

Schallprognose für
drei Windenergieanlagen und eine Autobahn
am Standort

Hofoldingen Forst

(Bayern)

Datum: 03.05.2021

Bericht Nr. 21-1-3022-000-NRM

Auftraggeber:

Landkreis München Sachgebiet 3.3.2.1 Energie und Klimaschutz

Frankenthaler Str. 5 - 9 | 81539 München

Auftragsnummer: 356003768

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH

Robbin Meisel M.Sc.

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Die vorliegende Schallprognose für den Standort Hofoldingen Forst (Bayern) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im März 2021 vom Landkreis München Sachgebiet 3.3.2.1 Energie und Klimaschutz in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt. Rechtsgrundlage dieses Gutachtens ist das BImSchG [1] mit dem in §1 festgehaltenen Zweck „[...] Menschen [...] vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen [...]“. Die Ramboll Deutschland GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 [2] u. a. für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der Ramboll-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schall“ festgelegt und dokumentiert.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse des Schallgutachtens werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach Vorgaben der TA-Lärm [3], der DIN ISO 9613-2 [4] modifiziert durch das Interimsverfahren [5] gemäß den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [6], sowie der 16.BImSchV [7] bzw. der RLS-90 [8] auf Basis der vom Auftraggeber, dem WEA-Hersteller sowie öffentlicher Träger [9] [10] zur Verfügung gestellten Standort-, Anlagen- und Verkehrsdaten.

Alle Rechte an diesem Bericht sind der Ramboll Deutschland GmbH vorbehalten. Dieses Dokument darf, mit Ausnahme des Auftraggebers, der Genehmigungsbehörden und der finanzierenden Banken, weder in Teilen noch in vollem Umfang ohne vorherige schriftliche Zustimmung der Ramboll Deutschland GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

	Nr.	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
Original	000	03.05.2021	R. Meisel	Original Gutachten, Immissionsprognose für drei WEA und BAB A8

Kassel, 03.05.2021



Robbin Meisel M.Sc.
(Bearbeiter)



Dipl.-Geogr. Marc Brüning
(Prüfer)

Inhalt:

1	Zusammenfassung	4
2	Standortdaten	5
	2.1 Aufgabenstellung und allgemeine Grundlagen	5
	2.2 Vorbelastung Autobahn A8	6
	2.3 Windenergieanlagen	7
3	Ergebnisse der Immissionsberechnungen	9
	3.1 Lärmkarten A8	9
	3.2 Lärmkarte WEA	11
	3.3 Lärmkarte WEA + Autobahn	12
4	Einordnung der Ergebnisse	14
	4.1 Geräusche allgemein	14
	4.2 Immissionen der WEA nach TA Lärm	14
	4.3 Immissionen im Wald	15
5	Literaturverzeichnis	17
6	Anhang	19

1 Zusammenfassung

Für die Planung von drei Windenergieanlagen (WEA) am Standort Hofoldingen Forst wurde eine Schallimmissionsprognose nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 [4] modifiziert nach dem Interimsverfahren [5] entsprechend den Hinweisen der LAI [6] durchgeführt. Eine vorhandene Vorbelastung durch Straßenverkehrslärm wurde nach RLS-90 [8] berechnet.

Der Berechnung für die WEA zugrunde gelegt wurden die Herstellerangaben des geplanten Anlagentyps Nordex N163-5.7 mit einer Nabenhöhe (NH) von 164 m. Für den Verkehrslärm wurden Daten der Straßenverkehrszählung 2015 [9] und des LfU [10] genutzt. Die Eingangsdaten werden als Punktschallquellen (WEA) bzw. Linienschallquelle (BAB A8) im Modell implementiert und entsprechend der o.g. Berechnungsvorschriften einer Ausbreitungsrechnung durchgeführt.

Der Einfluss der Schallimmissionen der Windenergieanlagen auf die vorhandenen Immissionen durch Verkehrsgeräusche der BAB A8 wird kartografisch dargestellt. Die Eingangsdaten und die Ergebnisse können den folgenden Kapiteln sowie dem Anhang entnommen werden.

2 Standortdaten

2.1 Aufgabenstellung und allgemeine Grundlagen

Der Antragsteller plant am Standort Hofoldingen Forst zwischen Sauerlach, Otterfing und Aying drei Windenergieanlagen (WEA) des Typs Nordex N163-5.7 mit 164 m Nabenhöhe zu errichten.

Die Anlagen sollen in der Nähe der BAB A8 errichtet werden. Es soll der Beurteilungspegel L_r der durch die geplanten Windenergieanlagen hervorgerufenen Schallimmissionen berechnet und mit den Beurteilungspegeln der durch die BAB A8 hervorgerufenen Schallimmissionen verglichen werden. Ziel ist eine Gegenüberstellung der Beurteilungspegel des Istzustands und des Ausbauzustands inkl. des Windparks als kartografische Darstellungen sowie eine qualitative Einordnung. Eine Beurteilung der Berechnungsergebnisse ist nicht vorgesehen¹.

Die Immissionsberechnung wird für die Windenergieanlagen entsprechend den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [6] nach dem vom NALS modifizierten Verfahren („Interimsverfahren“) [5] der DIN ISO 9613-2 [4] durchgeführt. Dabei werden günstige Schallausbreitungsbedingungen angenommen (Mitwindbedingungen, 10°C Lufttemperatur, 70 % Luftfeuchte) (vgl. Tab. 2, Kap. 7.2, DIN ISO 9613-2). Die Eingangsdaten der WEA werden in Kapitel 2.3 näher erläutert.

Für die Ausbreitungsrechnung des Straßenverkehrslärms der BAB A8 wird die RLS-90 [8] zu Grunde gelegt. Weitere Angaben zu den Grundlagen der Berechnungen sind dem Kapitel 2.2 sowie dem Anhang zu entnehmen.

Das Höhenmodell wurde dem DGM-50 Bayern entnommen. Der Wald wird gemäß RLS-90 nicht als schalldämpfendes Element berücksichtigt. Die Ausbreitungsrechnung wird mit der Software IMMI 2020 [11] von Wölfel durchgeführt.

Durch die zugrunde liegenden konservativen Annahmen des Berechnungsmodells, vor allem für die Ausbreitungsrechnung der Geräusche der Windenergieanlagen und den zusätzlichen Sicherheitszuschlag auf deren Emissionskennwerte, sind die Ergebnisse als Worst Case anzusehen.

¹ Straßenverkehrslärm wird nach der 16. BImSchV [7] beurteilt. Anlagenlärm wird nach der TA Lärm [3] beurteilt. Die beiden Beurteilungsvorschriften haben unterschiedliche Anwendungsbereiche und Immissionsrichtwerte, eine gemeinsame Beurteilung ist nicht vorgesehen bzw. auch nicht möglich, sondern kann ausschließlich rein qualitativ erfolgen.

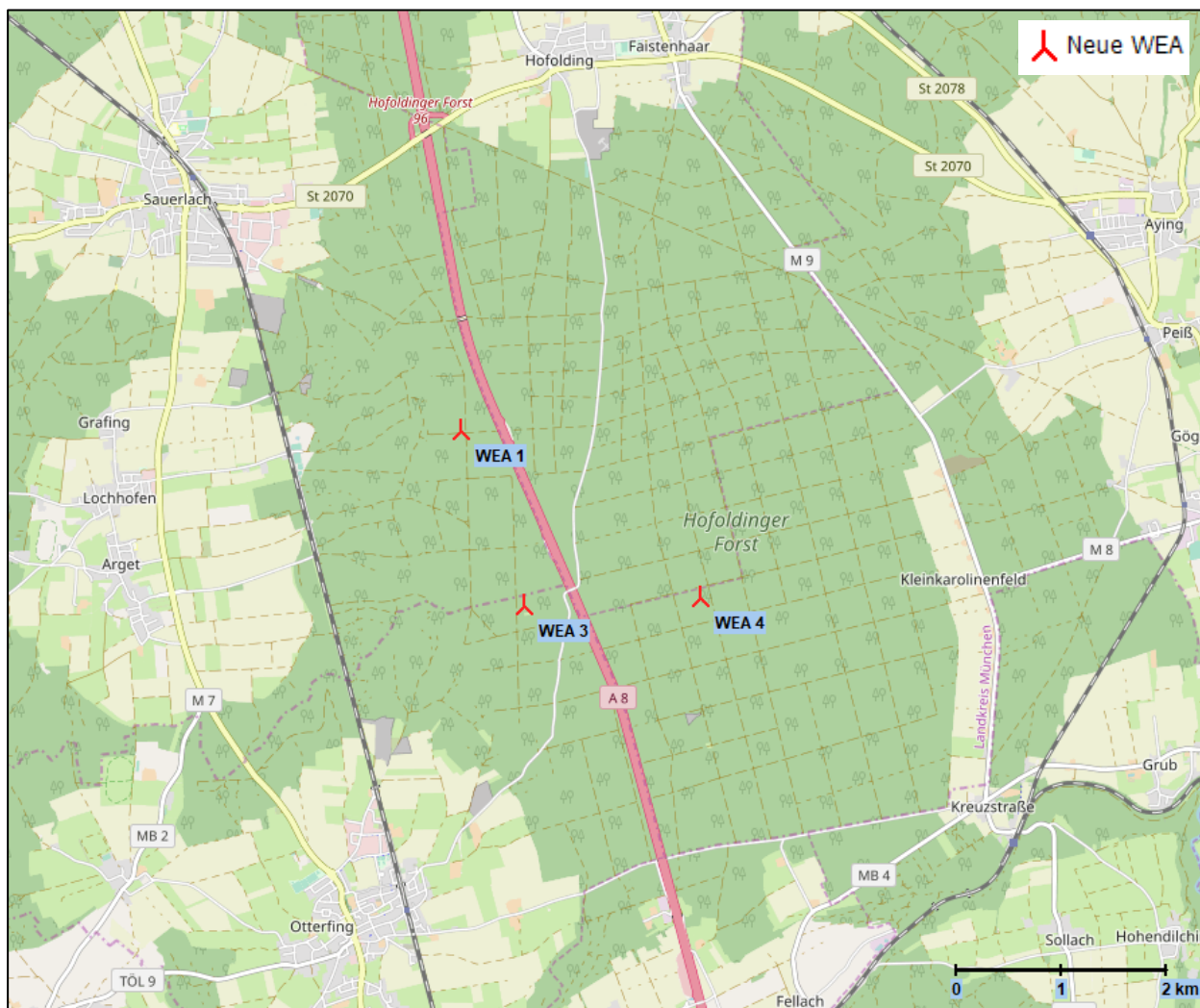


Abbildung 1: Übersichtskarte (© OSM [12])

2.2 Vorbelastung Autobahn A8

Die Autobahn als Schallemissionsquelle wurde entsprechend ihrem Verlauf zwischen der AS 96 (*Hofolding Forst*) und AS 97 (*Holzkirchen*) als Linienschallquelle digitalisiert. Die Emissionskennwerte der die Autobahn repräsentierenden Linienschallquelle wurden entsprechend der RLS-90 [8] berechnet. Datengrundlage sind Verkehrszählungsdaten der A8 von 2015 für den Abschnitt AS 96 bis AS 97 [9]. Daten zur Fahrbahnoberfläche wurden den Verkehrs- und Straßendaten des LfU [10] entnommen. Die Eingangsparameter sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 1: Eingangsdaten nach RLS-90 - Verkehrszahlen und Berechnungsparameter

Parameter	M (tag)	M (nacht)	P (tag)	P (nacht)	LM (tag)	LM (nacht)	DStrO	DStg	RQ	h
Einheit	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[%]	[%]	[dB/m]	[dB/m]	[dB]	[dB]	[m]	[m]
Wert	6.070	1.218	9,4	19,5	77,6	72,3	-2,0	0	37,5	0,5

Entlang des untersuchten Abschnitts gibt es bis auf wenige Meter (Parkplätze Otterfing) keine Schallschutzwände. Da die vorhandenen Wände insgesamt einen zu vernachlässigenden Einfluss auf den Gesamtlärm haben, wurden sie nicht berücksichtigt.

