren Berechnungen nicht berücksichtigt. Alle weiten GE- und GI-Gebiete des Bebauungsplans liegen weiter von der geplanten WEA entfernt.

Werden die zulässigen Richtwerte innerhalb des Industrie- / Gewerbegebiet eingehalten, ist davon auszugehen, dass sich aus dem Industrie- /

Gewerbegebiet keine zu berücksichtigende Vorbelastung für die in Eulgem berücksichtigten Immissionsorte ergibt.

Diese Annahme bestätigte sich im Rahmen von nächtlichen Ortsbegehungen am 17.02.2012 und 22.02.2012 um ca. 23.00Uhr. Der nächtliche Betrieb eines, im Industriegebiete ansässigen, Furnierwerkes war in der Ortslage Eulgem nicht wahrnehmbar.

Aus diesem Grund bleibt das Gewerbe im Industriegebiet bei der Vorbelastungsuntersuchung unberücksichtigt.

Ein entsprechender Berechnungsbericht findet sich im Anhang.

4.4 Daten der beurteilten Immissionsorte

Im Folgenden werden die beurteilten Immissionsorte näher beschrieben. Für diese Immissionsorte werden anschließend die Schallimmissionen der geplanten Windenergieanlage berechnet.

Als maßgeblicher Immissionsort ist laut TA-Lärm (Stand 26.08.1998) Abschnitt 2.3 derjenige Ort zu wählen, an dem eine Überschreitung der Immissionswerte am ehesten zu erwarten ist. Da dieser Punkt eventuell schwierig zu identifizieren ist, wenn mehrere Windenergieanlagen auf ein Gebäude einwirken oder mehrere Gebäude zueinander benachbart sind, bietet das zur Prognose verwendete Programm die Möglichkeit, sogenannte schallkritische Gebiete zu definieren. Für diese Gebiete ermittelt das Programm selbstständig den am stärksten belasteten Punkt und gibt die Koordinaten dieses Punktes in der Berechnungsdokumentation als maßgeblichen Immissionsort an. Aus diesem Grund kann es geschehen, dass für ein schallkritisches Gebiet, in der Einwirkungsbereichsberechung, der Vorbelastungsrechnung, und der Prognose, je nach Platzierung und Anzahl der auf dieses Gebiet einwirkenden Windenergieanlagen, unterschiedliche Koordinaten angegeben werden. Die in diesem Abschnitt aufgeführten Koordinatenangaben zu den beurteilten Immissionsorten beziehen sich auf das Prognoseergebnis.

Bei den betrachteten Immissionsorten handelt sich um Wohngebäude auf dem Gebiet der Eulgem, Verbandsgemeinde Kaisersesch, Landkreis Cochem-Zell in Rheinland-Pfalz.

Die betrachteten Immissionsorte werden schalltechnisch gemäß der Verbandsgemeindenverwaltung Kaisersech, Herrn Weiler, (siehe Mail im Anhang vom 26.07.2011) als Dorf- und Mischgebiete bzw. als Wohngebäude im Außenbereich beurteilt.

Dies bedeutet, dass an diesen Aufpunkten nach der TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) ein Schallimmissionswert von 45,0 dB(A) in der Nacht nicht überschritten werden darf.

An den im Gutachten betrachteten Immissionsorten treten keine zusätzlichen Schallreflexionen z.B. an benachbarten Gebäuden auf.

Betrachtete Schall-Immissionsorte:

Bei sämtlichen betrachteten Immissionspunkten handelt es sich um Wohngebäude in einem Dorf- / Mischgebiet. Eine in den Nachtstunden zu berücksichtigende gewerbliche Vorbelastung konnte weder durch Rücksprache mit Behörden noch durch nächtlichen Ortsbegehungen am 17.02.2012 und 22.02.2012 um ca. 23.00Uhr festgestellt werden.

Eine aus dem Industrie- / Gewerbegebiet hervorgehende Vorbelastung ergibt sich an den in Eulgem berücksichtigten Immissionspunkten nicht, wenn davon ausgegangen wird, dass die zulässigen Richtwerte innerhalb des Industrie- / Gewerbegebiet eingehalten werden.

Diese Annahme bestätigte sich im Rahmen nächtlichen Ortsbegehungen am 17.02.2012 und 22.02.2012 um ca. 23.00Uhr. Der nächtliche Betrieb eines, im Industriegebiet ansässigen Furnierwerkes, war in der Ortslage Eulgem nicht wahrnehmbar.

- **IP 01 Hauptstraße 15, Eulgem, IP 02 Hauptstraße 23, Eulgem und IP 03 Hauptstraße 25, Eulgem**

Die Immissionspunkte *IP 01 Hauptstraße 15, Eulgem, IP 02 Hauptstraße 23, Eulgem und IP 03 Hauptstraße 25, Eulgem* liegen im Nordosten der beurteilten Windenergieanlage auf Höhen zwischen ca. 427 m und 436 m über NN. Bei diesen Immissionsorten handelt es sich um einzelne Wohngebäude am östlichen Ortsrand der Gemeinde Eulgem. Bei den Immissionspunkte handelt es sich um Wohngebäude in einem Dorf- / Mischgebiet. Eine in den Nachtstunden zu berücksichtigende gewerbliche Vorbelastung konnte nicht festgestellt werden.

