

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

Schallimmissionsprognose für den Windpark Denklingen/Fuchstal

Genehmigungsbehörde:

**Regierung von Oberbayern
Maximilianstraße 39
80538 München**

Antragsteller:

Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.,

vertreten durch:

Frau Viktoria Horber
1. Bürgermeisterin
Gemeinde Denklingen
Hauptstraße 23
86920 Denklingen

Herr Erwin Karg
1. Bürgermeister
Gemeinde Fuchstal
Bahnhofstraße 1
86925 Fuchstal

Bericht und Berechnungen verfasst von:

Ingenieurbüro Sing
Erneuerbare Energien
Dipl.-Ing., MBA a. Eng. Robert Sing
Hindenburgring 82
86899 Landsberg am Lech

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.
--	---

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	2
1 Allgemeine Angaben.....	3
2 Verwendete Eingabedaten:	7
3 Berechnungsverfahren.....	13
4 Ergebnis.....	18
4.1 Schallimmissionsprognose	18
4.2 Einfluss des geplanten Windparks auf die Beurteilungspegel der benachbarten Immissionsorte im näheren Umfeld der Bestandsanlagen.....	21
4.3 Überblick über die Dezibel-Werte bekannter Geräusche.....	21
4.4 Siedlungsentwicklungsmöglichkeiten	22

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.
--	---

1 ALLGEMEINE ANGABEN

Diese hier vorliegende Analyse wurde vom Ingenieurbüro Sing erstellt, um die einwirkenden Immissionen auf die benachbarten bewohnten Gebäude durch die geplanten Windenergieanlagen (WEA) zu ermitteln. Für die Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse der Schallberechnung werden seitens des Erstellers keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach der TA Lärm sowie der Norm DIN ISO 9613-2 und den vom Auftraggeber bzw. den Herstellern zur Verfügung gestellten Standort- und Anlagendaten.

Die Auftragspositionen umfassen folgende Ergebnisse:

- Analyse der umliegenden bewohnten Flächen und Festlegung der Immissionsorte
- Berechnung der Schallimmissionswerte durch die geplanten WEA auf die ausgewählten Immissionsorte
- Darstellung der Ergebnisse in Form von farbigen Kartenwerken mit Isolinien (Linien gleichen Schalldruckpegels)
- Ausgabe einer zusammenfassenden Tabelle der Immissionsorte mit Vergleich zu den zulässigen Immissionsrichtwerten

Die nachfolgenden Berechnungen wurden unter Verwendung des Programms „WindPRO Umwelt - DECIBEL“ erstellt.

DECIBEL ist der Name eines Berechnungsmoduls, das den Schalldruckpegel von WEA an Schallimmissionsorten (IP, z.B. Höfen, Wohngebäuden, Wohngebiete, Siedlungen) ermittelt und die Einhaltung der Immissionsrichtwerte prüft. Dabei können existierende Vorbelastungen berücksichtigt sowie die Einhaltungen notwendiger Abstände zu den Immissionsrichtwerten, maximal zulässiger Zusatzbelastungen sowie räumliche Mindestabstände geprüft werden. Weiterhin bestimmt DECIBEL Linien gleichen Schallniveaus (Isophonen) für einen geplanten Windpark und stellt diese grafisch auf einer Karte dar. Auf diese Weise lassen sich schallkritische Gebiete überprüfen und z.B. Änderungen in der Aufstellungsgeometrie oder Anlagenwahl vornehmen.

Die Geräuschemission einer Windenergieanlage wird durch den Schalleistungspegel L_W beschrieben. Schalleistungspegel L_W - ist der maximale Wert in dB / dB (A-bewertet), der von einer Geräusch- oder Schallquelle (Emissionspunkt, WEA) abgestrahlt wird. Der Wert kann als Oktavband (d.h. die Einzelpegel unterschiedlicher Frequenzbänder, die das Gesamtgeräusch ausmachen) oder als 500Hz-Mittenpegel angegeben werden. WindPRO kann mit beiden Arten von Schalleistungspegel-Angaben rechnen.

Der Lärm breitet sich kreisförmig um die Schallquelle aus und nimmt mit seinem Abstand zu ihr (logarithmisch) hörbar ab. Die Luft und der Boden absorbieren den Schall. Weitere Geräuschquellen wirken Lärm verstärkend. Schalldruckpegel L_S - ist der Wert in dB, der an einem beliebigen Immissionsort (z.B. Wohngebäude) in der Umgebung einer oder mehrerer Geräusch- oder Schallquellen gemessen (z.B. mit Mikrofon, Schallmessung), berechnet oder einfach auf natürliche Art wahrgenommen werden kann (z.B. durch das menschliche Ohr). Der Schalldruckpegel, unter Berücksichtigung von Zuschlägen, wird Beurteilungspegel genannt und bildet die Grundlage für die Beurteilung der Geräuschemissionen zur Überprü-

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

fung, ob die Immissionsrichtwerte eingehalten werden.