2.3 Windenergieanlagen

Am Standort Hofoldingen Forst sind drei Windenergieanlagen des Typs Nordex N163-5.7 geplant. Zwei der WEA stehen etwa 360 m bzw. 480 m westlich der BAB A8, eine dritte steht etwa 1.100 m östlich. Die Kennwerte der WEA können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 2: Kenndaten WEA (Tag/Nacht)

WEA	Ost	Nord	Hersteller / Typ	Nennleistung [kW]	Nabenhöhe [m]	Betriebsmodus	L ₀ [dB(A)]
01	700.764	5.314.500	Nordex N163-5.7	5.700	164	0	109,3
03	701.423	5.312.866	Nordex N163-5.7	5.700	164	0	109,3
04	703.099	5.312.933	Nordex N163-5.7	5.700	164	0	109,3

Für die geplanten Anlagen des Typs Nordex N163-5.7 im Modus 0 mit schallmindernden Flügelementen („STE“) existieren bisher noch keine schalltechnischen Vermessungen nach FGW-Richtlinie [13]. Es wurde das Oktavspektrum aus der Herstellerangabe ($L_{WA, Okt}$) verwendet (siehe Anhang). Die Herstellerangaben zum Schallemissionspegel wurden mittels aerodynamischer Berechnungen der Blattprofile und Erfahrungswerte bzw. Größenskalierungen von Vorgängermodellen ermittelt. In der jüngeren Vergangenheit wurden so ermittelte Emissionswerte durch nachfolgende Vermessungen nahezu durchgängig bestätigt und sind somit als realistische Annahme zu betrachten. Nach LAI [6] sollen die Emissionswerte der WEA mit Zuschlägen (ΔL_0) für den so genannten oberen Vertrauensbereich L_0 versehen werden:

$$L_0 = L_{WA} + \Delta L_0$$

Die Angaben zum Schalleistungspegel L_{WA} beziehen sich auf den maximal möglichen Schalleistungspegel der WEA im gesamten Betriebsbereich (ab Nennleistungsbetrieb, ca. 11 m/s), welcher in der Realität bei den am Standort herrschenden Windbedingungen etwa zu 10 % der Zeit auftritt. In den restlichen 90% der Zeit sind geringere Emissionen der WEA zu erwarten.

Der Sicherheitszuschlag ΔL_o wurde nach den Hinweisen der LAI [6] berechnet und beträgt 2,1 dB(A). Damit sind in der Serienproduktion auftretende Streuungen sowie Prognosemodellunsicherheiten abgedeckt. Die Emissionsdaten sind somit als konservative Worst Case-Annahme zu werten.

Die Emissionen der einzelnen WEA überlagern sich zum resultierenden Immissionspegel (Beurteilungspegel) L_r .

Tabelle 3: WEA-Emissionswerte (Maximalwerte für Nennlastbetrieb bei Windgeschwindigkeiten > 11m/s in Nabenhöhe), Tag- und Nachtbetrieb

WEA Daten	WEA Nr.		Typenbezeichnung			Betriebsmodus		NH	
		1, 3, 4		N163 5.7MW			Mode 0		NH
Quelle Oktavspektrum	Dokumentnummer		Datum			Typ			
	F008_276_A19_IN R04		20.10.2020			Herstellerangabe			
Unsicherheiten [6]	σ_R [dB(A)]		σ_P [dB(A)]		σ_{Prog} [dB(A)]		ΔL_o [dB(A)]		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L_{gesamt}
$L_{WA Okt max}$ [dB(A)]	88,9	95,1	98,8	101,4	102,1	99,6	92,0	84,0	107,2
$L_o Okt max$ [dB(A)]	91,0	97,2	100,9	103,5	104,2	101,7	94,1	86,1	109,3

3 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

Die basierend auf den in den vorigen Kapiteln genannten Kenn- und Eingangsdaten ermittelten Immissionspegel sind kartografisch den folgenden Abbildungen zu entnehmen. Karten in größerem Maßstab, die Berechnungseinstellungen und Eingangsdaten sind dem Anhang zu entnehmen.

3.1 Lärmkarten A8

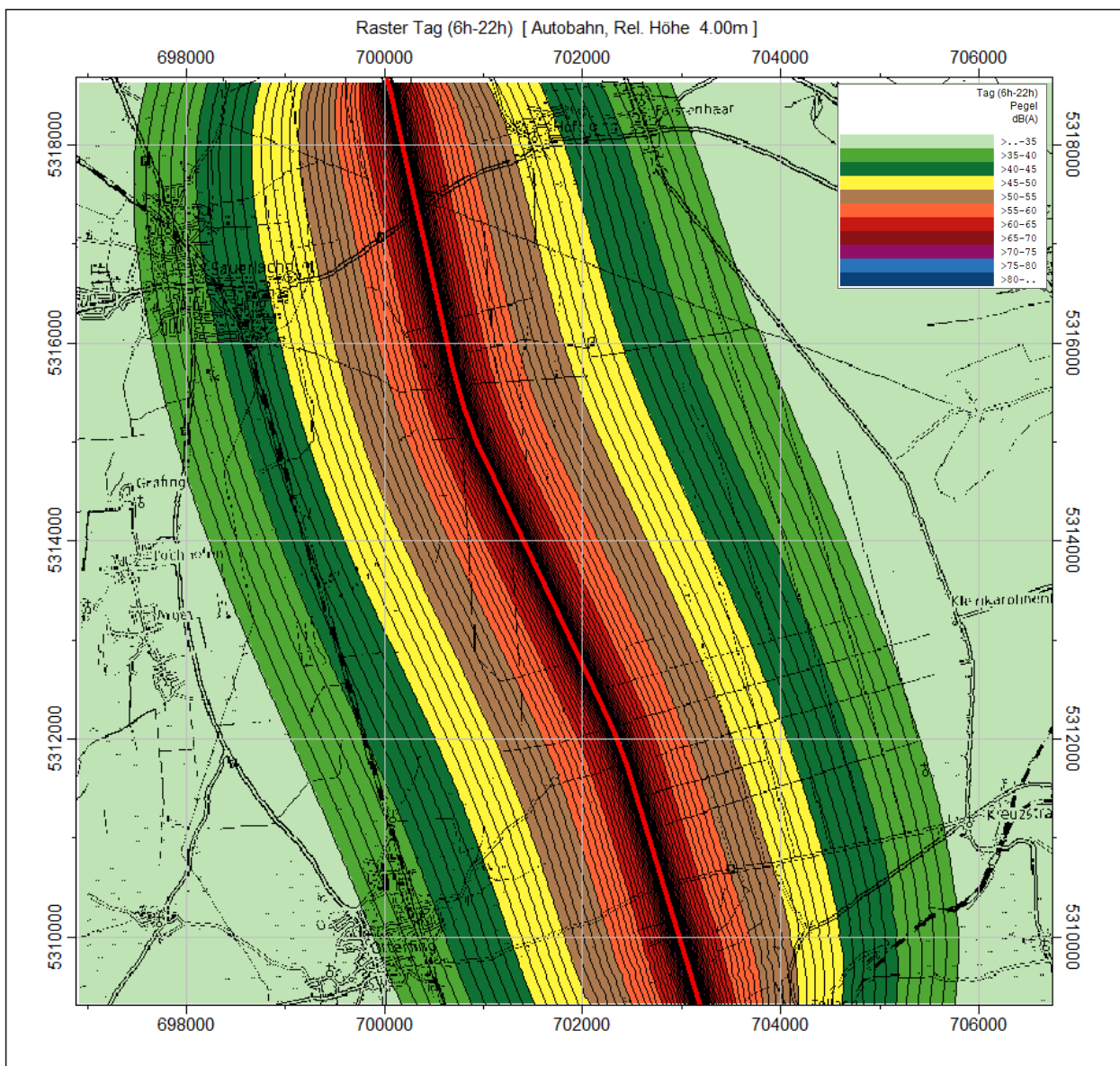


Abbildung 2: Lärmkartierung Autobahn A8 (Tag)

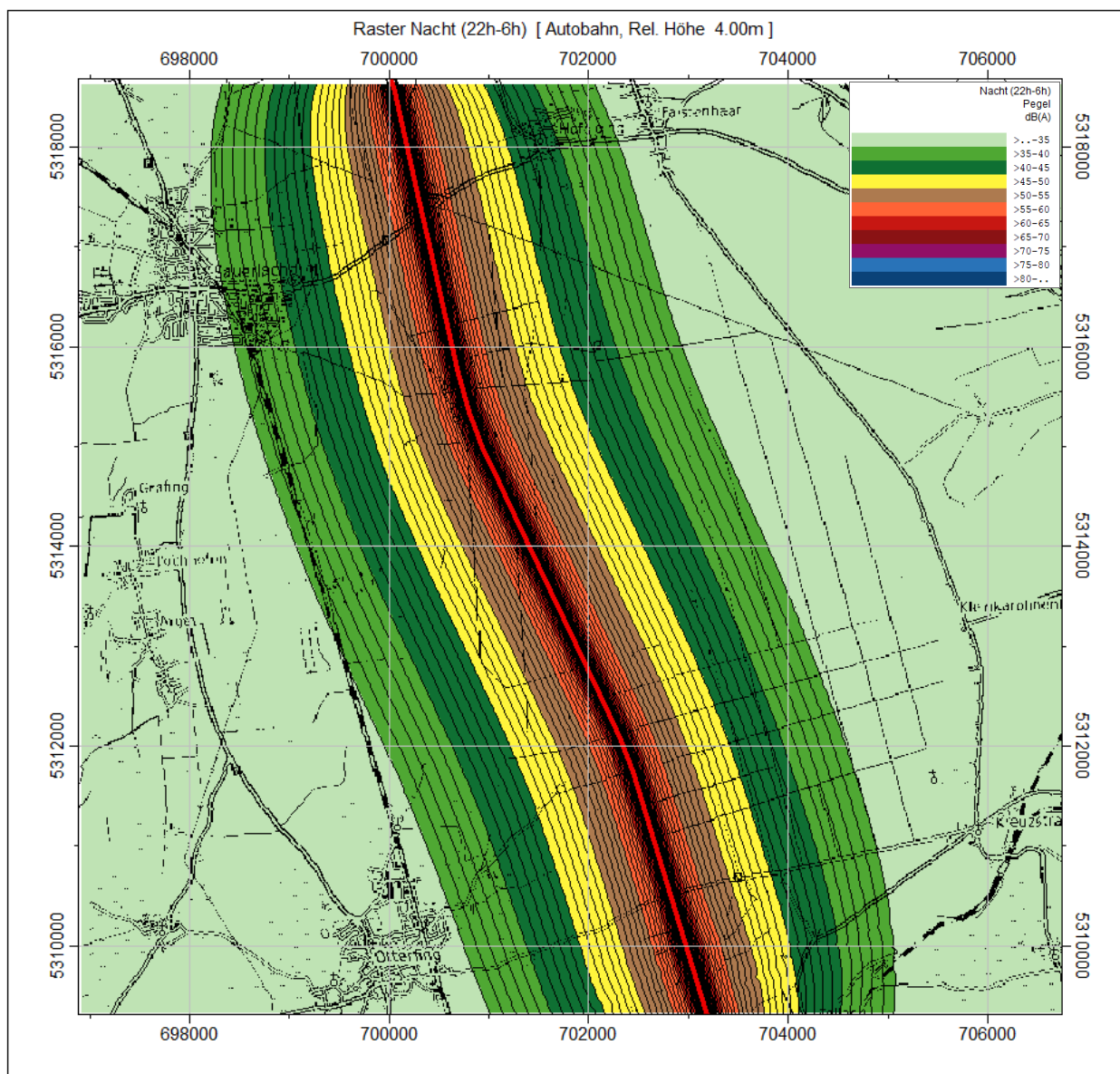


Abbildung 3: Lärmkartierung Autobahn A8 (Nacht)