- **IP 04 In den Hägen 13, Eulgem, IP 05 In den Hägen 15, Eulgem, IP 06 In den Hägen 16, Eulgem, IP 07 In den Hägen 17, Eulgem, IP 08 In den Hägen 18, Eulgem und IP 09 In den Hägen 21, Eulgem**

Die Immissionspunkte *IP 04 In den Hägen 13, Eulgem, IP 05 In den Hägen 15, Eulgem, IP 06 In den Hägen 16, Eulgem, IP 07 In den Hägen 17, Eulgem, IP 08 In den Hägen 18, Eulgem und IP 09 In den Hägen 21, Eulgem* liegen im Nordosten der beurteilten Windenergieanlage auf Höhen zwischen ca. 433 m und 440 m über NN. Bei diesen Immissionsorten handelt es sich um einzelne Wohngebäude am südöstlichen Ortsrand der Gemeinde Eulgem.

- **IP 10 Sängerweg 1, Eulgem, IP 11 Sängerweg 3, Eulgem, und IP 12 Sängerweg 5, Eulgem**

Die Immissionspunkte *IP 10 Sängerweg 1, Eulgem, IP 11 Sängerweg 3, Eulgem, und IP 12 Sängerweg 5, Eulgem* liegen im Nordosten der beurteilten Windenergieanlage auf Höhen zwischen ca. 431 m und 434 m über NN. Bei diesen Immissionsorten handelt es sich um einzelne Wohngebäude am nordöstlichen Ortsrand der Gemeinde Eulgem.

In der folgenden Tabelle finden sich die Gauß-Krüger-Koordinaten der betrachteten Aufpunkte sowie die Entfernung zur beurteilten WEA in m:

Immissionsort	Gauß-Krüger-Koordinaten		Höhe über NN (m)	Entfernung zur beurteilten WEA (m)
	Rechts-wert	Hoch-wert		
IP 01 Hauptstraße 15, Eulgem	2.583.867	5.567.667	427,7	660
IP 02 Hauptstraße 23, Eulgem	2.583.821	5.567.613	433,7	589
IP 03 Hauptstraße 25, Eulgem	2.583.774	5.567.608	435,8	557
IP 04 In den Hägen 13, Eulgem	2.583.941	5.567.533	437,6	620
IP 05 In den Hägen 15, Eulgem	2.583.909	5.567.521	439,9	588
IP 06 In den Hägen 16, Eulgem	2.583.899	5.567.570	434,9	612
IP 07 In den Hägen 17, Eulgem	2.583.893	5.567.541	438,3	588
IP 08 In den Hägen 18, Eulgem	2.583.877	5.567.589	433,8	609
IP 09 In den Hägen 21, Eulgem	2.583.847	5.567.581	435,5	582
IP 10 Sängerweg 1, Eulgem	2.583.741	5.567.644	434,1	568
IP 11 Sängerweg 3, Eulgem	2.583.726	5.567.664	433,3	578
IP 12 Sängerweg 5, Eulgem	2.583.713	5.567.685	431,9	591

* Koordinatensystem in diesem Gutachten: Gauß-Krüger 3°-Streifen-System, Bessel-Ellipsoid, Potsdam Datum, Zone 2