Die Berechnung der Lärmimmissionen einer oder mehrerer WEA an einem bestimmten Immissionsort bedarf folgender Informationen und Eingabedaten:

- WEA-Platzierung (X,Y,Z-Koordinaten)
- Nabenhöhe der WEA einschl. des Schalleistungspegels ($L_{WA,ref}$) für eine bestimmte Windgeschwindigkeit, evtl. in Oktavbändern
- Angabe eines Einzelton- oder / und Impulzzuschlages (falls vorhanden),
- Koordinaten der Schall-Immissionsorte um die WEA
- Immissionsrichtwerte, die in den entsprechenden Gebieten eingehalten werden müssen, gegebenenfalls mit Informationen zum Hintergrundgeräusch und zur zulässigen Zusatzbelastung
- Das zu verwendende Berechnungsmodell
- Wenn die Geländeform zwischen WEA und Schall-Immissionsort berücksichtigt werden soll: ein digitales Geländemodell in Form eines Linienobjekts

Es sind mehrere unterschiedliche Berechnungsmodelle in WindPRO implementiert, die in der Regel den Anforderungen eines bestimmten Landes oder einer bestimmten Region Rechnung tragen. Wenn keine der Länderspezifischen Modelle verwendet werden können, kann die allgemeine Berechnungsnorm ISO 9613-2 *Allgemein* mit individuellen Einstellungen den landesüblichen Anforderungen angepasst werden.

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.
--	---

ISO 9613-2 Deutschland

Das Berechnungsmodell ISO 9613-2 Deutschland basiert auf dem ISO 9613-2-Modell, wobei die variablen Berechnungsparameter auf die Anforderungen nach den Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) zugeschnitten sind.

Folgende Berechnungseinstellungen werden berücksichtigt:

Windgeschwindigkeit: Es wird der lauteste Schalleistungspegel bis Erreichen von 95% der Nennleistung verwendet.

Oktavband-Daten benötigt: Es werden keine Oktavbanddaten verwendet.

Bodendämpfung: Das alternative Verfahren zur Bodendämpfung wird verwendet.

Meteorologischer Koeffizient C_0 : Der Meteorologische Koeffizient kann zwischen 0 und 5 dB(A) gewählt werden. Übliche Werte liegen zwischen 0 und 2 dB(A).

Art der Anforderung in der Berechnung: Das Geräusch der WEA darf nicht lauter sein als der im Schall-Immissionsort-Objekt festgelegte Wert.

Schalleistungspegel in der Berechnung: Alle Schallwerte sind L_{WA} -Werte, d.h. mittlere A-gewichtete Schalldruckpegel.

Einzelöne: Einzelton- und Impulszuschläge werden zu Schallwerten addiert. Die Werte kommen aus dem WEA-Katalog und liegen üblicherweise bei null, 3 oder 6 dB(A).

Aufpunkthöhe ü. Grund: Standardmäßig beträgt diese 5 m über Grund, dieser Wert kann jedoch angepasst werden.

Verlangte Unter- oder zulässige Überschreitung des Schallrichtwerts: Hier kann vom Anwender der entsprechende Wert eingegeben werden.

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

Schall-Immissionsorte

Die gesetzliche Grundlage für die Problematik 'Emission-Transmission-Immission' bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchV, 1974, 1990). Bauliche Anlagen müssen von den Umwelt- bzw. Gewerbeämtern anhand der 'Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm' (kurz: TA-Lärm, 1998) auf ihre Verträglichkeit gegenüber der Umwelt und dem Menschen geprüft werden. Die Richtlinien für die Beurteilung der Lärmproblematik (und damit für die Bemessung und Bewertung) bilden die in Abb. 1 erwähnten Normen nach DIN und VDI und seit November 1998 zusätzlich die ISO 9613-2 (siehe oben). Die Immissionsschutzbehörde, als Teil des Umwelt- bzw. Gewerbeaufsichtsamtes, beurteilt die Lärmimmissionen baulicher Anlagen.

In der Baunutzungsverordnung (BauNVO, 1990) und TA-Lärm sind die Baugebietsarten nach einer Immissionsschutz-Rangfolge festgelegt (siehe Tabelle 1). So gelten folgende Immissionsricht- bzw. Grenzwerte:

Nutzungsart	Zeitraum	Beurteilungspegel
[-]	[-]	[dB(A)]
Industriegebiet		70
Gewerbegebiet	Tag	65
	Nacht	50
Kerngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete	Tag	60
	Nacht	45
Allg. Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	Tag	55
	Nacht	40
Reine Wohngebiete	Tag	50
	Nacht	35
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	Tag	45
	Nacht	35

Tabelle 1: Übersicht über die maximal zugelassenen Immissionsrichtwerte nach Nutzungsarte der benachbarten Flächen. Tag bezeichnet den Zeitraum von 06:00 – 22:00 Uhr, Nacht von 22:00 – 06:00 Uhr.¹

In der Regel sind für WEA-Projekte im Außenbereich Immissionsricht- bzw. Grenzwerte von 45 dB (Mischgebiete) anzusetzen. Ob und in welcher Höhe Einzeltonzuschläge berücksichtigt oder Sicherheitsabschläge getroffen werden müssen, hängt von den lokalen und den in den Bundesländern geltenden Regelungen ab.