Die Emissionen der Autobahn breiten sich gleichförmig um deren Verlauf aus. Direkt an der Autobahn (bis 500 m Entfernung) werden Werte > 60 dB(A) (tags) bzw. > 55 dB(A) (nachts) erreicht. In Entfernungen von 1.000 m werden Pegelwerte von etwa 50 dB(A) (tags) bzw. 45 dB(A) (nachts) erreicht. In Entfernungen von 2.000 m werden Pegelwerte von etwa 40 dB(A) (tags) bzw. 35 dB(A) (nachts) erreicht.

3.2 Lärmkarte WEA

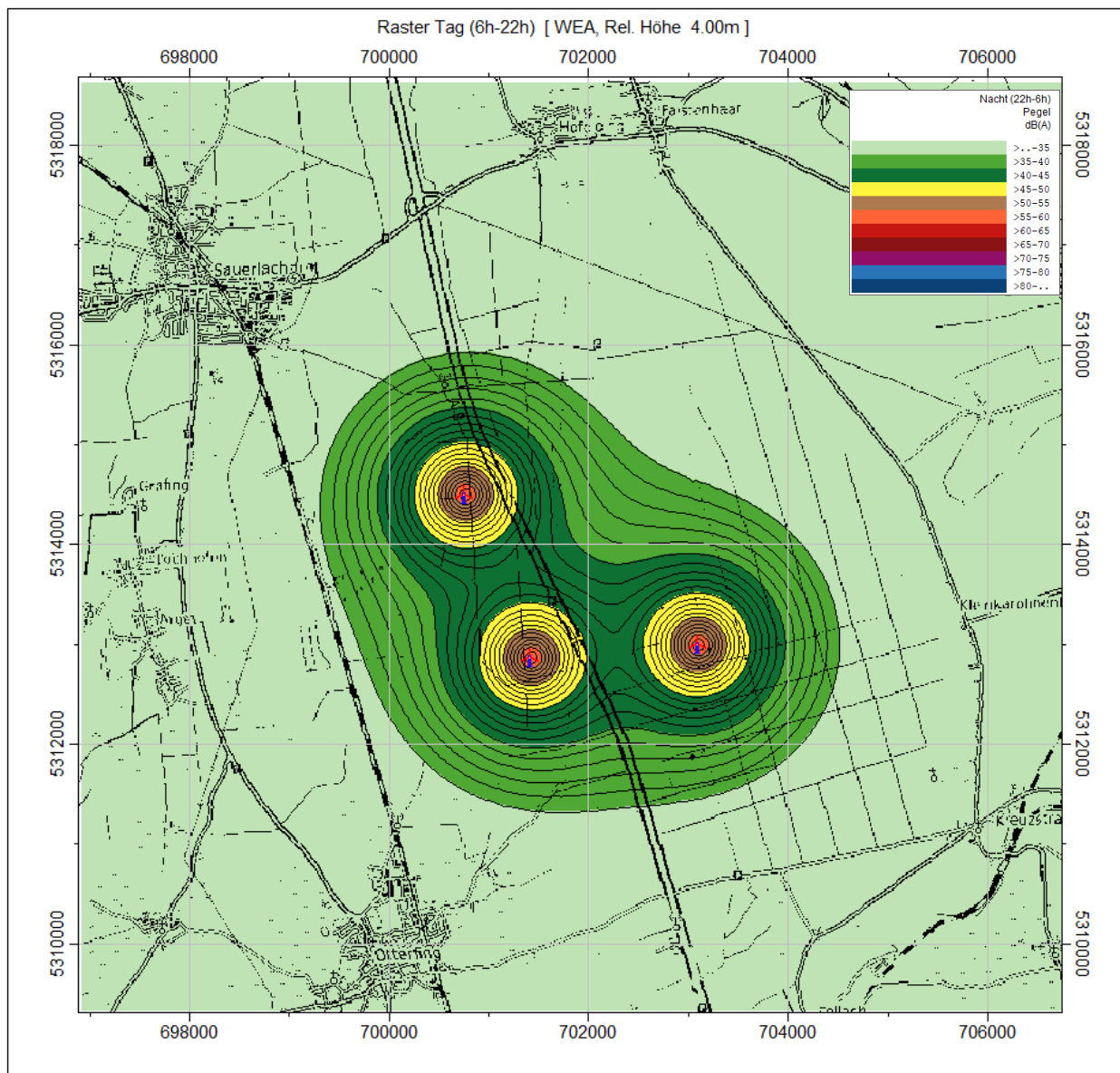


Abbildung 4: Lärmkartierung WEA (maximale Emission, Tag- und Nachtbetrieb)

Die Emissionen der WEA breiten sich konzentrisch um die WEA aus und überlagern sich in mittleren Entfernungen. Direkt unterhalb der WEA werden Pegel bis zu 55 dB(A) erreicht. In etwa 500 m um die WEA werden Pegel von etwa 45 dB(A) erreicht. In etwa 1.000 m um die WEA werden Pegel von etwa 40 dB(A) erreicht. Alle Werte gelten für den Maximalbetrieb unter Vollast und werden bei niedrigeren Windgeschwindigkeiten unterschritten.

3.3 Lärmkarte WEA + Autobahn

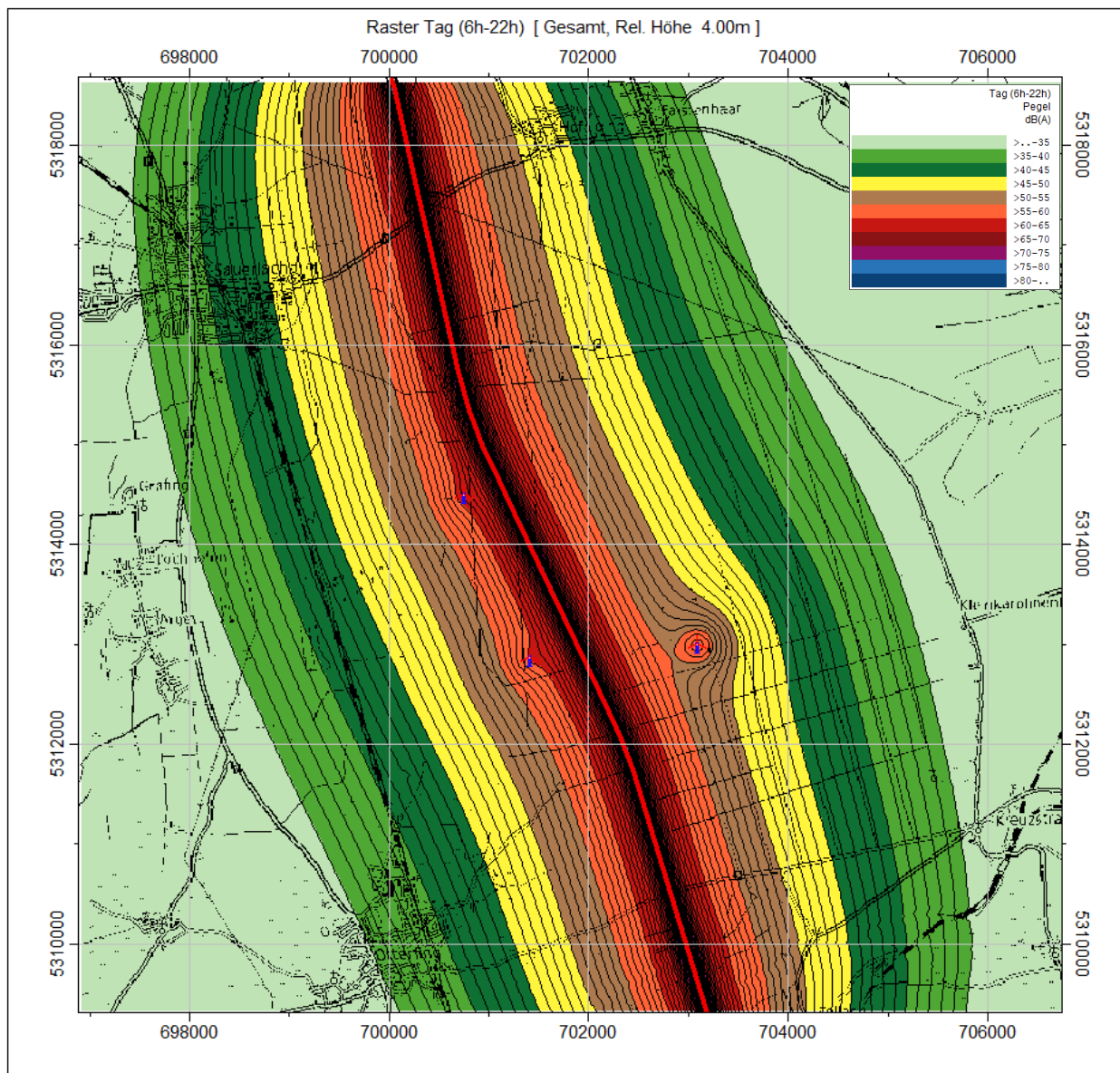


Abbildung 5: Lärmkartierung Tag - Autobahn A8 und WEA (Maximalbetrieb)

Tagsüber ist eine Zunahme der Geräuschbelastung für die westlichen WEA kaum und nur in unmittelbarem Umfeld zu den WEA erkennbar, die bestehende Geräuschkulisse der Autobahn ist hier prägend.

Im Bereich der östlichen WEA 4 ist eine Zunahme des Gesamtgeräuschpegels im Nahfeld der WEA gegeben, der Einfluss der Autobahn ist hier geringer. Die Autobahn erreicht im Umfeld der WEA Pegel von etwa 50-55 dB(A), die WEA selbst unterschreitet diese Werte erst in etwa 150-250 m Entfernung. In diesem Umkreis sind die WEA Geräusche bei Maximalbetrieb bzw. Vollast deutlich wahrnehmbar.