Projekt: **Eulgem**

Beschreibung: 068-10-0245-03.04

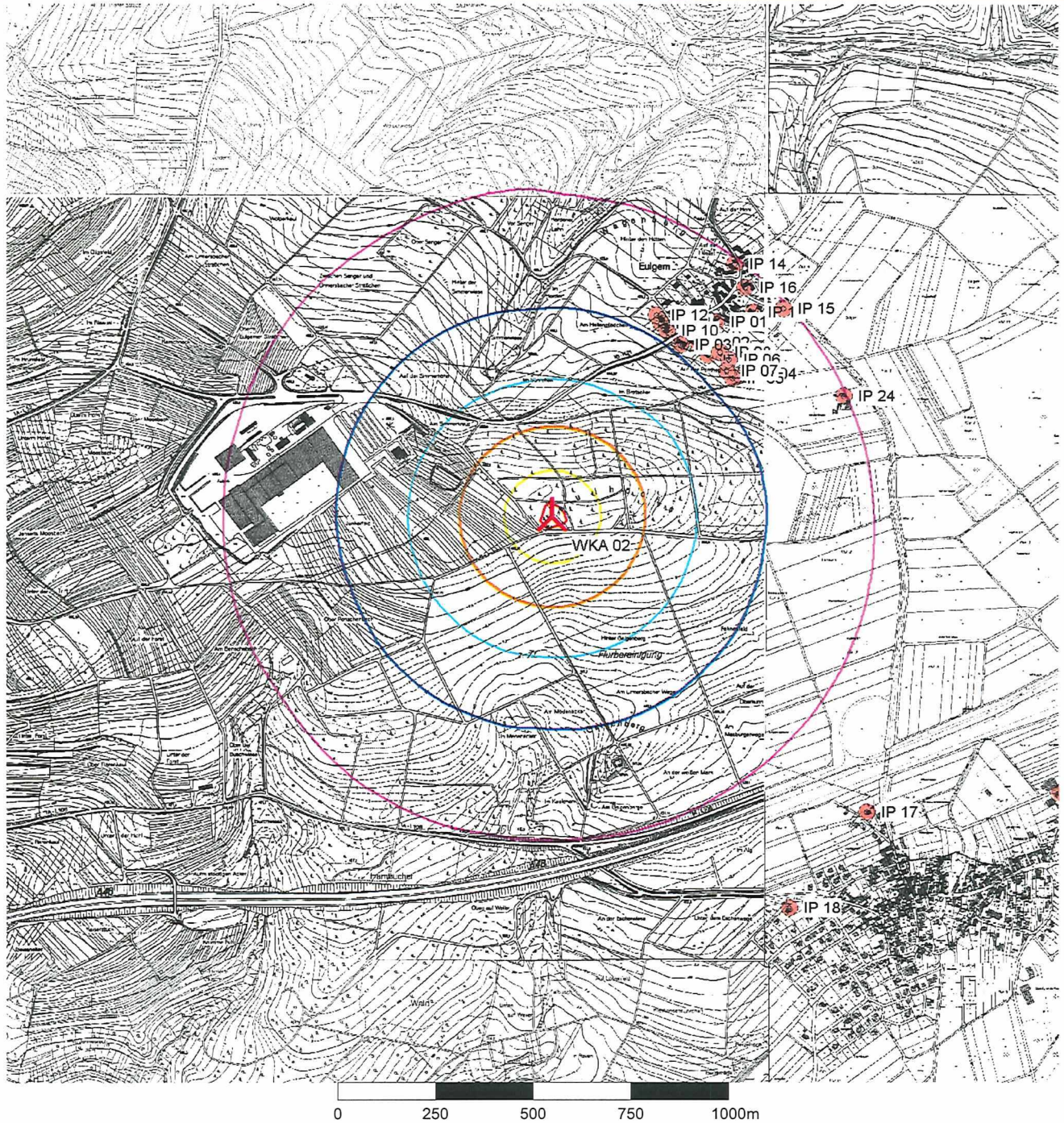
Ausdruck/Seite
27.04.2012 09:20 / 1

Lizenzierter Anwender:
SOLvent GmbH
Lünener Straße 211
DE-59174 Kamen
+49 2307 240063
Johannes Waterkamp / jw@solvent.de

Berechnet:
26.04.2012 09:16/2.7.490

DECIBEL - Karte 95% der Nennleistung ansonsten 10,0 m/s

Berechnung: 1 x E-53 (Einwirkbereich)



0 250 500 750 1000m

Karte: Eulgem5000 , Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum UTM WGS 84 Zone: 32 Ost: 369.365 Nord: 5.566.191

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

30,0 dB(A) — 35,0 dB(A) — 40,0 dB(A) — 45,0 dB(A) — 50,0 dB(A) — 55,0 dB(A)

4.5 Zusatzbelastung

An den innerhalb des Einwirkungsbereichs liegenden Aufpunkten erzeugt die eine geplante Anlage des Typs ENERCON E-53 mit 73,3 m Nabenhöhe folgende Schallimmissionen.

Schall-Immissionsort	Schall-immissions-wert [dB(A)]	Obere Vertrauens-bereichs-grenze des Schallimmis-sionswerts [dB(A)]	Richtwert [dB(A)]
IP 01 Hauptstraße 15, Eulgem	32,5	35,0	45,0
IP 02 Hauptstraße 23, Eulgem	33,8	36,3	45,0
IP 03 Hauptstraße 25, Eulgem	34,5	37,0	45,0
IP 04 In den Hägen 13, Eulgem	33,1	35,6	45,0
IP 05 In den Hägen 15, Eulgem	33,7	36,2	45,0
IP 06 In den Hägen 16, Eulgem	33,3	35,8	45,0
IP 07 In den Hägen 17, Eulgem	33,7	36,2	45,0
IP 08 In den Hägen 18, Eulgem	33,3	35,8	45,0
IP 09 In den Hägen 21, Eulgem	33,9	36,4	45,0
IP 10 Sängerweg 1, Eulgem	34,3	36,8	45,0
IP 11 Sängerweg 3, Eulgem	34,1	36,6	45,0
IP 12 Sängerweg 5, Eulgem	33,9	36,4	45,0

An den betrachteten Aufpunkten wird der maßgebliche Richtwert von 45,0 dB(A) unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose an keinem der Aufpunkte überschritten.

Der detaillierte Berechnungsbericht der Zusatzbelastungs-Berechnung und eine zugehörige Karte mit Schall-Iso-Linien findet sich im Anhang.

4.6 Vorbelastung

Die Umgebung des Standortes der einen geplanten Windenergieanlage wird landwirtschaftlich genutzt.

Eine in den Nachtstunden zu berücksichtigende gewerbliche Vorbelastung konnte weder durch Rücksprache mit Behörden noch durch nächtlichen Ortsbegehungen am 17.02.2012 und 22.02.2012 um ca. 23.00Uhr festgestellt werden.