¹ TA Lärm

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

2 VERWENDETE EINGABEDATEN:

Platzierung WEA:

WEA Nr.	Höhe über NN	Koordinaten: Gauß-Krüger, Bessel4	
		Rechtswert	Hochwert
V 90 (Bestand)	734	4.412.589	5.308.244
V 80 (Bestand)	735	4.412.273	5.307.867
1 (geplant)	806	4.407.331	5.303.373
2 (geplant)	812	4.407.302	5.302.962
3 (geplant)	815	4.407.325	5.302.539
4 (geplant)	780	4.408.437	5.304.701
5 (geplant)	783	4.408.454	5.304.311
6 (geplant)	791	4.408.148	5.303.938
7 (entfällt)	-	-	-
8 (geplant)	798	4.408.008	5.303.140
9 (geplant)	802	4.408.076	5.302.660
10 (geplant)	807	4.407.951	5.302.362
11 (geplant)	814	4.407.816	5.301.897
12 (geplant)	800	4.408.855	5.303.338
13 (geplant)	807	4.408.827	5.302.925
14 (geplant)	810	4.408.820	5.302.474
15 (geplant)	816	4.408.720	5.302.072
16 (geplant)	823	4.408.680	5.301.681
17 (geplant)	826	4.408.554	5.301.311
18 (geplant)	787	4.409.476	5.304.497
19 (geplant)	795	4.409.557	5.304.139
20 (geplant)	799	4.409.595	5.303.732

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal		
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.		

21 (geplant)	802	4.409.654	5.303.269
22 (geplant)	811	4.409.696	5.302.841
23 (geplant)	820	4.409.584	5.302.477
24 (geplant)	821	4.409.436	5.302.056
25 (geplant)	778	4.410.288	5.305.168
26 (geplant)	783	4.410.204	5.304.740
27 (geplant)	791	4.410.275	5.304.344
28 (geplant)	793	4.410.340	5.303.892
29 (geplant)	802	4.410.394	5.303.491
30 (geplant)	813	4.410.455	5.303.090
31 (geplant)	803	4.410.359	5.302.736
32 (geplant)	811	4.410.270	5.302.294
33 (geplant)	772	4.411.242	5.305.091
34 (geplant)	779	4.411.197	5.304.602
35 (geplant)	786	4.411.213	5.304.202
36 (geplant)	797	4.411.213	5.303.701
37 (geplant)	795	4.411.341	5.303.243
38 (geplant)	800	4.411.155	5.302.835
39 (geplant)	812	4.411.058	5.302.425
40 (geplant)	772	4.412.188	5.304.865
41 (geplant)	807	4.411.618	5.302.305
42 (geplant)	770	4.408.389	5.305.881
43 (geplant)	765	4.408.357	5.306.322
44 (geplant)	760	4.408.522	5.306.713
45 (geplant)	756	4.408.551	5.307.129
46 (geplant)	763	4.410.395	5.305.949

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

47 (geplant)	759	4.410.469	5.306.415
48 (geplant)	754	4.410.460	5.306.804
49 (geplant)	792	4.408.882	5.303.821
50 (geplant)	766	4.409.026	5.305.993
51 (geplant)	762	4.409.213	5.306.446

Koordinaten betrachteter Schall-Immissionsorte:

Bezeichnung	GK-Koordinaten Rechtswert	GK-Koordinaten Hochwert	Höhe in müNN
Welden 8	4.409.811	5.309.509	715
Welden 6	4.409.961	5.309.445	709
Aschthal 1	4.411.135	5.308.902	694
Schäfmoos 2	4.411.694	5.308.288	722
Dienhausen Neuwäldleweg 22	4.412.520	5.306.356	731
Dienhausen Weihertalstraße 24	4.412.718	5.306.008	722
Schwabsoien Hochsteig 6	4.412.445	5.300.738	755
Schwabsoien Kaufbeurer Straße 36	4.411.833	5.300.565	762
Im Dornau 1	4.410.096	5.301.150	819
Sachsenried Dornastraße 13	4.409.916	5.300.719	817
Sachsenried Pfarrer-Weinmüller-Str. 4	4.409.658	5.300.669	848
Sachsenrieder Forststraße 25	4.409.185	5.300.436	859
Dietlried 1	4.409.180	5.300.994	847
Ödwang An der Mühle 12	4.405.688	5.302.148	747
Salabeuren Bidinger Str. 2	4.406.114	5.302.803	756
Stocken Forststraße 25	4.406.994	5.304.096	766
Mähder 3	4.407.289	5.304.400	798

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal		
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.		

Mähder 7	4.407.310	5.304.555	792
Frankenhofen Buch 5	4.407.035	5.306.163	744
Frankenhofen Bergstraße 21	4.407.139	5.306.384	760
Osterzell Dorfstraße 31	4.406.462	5.303.805	738
Hof Römerturmstraße 41	4.406.922	5.307.804	757
Aufkirch Waldstraße 20	4.407.063	5.308.377	735
Weihertalstraße 29	4.412.886	5.304.367	737
Weihertalstraße 31	4.412.740	5.304.197	740
Weihertalstraße 28	4.412.437	5.303.999	745
Weihertalstraße 33	4.412.367	5.303.859	747
Schwabsoien Landsberger Str.	4.412.481	5.301.424	797
Menhofen 5	4.412.974	5.308.518	715

Zulässige Nacht-Grenzwerte nach TA Lärm (hier: Dorf- und Mischgebiete und Außenbereich):