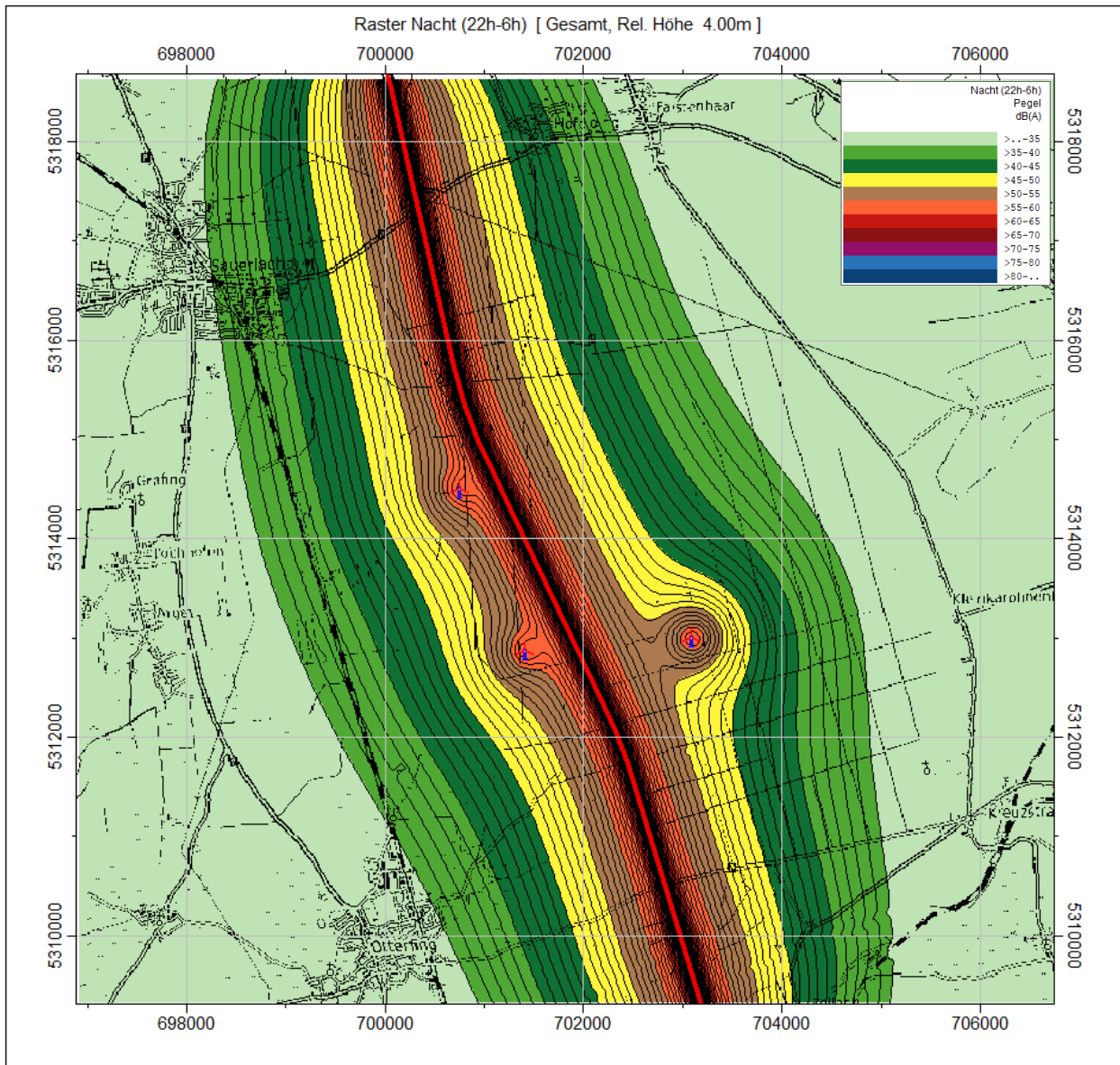


Abbildung 6: Lärmkartierung Nacht Autobahn A8 und WEA (Maximalbetrieb)

Nachts fällt die Geräuschwirkung der WEA auf die Umgebung deutlicher aus, der Einfluss der Autobahn kleiner ist.

Der Gesamtpegel steigt im Nahbereich um die westlichen WEA leicht an, hier erstreckt sich der Bereich einer relevanten Pegelerhöhung auf einen Radius von etwa 200-300 m um die WEA. Die Zunahme um die östliche WEA ist aufgrund der größeren Entfernung zur A8 etwas stärker ausgeprägt, eine relevante Pegelerhöhung bei Maximalbetrieb bzw. Vollast findet sich im Umkreis von etwa 300-800 m.

4 Einordnung der Ergebnisse

4.1 Geräusche allgemein

Die Dezibel Skala, welche die Schalldruckpegel im Allgemeinen darstellt, ist eine logarithmische Darstellung des Schalldruckpegels. Zwei gleichlaute Quellen erhöhen einen Schallpegel um +3 dB(A). Nach dem Hörempfinden des Menschen wird ein Pegelzuwachs um etwa 10 dB(A) als doppelt so laut wahrgenommen. Einen Pegelunterschied von kleiner 1 dB(A) kann nicht mehr wahrgenommen werden. Die folgende Darstellung zeigt beispielhafte Geräuschpegel typischer Geräuschquellen. Die Schwelle zur Gesundheitsgefahr wird bei $L_r = 57-62$ dB(A) angesehen [OVG Lüneburg 12 ME 156/18 sowie BVerwG 9 A 16.16]). Zu Geräuschen von WEA siehe 4.2.

Lärmquellen	dB(A)	Lärmwirkungen
Probelauf von Düsenflugzeugen	120	Gehörschädigung schon nach kurzer Einwirkung möglich
Rockband, Disco	110	schmerzhaft
manipuliertes Fahrzeug	100	unerträglich
Kreissäge, Moped	90	Gehörschädigung ab 85 dB(A) am Ohr des Betroffenen
hochbelastete Autobahn, tags	80	
Hauptverkehrsstraße, tags	70	Risikoerhöhung für Herz-/ Kreislaufkrankungen ab 65 dB(A)
Radio in „Zimmerlautstärke“	60	laut
normale Unterhaltung	50	Kommunikationsstörungen
Hintergrundschall in der Stadt	40	Lern- und Konzentrationsstörungen im Innenraum
Ticken eines Weckers	30	Schlafstörungen durch verkehrsbedingte Mittelungspegel im Innenraum
Blätterrauschen	20	leise
normales Atmen	10	still

Abbildung 7: Lärmquellen dB(A) – Lärmwirkung [14]

4.2 Immissionen der WEA nach TA Lärm

Die nach TA Lärm [3] für WEA geltenden Immissionsrichtwerte für Beurteilungspegel L_r werden im Folgenden aufgezeigt. Sie gelten für Gebäude und schutzwürdige Räume und werden nach dem Gebietscharakter der Wohnbebauung in Anlehnung an die BauNVO [14] festgelegt. Bei Einhaltung dieser Werte ist von keiner erheblichen Gesundheitsgefahr auszugehen.

35 dB (A)	für reine Wohn-, Erholungs- bzw. Kurgelände
40 dB (A)	für allgemeine Wohn- und Kleinsiedlungsgebiete (vorwiegend Wohnungen)
45 dB (A)	für Kern-, Misch- und Dorfgebiete ohne Überwiegen einer Nutzungsart
50 dB (A)	für Gewerbegebiete (vorwiegend gewerbliche Anlagen).

Der Immissionsrichtwert mit der höchsten Schutzkategorie von 35 dB(A) wird durch die Emissionen der WEA in einem Abstand von etwa 1.500 m unterschritten. Es befinden sich keine maßgeblichen Immissionsorte in diesem Bereich. Die Immissionsrichtwerte an weiter entfernt liegenden Häusern im Außenbereich sowie den Ortslagen werden weit unterschritten, so dass eine Gesundheitsgefahr auszuschließen ist.

Die von der WHO angegebene bedingte Empfehlung für Geräuschobergrenzen zur Vermeidung von nachteiligen gesundheitlichen Auswirkungen durch WEA von $L_{DEN} = 45$ dB(A) entspricht einer jährlichen, tageszeitabhängig gewichteten Durchschnittsbelastung. Die in diesem Gutachten angegebenen Werte von L_r entsprechen hingegen der maximalen Belastung bei Volllast. Eine Vergleichbarkeit ist insofern nicht ohne weiteres möglich, jedoch ist absehbar, dass die Empfehlungen der WHO bereits im Bereich >600 m um die WEA eingehalten werden.

4.3 Immissionen im Wald

Im Wald gibt es einen beständigen Hintergrundpegel durch Tiergeräusche, Ästeknacken, Windrauschen usw. Windinduzierte Umgebungsgeräusche (v.a. Blätterrauschen) nehmen in vegetationsreicher Umgebung mit der Windgeschwindigkeit zu. Der Hintergrundgeräuschpegel im Wald liegt im Allgemeinen bei etwa 35-45 dB(A). Beispielhaft sei in Abbildung 8 ein Ausschnitt aus einer Vermessung einer WEA im Wald dargestellt. Zusätzlich dämpft die Vegetation die Geräusche von Windenergieanlagen. Zusammenfassend zeigt sich, dass Windenergieanlagen erst ab mittleren Windgeschwindigkeiten von > 8 m/s einen relevanten Geräuschpegel erzeugen, der im Wald, abhängig von der Hintergrundgeräuschssituation und der Entfernung zu den WEA, verdeckt werden kann. In Entfernungen von wenigen hundert Metern sind die Geräusche von WEA im Wald in der Regel nicht mehr wahrnehmbar.

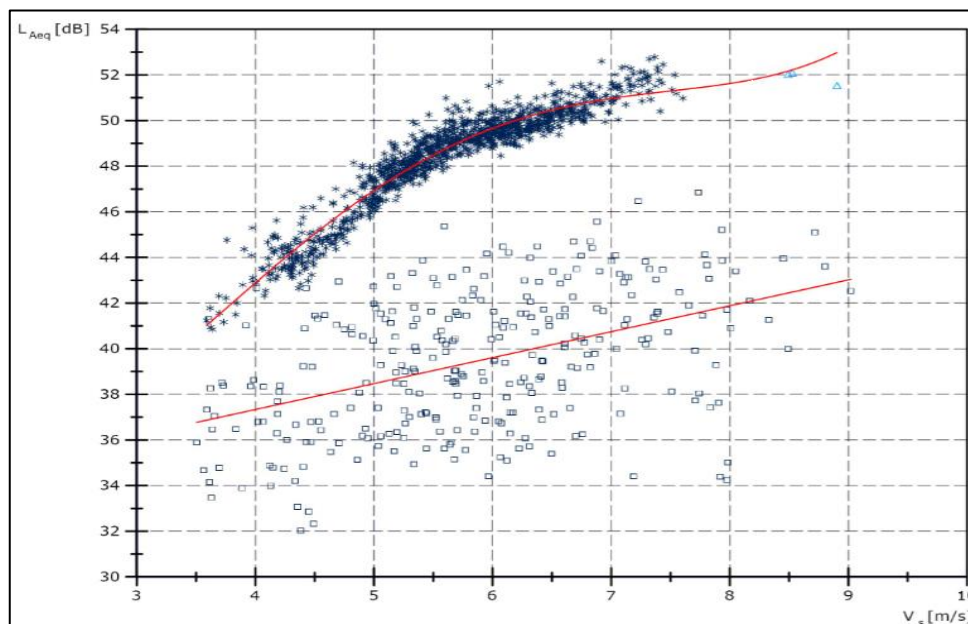


Abbildung 8: Beispielhafte Darstellung der Geräuschmessung einer WEA im Wald. Entfernung zum Turmfuß: ca. 180 m. Sternchen: WEA an (Gesamtgeräusch inkl. WEA), Quadrate: WEA aus (Umgebungsgeräusche im Wald). Die Windgeschwindigkeit V_s ist für eine Höhe von 10 m angegeben.