Eine aus dem Industrie- / Gewerbegebiet hervorgehende Vorbelastung ergibt sich an den in Eulgem berücksichtigten Immissionspunkten nicht, wenn davon ausgegangen wird, dass die zulässigen Richtwerte innerhalb des Industrie- / Gewerbegebiet eingehalten werden.

Diese Annahme bestätigte sich im Rahmen nächtlichen Ortsbegehungen am 17.02.2012 und 22.02.2012 um ca. 23.00Uhr. Der nächtliche Betrieb eines, im Industriegebiet ansässigen Furnierwerkes, war in der Ortslage Eulgem nicht wahrnehmbar.

In der Umgebung der Fläche für die geplante eine Windenergieanlage befinden sich bereits 46 weitere Windenergieanlagen der folgenden Typen:

- 4 x ENERCON E-40/6.44 mit 65 m NH
- 4 x GE Wind Energy 1.5sl mit 85,0 m NH
- 2 x NORDEX N-90 2.3MW mit 80,0 m und 100,0 m NH
- 7 x ENERCON E-82 mit 85,0 m, 98,3 m und 98,4 m NH
- 9 x VESTAS V-90 mit 105,0 m NH und 95,0 m NH
- 3 x ENERCON E-53 mit 73,3 m NH
- 4 x FUHRLÄNDER MD-77 mit 61,5 m, 85,0 m und 111,5 m NH
- 1 x ENERCON E-70/E4 2.3MW mit 85,0 m NH
- 6 x NORDEX N-90 2.5MW mit 100,0 m NH
- 5 x GAMESA G-80 mit 100,0 m NH
- 1 x ENERCON E-82/E2 mit 138,4 m NH

In der folgenden Tabelle werden die Schallpegel an den betrachteten Aufpunkten aufgeführt, die allein durch die bereits bestehenden 46 Anlagen (Vorbelastung) verursacht werden, d.h. ohne Berücksichtigung der einen geplanten Anlage:

Schall-Immissionsort	Schall-immissions-wert [dB(A)]	Obere Vertrauens-bereichs-grenze des Schallimmis-sionswerts [dB(A)]	Richtwert [dB(A)]
IP 01 Hauptstraße 15, Eulgem	**39,9**	**42,4**	**45,0**
IP 02 Hauptstraße 23, Eulgem	**39,6**	**42,1**	**45,0**
IP 03 Hauptstraße 25, Eulgem	**39,3**	**41,8**	**45,0**
IP 04 In den Hägen 13, Eulgem	**40,8**	**43,3**	**45,0**
IP 05 In den Hägen 15, Eulgem	**40,5**	**43,0**	**45,0**
IP 06 In den Hägen 16, Eulgem	**40,3**	**42,8**	**45,0**
IP 07 In den Hägen 17, Eulgem	**40,3**	**42,8**	**45,0**
IP 08 In den Hägen 18, Eulgem	**40,1**	**42,6**	**45,0**
IP 09 In den Hägen 21, Eulgem	**39,9**	**42,4**	**45,0**
IP 10 Sängerweg 1, Eulgem	**39,1**	**41,6**	**45,0**
IP 11 Sängerweg 3, Eulgem	**39,0**	**41,5**	**45,0**
IP 12 Sängerweg 5, Eulgem	**39,0**	**41,5**	**45,0**

An den betrachteten Aufpunkten wird der maßgebliche Richtwert von 45,0 dB(A) unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose an keinem der Aufpunkte überschritten.

Der detaillierte Berechnungsbericht der Vorbelastungs-Berechnung und eine zugehörige Karte mit Schall-Iso-Linien findet sich im Anhang.

4.7 Gesamtbelastung

An den betrachteten Immissionsorten wird die Schallbelastung durch die eine geplante Windenergieanlage des Typs ENERCON E-53 mit 73,3 m Nabenhöhe sowie den 46 weiteren bereits bestehenden Anlagen des Typs bestimmt.

Unter den genannten Voraussetzungen werden, gemäß der Norm DIN ISO 9613-2 und mit Hilfe der Software WINDpro (Version 2.7.490) des dänischen Softwareherstellers EMD, folgende Schalldruckpegel prognostiziert:

Gesamtbelastung:

Schall-Immissionsort	Schall-immissions-wert [dB(A)]	Obere Vertrauens-bereichs-grenze des Schallimmis-sionswerts [dB(A)]	Richtwert [dB(A)]
IP 01 Hauptstraße 19, Eulgem	40,6	43,1	45,0
IP 02 Hauptstraße 23, Eulgem	40,6	43,1	45,0
IP 03 Hauptstraße 25, Eulgem	40,5	43,0	45,0
IP 04 In den Hägen 13, Eulgem	41,5	44,0	45,0
IP 05 In den Hägen 15, Eulgem	41,4	43,9	45,0
IP 06 In den Hägen 16, Eulgem	41,1	43,6	45,0
IP 07 In den Hägen 17, Eulgem	41,2	43,7	45,0
IP 08 In den Hägen 18, Eulgem	40,9	43,4	45,0
IP 09 In den Hägen 21, Eulgem	40,8	43,3	45,0
IP 10 Sängerweg 1, Eulgem	40,3	42,8	45,0
IP 11 Sängerweg 3, Eulgem	40,2	42,7	45,0
IP 12 Sängerweg 5, Eulgem	40,1	42,6	45,0

An den betrachteten Aufpunkten wird der maßgebliche Richtwert von 45,0 dB(A) unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose an keinem der Aufpunkte überschritten.