Welden 8	45 dB(A)
Welden 6	45 dB(A)
Aschthal 1	45 dB(A)
Schäfmoos 2	45 dB(A)
Dienhausen Neuwäldleweg 22	45 dB(A)
Dienhausen Weihertalstraße 24	45 dB(A)
Schwabsoien Hochsteig 6	45 dB(A)
Schwabsoien Kaufbeurer Straße 36	45 dB(A)
Im Dornau 1	45 dB(A)
Sachsenried Dornastraße 13	45 dB(A)
Sachsenried Pfarrer-Weinmüller-Str. 4	45 dB(A)

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

Sachsenrieder Forststraße 25	45 dB(A)
Dietlried 1	45 dB(A)
Ödwang An der Mühle 12	45 dB(A)
Salabeuren Bidinger Str. 2	45 dB(A)
Stocken Forststraße 25	45 dB(A)
Mähder 3	45 dB(A)
Mähder 7	45 dB(A)
Frankenhofen Buch 5	45 dB(A)
Frankenhofen Bergstraße 21	45 dB(A)
Osterzell Dorfstraße 31	45 dB(A)
Hof Römerturmstraße 41	45 dB(A)
Aufkirch Waldstraße 20	45 dB(A)
Weihertalstraße 29	45 dB(A)
Weihertalstraße 31	45 dB(A)
Weihertalstraße 28	45 dB(A)
Weihertalstraße 33	45 dB(A)
Schwabsoien Landsberger Str.	45 dB(A)
Menhofen 5	45 dB(A)

Die Schallimmissionsprognose für den Windpark Denklingen/Fuchstal wurde für zwei unterschiedliche Anlagentypen erstellt:

a) Enercon E101

Nabenhöhe: 149 m

Leistung: 3000 kW

Gesamthöhe: ca. 200 m

L_{WA,ref}: 106,0 dB(A) hier: maximaler Schalleistungspegel über den gesamten Betriebsbereich der WEA

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

b) Nordex N117

Nabenhöhe: 141 m

Leistung: 2400 kW

Gesamthöhe: ca. 200 m

L_{WA,ref}: 105,0 dB(A) hier: maximaler Schalleistungspegel über den gesamten Betriebsbereich der WEA

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.
--	---

3 BERECHNUNGSVERFAHREN

Das Programm WindPro berechnet den Dauerschalldruckpegel einer WEA gemäß der DIN ISO 9613-2. Dadurch können die Schalldruckpegel L_s an den jeweiligen Immissionsorten nach den im Folgenden aufgeführten Gleichungen und Berechnungsvorgängen bestimmt werden. Die Immissionsrichtwerte können nur sicher eingehalten werden, wenn der prognostizierte Beurteilungspegel unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit unterhalb des Immissionsrichtwertes liegt.

Bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen wird normalerweise der A-bewertete Schalleistungspegel in Form des 500 Hz-Mittenpegels ermittelt. Um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung abschätzen zu können, werden daher die Dämpfungswerte bei 500 Hz verwendet. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionspunkt kann nach der ISO DIN 9613-2 wie folgt berechnet werden:²

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

L_{WA} : Schalleistungspegel der Punktschaltquelle (A-bewertet)

D_C : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB), aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden D_Ω (Berechnung nach dem alternativen Verfahren)

$$D_C = D_\Omega - 0$$

D_Ω beschreibt die Reflexion am Boden und berechnet sich nach:

$$D_\Omega = 10 \lg \left\{ 1 + \frac{[d_p^2 + (h_s - h_r)^2]}{[d_p^2 + (h_s + h_r)^2]} \right\}$$

h_s : Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

h_r : Höhe des Immissionspunktes über Grund (in der Berechnung individuelle Angabe gemäß Standortbesichtigung, Default: 5 m)

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 Immissionspunkts (Index r):

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

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

² EMD International A/S (2010): WindPRO. Aalborg. S. 304ff.

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

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

d : Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt

A_{atm} : Dämpfung durch die Luftabsorption

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

α_{500} : Absorptionskoeffizient der Luft (= 1.9 dB / km)

Dieser Wert für α_{500} bezieht sich auf die günstigsten Schallausbreitungsbedingungen

(Temperatur von 10° und relative Luftfeuchtigkeit von 70%).

A_{gr} : Bodendämpfung

$$A_{gr} = \{ 4.8 - [2h_m / d] [17 + (300 / d)] \}$$

Falls $A_{gr} < 0 \rightarrow A_{gr} = 0$

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

Falls kein digitales Geländemodell implementiert ist

$$h_m = (h_s + h_r) / 2$$

h_s : Quellhöhe (Nabenhöhe)

h_r : Aufpunkthöhe 5 m

Wenn ein digitales Geländemodell vorliegt, wird die Fläche zwischen dem Boden und dem Sichtstrahl, zwischen Quelle (WEA-Gondel) und Aufpunkt in einer Auflösung von 100 Intervallen berechnet. Die mittlere Höhe berechnet sich dann mit:

$$h_m = F/d$$

A_{bar} : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz); in der vorliegenden Berechnung

wird ohne Schallschutz gerechnet $\rightarrow A_{bar} = 0$

A_{misc} : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, etc.); in der vorliegenden Berechnung werden diese Effekte nicht berücksichtigt $\rightarrow A_{misc} = 0$