Schallimmissionen im Wald sind nicht beurteilungsrelevant, da der Wald keinen schutzwürdigen Raum im Sinne der TA Lärm darstellt. Schutzwürdig sind Räume, die dem längeren Aufenthalt von Menschen dienen, allen voran Wohnräume. Lärm emittierende Anlagen, also u.a. auch WEA, sind hingegen außenbereichstypisch. Der Außenbereich ist bauplanungsrechtlich gesehen keine besonders geschützte „ruhige“ Wohnlage, sondern auf Freiraumschutz und außenbereichstypische Nutzungen ausgelegt. Daran ändert auch eine Ausweisung als Landschafts- oder Naturschutzgebiet nichts – diese hat keinerlei Auswirkung auf den immissionsschutzrechtlichen Schutzanspruch [OVG Münster 8A 1710/10, OVG Münster 8 B 1081/16]. Festzuhalten ist zudem, dass in einem forstwirtschaftlich genutzten Wald, wie es der Hofoldingen Forst ist, Lärmbelastigungen durch Forstarbeiten (Sägen, Rangieren etc.) auftreten können, welche (wie Geräusche durch Landwirtschaft in offenen Gebieten) ebenfalls außenbereichstypisch sind. Einen Anspruch auf geringere Lärmbelastigungen im Wald gibt es nach TA Lärm nicht und zudem würde dies zu einem Nutzungskonflikt mit der forstwirtschaftlichen Nutzung führen, welche dadurch ihrerseits eingeschränkt würde.

5 Literaturverzeichnis

- [1] BImSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli.*
- [2] Norm, „DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien,“ 2005.
- [3] TA_Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)*, (GMBI S. 503), 1998.
- [4] Norm, *DIN ISO 9613-2:1999-10, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.*
- [5] NALS im DIN und VDI, *Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen*, Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien", 2015.
- [6] LAI, *Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016.*
- [7] 16. BImSchV, *Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes*, 1990.
- [8] Bundesminister für Verkehr - Abteilung Straßenbau, *Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90)*, 1990.
- [9] Baysis, *Straßenverkehrszählung 2015 - BAYSIS - Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr.*
- [10] LfU Referat 25 *Lärmschutz beim Verkehr, Elektromagnetische Felder, Verkehrs- und Straßendaten BAB A8*, Augsburg, 23.03.2021.
- [11] Wölfel, IMMI - *Das Programm zur Schallimmissionsprognose*, Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, Version 1 Update 1 12.12.2019.
- [12] OSM, *OpenStreetMap © OpenStreetMap contributors | www.openstreetmap.org.*
- [13] FGW_e.V., *Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien, Technische Richtlinien für Windenergieanlagen*, Revision 18 Hrsg.

[14] Landeshauptstadt Düsseldorf, Grundlagen Lärm,

<https://www.duesseldorf.de/index.php?id=700023140&L=2>.

[15] BauNVO, Baunutzungsverordnung, 26. Juni 1962, Letzte Änderung 13. Mai 2017.

6 Anhang

Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

- Isophonenkarte Istzustand – BAB A8
- Isophonenkarte Planung – WEA
- Isophonenkarte Endzustand - BAB A8 und WEA
- Eingangsdaten – Schallquellen
- Berechnungseinstellungen IMMI

Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

- Herstellerangabe zum Schallleistungspegel mit zugehörigem Oktavspektrum des WEA-Typs Nordex N163-5.7.

Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen

- Akkreditierungsurkunde

Anhang Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

Anhang Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

Anhang Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV
 Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
 von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorien

Ramboll Deutschland GmbH
Onshore Wind

mit den Standorten

Elisabeth-Consbruch-Straße 3, 34131 Kassel
Andreaestraße 3, 30159 Hannover

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen (WEA) einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten; Bestimmung des 60 % Referenzertrag-Nachweises; Bestimmung der Standortgüte; Durchführung und Auswertung von Windmessungen zur Bestimmung des Windpotenzials; Erstellung von Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Schattenwurfprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Gutachten zur natürlichen Umgebungsturbulenz von Windenergieanlagenstandorten auf der Grundlage der Berechnung von Turbulenzintensitäten

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 01.12.2020 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-21488-01. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 3 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-21488-01-00**

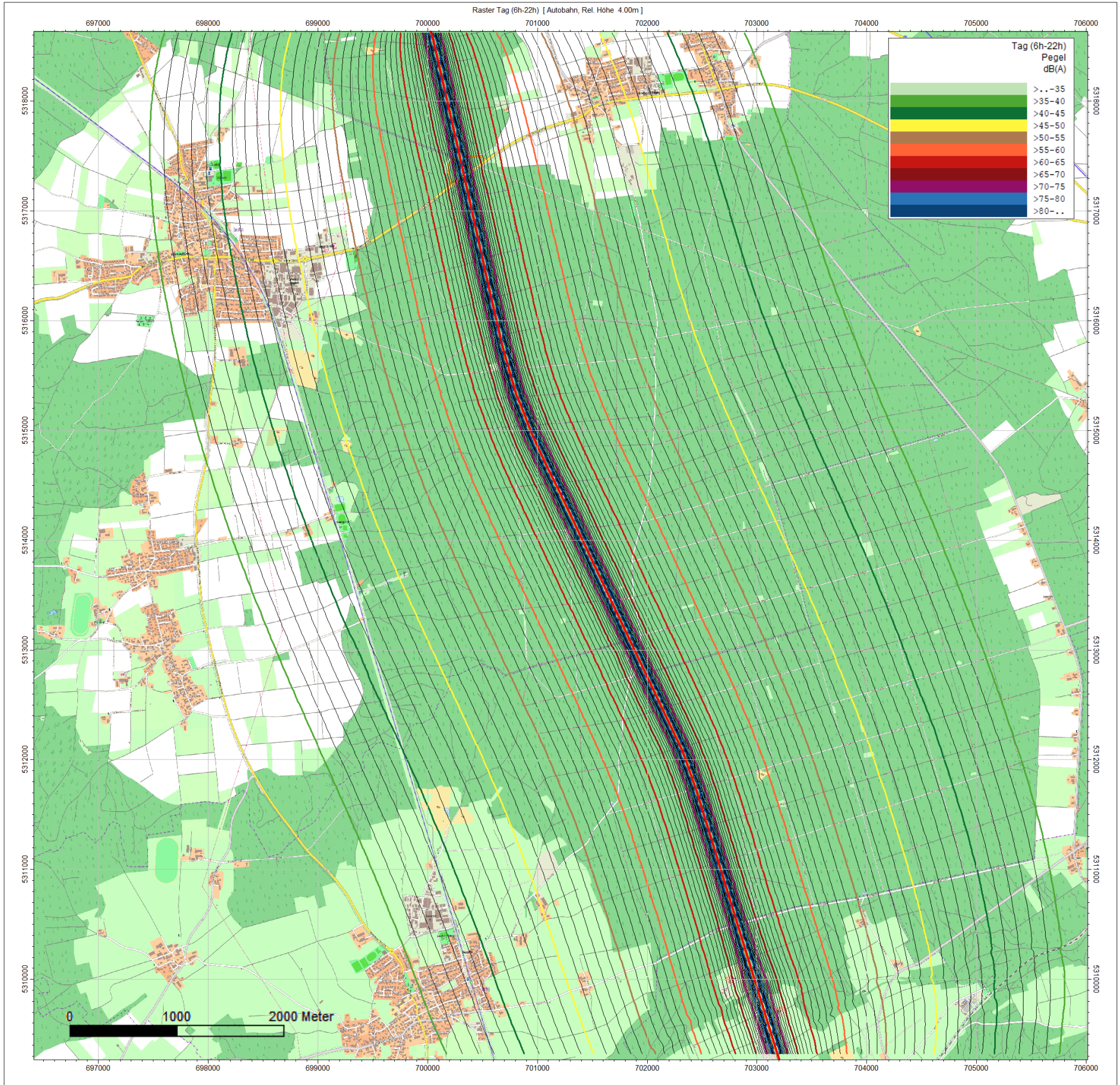
Berlin, 01.12.2020

Im Auftrag Dr. Heike Manke
 Abteilungsleiterin

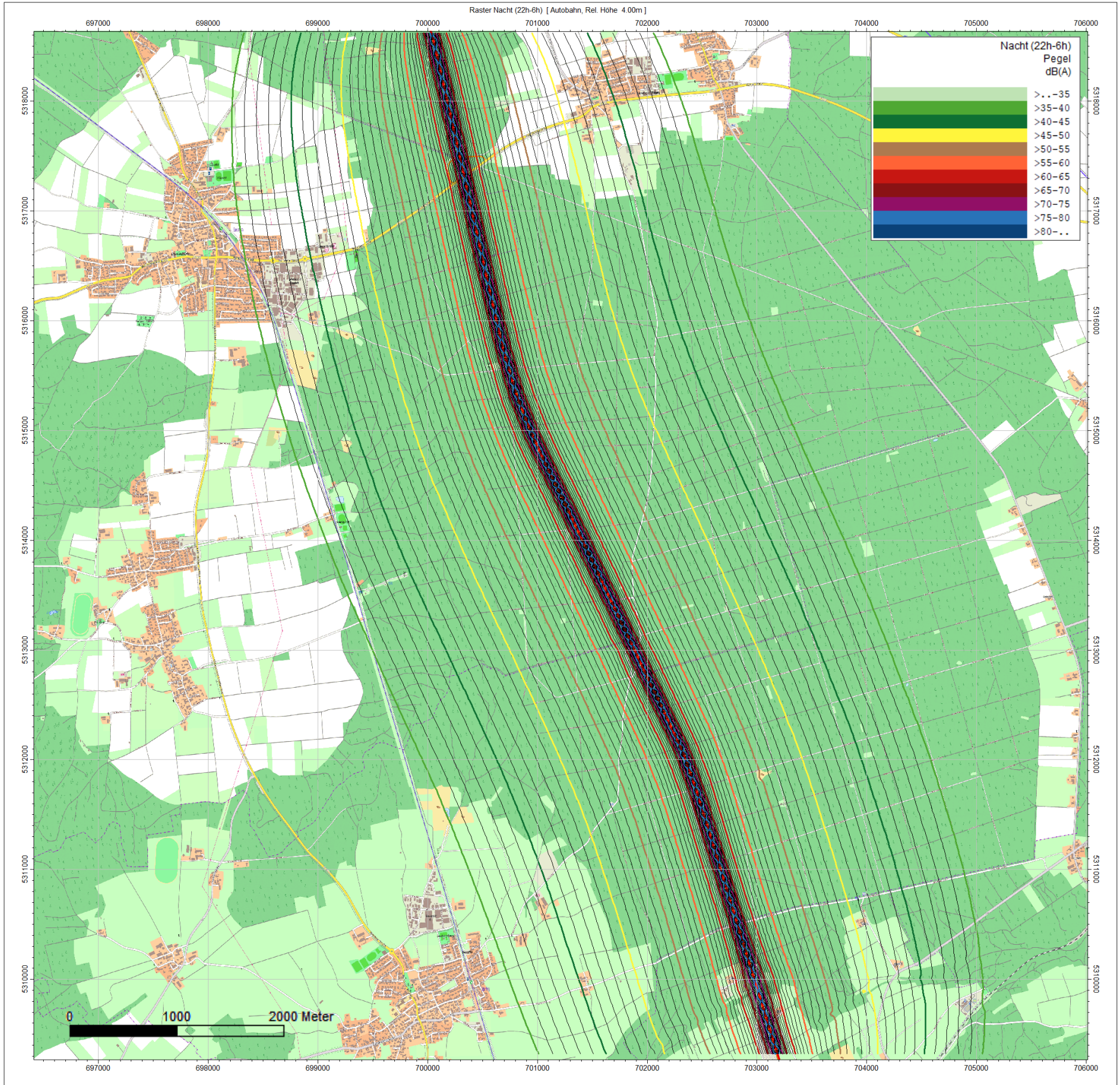
Die Urkunde samt Urkundenanlage gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand des Geltungsbereiches der Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) zu entnehmen. <https://www.dakks.de/content/datenbank-akkreditierter-stellen>