Der genaue Berechnungsbericht der Prognose und eine zugehörige Karte mit Schall-Iso-Linien findet sich im Anhang.

4.8 Qualität der Prognose

4.8.1 Prognoseverfahren

Die Prognose wurde gemäß der Norm DIN ISO 9613-2 mit Hilfe der Software WINDpro (Version 2.7.490) erstellt. Diese Berechnung basiert auf vermessenen oder berechneten Schallleistungspegeln, die der FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) entsprechen.

Bezüglich der Genauigkeit des Prognoseverfahrens gibt die DIN-ISO 9613-2 einen Wert von +/- 3 dB als Maß für die geschätzte Genauigkeit an. Unter der Annahme, das dieses Maß für die geschätzte Genauigkeit etwa einem Bereich von +/- 2 Standardabweichungen entspricht, ergibt sich eine geschätzte Standardabweichung des Prognosemodells von $\sigma_{Progn} = 1{,}5$ dB(A).

Die Berechnungsvorschrift zur Bestimmung des Schalldruckpegels einer Windenergieanlage (siehe auch Kapitel 2.2.3 in diesem Bericht) gemäß der Norm DIN ISO 9613-2 enthält in ihrer allgemeinen Form Bestandteile, die als Dämpfungsmaße bezeichnet werden. Diese Dämpfungsmaße beschreiben die Reduzierung der Schallemissionen zwischen dem Emissionsort und dem Immissionsort. Diese Dämpfung ergibt sich aufgrund der geometrischen Ausbreitung, der Luftabsorption und der Bodendämpfung. Diese Dämpfungsmaße (A_{div}, A_{atm}, und A_{gr}) wurden, wie in Kapitel 2.2.3 dieser Ausarbeitung beschrieben, in der hier durchgeführten Prognose berücksichtigt.

Darüber hinaus gibt es eine Dämpfung durch den Bewuchs (Bewuchsdämpfung) und die Bebauung (Bebauungsdämpfung), die sich zwischen dem bewerteten Aufpunkt und der Schallquelle am Boden befinden sowie eine Dämpfung aufgrund von Abschirmung. Bei der hier durchgeführten Prognose sind diese Dämpfungsmaße (A_{bar} und A_{misc}) unberücksichtigt geblieben (s. Kapitel 2.2.3 dieser Ausarbeitung sowie Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro, S. 304 ff.). D.h. es wird angenommen, dass keine Dämpfung durch Bewuchs, Bebauung oder Abschirmung vorhanden ist.

Aufgrund dieser Nicht-Berücksichtigung der genannten Dämpfungsmaße ist davon auszugehen, dass die in diesem Gutachten prognostizierten Werte höher liegen als die an den Aufpunkten tatsächlich auftretenden Immissionen.

Der Haupteinflussfaktor bei der Berechnungsvorschrift zur Bestimmung des Schalldruckpegels einer Windenergieanlage an einem Immissionsort ist der verwendete Schallleistungspegel der Windenergieanlage. Dieser Wert wird durch Vermessung einer bestehenden Windenergieanlage bestimmt. Während der Messung muss eine Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 Metern Höhe über Grund herrschen.

4.8.2 Vermessungsberichte

Für den Windenergieanlagentyp **ENERCON E-53** liegt das Ergebnis folgender Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- Müller-BBM GmbH als Zusammenfassung der nachfolgenden aufgeführten drei Einzelberichte, Bericht Nr. M 87 748/2 khl vom 09.11.2010. Das energetische Mittel dieser drei Vermessungen wird bei einer Nennleistung von 800 kW mit 101,4 dB(A) angegeben.
- Müller-BBM GmbH, Prüfbericht Nr. MBBM 69 915/2 vom 27.04.2007 mit 800 kW Nennleistung und einem Schallleistungspegel von 100,9 dB(A)
- WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, Prüfbericht WT 6263/08 vom 14.02.2008 mit 800 kW Nennleistung und einem Schallleistungspegel von 101,5 dB(A)
- Müller-BBM GmbH, Prüfbericht Nr. MBBM 87 748/1 vom 14.06.2010 mit 800 kW Nennleistung und einem Schallleistungspegel von 101,9 dB(A)

Für den Windenergieanlagentyp **ENERCON E-40/6.44** liegt das Ergebnis folgender Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog, Bericht Nr.: WT 1740/01 vom 11.04.2001. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 100,8 dB(A) an.
- WIND-consult, Bericht Nr.: 207SE899 vom 13.03.2000. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 100,8 dB(A) an.
- WIND-consult, Bericht Nr. 287SEA01/01 vom 05.12.2001. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 100,1 dB(A) an.
- Das energetische Mittel dieser drei Vermessungen wird bei einer Nennleistung von 600 kW mit 100,6 dB(A) angegeben.