C_{met} : Meteorologische Korrektur: Für den Fall einer Punktschallquelle, deren Leistung über die Zeit effektiv konstant ist, kann eine solche Korrektur berechnet werden. Dabei ist C_0 ein Faktor in Dezibel, der von den örtlichen Wetterstatistiken für Windgeschwindigkeit und – richtung sowie Temperaturgradienten abhängt. Ein Immissionsort wird unter Mitwindbedingungen höheren Immissionen ausgesetzt sein als bei Gegenwind. Mit C_{met} werden die im Langzeitmittel auftretenden verschiedenen Windrichtungen und die dadurch verursachten unterschiedlichen akustischen Ausbreitungsbedingungen berücksichtigt. Ein genauer

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.
--	---

Wert kann nach einer elementaren Analyse der örtlichen Wetterstatistiken abgeschätzt werden. Nach der zugrunde liegenden Formel macht sich dieser Korrekturfaktor jedoch erst bei Abständen (Schallquelle – Immissionsort) bemerkbar, die größer sind als die 10-fache Summe aus Schallquellenhöhe und Immissionsorthöhe.

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

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

d_p : Abstand zwischen Quelle und Aufpunkt

dabei kann der Faktor C_0 , abhängig von den Wetterbedingungen, zwischen 0 und 5 dB liegen. Ein Wert größer als 2 dB tritt jedoch nur in Ausnahmefällen auf.³ In der Vorliegenden Berechnung wurde keine meteorologische Korrektur vorgenommen → $C_{met} = 0$.

Anzumerken ist zudem, dass durch den Faktor $A_{misc} = 0$ die Dämpfung durch die umgebenden Natureinflüsse (Bäume, Wiesen, etc.) in der Berechnung nicht berücksichtigt wird. Die tatsächlichen Immissionswerte werden daher mit großer Wahrscheinlichkeit unterhalb der berechneten liegen.

Soll ein Windpark berechnet werden, so liegen den Berechnungen mehrere n Schallquellen zugrunde. Damit überlagern sich die einzelnen Schalldruckpegel $L_{AT,i}$ entsprechend den Abständen zum betrachteten Immissionsort. In der Bewertung der Lärmimmission nach TA-Lärm ist der aus allen n Schallquellen resultierende Schalldruckpegel L_{AT} unter Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_{AT} (LT) = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{AT,i} - C_{met} + K_{T,i} + K_{I,i})}$$

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionsort

$L_{AT,i}$: Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle i

i : Index für alle Geräuschquellen von 1 – n

$K_{T,i}$: Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i

$K_{I,i}$: Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i ⁴

³ EMD International A/S (2010): WindPRO. Aalborg. S. 304ff.

⁴ TÜV SÜD (2011): Prüfbericht. Unabhängiges Schallgutachten für den Standort XX 15f.

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.
--	---

Tonhaltigkeit (K_T):

Tonhaltige Geräusche können bei einer WEA z.B. von Getrieben, Generatoren, Azimutgetrieben und Hydraulikanlagen hervorgerufen werden. Diese sind jedoch bereits bei der Konstruktion zu vermeiden bzw. auf ein Minimum zu reduzieren. Sind aus dem Anlagengeräusch ein oder mehrere Einzeltöne deutlich hörbar, ist nach der TA-Lärm, je nach Auffälligkeit des Tons, ein Wert von 3 oder 6 dB(A) Tonhaltigkeitszuschlag anzusetzen.⁵

Für Entfernungen über 300 m muss folgender Zuschlag, der sich an der Tonhaltigkeit im Nahbereich K_{TN} orientiert, berücksichtigt werden:

- $K_T = 0$ für $0 \leq K_{TN} \leq 2$
- $K_T = 3$ für $2 \leq K_{TN} \leq 4$
- $K_T = 6$ für $K_{TN} > 4$

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 und werden in den Berichten zur schalltechnischen Vermessung dokumentiert. Sie werden ebenfalls in den technischen Unterlagen der WEA-Hersteller angegeben. Bei dem hier verwendeten WEA-Typen enthält der angegebenen max. Schalleistungspegel L_{WA} bereits evtl. Tonzuschläge K_{TN} . Eine Tonhaltigkeit ist in der Berechnung somit nicht zu berücksichtigen.

Impulshaltigkeit (K_I):

Impulshaltige Geräusche, welche als besonders störend empfunden werden, können beispielsweise durch den Turmdurchgang des Rotorblatts emittiert werden. Die Beurteilung erfolgt dabei nach DIN 45645. Nach der TA-Lärm ist eine durch solche Geräte hervorgerufene erhöhte Störwirkung durch einen Zuschlag zu bemessen, wenn das Anlagengeräusch mehrmals pro Minute deutlich hervortretende Impulsgeräusche oder bei der Messung ähnlich auffällige Pegeländerungen enthält. Vergleichbar mit der Tonhaltigkeit beträgt dieser Zuschlag K_I je nach Auffälligkeit des Tons, 3 oder 6 dB(A).⁶

Bei WEA-Typen, die dem modernen Stand der Technik entsprechen, ist ein Auftreten von impulshaltigen Geräuschen nicht zu berücksichtigen.

⁵ TÜV SÜD (2011): Prüfbericht. Unabhängiges Schallgutachten für den Standort XX 15f.

⁶ Ebd., S. 16.

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.
--	---

Verwendete Berechnungsparameter

Bodendämpfung (A_{gr}):

Für die Berechnungen wurden keine Dämpfungen aufgrund des Bodeneffektes angenommen. Dies entspricht in etwa sehr glatten Oberflächen (z.B. Seeflächen). Diese Annahme entspricht einem konservativen Berechnungsansatz.

Meteorologischer Koeffizient (C_{met}):

Ein Wert für den Meteorologischen Koeffizienten zwischen 0 und 5 kann eingegeben werden. Der Meteorologische Koeffizient soll die Dämpfung aufgrund von speziellen Meteorologischen Bedingungen widerspiegeln. In der Systematik der ISO 9613-2 ist vorgesehen, dass dieser Wert regions- und anlassspezifisch seitens der beurteilenden Behörden vorgegeben werden kann. In der Regel ist ein Wert von 0 anzusetzen. Für die Berechnungen wurde ein Wert von 0 angesetzt.

Tonhaltigkeit (K_T):

Bei den hier verwendeten WEA-Typen wurde ein maximaler Schalleistungspegel angegeben, der evtl. Tonzuschläge K_{TN} bereits einschließt. Eine Tonhaltigkeit ist somit nicht zu berücksichtigen.

Verwendung eines digitalen Geländemodells:

Zur Berücksichtigung der Geländeform wurde den Berechnungen ein digitales Geländemodell (SRTM) mit einem 10m-Vertikalraster zu Grunde gelegt.

Existierende Vorbelastungen:

Eine Vorbelastung aus in näherer Umgebung befindlichen TA Lärm-Anlagen liegt vor. Die Vorbelastungen aus den beiden bestehenden WEA südwestlich von Menhofen werden in der Schallberechnung berücksichtigt.

Aufpunkthöhe über Grund:

Es wurde der standardmäßige Wert von 5 m über Grund gewählt. Bei einem geringeren Wert würde eine zusätzliche Dämpfung durch die erhöhte Weglänge berücksichtigt werden.

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

4 ERGEBNIS

Es wurde eine Schallberechnung für den Windpark Denklingen/Fuchstal erstellt. Hierbei wurden anhand einer Standortbesichtigung Immissionsorte begutachtet und kartiert. Die aufgenommenen Daten wurden am Computer weiterverarbeitet und in das Modell DECIBEL der Software WindPRO eingespeist und als Eingangsdatensatz für die durchgeführte Berechnung herangezogen.

4.1 Schallimmissionsprognose

4.1.1 Enercon E101

Nachfolgende Tabelle zeigt das Berechnungsergebnis für die maximale Schallimmission an den betrachteten Immissionsorten unter den zu Grunde gelegten Parametern.

<u>Bezeichnung des Immissionsortes</u>	<u>GK-Koordinaten Rechtswert</u>	<u>GK-Koordinaten Hochwert</u>	<u>Höhe in müNN</u>	<u>Maximale Schall-Immission</u>
Welden 8	4.409.811	5.309.509	715	29,2 dB(A)
Welden 6	4.409.961	5.309.445	709	29,4 dB(A)
Aschthal 1	4.411.135	5.308.902	694	32,4 dB(A)
Schäfmoos 2	4.411.694	5.308.288	722	38,8 dB(A)
Dienhausen Neuwäldleweg 22	4.412.520	5.306.356	731	35,5 dB(A)
Dienhausen Weihertalstraße 24	4.412.718	5.306.008	722	36,0 dB(A)
Schwabsoien Hochsteig 6	4.412.445	5.300.738	755	32,7 dB(A)
Schwabsoien Kaufbeurer Straße 36	4.411.833	5.300.565	762	32,9 dB(A)
Im Dornau 1	4.410.096	5.301.150	819	39,5 dB(A)
Sachsenried Dornastraße 13	4.409.916	5.300.719	817	38,1 dB(A)
Sachsenried Pfarrer-Weinmüller-Str. 4	4.409.658	5.300.669	848	38,6 dB(A)
Sachsenrieder Forststraße 25	4.409.185	5.300.436	859	38,4 dB(A)
Dietlried 1	4.409.180	5.300.994	847	42,9 dB(A)
Ödwang An der Mühle 12	4.405.688	5.302.148	747	34,1 dB(A)
Salabeuren Bidinger Str. 2	4.406.114	5.302.803	756	37,9 dB(A)
Stocken Forststraße 25	4.406.994	5.304.096	766	41,1 dB(A)
Mähder 3	4.407.289	5.304.400	798	41,6 dB(A)
Mähder 7	4.407.310	5.304.555	792	41,2 dB(A)
Frankenhofen Buch 5	4.407.035	5.306.163	744	36,8 dB(A)

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal		
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.		

Frankenhofen Bergstraße 21	4.407.139	5.306.384	760	37,7 dB(A)
Osterzell Dorfstraße 31	4.406.462	5.303.805	738	38,7 dB(A)
Hof Römerturmstraße 41	4.406.922	5.307.804	757	32,7 dB(A)
Aufkirch Waldstraße 20	4.407.063	5.308.377	735	31,0 dB(A)
Weihertalstraße 29	4.412.886	5.304.367	737	38,1 dB(A)
Weihertalstraße 31	4.412.740	5.304.197	740	38,9 dB(A)
Weihertalstraße 28	4.412.437	5.303.999	745	40,1 dB(A)
Weihertalstraße 33	4.412.367	5.303.859	747	40,5 dB(A)
Schwabsoien Landsberger Str.	4.412.481	5.301.424	797	36,0 dB(A)
Menhofen 5	4.412.974	5.308.518	715	41,2 dB(A)

Beim Betrieb der geplanten WEA Typ Enercon E101/3000, 149 m Nabenhöhe, mit einem maximalen Schalleistungspegel von 106,0 dB(A) sind die zulässigen Nacht-Grenzwerte der TA- Lärm an jedem Immissionsort eingehalten. Aus der Schallprognose ergeben sich keine Erfordernisse für evtl. anzuwendende Schallschutzmaßnahmen.

4.1.2 Nordex N117

Nachfolgende Tabelle zeigt das Berechnungsergebnis für die maximale Schallimmission an den betrachteten Immissionsorten unter den zu Grunde gelegten Parametern.

<u>Bezeichnung des Immissionsortes</u>	<u>GK-Koordinaten Rechtswert</u>	<u>GK-Koordinaten Hochwert</u>	<u>Höhe in müNN</u>	<u>Maximale Schall-Immission</u>
Welden 8	4.409.811	5.309.509	715	28,3 dB(A)
Welden 6	4.409.961	5.309.445	709	28,5 dB(A)
Aschthal 1	4.411.135	5.308.902	694	31,9 dB(A)
Schäfmoos 2	4.411.694	5.308.288	722	38,6 dB(A)
Dienhausen Neuwäldleweg 22	4.412.520	5.306.356	731	34,7 dB(A)
Dienhausen Weihertalstraße 24	4.412.718	5.306.008	722	35,1 dB(A)
Schwabsoien Hochsteig 6	4.412.445	5.300.738	755	31,7 dB(A)
Schwabsoien Kaufbeurer Straße 36	4.411.833	5.300.565	762	31,9 dB(A)
Im Dornau 1	4.410.096	5.301.150	819	38,5 dB(A)
Sachsenried Dornastraße 13	4.409.916	5.300.719	817	37,0 dB(A)
Sachsenried Pfarrer-Weinmüller-Str. 4	4.409.658	5.300.669	848	37,6 dB(A)
Sachsenrieder Forststraße 25	4.409.185	5.300.436	859	37,3 dB(A)
Dietlried 1	4.409.180	5.300.994	847	41,8 dB(A)

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal		
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.		

Ödwang An der Mühle 12	4.405.688	5.302.148	747	33,0 dB(A)
Salabeuren Bidinger Str. 2	4.406.114	5.302.803	756	36,8 dB(A)
Stocken Forststraße 25	4.406.994	5.304.096	766	39,9 dB(A)
Mähder 3	4.407.289	5.304.400	798	40,5 dB(A)
Mähder 7	4.407.310	5.304.555	792	40,1 dB(A)
Frankenhofen Buch 5	4.407.035	5.306.163	744	35,7dB(A)
Frankenhofen Bergstraße 21	4.407.139	5.306.384	760	36,6 dB(A)
Osterzell Dorfstraße 31	4.406.462	5.303.805	738	37,6 dB(A)
Hof Römerturmstraße 41	4.406.922	5.307.804	757	31,7 dB(A)
Aufkirch Waldstraße 20	4.407.063	5.308.377	735	29,9 dB(A)
Weihertalstraße 29	4.412.886	5.304.367	737	37,0 dB(A)
Weihertalstraße 31	4.412.740	5.304.197	740	37,8 dB(A)
Weihertalstraße 28	4.412.437	5.303.999	745	39,1 dB(A)
Weihertalstraße 33	4.412.367	5.303.859	747	39,4 dB(A)
Schwabsoien Landsberger Str.	4.412.481	5.301.424	797	34,9 dB(A)
Menhofen 5	4.412.974	5.308.518	715	41,1 dB(A)

Beim Betrieb der geplanten WEA Typ Nordex N117/2400, 141 m Nabenhöhe, mit einem maximalen Schallleistungspegel von 105,0 dB(A) sind die zulässigen Nacht-Grenzwerte der TA-Lärm an jedem Immissionsort eingehalten. Aus der Schallprognose ergeben sich keine Erfordernisse für evtl. anzuwendende Schallschutzmaßnahmen.

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

4.2 Einfluss des geplanten Windparks auf die Beurteilungspegel der benachbarten Immissionsorte im näheren Umfeld der Bestandsanlagen

Der geplante Windpark hat einen sehr geringen Einfluss auf die Beurteilungspegel der im näheren Umfeld der Bestandsanlagen befindlichen Immissionsorte. Zu betrachten sind hier vor allem die Immissionsorte *Schäfmoos 2* und *Menhofen 5*.

Die folgende Tabelle zeigt zum einen die Beurteilungspegel für die Bestandsanlagen allein, zum anderen für die Bestandsanlagen in Verbindung mit dem geplanten Windpark:

Bezeichnung Immissionsortes	Beurteilungspegel Bestandsanlagen allein in dB(A)	Beurteilungspegel Bestandsanlagen mit E101 in dB(A)	Beurteilungspegel Bestandsanlagen mit N117 in dB(A)
Schäfmoos 2	38,0	38,8	38,6
Menhofen 5	41,0	41,2	41,1

4.3 Überblick über die Dezibel-Werte bekannter Geräusche

Das Bundesumweltministerium hat zur Beurteilung und zum besseren Verständnis von Schalldruckwerten vergleichbare typische Geräuschquellen und dazugehörige Schalldruckwerte veröffentlicht.

In der Tabelle sind die Lautstärke und die dazugehörige Geräuschempfindung einiger typischer Geräuscharten aufgeführt⁷.

Geräuschart	Lautstärke	Geräuschempfinden
Ticken einer leisen Uhr, feiner Landregen, Flüstern	30 dB(A)	sehr leise
nahes Flüstern, ruhige Wohnstraße	40 dB(A)	ziemlich leise
Unterhaltungssprache	50 dB(A)	Normal
Unterhaltungssprache in 1 m Abstand, Bürolärm	60 dB(A)	Normal bis laut

⁷ Vgl. Bundesumweltministerium (2013): Was ist Lärm? In: <http://www.bmu.de/themen/luft-laerm-verkehr/laermschutz/laermschutz-im-ueberblick/was-ist-laerm/>

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.
--	---

4.4 Siedlungsentwicklungsmöglichkeiten

Bei geplanter Anordnung der WEA innerhalb der Konzentrationsfläche ergeben sich hinsichtlich der Siedlungsentwicklungsmöglichkeiten folgende Ergebnisse:

- *Aufkirch*: Die Emissionsquellen befinden sich südöstlich von Aufkirch. Bei Annahme der gültigen Nachtimmissionswerte für Dorf- und Mischgebiete von 45 db(A) könnte sich Aufkirch in Richtung Südosten noch etwa 1500 m weiterentwickeln, ohne die zulässigen Nachtgrenzwerte zu überschreiten.
- *Frankenhofen*: Die Emissionsquellen befinden sich östlich und südöstlich von Frankenhofen. Bei Annahme der gültigen Nachtimmissionswerte für Dorf- und Mischgebiete von 45 db(A) könnte sich Frankenhofen in Richtung Osten noch etwa 740 m und in Richtung Südosten noch etwa 1500 m weiterentwickeln, ohne die zulässigen Nachtgrenzwerte zu überschreiten.
- *Osterzell*: Die Emissionsquellen befinden sich östlich von Osterzell. Bei Annahme der gültigen Nachtimmissionswerte für Dorf- und Mischgebiete von 45 db(A) könnte sich Osterzell – ausgehend vom Immissionsort „Osterzell Dorfstraße 31“ – in Richtung Osten noch etwa 500 m weiterentwickeln, ohne die zulässigen Nachtgrenzwerte zu überschreiten.
- *Ödwang*: Die Emissionsquellen befinden sich östlich von Ödwang. Bei Annahme der gültigen Nachtimmissionswerte für Dorf- und Mischgebiete von 45 db(A) könnte sich Ödwang in Richtung Osten noch etwa 1200 m weiterentwickeln, ohne die zulässigen Nachtgrenzwerte zu überschreiten.
- *Stocken*: Die Emissionsquellen befinden sich vor allem östlich und südöstlich von Stocken. Bei Annahme der gültigen Nachtimmissionswerte für Dorf- und Mischgebiete von 45 db(A) könnte sich Stocken – ausgehend vom Immissionsort „Stocken Forststraße 25“ – in Richtung Osten noch etwa 700 m und in Richtung Südosten noch etwa 375 m weiterentwickeln, ohne die zulässigen Nachtgrenzwerte zu überschreiten.
- *Sachsenried*: Die Emissionsquellen befinden sich nördlich von Sachsenried. Bei Annahme der gültigen Nachtimmissionswerte für Dorf- und Mischgebiete von 45 db(A) könnte sich Sachsenried – ausgehend vom Immissionsort „Sachsenried Pfarrer-Weinmüller-Str. 4“ – in Richtung Norden noch etwa 930 m weiterentwickeln, ohne die zulässigen Nachtgrenzwerte zu überschreiten.
- *Schwabsoien*: Die Emissionsquellen befinden sich nordwestlich von Schwabsoien. Bei Annahme der gültigen Nachtimmissionswerte für Dorf- und Mischgebiete von 45 db(A) könnte sich Schwabsoien – ausgehend vom Immissionsort „Schwabsoien Landsberger Str.“ – in Richtung Nordwesten noch etwa 850 m weiterentwickeln, ohne die zulässigen Nachtgrenzwerte zu überschreiten.
- *Dienhausen*: Die Emissionsquellen befinden sich westlich und südwestlich von Dienhausen. Bei Annahme der gültigen Nachtimmissionswerte für Dorf- und Mischgebiete von 45 db(A) könnte sich Dienhausen in Richtung Westen noch etwa 1600 m und in Richtung Südwesten noch etwa 850 m weiterentwickeln, ohne die zulässigen Nachtgrenzwerte zu überschreiten.

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

- *Denklingen*: Die Emissionsquellen befinden sich westlich von Denklingen. Bei Annahme der gültigen Nachtimmissionswerte für Dorf- und Mischgebiete von 45 db(A) könnte sich Denklingen im Hinblick auf die Bestandsanlagen in Richtung Westen noch etwa 600 m weiterentwickeln, ohne die zulässigen Nachtgrenzwerte zu überschreiten.

.....

Ort, Datum (Unterschrift des Entwurfsverfassers)