Siehe Hinweise auf der Rückseite

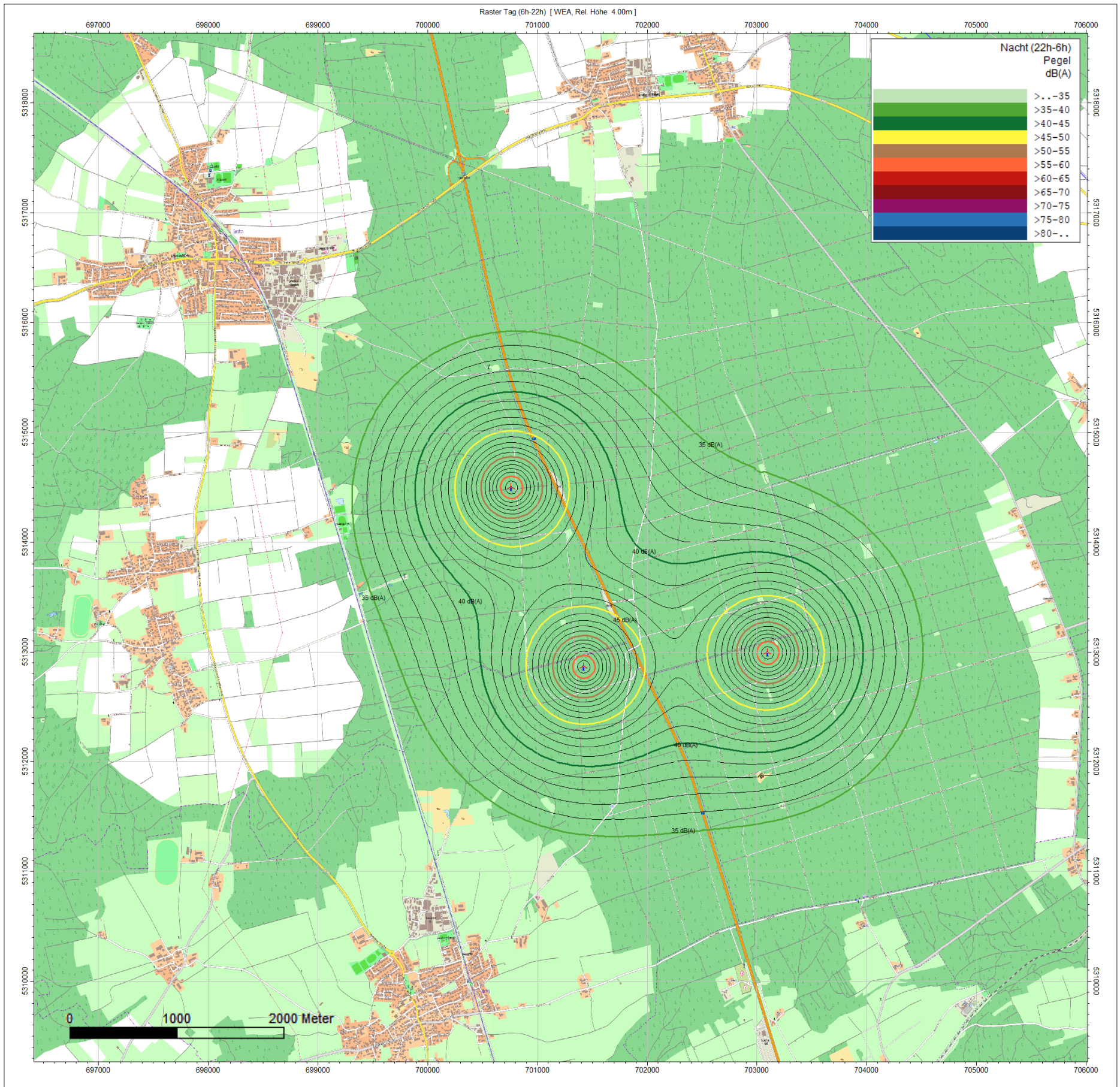
Lärmkartierung (Autobahn A8) Tag



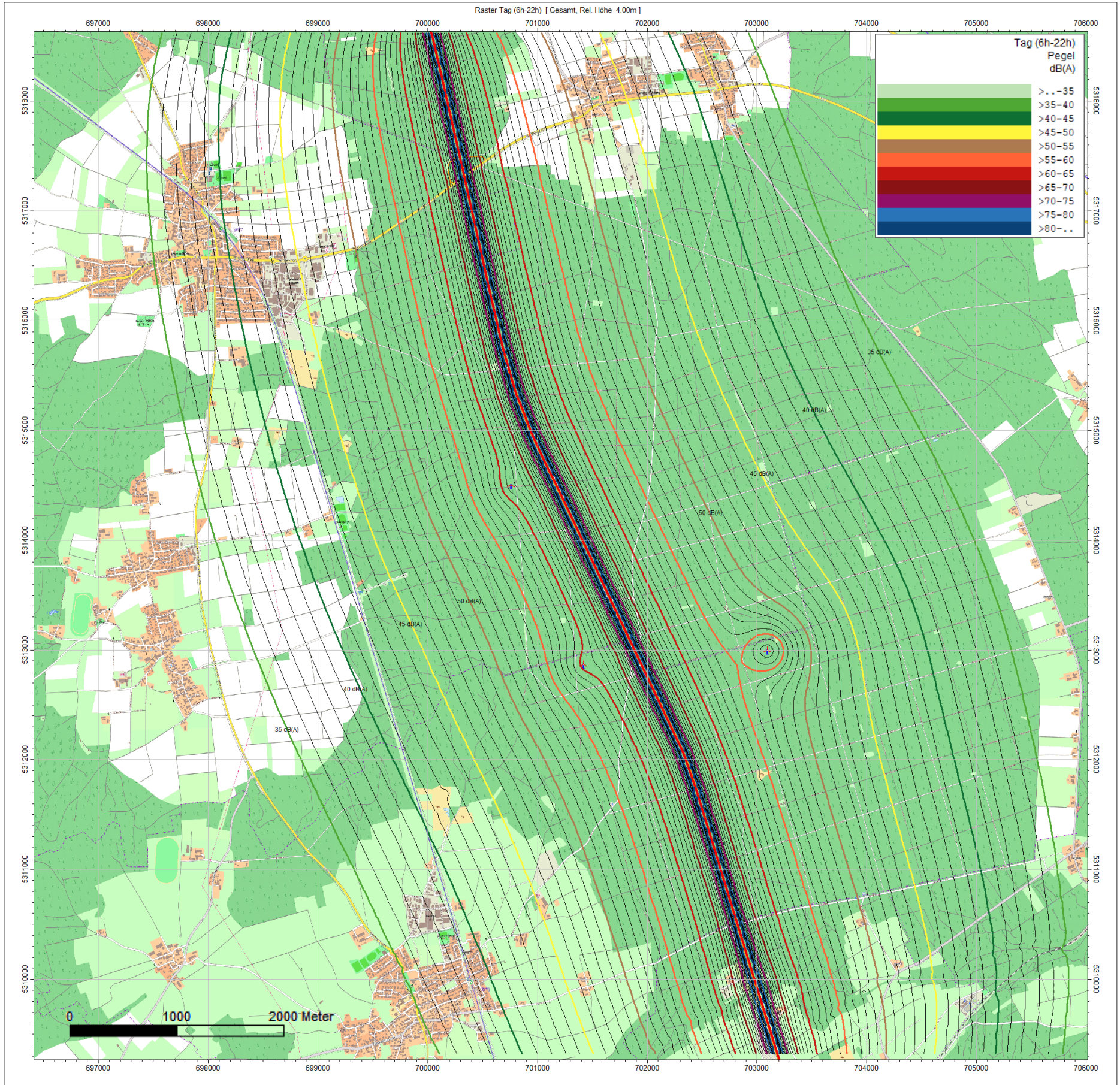
Lärmkartierung (Autobahn A8) Nacht



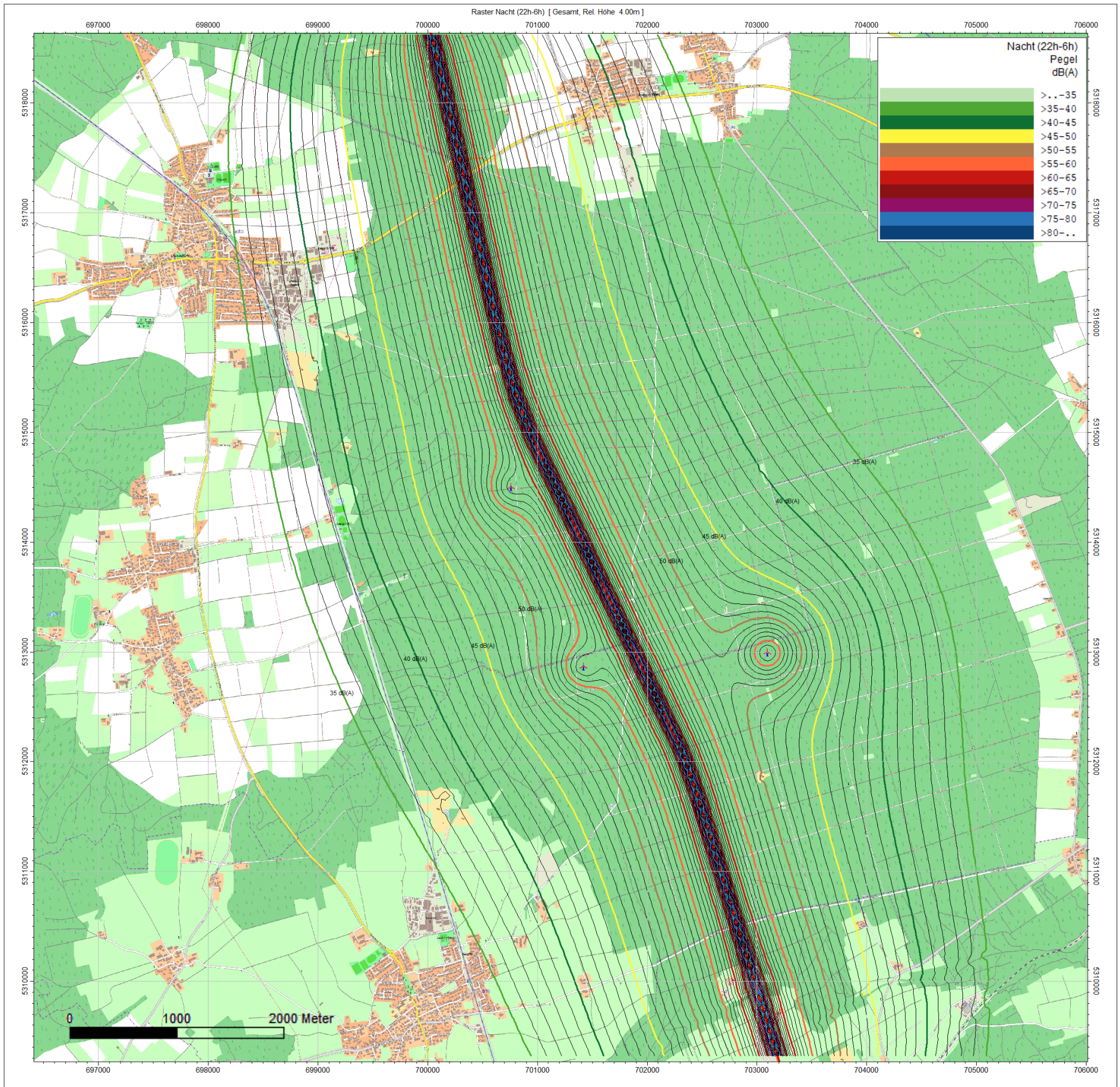
Lärmkartierung (WEA, maximal) Tag/Nacht



Lärmkartierung (Autobahn A8, WEA maximal) Tag



Lärmkartierung (Autobahn A8, WEA maximal) Nacht





Eingangsdaten – Schallquellen

Beurteilungszeiträume			
T1	Tag (6h-22h)		
T2	Nacht (22h-6h)		

Straße /RLS-90 (1)								Gesamt	
STRb044	Bezeichnung	A8		Wirkradius /m				99999,00	
	Gruppe	Autobahn		Mehrf. Refl. Dreifl /dB				0,00	
	Knotenzahl	15		Steigung max. % (aus z-Koord.)				-0,77	
	Länge /m	10529,34		d/m(Emissionslinie)				12,38	
	Länge /m (2D)	10529,15		Straßenoberfläche				Direkte Eingabe	
	Fläche /m²	---							
	Emiss.-Variante	DStrO	M in Kfz / h	p / %	v Pkw /km/h	v Lkw /km/h	Lm,25 /dB(A)	Lm,E /dB(A)	
	Tag	-2,00	6070,00	9,40	130,00	80,00	77,61	77,44	
	Nacht	-2,00	1218,00	19,50	130,00	80,00	72,30	71,48	
	Beurteilungsvorschrift	Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag	Ton-Zuschlag	Info.-Zuschlag			Extra-Zuschlag	
	DIN 18005	-	0,0	0,0	0,0			0,0	
	Beurteilungszeitraum / Zeitzone	Dauer /h	Eml- W	Lm,E /dB(A)	n-mal	Einwirkzeit /h	dLi /dB	Lm,Er /dB(A)	
	Tag (6h-22h)	16,00	Tag	77,4	1,00	16,00000	0,00	77,4	
	Nacht (22h-6h)	8,00	Nacht	71,5	1,00	8,00000	0,00	71,5	

Steigungen und Steigungszuschläge für Straßen											
Element	Bezeichnung	Abschnitt	s /m	ds /m	Steigung aus Koord.	Steigung /% für Rechng.	Zuschlag/d Tag	Zuschlag/d Nacht	Zuschlag/d n	Hinweis	
STRb044	A8	1	0,00	3041,13	-0,39	-0,39	0,00				
		2	3041,13	373,77	-0,54	-0,54	0,00				
		3	3414,90	343,22	-0,58	-0,58	0,00				
		4	3758,12	2282,12	-0,64	-0,64	0,00				
		5	6040,24	289,60	-0,47	-0,47	0,00				
		6	6329,84	295,91	-0,68	-0,68	0,00				
		7	6625,75	284,80	-0,57	-0,57	0,00				
		8	6910,54	87,39	-0,44	-0,44	0,00				
		9	6997,94	449,30	-0,71	-0,71	0,00				
		10	7447,24	546,72	-0,75	-0,75	0,00				
		11	7993,96	659,31	-0,70	-0,70	0,00				
		12	8653,27	526,30	-0,61	-0,61	0,00				
		13	9179,56	1160,32	-0,77	-0,77	0,00				Max.
		14	10339,88	189,27	-0,73	-0,73	0,00				

Windenergieanlage (3)													Gesamt	
WEA1001	Bezeichnung	WEA 1				Wirkradius /m				99999,00				
	Gruppe	WEA				Lw (Tag) /dB(A)				109,31				
	Knotenzahl	1				Lw (Nacht) /dB(A)				109,31				
	Länge /m	---				D0				0,00				
	Länge /m (2D)	---				Berechnungsgrundlage				ISO 9613-2 / Interimsverfahren				
	Fläche /m²	---				Unsicherheiten aktiviert				Nein				
						Hohe Quelle				Ja				
						Emission ist				Schalleistungspegel (Lw)				
	Emiss.-Variante	Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz		
	Tag	Emission Referenz: N163 5.7 [Mode 0] Hersteller												
	Tag	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1		
		Lw /dB (A)	109,3	-	-	91,0	97,2	100,9	103,5	104,2	101,7	94,1	86,1	
	Nacht	Emission Referenz: N163 5.7 [Mode 0] Hersteller												
	Nacht	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1		
		Lw /dB (A)	109,3	-	-	91,0	97,2	100,9	103,5	104,2	101,7	94,1	86,1	
	Beurteilungsvorschrift	Spitzenpegel		Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag				Extra-Zuschlag		
	DIN 18005	-		0,0		0,0		0,0				0,0		
	Beurteilungszeitraum / Zeitzone	Dauer /h	Eml- Vorg	Lw /dB(A)		n-mal		Einwirkzeit /h		dLi /dB		Lwr /dB(A)		
	Tag (6h-22h)	16,00	Tag	109,3		1,00		16,00000		0,00		0,0		
	Nacht (22h-6h)	8,00	Nacht	109,3		1,00		8,00000		0,00		0,0		
WEA1003	Bezeichnung	WEA 3				Wirkradius /m				99999,00				
	Gruppe	WEA				Lw (Tag) /dB(A)				109,31				
	Knotenzahl	1				Lw (Nacht) /dB(A)				109,31				