Für den Windenergieanlagentyp **GE Wind Energy GE 1.5sl** liegen die Ergebnisse dreier Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- KÖTTER Consulting Engineers, Rheine, Prüfbericht Nr. 25574-1.003 vom 23.07.2001. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 103,7 dB(A) an.
- WINDconsult GmbH, Bargeshagen, Prüfbericht Nr. WICO 286SEA01 vom 26.10.2001. Dieser Berichtrgibt einen Schallleistungspegel von 104,5 dB(A) an.

- KÖTTER Consulting Engineers, Rheine, Prüfbericht Nr. 26272-1.001 vom 18.07.2002. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 103,7 dB(A) an.

Als Schallleistungspegel ist das energetische Mittel der drei genannten Messwerte zu verwenden, dieses beträgt **L_{WA} = 104,0 dB(A).**

Für den Windenergieanlagentyp **NORDEX N-90** liegen die Ergebnisse dreier Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- WINDconsult GmbH, Bargeshagen, Prüfbericht Nr. WICO 132SE402/01 vom 03.09.2003. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 103,6 dB(A) an.
- WINDconsult GmbH, Bargeshagen, Prüfbericht Nr. WICO 063SE204/01 vom 10.05.2004. Dieser Bericht gibt für einen Schallleistungspegel von 103,0 dB(A) an.
- WINDconsult GmbH, Bargeshagen, Prüfbericht Nr. WICO 274SE604/01 vom 09.12.2004. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 103,7 dB(A) an.

Als Schallleistungspegel ist das energetische Mittel der drei genannten Messwerte zu verwenden, dieses beträgt **L_{WA} = 103,3 dB(A).**

Für Windenergieanlagen des Typs **ENERCON E-82** 2.0MW liegen die Ergebnisse der folgenden drei Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- Kötter Consulting Engineers KG als Zusammenfassung der folgenden drei Einzelberichte, Bericht Nr. 207542-02.02 vom 18.09.2008. Das energetische Mittel dieser drei Vermessungen wird bei einer Nennleistung von 2.000 kW mit 103,8 dB(A) angegeben.

Für den schallreduzierten Nachtbetrieb im **1000kW Betrieb** liegt der folgende Bericht zugrunde:

- Messbericht: Müller-BBM, Gelsenkirchen, Prüfbericht Nr. M68 330/1 vom 27.04.2007. Dieser gibt einen Schallleistungspegel von 98,7 dB(A) bei 1.000kW Nennleistung an.

Für den **schallreduzierten Nachtbetrieb** der Anlage WEA 202 des Typs **ENERCON E-82 2.0MW** die Angaben der Kreisverwaltung Cochem-Zell, Fachbereich Bauen und Umwelt, Herr Loosen. Demnach ist für die berücksichtigte Anlage WKA 202 nachts nur ein Betrieb mit 101,8 dB(A) zulässig.

Für Windenergieanlagen des Typs **VESTAS V-90** 2.0MW liegen die Ergebnisse der folgenden drei Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergie-

anlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH als Zusammenfassung der folgenden drei Einzelberichte, Bericht Nr. WT 5633/07 vom 07.03.2007. Das energetische Mittel dieser drei Vermessungen wird bei einer Nennleistung von 2.000 kW mit 103,4 dB(A) angegeben.

Für den schallreduzierten Nachtbetrieb im Mode 2 liegt der folgende Bericht zugrunde:

- Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs **VESTAS V-90** im schallreduzierten Mode 2 gemäß der Zusammenfassung dreier Einzelberichte durch die Firma WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, Bericht Nr. WT 5637/07 vom 07.03.2007. Das energetische Mittel dieser drei Schallleistungspegel wird mit 100,2 dB(A) angegeben.

Für den Windenergieanlagentyp **FUHRLÄNDER MD-77** (baugleich mit REpower MD-77) liegen die Ergebnisse dreier Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- WINDTEST, Grevenbroich, Prüfbericht Nr. SE02011B2 vom 07.08.2002. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 103,3 dB(A) an.
- WINDconsult, Bargeshagen, Prüfbericht Nr. WICO 039SEA202 vom 02.10.2002. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 103,3 dB(A) an.
- KÖTTER, Rheine, Prüfbericht Nr. 27053-1.001 vom 08.05.2003. Dieser Bericht gibt für einen Schallleistungspegel von 102,3 dB(A) an.

Als Schallleistungspegel ist das energetische Mittel der drei genannten Messwerte zu verwenden, dieses beträgt **L_{WA} = 103,0 dB(A).**

Für den schallreduzierten Nachtbetrieb mit 1.3MW Nennleistung liegt der folgende Bericht zugrunde:

- WINDTEST, Grevenbroich, Prüfbericht Nr. SE02018B3 vom 28.11.2002. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 100,2 dB(A) an.

Für den Windenergieanlagentyp **ENERCON E-70/E4 2.3MW** (liegen die Ergebnisse dreier Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- WIND-consult GmbH, Bargeshagen, Prüfbericht WICO 087SE510/02 vom 02.07.2010. Gemäß dieser Vermessung hat die Anlage mit einer Nabenhöhe von 85,0 m einen Schallleistungspegel von 104,2 dB(A).