	Länge /m	---				D0				0,00				
	Länge /m (2D)	---				Berechnungsgrundlage				ISO 9613-2 / Interimsverfahren				
	Fläche /m²	---				Unsicherheiten aktiviert				Nein				
						Hohe Quelle				Ja				
						Emission ist				Schalleistungspegel (Lw)				
	Emiss.-Variante	Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz		
	Tag	Emission Referenz: N163 5.7 [Mode 0] Hersteller												
	Tag	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1		
		Lw /dB (A)	109,3	-	-	91,0	97,2	100,9	103,5	104,2	101,7	94,1	86,1	
	Nacht	Emission Referenz: N163 5.7 [Mode 0] Hersteller												
	Nacht	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1		
		Lw /dB (A)	109,3	-	-	91,0	97,2	100,9	103,5	104,2	101,7	94,1	86,1	
	Beurteilungsvorschrift	Spitzenpegel		Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag				Extra-Zuschlag		
	DIN 18005	-		0,0		0,0		0,0				0,0		
	Beurteilungszeitraum / Zeitzone	Dauer /h	Eml- Vorg	Lw /dB(A)		n-mal		Einwirkzeit /h		dLi /dB		Lwr /dB(A)		
	Tag (6h-22h)	16,00	Tag	109,3		1,00		16,00000		0,00		0,0		
	Nacht (22h-6h)	8,00	Nacht	109,3		1,00		8,00000		0,00		0,0		
WEA1004	Bezeichnung	WEA 4				Wirkradius /m				99999,00				
	Gruppe	WEA				Lw (Tag) /dB(A)				109,31				
	Knotenzahl	1				Lw (Nacht) /dB(A)				109,31				
	Länge /m	---				D0				0,00				
	Länge /m (2D)	---				Berechnungsgrundlage				ISO 9613-2 / Interimsverfahren				
	Fläche /m²	---				Unsicherheiten aktiviert				Nein				
						Hohe Quelle				Ja				
						Emission ist				Schalleistungspegel (Lw)				
	Emiss.-Variante	Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz		
	Tag	Emission Referenz: N163 5.7 [Mode 0] Hersteller												
	Tag	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1		
		Lw /dB (A)	109,3	-	-	91,0	97,2	100,9	103,5	104,2	101,7	94,1	86,1	
	Nacht	Emission Referenz: N163 5.7 [Mode 0] Hersteller												
	Nacht	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1		
		Lw /dB (A)	109,3	-	-	91,0	97,2	100,9	103,5	104,2	101,7	94,1	86,1	
	Beurteilungsvorschrift	Spitzenpegel		Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag				Extra-Zuschlag		
	DIN 18005	-		0,0		0,0		0,0				0,0		
	Beurteilungszeitraum / Zeitzone	Dauer /h	Eml- Vorg	Lw /dB(A)		n-mal		Einwirkzeit /h		dLi /dB		Lwr /dB(A)		
	Tag (6h-22h)	16,00	Tag	109,3		1,00		16,00000		0,00		0,0		
	Nacht (22h-6h)	8,00	Nacht	109,3		1,00		8,00000		0,00		0,0		

Berechnungseinstellungen



Projekt Eigenschaften			
Prognosetyp:	Lärm		
Prognoseart:	Lärm (nationale Normen)		
Beurteilung nach:	DIN 18005		
Projekt-Notizen			

Arbeitsbereich				
Koordinatensystem:	UTM (Streifenbreite 6°), nördliche Hemisphäre			
Koordinatendatum:	ETRS89 (Europa), geozentrisch, GRS80			
Meridianstreifen:	32			
	von ...	bis ...	Ausdehnung	Fläche
x /m	691360,00	712170,00	20810,00	432.85 km²
y /m	5303410,00	5324210,00	20800,00	
z /m	-10,00	830,00	840,00	
Geländehöhen in den Eckpunkten				
xmin / ymax (z4)	0,00	xmax / ymax (z3)	0,00	
xmin / ymin (z1)	0,00	xmax / ymin (z2)	0,00	

Zuordnung von Elementgruppen zu den Varianten					
Elementgruppen	Variante 0	Autobahn	WEA	Gesamt	
Gruppe 0	+	+	+	+	
Autobahn	+	+		+	
WEA	+		+	+	
Autobahn Teilsegmente	+				
Höhen	+	+	+	+	
Immissionsorte	+				
irrelevant	+				

Verfügbare Raster											
Name	x min /m	x max /m	y min /m	y max /m	dx /m	dy /m	nx	ny	Bezug	Höhe /m	Bereich
Raster 0	691360,00	712170,00	5303410,00	5324210,00	20,00	20,00	1041	1041	relativ	4,00	Arbeitsbereich
Berechnungsgebiet	696920,00	706760,00	5309320,00	5318620,00	30,00	30,00	329	311	relativ	4,00	Rechteck
Ausschnitt Parkplatz	700540,00	702900,00	5312460,00	5314680,00	20,00	20,00	119	112	relativ	4,00	Rechteck

Berechnungseinstellung	Kopie von "Referenzeinstellung"	
Rechenmodell	Punktberechnung	Rasterberechnung
Gleitende Anpassung des Erhebungsgebietes an die Lage des IPKT		
L /m		
Geländekanten als Hindernisse	Ja	Ja
Verbesserte Interpolation in den Randbereichen	Ja	Ja
Freifeld vor Reflexionsflächen /m		
für Quellen	1.0	1.0
für Immissionspunkte	1.0	1.0
Haus: weißer Rand bei Raster	Nein	Nein
Zwischenausgaben	Keine	Keine
Art der Einstellung	Referenzeinstellung	Referenzeinstellung
Reichweite von Quellen begrenzen:		
* Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein
Projektion von Linienquellen	Ja	Ja
Projektion von Flächenquellen	Ja	Ja
Beschränkung der Projektion	Nein	Nein
* Radius /m um Quelle herum:		
* Radius /m um IP herum:		
Mindestlänge für Teilstücke /m	1.0	1.0
Variable Min.-Länge für Teilstücke:		
* in Prozent des Abstandes IP-Quelle	Nein	Nein
Zus. Faktor für Abstandskriterium	1.0	1.0
Einfügungsdämpfung abweichend von Regelwerk:		
* Einfügungsdämpfung begrenzen:		
* Grenzwert /dB für Einfachbeugung:		
* Grenzwert /dB für Mehrfachbeugung:		

Berechnung der Abschirmung bei VDI 2720, ISO9613			
* Seitlicher Umweg	Ja	Ja	
* Seitlicher Umweg bei Spiegelquellen	Nein	Nein	
Reflexion			
Reflexion (max. Ordnung)	1	1	
Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein	
* Suchradius /m			
Reichweite von Refl.Flächen begrenzen:			
* Radius um Quelle oder IP /m:	Nein	Nein	
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein	
Spiegelquellen durch Projektion	Ja	Ja	
Keine Refl. bei vollständiger Abschirmung	Ja	Ja	
Strahlen als Hilfslinien sichern	Nein	Nein	
Teilstück-Kontrolle			
Teilstück-Kontrolle nach Schall 03:	Ja	Ja	
Teilstück-Kontrolle auch für andere Regelwerke:	Nein	Nein	
Beschleunigte Iteration (Näherung):	Nein	Nein	
Geforderte Genauigkeit /dB:	0.1	0.1	
Zwischenergebnisse anzeigen:	Nein	Nein	

Globale Parameter	Kopie von "Referenzeinstellung"		
Voreinstellung von G außerhalb von DBOD-Elementen	0,00		
Temperatur /°	10		
relative Feuchte /%	70		
Wohnfläche pro Einw. /m² (=0.8*Brutto)	40,00		
Mittlere Stockwerkshöhe in m	2,80		
Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC):	Tag	Abend	Nacht
Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC):	2,00	1,00	0,00

Parameter der Bibliothek: RLS-90	Kopie von "Referenzeinstellung"
Reflexionskriterium nach Abschnitt 4.6: $hR \geq 0.3 \cdot \sqrt{aR}$	Ja
Berücksichtigt Bewuchs-Elemente	Nein
Berücksichtigt Bebauungs-Elemente	Nein
Berücksichtigt Boden-Elemente	Nein

Parameter der Bibliothek: ISO 9613-2	Kopie von "Referenzeinstellung"
Mit-Wind Wetterlage	Ja
Vereinfachte Formel (Nr. 7.3.2) für Bodendämpfung bei frequenzabhängiger Berechnung	Nein
frequenzunabhängiger Berechnung	Ja
Berechnung der Mittleren Höhe Hm	streng nach ISO 9613-2
nur Abstandsmaß berechnen(veraltet)	Nein
Hindernisdämpfung - auch negative Bodendämpfung abziehen	Nein
Abzug höchstens bis -Dz	Nein
"Additional recommendations" - ISO TR 17534-3	Ja
ABar nach Erlass Thüringen (01.10.2015)	Nein
Berücksichtigt Bewuchs-Elemente	Ja
Berücksichtigt Bebauungs-Elemente	Ja
Berücksichtigt Boden-Elemente	Ja

Emissionsspektren (Interne Datenbank)													
Name	Σ	Typ		16	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	dB(A)		dB(A)	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
N163 5.7 [Mode 0] Hersteller	107,2	A	dB(A)			88,9	95,1	98,8	101,4	102,1	99,6	92,0	84,0

Beurteilungszeiträume			
T1	Tag (6h-22h)		
T2	Nacht (22h-6h)		

*1): Die für die Berechnung relevante Steigung wurde direkt eingegeben.



Octave sound power levels / Oktav-Schalleistungspegel

Nordex N163/5.X

© Nordex Energy GmbH, Langenhorner Chaussee 600, D-22419 Hamburg, Germany

All rights reserved. Observe protection notice ISO 16016.

Alle Rechte vorbehalten. Schutzvermerk ISO 16016 beachten.

Nordex N163/5.X – Operating modes and hub heights / Betriebsweisen und Nabenhöhen

operating mode / Betriebsweise	rated power / Nennleistung [kW]	available hub heights / verfügbare Nabenhöhen [m]					
		108	118	120	148	159	164
Mode 0	5700	●	●	●	●	●	●
Mode 1	5600	●	●	●	●	●	●
Mode 2	5500	●	●	●	●	●	●
Mode 3	5400	●	●	●	●	●	●
Mode 4	5270	●	●	●	●	●	●
Mode 5	5150	●	●	●	–	●	●
Mode 6	5040	●	●	●	–	●	●
Mode 7	4930	●	●	●	–	–	●
Mode 8	4810	○	○	○	–	–	○
Mode 9	4700	○	○	○	–	–	○
Mode 10	4290	○	○	○	○	○	○
Mode 11	4170	○	○	○	○	○	○
Mode 12	3990	●	●	●	●	●	●
Mode 13	3700	●	●	●	●	●	●
Mode 14	3450	●	●	–	●	●	●
Mode 15	3200	●	●	–	●	●	●
Mode 16	2980	●	●	–	●	●	●
Mode 17	2800	●	●	–	●	●	●
Mode 18	2580	●	●	–	●	●	●

- mode available / Betriebsweise verfügbar
- mode on request / Betriebsweise auf Anfrage
- mode not available / Betriebsweise nicht verfügbar

Abbreviations / Abkürzungen:

STE ... Serrated Trailing Edge / Serrations



Octave sound power levels / Oktav-Schalleistungspegel
Nordex N163/5.X with and without / mit und ohne serrated trailing edge

Basis / Grundlagen:

The expected octave sound power levels of the Nordex N163/5.X are to be determined on basis of aerodynamical calculations and expected sound power levels. These values are valid for 108 m, 118 m, 120 m, 148 m, 159 m and 164 m (see available hub heights on pg. 2).

The expected octave sound power levels are only for information and will not be warranted.

Die erwarteten Oktav-Schalleistungspegel der Nordex N163/5.X werden auf der Basis aerodynamischer Berechnungen und der erwarteten Gesamt-Schalleistungspegel ermittelt. Diese Werte sind gültig für die Nabenhöhen 108 m, 118 m, 120 m, 148 m, 159 m und 164 m (siehe verfügbare Nabenhöhen auf S. 2). Die erwarteten Oktav-Schalleistungspegel dienen nur der Information und werden nicht gewährleistet.

Octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel

Nordex N163/5.X without STE / ohne STE

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	89.5	95.7	99.9	103.2	104.6	102.2	93.4	84.6	109.2
Mode 1	89.1	95.3	99.5	102.8	104.2	101.8	93.0	84.2	108.8
Mode 2	88.7	94.9	99.1	102.4	103.8	101.4	92.6	83.8	108.4
Mode 3	88.3	94.5	98.7	102.0	103.4	101.0	92.2	83.4	108.0
Mode 4	87.8	94.0	98.2	101.5	102.9	100.5	91.7	82.9	107.5
Mode 5	87.3	93.5	97.7	101.0	102.4	100.0	91.2	82.4	107.0
Mode 6	86.8	93.0	97.2	100.5	101.9	99.5	90.7	81.9	106.5
Mode 7	86.3	92.5	96.7	100.0	101.4	99.0	90.2	81.4	106.0
Mode 8	85.8	92.0	96.2	99.5	100.9	98.5	89.7	80.9	105.5
Mode 9	85.3	91.5	95.7	99.0	100.4	98.0	89.2	80.4	105.0
Mode 10	83.3	89.5	93.7	97.0	98.4	96.0	87.2	78.4	103.0
Mode 11	82.8	89.0	93.2	96.5	97.9	95.5	86.7	77.9	102.5
Mode 12	82.3	88.5	92.7	96.0	97.4	95.0	86.2	77.4	102.0
Mode 13	81.8	88.0	92.2	95.5	96.9	94.5	85.7	76.9	101.5
Mode 14	81.3	87.5	91.7	95.0	96.4	94.0	85.2	76.4	101.0
Mode 15	80.8	87.0	91.2	94.5	95.9	93.5	84.7	75.9	100.5
Mode 16	80.3	86.5	90.7	94.0	95.4	93.0	84.2	75.4	100.0
Mode 17	79.8	86.0	90.2	93.5	94.9	92.5	83.7	74.9	99.5
Mode 18	79.3	85.5	89.7	93.0	94.4	92.0	83.2	74.4	99.0

Nordex N163/5.X with STE / mit STE

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	88.9	95.1	98.8	101.4	102.1	99.6	92.0	84.0	107.2
Mode 1	88.5	94.7	98.4	101.0	101.7	99.2	91.6	83.6	106.8
Mode 2	88.1	94.3	98.0	100.6	101.3	98.8	91.2	83.2	106.4
Mode 3	87.7	93.9	97.6	100.2	100.9	98.4	90.8	82.8	106.0
Mode 4	87.2	93.4	97.1	99.7	100.4	97.9	90.3	82.3	105.5
Mode 5	86.7	92.9	96.6	99.2	99.9	97.4	89.8	81.8	105.0
Mode 6	86.2	92.4	96.1	98.7	99.4	96.9	89.3	81.3	104.5
Mode 7	85.7	91.9	95.6	98.2	98.9	96.4	88.8	80.8	104.0
Mode 8	85.2	91.4	95.1	97.7	98.4	95.9	88.3	80.3	103.5
Mode 9	84.7	90.9	94.6	97.2	97.9	95.4	87.8	79.8	103.0
Mode 10	82.7	88.9	92.6	95.2	95.9	93.4	85.8	77.8	101.0
Mode 11	82.2	88.4	92.1	94.7	95.4	92.9	85.3	77.3	100.5
Mode 12	81.7	87.9	91.6	94.2	94.9	92.4	84.8	76.8	100.0
Mode 13	81.2	87.4	91.1	93.7	94.4	91.9	84.3	76.3	99.5
Mode 14	80.7	86.9	90.6	93.2	93.9	91.4	83.8	75.8	99.0
Mode 15	80.2	86.4	90.1	92.7	93.4	90.9	83.3	75.3	98.5
Mode 16	79.7	85.9	89.6	92.2	92.9	90.4	82.8	74.8	98.0
Mode 17	79.2	85.4	89.1	91.7	92.4	89.9	82.3	74.3	97.5
Mode 18	78.7	84.9	88.6	91.2	91.9	89.4	81.8	73.8	97.0