Für den Windenergieanlagentyp **NORDEX N-90 2.5MW LS** liegt das Ergebnis einer Vermessung gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur

Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, Bericht Nr. WT 4226/05 vom 13.05.2005. Dieser Bericht gibt für 80 m Nabenhöhe einen Schallleistungspegel von 103,3 dB(A) an. Die Umrechnung auf 100 m Nabenhöhe ergibt einen Schallleistungspegel von 103,6 dB(A).

Für den schallreduzierten Nachtbetrieb mit 2.0MW Nennleistung liegt der folgende Bericht zugrunde:

- WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, Bericht Nr. WT 4227/05 vom 13.05.2005. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 101,2 dB(A) an

Für den Windenergieanlagentyp **GAMESA G80** (liegen die Ergebnisse dreier Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- Gamesa Wind GmbH, Bericht Nr. GW 0102 vom 24.02.2005. Das energetische Mittel dieser drei Schallleistungspegel wird bei einer Nennleistung von 2.000 kW mit 103,7 dB(A)

Der schallreduzierte Nachtbetrieb der Anlage WKA 605 wird gemäß den Angeben der Kreisverwaltung Cochem-Zell, Fachbereich Bauen und Umwelt, Herr Loosen mit 102,0 dB(A) berücksichtigt.

Für Windenergieanlagen des Typs **ENERCON E-82/E2** 2.3MW liegen die Ergebnisse der folgenden drei Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- Firma KÖTTER Consultin Engineers KG, Bericht Nr. 209244-03.03 vom 18.03.2010. Dieser Bericht gibt 108 m einen Schallleistungspegel von 103,4 dB(A) an. Da die Umrechnung auf 138 m Nabenhöhe einen Schallleistungspegel von 102,8 dB(A) ergab, wurde der vermessene Wert verwendet.

Bei sämtlichen genannten Messungen ist kein Ton- oder Impulshaltigkeits-zuschlag anzusetzen.

Sämtliche genannten Messungen wurden unter typischen Bedingungen, entsprechend dem Messverfahren der DIN-EN61400-11 und unter Berücksichtigung der Randbedingungen der FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergie-anlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) durchgeführt. Das Messverfahren ist somit durch eine Standardabweichung von **σ_R = 0,5 dB(A)** gekennzeichnet.[3]

4.8.3 Auswirkung der Produktionsstreuung

Für die Anlagentypen **NORDEX N-90 2.5MW LS im Tag- und Nachtbetrieb, FUHRLÄNDER FL MD-77 im Nachtbetrieb, ENERCON E-82 im Nachtbetrieb und ENERCON E-82/E2 2.3MW** wird die *Unsicherheit der Produktionsstreuung* gemäß der Empfehlung „Schallimmissionsschutz in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen – Empfehlung des Arbeitskreises Geräusche von Windenergieanlagen, Oktober 1999" mit 2 dB(A) angegeben, da derzeit eine Vermessung gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vorliegt.

Unter dieser Voraussetzung und unter Annahme eines 95% Konfidenzintervalls ergibt sich die Standardabweichung, welche die Serienstreuung der Emissionsdaten beschreibt mit: $\sigma_P = 1{,}2$ dB.

Wie in Kapitel 4.8.2 ausgeführt, liegen für die Anlagentypen **ENERCON E-53, ENERCON E-40/6.44, GE Wind Energy GE 1.5sl, NORDEX N-90, ENERCON E-82 2.0MW, VESTAS V-90 2.0MW Tag- und Nachtbetrieb, FUHRLÄNDER MD-77 Tagbetrieb, ENERCON E-70/E4 2,3MW** und **GAMESA G80** drei Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schallleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Brunsbüttel, Fördergesellschaft Windenergie e.V.) vor.

Zur Bestimmung des Sicherheitszuschlages für die Serienstreuung einer dreifach vermessenen Windenergieanlage wird der Arbeitsentwurf der EN 50376 *Derclaration of sound power level and tonality values of wind turbines* herangezogen.

Gemäß dieser Norm berechnet sich die Standardabweichung $\sigma_P = s$ wie folgt:

$$\overline{L_w} = \sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (L_i - \overline{L}_w)^2}$$

Unter Verwendung der in Kapitel 4.8.2 genannten Vermessungswerte ergibt sich somit für die oben genannten Anlagentypen folgende *Unsicherheit der Produktionsstreuung*:

Anlagentyp	Unsicherheit der Produktionsstreuung σ_P [dB(A)]
ENERCON E-53	**0,61**
ENERCON E-40/6.44	**0,41**
GE Wind Energy GE 1.5sl	**0,46**

Anlagentyp	Unsicherheit der Produktionsstreuung σ_P [dB(A)]
NORDEX N-90	0,36
ENERCON E-82 2.0MW	0,35
VESTAS V-90 2.0MW	0,20
VESTAS V-90 Mode 2	1,1
FUHRLÄNDER MD-77	0,58
ENERCON E-70/E4 2.3MW	0,21
GAMESA G80	0,40

4.8.4 Gesamtunsicherheit der Prognoseergebnisse

Bezüglich der Genauigkeit des Prognoseverfahrens gibt die DIN-ISO 9613-2 einen Wert von +/- 3 dB als Maß für die geschätzte Genauigkeit an. Unter der Annahme, das dieses Maß für die geschätzte Genauigkeit etwa einem Bereich von +/- 2 Standardabweichungen entspricht, ergibt sich eine geschätzte Standardabweichung des Prognosemodells von σ_{Progn} **= 1,5 dB(A).**

Wie in Kapitel 4.8.2 dieses Gutachtens dargestellt, wird in Bezug auf die geplante Anlage des Typen **ENERCON E-53** sowie den 46 bereits bestehenden Anlagen. die Messunsicherheit mit σ_R **= 0,5 dB(A)** angegeben.

Wie in Kapitel 4.8.3 dieses Gutachtens ausgeführt, wird in Bezug auf die Anlagen der Typen **NORDEX N-90 2.5MW LS im Tag- und Nachtbetrieb, FUHRLÄNDER FL MD-77 im Nachtbetrieb, ENERCON E-82 im Nachtbetrieb und ENERCON E-82/E2 2.3MW** die Unsicherheit durch die Produktionsstreuung mit 2 dB(A) angenommen. Unter dieser Voraussetzung und unter der Annahme eines 95% Konfidenzintervalls ergibt sich die Standardabweichung, welche die Serienstreuung der Emissionsdaten beschreibt, mit: σ_P **= 1,2 dB (A).**

Bei den weiteren Anlagen ergeben sich folgende Unsicherheit der Produktionsstreuung :

Anlagentyp	Unsicherheit der Produktionsstreuung σ_P [dB(A)]
ENERCON E-53	0,61
ENERCON E-40/6.44	0,41
GE Wind Energy GE 1.5sl	0,46
NORDEX N-90	0,36

Anlagentyp	Unsicherheit der Produktionsstreuung σ_P [dB(A)]
ENERCON E-82 2.0MW	**0,35**
VESTAS V-90 2.0MW	**0,20**
VESTAS V-90 Mode 2	**1,1**
FUHRLÄNDER MD-77	**0,58**
ENERCON E-70/E4 2.3MW	**0,21**
GAMESA G80	**0,40**

Es ergeben sich folgende Werte, die zur Berechnung der Gesamtunsicherheit der Prognose in diesem Gutachten zu berücksichtigen sind:

Variable	Beschreibung	Wert
σ_R	Messungenauigkeit	**0,5 dB(A)**
σ_P	Unsicherheit durch Serienstreuung	**1,2 dB(A)**
σ_{Progn}	Unsicherheit des Prognoseverfahrens	**1,5 dB(A)**

Die Unsicherheit der gesamten Prognose wird unter den genannten Voraussetzungen durch folgende Standardabweichung beschrieben:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Progn}^2} = \sqrt{0{,}5^2 + 1{,}2^2 + 1{,}5^2} = 1{,}98 \text{ dB(A)}$$

Die obere Vertrauensbereichsgrenze der Prognosewerte kann durch folgende Gleichung bestimmt werden:

$$L_0 = L_m + z * \sigma_{ges}$$

L_m : prognostizierter Immissionswert

z : Standardnormalvariable

Wird bei dieser Berechnung von normalverteilten Prognosefehlern und einem Konfidenzintervall von 90% ausgegangen (Standardnormalvariable z = 1,28), so wird der maßgebliche Richtwert der TA-Lärm dann sicher eingehalten, wenn der prognostizierte Immissionswert 1,28 * 1,98 dB(A)= **2,5 dB(A)** unter dem maßgeblichen Richtwert der TA-Lärm liegt.

5 Abschlusserklärung

Es wird versichert, dass die vorliegenden Ermittlungen unparteiisch, gemäß dem Stand der Technik und nach bestem Wissen und Gewissen durchgeführt wurden. Die Datenerfassung, die zu diesem Gutachten geführt hat, wurde mit größtmöglicher Sorgfalt vorgenommen, alle Berechnungen mehrfach kontrolliert.

Die Berechnungen wurden gemäß der deutschen Norm DIN-ISO 9613-2 und der TA-Lärm vom 26.08.1998 mit der Software WINDpro (Version 2.7.490, Modul *Decibel*) durchgeführt.

Zwischen dem Auftraggeber und der Firma SOLvent GmbH bestehen weder personelle noch kapitalmäßige noch verwandtschaftliche Verflechtungen.

Kamen, 27. April 2012

SOLvent GmbH
Lünener Straße 211 · 59174 Kamen
Telefon 0 23 07 / 24 00 63, Fax 0 23 07 / 24 00 66

erstellt (Dipl.-Ing. Jendrik Hoppmann) geprüft / freigegeben (Dipl.-Inf. Johannes Waterkamp)

6 Anhang

Der Anhang folgt in einem gesondertem Band und beinhaltet die nachfolgende Auflistung

- Die detaillierten Berechnungsberichte sowie zugehörige Karten mit ISO-Schalllinien für die Schallimmissionsprognose.
- Kopien der Unterlagen, die zur Bestimmung der Schallleistungspegel der geplanten Windenergieanlage vom Typ ENERCON E-53 benutzt worden sind.
- Kopien der Unterlagen, die zur Bestimmung der Schallleistungspegel der bestehenden Windenergie-anlagen verwendet worden sind.
- WEA Liste der Kreisverwaltung
- Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro