

GUTACHTEN 2675G/21

**Gemeinde Heidenrod-Kemel
Bebauungsplan „Kemel Süd“**

**Ermittlung und Beurteilung der
Schalleinwirkungen in der Planungsfläche**

Auftraggeber:

Gemeinde Heidenrod
Rathausstraße 9
65321 Heidenrod

Planer:

Planungsbüro Hendel + Partner
Friedrich-Bergius-Straße 9
65203 Wiesbaden

Inhaltsverzeichnis

1. Situation und Aufgabenstellung	1
2. Bearbeitungsgrundlagen	1
3. Schalleinwirkungen der Straßen und des Parkplatzes	3
3.1 Anforderungen an die Schalleinwirkungen der Straßen und des Parkplatzes	3
3.2 Berechnungsverfahren für die Schallemissionen der Straßen und des Parkplatzes	4
3.3 Berechnung der Schallemissionen der Straßen	8
3.4 Berechnung der Schallemissionen des Parkplatzes	12
3.5 Berechnungsverfahren für die Schallimmissionen der Straßen und des Parkplatzes	12
3.6 Ergebnisse und Beurteilung der Schallimmissionen der Straßen und des Parkplatzes	13
3.7 Maßnahmen zum Schutz vor Schallimmissionen der Straßen und des Parkplatzes	14
4. Schalleinwirkungen der Windkraftanlagen	14
4.1 Anforderungen an die Schalleinwirkungen der Windkraftanlagen	15
4.2 Berechnungsverfahren für die Schallemissionen der Windkraftanlagen	15
4.3 Annahmen für die Ermittlung der Schallemissionen	18
4.4 Berechnung der Schallemissionen	21
4.5 Berechnungsverfahren für die Schalleinwirkungen in der Planungsfläche	30
4.6 Berechnungsergebnisse und Beurteilung der Schalleinwirkungen	31
5. Berechnung der zulässigen Schallemissionen in den künftigen Siedlungsflächen	32
5.1 Kontingentierung	32
5.2 Berechnungsgrundlagen für die Kontingentierung	33
5.3 Berechnungsverfahren für die Kontingentierung	33
5.4 Ergebnisse der Kontingentierung	34
6. Zusammenfassung	35

1. Situation und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Heidenrod beabsichtigt auf der etwa 13 ha großen unbebauten Fläche im Süden des Ortsteils Kemels einen Bebauungsplan aufzustellen und darin auch Wohnen zu ermöglichen.

In die Planungsfläche wirken relevante Schallimmissionen der Bundesstraße 260, der Erschließungsstraße in der Planungsfläche, der innerörtlichen Bäderstraße der Zufahrt zu einem Betriebsgelände sowie eines P+R Parkplatzes und von 8 Windkraftanlagen nördlich und östlich der Ortslage Kemels ein.

Im vorliegenden Gutachten wurden diese Schalleinwirkungen durch Berechnungen ermittelt und beurteilt.

Des Weiteren wurden die zulässigen Schallemissionen in den beiden künftig neu genutzten Flächen südlich des REWE-Marktes und der ehemaligen Kaserne, mit denen die Anforderungen der TA Lärm in der Planungsfläche eingehalten werden, durch Berechnung ermittelt.

Die Lage der Planungsfläche ist in der Anlage 1 dargestellt.

2. Bearbeitungsgrundlagen

Zur Erarbeitung dieses Gutachtens wurden folgende Informationen berücksichtigt:

- Entwurf des Bebauungsplan „Kemel-Süd“ der Gemeinde Heidenrod, Ortsteil Kemel als PDF-Dokument im Maßstab 1:1000, Planverfasser Planungsbüro Hendel + Partner in Wiesbaden, Plandatum 21.10.2021
- Auszug aus den Geobasisinformationen, Liegenschaftskarte, der Gemeinde Kemel mit Darstellung der Planungsfläche und der benachbarten bestehenden Bebauung mit Höhenlinien im PDF-Datenformat im Maßstab 1:2500, Herausgeber Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation in Wiesbaden, Plandatum 06.05.2019
- Angaben zu den Verkehrsmengen der Straßen im Entwurf des Verkehrsgutachtens „Gemeinde Heidenrod Ortsteil Kemel, Bebauungsplan ‘Kemel-Süd‘“ erstellt von Freudl Verkehrsplanung in Darmstadt am 18.10.2021

- „Schalltechnischer Bericht Nr. 211376-01.01 über eine Dreifachvermessung von Windenergieanlagen des Typs Enercon E-82 E2 im Betrieb I“ der Kötter Consulting Engineers KG in Rheine im Auftrag der Enercon GmbH in Aurich, Datum 14.10.2011 erhalten von der WRD Management Support GmbH in Magdeburg
- Angaben zu den Schalleistungspegeln und Abmessungen der 5 Windkraftanlagen WEA 1 bis WEA 5 im Osten und Nordosten der Ortslage Kemel, erhalten vom Regierungspräsidium Darmstadt - Abteilung Umwelt Wiesbaden - Dezernat IV/Wi 43.2 - Immissionsschutz (Energie, Chemie, Abfall) in der Mail vom 17.03.2020
- Ortsbesichtigung des Sachverständigen am 15.09.2021

Die Ermittlung und Beurteilung der Geräuschemissionen erfolgt auf der Grundlage folgender Verordnungen, Normen und Richtlinien:

- Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26.08.1998, ergänzt durch die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 01.07.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 21.06.1990
- LAI (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz) - Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016
- „RLS-19 Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ des Bundesministers für Verkehr, Ausgabe 2019
- DIN 4109-1:2018-01 „Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen“ vom Januar 2018
- DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“ Ausgabe Oktober 1999
- DIN 18005 Teil 1 „Schallschutz im Städtebau - Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung“ vom Juli 2002 mit Beiblatt 1 vom Mai 1987
- DIN 45691 „Geräuschkontingentierung“ Ausgabe Dezember 2006

3. Schalleinwirkungen der Straßen und des Parkplatzes

Die von der Bundesstraße 260, der innerörtlichen Bäderstraße, der Zufahrt zum Betriebsgelände der Kopp Umwelt GmbH sowie eines geplanten P+R Parkplatzes ausgehenden Schallemissionen wurden durch Berechnungen nach dem Verfahren der „RLS-19 Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ des Bundesministers für Verkehr, Ausgabe 2019, auf Grundlage der prognostizierten Verkehrsmengen der Straßen für das Jahr 2035 ermittelt.

3.1 Anforderungen an die Schalleinwirkungen der Straßen und des Parkplatzes

Die von öffentlichen Verkehrswegen ausgehenden Schalleinwirkungen sollen in der Planungsfläche die schalltechnischen Orientierungswerte des Beiblatts 1 zur DIN 18005 einhalten.

Die Orientierungswerte sind in Abhängigkeit von der baulichen Nutzung in der Planungsfläche gestaffelt. Die Planungsfläche soll im überwiegenden Teil als allgemeines Wohngebiet und zum kleineren Teil als Mischgebiet gemäß den §§ 4 und 6 der Baunutzungsverordnung eingestuft werden. Die für diese Gebietseinstufungen geltenden und nachfolgend genannten schalltechnischen Orientierungswerte wurden dem Abschnitt 1.1 b des Beiblatts 1 zur DIN 18005 entnommen.

	tags	nachts
Mischgebiet	60	50 dB(A)
allgemeines Wohngebiet	55	45 dB(A)

Bei Überschreitungen der schalltechnischen Orientierungswerte ist die Wirksamkeit von Maßnahmen zum Schallschutz zu ermitteln und zu bewerten. Dabei ist den aktiven Maßnahmen in Form von schall-abschirmenden Wänden oder Wällen der Vorzug zu geben, durch die auch die der Erholung dienenden Außenwohnbereiche vor Verkehrsgeräuschen geschützt werden. Im innerstädtischen Bereich sind aktive Schallschutzmaßnahmen aus städtebaulichen Gründen in der Regel nicht möglich, dann sind ggf. passive Maßnahmen zum Schallschutz in Form von schalldämmenden Fenstern für Aufenthaltsräume erforderlich.

3.2 Berechnungsverfahren für die Schallemissionen der Straßen und des Parkplatzes

Die rechnerische Ermittlung der Straßenverkehrsgeräusche in der Planungsfläche wurde nach dem Verfahren der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) in Verbindung mit der „RLS - 19 Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ des Bundesministers für Verkehr, Ausgabe 2019 durchgeführt.

Das Berechnungsverfahren basiert auf dem von der Straße ausgehenden mittleren Schalleistungs-Beurteilungspegel in der Mitte der nächsten Fahrspur bzw. von der Fläche oder Teilfläche des Parkplatzes ausgehenden flächenbezogenen Schalleistungs-Beurteilungspegel.

Der Beurteilungspegel L_r berechnet sich nach Abschnitt 3.2 der RLS-19 als energetische Summe über die Schalleinträge aller Fahrstreifenteilstücke i und aller Parkplatzteilflächen j (jeweils einschließlich etwaiger Spiegelschallquellen – siehe Abschnitt 3.6 der RLS-19):

$$L_r = 10 \cdot \lg[10^{0,1} \cdot L_r' + 10^{0,1} \cdot L_r'']$$

dabei bedeuten:

L_r' = Beurteilungspegel für die Schalleinträge aller Fahrstreifen in dB

L_r'' = Beurteilungspegel für die Schalleinträge aller Parkplatzflächen in dB

Der Beurteilungspegel L_r' für die Schalleinträge aller Fahrstreifen berechnet sich aus:

$$L_r' = 10 \cdot \lg \sum 10^{0,1} \cdot \{L_{w',i} + 10 \cdot \lg[l_i] - D_{A,i} - DRV_{1,i} - DRV_{2,i}\}$$

dabei bedeuten:

$L_{w',i}$ = längenbezogener Schalleistungspegel des Fahrstreifenteilstücks i nach dem Abschnitt 3.3.2 der RLS-19 in dB

l_i = Länge des Fahrstreifenteilstücks in m

$D_{A,i}$ = Dämpfung bei der Schallausbreitung vom Fahrstreifenteilstück i zum Immissionsort nach Abschnitt 3.5.1 der RLS-19 in dB

$DRV_{1,i}$ = anzusetzender Reflexionsverlust bei der ersten Reflexion für das Fahrstreifenteilstück i nach dem Abschnitt 3.6 der RLS-19 in dB (nur bei Spiegelschallquellen)

$DRV_{2,i}$ = anzusetzender Reflexionsverlust bei der zweiten Reflexion für das Fahrstreifenteilstück i nach dem Abschnitt 3.6 der RLS-19 in dB (nur bei Spiegelschallquellen).

Der Beurteilungspegel L_r'' für die Schalleinträge aller Parkplatzflächen berechnet sich aus:

$$L_r'' = 10 \cdot \lg \sum 10^{0,1} \cdot \{L_{W'',i} + 10 \cdot \lg[P_j] - D_{A,j} - DRV_{1,j} - DRV_{2,j}\}$$

dabei bedeuten:

$L_{W'',j}$ = flächenbezogener Schalleistungspegel der Parkplatzteilfläche j nach dem Abschnitt 3.4.1 der RLS-19 in dB

P_j = Größe der Parkplatzteilfläche j in m^2

$D_{A,j}$ = Dämpfung bei der Schallausbreitung von der Parkplatzteilfläche j zum Immissionsort nach dem Abschnitt 3.5.1 der RLS-19 in dB

$DRV_{1,j}$ = anzusetzender Reflexionsverlust bei der ersten Reflexion für die Parkplatzteilfläche j nach dem Abschnitt 3.6 der RLS-19 in dB (nur bei Spiegelschallquellen)

$DRV_{2,j}$ = anzusetzender Reflexionsverlust bei der zweiten Reflexion für die Parkplatzteilfläche j nach dem Abschnitt 3.6 der RLS-19 in dB (nur bei Spiegelschallquellen).

Der längenbezogene Schalleistungspegel einer Straße berechnet sich nach Abschnitt 3.3.2 der RLS-19

$$L_W' = 10 \cdot \lg[M] + 10 \cdot \lg[(100 - p_1 - p_2) / 100 \cdot (10^{0,1} \cdot L_{W,Pkw}(v_{Pkw})) / v_{Pkw} + p_1 / 100 \cdot (10^{0,1} \cdot L_{W,Lkw1}(v_{Lkw1})) / v_{Lkw1} + p_2 / 100 \cdot (10^{0,1} \cdot L_{W,Lkw2}(v_{Lkw2})) / v_{Lkw2} - 30]$$

dabei bedeuten:

M = stündliche Verkehrsstärke der Straße in Kfz/h

$L_{W,FzG}(v_{FzG})$ = Schalleistungspegel für die Fahrzeuge der Fahrzeuggruppe FzG (Pkw, Lkw1 und Lkw2) bei der Geschwindigkeit v_{FzG} nach dem Abschnitt 3.3.3 der RLS-19 in dB

v_{FzG} = Geschwindigkeit für die Fahrzeuge der Fahrzeuggruppe FzG (Pkw, Lkw1 und Lkw2) in km/h

p_1 = Anteil an Fahrzeugen der Fahrzeuggruppe Lkw1 in %

p_2 = Anteil an Fahrzeugen der Fahrzeuggruppe Lkw2 in %

Anmerkung: Der Anteil der Fahrzeuge der Fahrzeuggruppe Pkw wird durch Abzug der Anteile der Fahrzeuge der Fahrzeuggruppen Lkw1 und Lkw2 von 100 % berücksichtigt.

Der Schalleistungspegel eines Fahrzeuges berechnet sich nach Abschnitt 3.3.3 der RLS-19

Der Schalleistungspegel für Fahrzeuge der Fahrzeuggruppe FzG (Pkw, Lkw1 oder Lkw2) ist:

$$LW_{,FzG}(v_{FzG}) = LW_{0,FzG}(v_{FzG}) + D_{SD,SDT,FzG}(v_{FzG}) + D_{LN,FzG}(g,v_{FzG}) + D_{K,KT}(x) + D_{refl}(h_{Beb},w)$$

dabei bedeuten:

$LW_{0,FzG}(v_{FzG})$ = Grundwert für den Schalleistungspegel eines Fahrzeuges der Fahrzeuggruppe FzG bei der Geschwindigkeit v_{FzG} nach dem Abschnitt 3.3.4 der RLS-19 in dB

$D_{SD,SDT,FzG}(v_{FzG})$ = Korrektur für den Straßendeck Schichttyp SDT, die Fahrzeuggruppe FzG und die Geschwindigkeit v_{FzG} nach dem Abschnitt 3.3.5 der RLS-19 in dB

$D_{LN,FzG}(g,v_{FzG})$ = Korrektur für die Längsneigung g der Fahrzeuggruppe FzG bei der Geschwindigkeit v_{FzG} nach dem Abschnitt 3.3.6 der RLS-19 in dB

$D_{K,KT}(x)$ = Korrektur für den Knotenpunkttyp KT in Abhängigkeit von der Entfernung zum Knotenpunkt x nach dem Abschnitt 3.3.7 der RLS 10 in dB

$D_{refl}(w,h_{Beb})$ = Zuschlag für die Mehrfachreflexion bei einer Bebauungshöhe h_{Beb} und den Abstand der reflektierenden Flächen w nach dem Abschnitt 3.3.8 der RLS-19 in dB

Der Grundwert des Schalleistungspegels eines Fahrzeuges berechnet sich nach Abschnitt 3.3.4 der RLS-19.

Der Grundwert des Schalleistungspegels eines Fahrzeuges beschreibt die Schallemission des Fahrzeuges bei konstanter Geschwindigkeit v_{FzG} auf ebener, trockener Fahrbahn. Für die drei Fahrzeuggruppen FzG (Pkw, Lkw1 oder Lkw2) ist er definiert als:

$$L_{W0,FzG}(v_{FzG}) = A_{W,FzG} + 10 \cdot \lg [1 + (v_{FzG} / B_{W,FzG})^{C_{W,FzG}}]$$

dabei bedeuten:

$A_{W,FzG}$ = Emissionsparameter der Fahrzeuggruppe FzG nach der Tabelle 3 der RLS-19 in dB

$B_{W,FzG}$ = Emissionsparameter der Fahrzeuggruppe FzG nach der Tabelle 3 der RLS-19 in km/h

$C_{W,FzG}$ = Emissionsparameter der Fahrzeuggruppe FzG nach der Tabelle 3 der RLS-19

v_{FzG} = Geschwindigkeit der Fahrzeuggruppe FzG in km/h

Die so berechneten Schallemissionen der Straße wurden zur Ermittlung der Schallimmissionen in der Planungsfläche in ein drei-dimensionales Rechenmodell eingesetzt.

Die Schallemission des Parkplatzes wird als flächenbezogener Schalleistungspegel L_W'' aus der Anzahl der Fahrzeugbewegungen, der Art der Fahrzeuge und der Anzahl der Stellplätze, mit folgender Gleichung aus der RLS-19 berechnet.

$$L_W'' = 63 + 10 \cdot \lg[N \cdot n] + D_{P,PT}$$

dabei bedeuten:

N = Anzahl der Fahrzeugbewegungen je Parkstand und Stunde (An- und Abfahrt zählen als je eine Bewegung)

n = Anzahl der Parkstände auf der Parkplatzfläche bzw. -teilfläche

$D_{P,PT}$ = Zuschlag nach Tabelle 6 der RLS-19 für unterschiedliche Parkplatztypen PT in dB

Die so ermittelten Schalleistungs-Beurteilungspegel wurden im digitalen Rechenmodell an den Positionen/Flächen der Schallentstehung eingetragen.

3.3 Berechnung der Schallemissionen der Straßen

Die Berechnungen basieren auf den Verkehrsmengen aus dem Entwurf des Verkehrsgutach-
tens „Gemeinde Heidenrod Ortsteil Kemel, Bebauungsplan 'Kemel-Süd'“ der Freudl
Verkehrsplanung in Darmstadt vom 18.10.2021. Es wurden die Zahlen der Prognose für das
Jahr 2035 eingesetzt.

In den folgenden Tabellen sind die Grundlagen für die Berechnung der von den Straßen aus-
gehenden Schallemissionen und die damit ermittelten Berechnungsergebnisse als längenbe-
zogene Schalleistungspegel für die Tag- und die Nachtzeit und beide Fahrtrichtungen dar-
gestellt:

Schallemissionen der Bundesstraße 260 nördlich der Bäderstraße mit 80 km/h

	tags	nachts
Prognostizierte stündliche Verkehrsstärke [M] für das Jahr 2035	812	62
Geschwindigkeit Pkw in km/h	80	80
Geschwindigkeit Lkw in km/h	80	80
Lkw1-Anteil p1 in %	2,0	1,7
Lkw2-Anteil p2 in %	4,6	3,1
D_{Stro} Korrektur für Straßenoberfläche	0,0	0,0
D_{Stg} Zuschlag für Steigungen und Gefälle	0,0	0,0
D_E Korrektur für Spiegelschallquellen	0,0	0,0
L_w nach RLS-19	77,5	65,0

Schallemissionen der Bundesstraße 260 nördlich der Bäderstraße mit 80 und 100 km/h

	Richtungsfahrbahn Nord		Richtungsfahrbahn Süd	
	tags	nachts	tags	nachts
Prognostizierte stündliche Verkehrsstärke [M] für das Jahr 2035	406	31	406	31
Geschwindigkeit Pkw in km/h	80	80	100	100
Geschwindigkeit Lkw in km/h	80	80	80	80
Lkw1-Anteil p1 in %	2,0	1,7	2,0	1,7
Lkw2-Anteil p2 in %	4,6	3,1	4,6	3,1
D _{Stro} Korrektur für Straßenoberfläche	0,0	0,0	0,0	0,0
D _{Stg} Zuschlag für Steigungen und Gefälle	0,0	0,0	0,0	0,0
D _E Korrektur für Spiegelschallquellen	0,0	0,0	0,0	0,0
L_w nach RLS-19	74,5	62,0	76,4	63,9

Schallemissionen der Bundesstraße 260 südlich der Bäderstraße

	tags	nachts
Prognostizierte stündliche Verkehrsstärke [M] für das Jahr 2035	1037	78
Geschwindigkeit Pkw in km/h	80	80
Geschwindigkeit Lkw in km/h	80	80
Lkw1-Anteil p1 in %	1,9	1,7
Lkw2-Anteil p2 in %	4,4	3,1
D _{Stro} Korrektur für Straßenoberfläche	0,0	0,0
D _{Stg} Zuschlag für Steigungen und Gefälle	0,0	0,0
D _E Korrektur für Spiegelschallquellen	0,0	0,0
L_w nach RLS-19	78,4	65,9

Schallemissionen der Bäderstraße nördlich der Bundesstraße 260

	tags	nachts
Prognostizierte stündliche Verkehrsstärke [M] für das Jahr 2035	350	62
Geschwindigkeit Pkw in km/h	50	50
Geschwindigkeit Lkw in km/h	50	50
Lkw1-Anteil p1 in %	2,0	2,0
Lkw2-Anteil p2 in %	2,7	2,7
D _{Stro} Korrektur für Straßenoberfläche	0,0	0,0
D _{Stg} Zuschlag für Steigungen und Gefälle	0,0	0,0
D _E Korrektur für Spiegelschallquellen	0,0	0,0
L_w nach RLS-19	68,5	61,0

Schallemissionen der Bäderstraße nördlich der Bundesstraße 260

	tags	nachts
Prognostizierte stündliche Verkehrsstärke [M] für das Jahr 2035	403	78
Geschwindigkeit Pkw in km/h	50	50
Geschwindigkeit Lkw in km/h	50	50
Lkw1-Anteil p1 in %	1,8	2,0
Lkw2-Anteil p2 in %	2,4	2,7
D _{Stro} Korrektur für Straßenoberfläche	0,0	0,0
D _{Stg} Zuschlag für Steigungen und Gefälle	0,0	0,0
D _E Korrektur für Spiegelschallquellen	0,0	0,0
L_w nach RLS-19	68,5	61,9

Schallemissionen der Zuwegung zur Planungsfläche

	tags	nachts
Prognostizierte stündliche Verkehrsstärke [M] für das Jahr 2035	192	6
Geschwindigkeit Pkw in km/h	50	50
Geschwindigkeit Lkw in km/h	50	50
Lkw1-Anteil p1 in %	0,3	0,5
Lkw2-Anteil p2 in %	0,4	0,6
D _{Stro} Korrektur für Straßenoberfläche	0,0	0,0
D _{Stg} Zuschlag für Steigungen und Gefälle	0,0	0,0
D _E Korrektur für Spiegelschallquellen	0,0	0,0
L_w nach RLS-19	58,0	44,4

Schallemissionen der Zuwegung zum Windpark

	tags	nachts
Prognostizierte stündliche Verkehrsstärke [M] für das Jahr 2035	97	5
Geschwindigkeit Pkw in km/h	50	50
Geschwindigkeit Lkw in km/h	50	50
Lkw1-Anteil p1 in %	13,4	20,1
Lkw2-Anteil p2 in %	22,3	24,1
D _{Stro} Korrektur für Straßenoberfläche	0,0	0,0
D _{Stg} Zuschlag für Steigungen und Gefälle	0,0	0,0
D _E Korrektur für Spiegelschallquellen	0,0	0,0
L_w nach RLS-19	70,6	58,1

Der Zuschlag für Steigungen wurde vom Rechenprogramm LIMA anhand der tatsächlichen Straßenhöhen automatisch vergeben.

Die so für die Tag- und die Nachtzeit ermittelten Schallemissionen der Straßen wurden im digitalen Rechenmodell als Linienschallquellen in der Mitte der jeweils äußersten Richtungsfahrbahnen in einer Höhe von 0,5 m über den Fahrbahnen angeordnet.

3.4 Berechnung der Schallemissionen des Parkplatzes

Die Berechnungen basieren auf der im Plan dargestellten Größe und der Art der Fahrzeuge (Pkw) des geplanten P+R-Parkplatzes unmittelbar östlich der Bushaltestelle.

In der folgenden Tabelle sind die Grundlagen für die Berechnung der vom Parkplatz ausgehenden Schallemissionen und die damit ermittelten Berechnungsergebnisse als flächenbezogener Schalleistungspegel für die Tag- und die Nachtzeit dargestellt:

Schallemissionen des P+R-Parkplatzes

	tags	nachts
N Anzahl der Fahrbewegungen je Parkstand und Stunde für P+R-Parkplätze	0,3	0,06
n Anzahl der Parkstände auf der Parkplatzfläche	50	50
$D_{P,PT}$ Zuschlag für unterschiedliche Parkplatztypen nach Tabelle 6 in dB	0	0
L_W flächenbezogener Schalleistungspegel	74,8	67,8

Die so für die Tag- und die Nachtzeit ermittelten Schallemissionen des Parkplatzes wurden im digitalen Rechenmodell als Flächenschallquellen in der Fläche des Parkplatzes in einer Höhe von 0,5 m angeordnet.

3.5 Berechnungsverfahren für die Schallimmissionen der Straßen und des Parkplatzes

Mit den im vorigen Abschnitt ermittelten Schallemissionen der Straße und des Parkplatzes wurden die Verkehrsräusche in der Planungsfläche berechnet.

Die Berechnungen der Schalleinwirkungen wurden nach dem Verfahren der Verkehrslärmschutzverordnung in Verbindung mit der RLS - 19 durchgeführt.

Dazu wurde ein drei-dimensionales digitales Rechenmodell erstellt in dem die bestehenden Gebäude, alle sonstigen natürlichen und künstlichen Hindernisse sowie alle Schallquellen enthalten sind.

Bei der Berechnung wurde die Schallpegelminderung durch geometrische Schallausbreitung zwischen den einzelnen Schallquellen und den Immissionsorten bzw. Rechenpunkten, sowie die Schirmung und Reflexion an bestehenden Gebäuden und sonstigen Hindernissen berücksichtigt. Die künftige Schallabschirmung der Gebäude innerhalb der Planungsfläche wurde nicht mit berücksichtigt, da gegenwärtig und in naher Zukunft nicht erkennbar ist, welche Gebäude in welcher zeitlichen Abfolge errichtet werden. Die so berechneten Schalleinwirkungen in der Planungsfläche stellen damit eine Maximalwertbetrachtung dar, Durch die künftige Bebauung werden sich die Straßenverkehrsgeräusche außerhalb des Nahbereichs der Straßen deutlich reduzieren.

Zur Berechnung der Geräuschimmissionen wurde das Programmsystem LIMA, Version 2021.1 eingesetzt. In diesem Programm werden die genannten Verordnungen, Normen und Richtlinien berücksichtigt. Die Testaufgaben für die Überprüfung von Rechenprogrammen nach den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (Test 94 und RBLärm-92) wurden mit diesem Programm ohne Abweichungen richtig berechnet.

3.6 Ergebnisse und Beurteilung der Schallimmissionen der Straßen und des Parkplatzes

Die von der Bundesstraße 260, der Bäderstraße, den Zuwegungen zur Planungsfläche und zum Windpark sowie vom P+R-Parkplatz ausgehenden und in der Planungsfläche einwirkenden Schallimmissionen wurden mit den vorstehend beschriebenen Berechnungsverfahren und Annahmen für die Berechnungen ermittelt.

Zur Beurteilung der Verkehrsgeräusche in der Planungsfläche wurden die im Abschnitt 3.1 genannten schalltechnischen Orientierungswerte des Beiblatts 1 zur DIN 18005 herangezogen. Die als Ergebnisse der Berechnungen ermittelten Beurteilungspegel sind unmittelbar zum Vergleich mit diesen Orientierungswerten geeignet.

In den Anlagen 3 und 4 sind die Schalleinwirkungen der Straßen und des Parkplatzes als Flächen gleicher Beurteilungspegel-Bereiche in der Planungsfläche in 4 m über dem Gelände jeweils für die Tag- und für die Nachtzeit dargestellt.

Der Vergleich der Berechnungsergebnisse für die Tagzeit mit den Anforderungen zeigt, dass durch die Schalleinwirkungen der Straßen und des Parkplatzes der schalltechnische Orientierungswert für Mischgebiet von 60 dB(A) in der gesamten Planungsfläche um mindestens 4 dB(A) deutlich unterschritten wird. Auch der Orientierungswert für allgemeines Wohngebiet wird in der gesamten Fläche um mindestens 3 dB(A) und in nahezu der gesamten Fläche um mehr als 5 dB(A) unterschritten.

In der Nachtzeit ab 22 Uhr wird der Orientierungswert für Mischgebiet von 50 dB(A) um mehr als 5 dB(A) unterschritten. Der Wert für allgemeines Wohngebiet von 45 dB(A) wird in nahezu der gesamten Fläche um etwa 7 dB(A) unterschritten.

Damit ist die Planungsfläche als ruhige Wohnlage zu definieren.

3.7 Maßnahmen zum Schutz vor Schallimmissionen der Straßen und des Parkplatzes

Aufgrund der deutlichen Unterschreitung der schalltechnischen Orientierungswerte in der gesamten Planungsfläche sind weder aktive (Lärmschutzwall) noch passive Maßnahmen (Schallschutzfenster) zum Schallschutz erforderlich.

Da in der Nachtzeit mögliche Schlafstörungen in Gebäuden an der Ringstraße innerhalb der Planungsfläche unabhängig von der Anzahl der Fahrbewegungen sind, ist es empfehlenswert Fenster von Schlafräumen und Kinderzimmer an von der Ringstraße abgewandten Fassaden anzuordnen.

4. Schalleinwirkungen der Windkraftanlagen

Die von den Windkraftanlagen nördlich und östlich der Ortslage ausgehenden Schallemissionen und in der Planungsfläche einwirkenden Schallimmissionen wurden nach dem Verfahren der TA Lärm durch Berechnungen auf Grundlage der Angaben des Regierungspräsidiums Darmstadt - Abteilung Umwelt Wiesbaden - zu den Schallemissionen, deren Lage und Abmessungen ermittelt.

4.1 Anforderungen an die Schalleinwirkungen der Windkraftanlagen

Die von allen Windkraftanlagen und Betrieben gemeinsam ausgehenden Schalleinwirkungen müssen an den im Bebauungsplan geplanten Gebäuden mit Aufenthaltsräumen die Immissionsrichtwerte der TA Lärm einhalten.

Diese Richtwerte sind in Abhängigkeit von der Art der baulichen Nutzung nach der Baunutzungsverordnung (BauNVO) gestaffelt. Die Planungsfläche wird als allgemeines Wohngebiet gemäß § 4 sowie im südöstlichen Teil als Mischgebiet gemäß § 6 BauNVO eingestuft.

Nach TA Lärm, Abschnitt 6.1 gelten für diese Nutzungen und regelmäßige Schalleinwirkungen an mehr als 10 Tagen oder Nächten eines Kalenderjahres die folgenden Immissionsrichtwerte:

Folgende Immissionsrichtwerte sind einzuhalten.

	tags	nachts
allgemeines Wohngebiet	55	40 dB(A)
Mischgebiet	60	45 dB(A)

Durch kurzzeitig einwirkende Schallpegel dürfen die genannten Richtwerte tagsüber um nicht mehr als 30 dB(A) und während der Nachtzeit um nicht mehr als 20 dB(A) überschritten werden.

4.2 Berechnungsverfahren für die Schallemissionen der Windkraftanlagen

Die Schallemissionen der Windkraftanlagen wurden nach dem Verfahren der TA Lärm, jedoch abweichend nicht mit Berücksichtigung der DIN ISO 9613-2, sondern hinsichtlich der Schallausbreitung, Boden- und Luftdämpfung mit Beachtung der LAI - Hinweise zum Schallimmissionsschutz der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz bei Windkraftanlagen berechnet.

Die Anwendung der LAI - Hinweise führt dazu, dass die Bodendämpfung pauschal durch den Abzug von 3 dB(A) berücksichtigt wird und für die Berechnung der Luftabsorption die Luftdämpfungskoeffizienten für eine relative Luftfeuchte von 70 % und eine Lufttemperatur von 10° C angenommen wurden. Die Schalleinwirkungen wurden für die Oktavpegel im Bereich zwischen 63 Hz und 8000 Hz ermittelt und zum Summen-Beurteilungspegel mit der Frequenzbewertung der A-Kurve zusammengeführt.

Die Tonhaltigkeit der Schalleinwirkungen basiert auf den Angaben aus den Messberichten der Hersteller. Sofern kein Messbericht vorliegt, wurde aufgrund der großen Abstände zu allen Windkraftanlagen von mehr als 800 m kein Tonzuschlag in den Berechnungen vergeben.

Die Beurteilungspegel wurden nach folgenden Gleichungen mit Berücksichtigung des Zuschlags für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit nach Ziffer 6.5 der TA -Lärm im Sinne einer Maximalwertbetrachtung für Sonntage berechnet.

$$L_{WA,r,tag} = 10 \cdot \text{Log}_{(10)} \left[\frac{10^{\left(\frac{L_{WA}}{10}\right)} \cdot T_T + 10^{\left(\frac{L_{WA} + 6}{10}\right)} \cdot T_R}{T_{r,tag}} \right] + \text{Ton}$$
$$L_{WA,r,nacht} = 10 \cdot \text{Log}_{(10)} \left[\frac{10^{\left(\frac{L_{WA}}{10}\right)} \cdot T_N}{T_{r,nacht}} \right] + \text{Ton}$$

Dabei bedeuten:

- $L_{WA,r,tag}$ = Schalleistungs-Beurteilungspegel der Schallquelle in der Tagzeit in dB(A)
- $L_{WA,r,nacht}$ = Schalleistungs-Beurteilungspegel der Schallquelle in der Nachtzeit in dB(A)
- L_{WA} = Schalleistungspegel der Schallabstrahlung der Schallquelle als Mittelungspegel nach TA Lärm in dB(A)
- T_T = Dauer der Schalleinwirkungen der Schallereignisse während der Beurteilungszeit in der Tagzeit außerhalb der Ruhezeiten an Sonntagen in Stunden
- T_R = Dauer der Schalleinwirkungen der Schallereignisse während der Beurteilungszeit in der Tagzeit innerhalb der Ruhezeiten an Sonntagen in Stunden
- T_N = Dauer der Schalleinwirkungen der Schallereignisse während der Beurteilungszeit in der lautesten Nachtstunde in Stunden

$T_{r,tag}$	=	Beurteilungszeitraum für die Tagzeit = 16 Stunden
$T_{r,nacht}$	=	Beurteilungszeitraum für die Nachtzeit = 1 Stunde
Ton	=	Zuschlag für die Ton- oder Informationshaltigkeit der Schalleinwirkungen in dB(A)

Die Schalleinwirkungen in der Planungsfläche wurden im Sinne einer Maximalwertermittlung in allgemeinem Wohngebiet an Sonn- und Feiertagen berechnet und dazu der Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit nach Abschnitt 6.5 der TA Lärm von 6 dB(A) in den folgenden Zeiträumen angerechnet.

6 - 9 Uhr, 13 - 15 Uhr und 20 - 22 Uhr.

Die so ermittelten Schalleistungs-Beurteilungspegel wurden im digitalen Rechenmodell an den jeweiligen Positionen der Windkraftanlagen-Gondel angeordnet.

Die Berechnung der Schalleinwirkungen ist mit möglichen Unsicherheiten in den Angaben der Schallemissionen, sowie der Schallausbreitungsberechnungen und den Randbedingungen (Wetter) dazu behaftet. Nach den LAI Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen ist mit folgenden Unsicherheiten zu rechnen:

Unsicherheit der Emissionsdaten σ_R

Unsicherheit der Serienstreuung σ_P

Unsicherheit des Prognosemodells σ_{Prog}

Für die Anlagen WEA 1 und WEA 2 liegen die Ergebnisse der Dreifach-Schallmessungen des Herstellers vor und die Unsicherheit der Typvermessung wird nach den LAI-Hinweisen, Abschnitt 6, b mit $\sigma_R = 0,5$ dB, für diese Anlagen angenommen.

Für die Anlagen WEA 3 bis WEA 8 liegen keine Messergebnisse von Mehrfachmessungen vor und die Unsicherheit der Serienstreuung wird nach den LAI-Hinweisen, Abschnitt 6, c mit $\sigma_P = 1,2$ dB, für diese Anlagen angenommen.

Die Unsicherheit des Prognosemodells wird für alle Anlagen nach den LAI-Hinweisen, Abschnitt 6, d mit $\sigma_{Prog} = 1,0$ dB, angenommen.

Die Gesamtunsicherheit σ_{ges} der Schalleinwirkungen jeder Windkraftanlage wurde nach den nach den LAI-Hinweisen mit folgender Gleichung berechnet.

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{(\sigma^2_R + \sigma^2_P + \sigma^2_{\text{Pr og}})}$$

4.3 Annahmen für die Ermittlung der Schallemissionen

Die Ermittlung der Schallemissionen der Windkraftanlagen wurde mit folgenden Annahmen durchgeführt:

WEA 1

- Typ Enercon E-82 E2
- Nabenhöhe 139 m
- Koordinaten ETRS89 / UTM Zone 32N 3.430.710 / 5.559.266
- Schalleistungspegel aus der Genehmigung
tags 103,8 dB(A)
nachts 100,8 dB(A)

WEA 2

- Typ Enercon E-82 E2
- Nabenhöhe 139 m
- Koordinaten ETRS89 / UTM Zone 32N 3.431.012 / 5.558.984
- Schalleistungspegel aus der Genehmigung
tags 103,8 dB(A)
nachts 102,8 dB(A)

WEA 3

- Typ Enercon E-101
- Nabenhöhe 135 m
- Koordinaten ETRS89 / UTM Zone 32N 3.431.178 / 5.559.380
- Schalleistungspegel aus der Genehmigung
tags 106,0 dB(A)
bei Ostwind nachts 104,0 dB(A)

WEA 4

- Typ Enercon E-101
- Nabenhöhe 135 m
- Koordinaten ETRS89 / UTM Zone 32N 3.431.338 / 5.559.029
- Schalleistungspegel aus der Genehmigung tags 106,0 dB(A)
bei Ostwind nachts 104,0 dB(A)

WEA 5

- Typ Enercon E-101
- Nabenhöhe 135 m
- Koordinaten ETRS89 / UTM Zone 32N 3.431.567 / 5.558.906
- Schalleistungspegel aus der Genehmigung tags 106,0 dB(A)
bei Ostwind nachts 104,0 dB(A)
bei Nordwestwind nachts 105,0 dB(A)

Im Sinne einer Maximalwertermittlung wurde für die Nachtzeit der höhere Schalleistungspegel in die Berechnung eingesetzt.

WEA 6

- Typ GE 2.5-120
- Nabenhöhe 139 m
- Koordinaten ETRS89 / UTM Zone 32N 3.431.439 / 5.560.103
- Schalleistungspegel aus der Genehmigung tags 106,0 dB(A)
nachts 106,0 dB(A)

WEA 7

- Typ GE 2.5-120
- Nabenhöhe 139 m
- Koordinaten ETRS89 / UTM Zone 32N 3.431.512 / 5.560.455
- Schalleistungspegel aus der Genehmigung tags 106,0 dB(A)
nachts 106,0 dB(A)

WEA 8

- Typ GE 2.5-120
- Nabenhöhe 139 m
- Koordinaten ETRS89 / UTM Zone 32N 3.431.247 / 5.560.746
- Schalleistungspegel aus der Genehmigung tags 106,0 dB(A)
nachts 106,0 dB(A)

Für die WEA 1 und WEA 2 liegen die Ergebnisse der Dreifachmessungen des Herstellers vor. Entsprechend wurde das folgende Emissionsspektrum dem Messbericht entnommen.

Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt $v_{10LWA,Pmax}$

Frequenz in Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{WA,P}$ in dB(A)	85,0	93,5	97,0	99,1	98,5	93,3	86,1	78,7

Für die WEA 3 bis WEA 8 liegen keine Messergebnisse vor. Deshalb wurde das folgende Referenzspektrum der LAI - Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen zur Berechnung der Schallemissionen eingesetzt.

Referenzspektrum

Frequenz in Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{WA,norm}$ in dB	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-20,0

Die Lage der Windkraftanlagen ist im Plan in der Anlage 2 dargestellt.

Die Schalleinwirkungen in der Planungsfläche wurden im Sinne einer Maximalwertermittlung in allgemeinem Wohngebiet an Sonntagen berechnet und dazu der Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit nach Abschnitt 6.5 der TA Lärm von 6 dB(A) in diesen Zeiträumen angerechnet.

4.4 Berechnung der Schallemissionen

In den folgenden Tabellen ist die Berechnung der Schallemissionen für jede der 8 Windkraftanlagen dargestellt.

WEA 1 tagsüber

Schalleistungspegel aus der Genehmigung, tags								103,8 dB(A)	
Zuschlag für Betrieb in Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								6 dB	
Dauer des Betriebs während Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								7 Stunden	
Dauer des Betriebs außerhalb Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								9 Stunden	
Beurteilungszeitraum								16 Stunden	
Zuschlag für Tonhaltigkeit								0 dB	
Schalleistungsbeurteilungspegel, tags								107,4 dB(A)	
Zuschlag für die Unsicherheit der Typvermessung								0,5 dB	
Zuschlag für die Unsicherheit der Serienstreuung								0,0 dB	
Zuschlag für die Unsicherheit des Prognosemodells								1,0 dB	
Zuschlag für die Gesamtunsicherheit								1,1 dB	
Resultierendes Spektrum als Ergebnis der Dreifach-Messung									
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
L _{WA,P}	85,0	93,5	97,0	99,1	98,5	93,3	86,1	78,7	dB(A)
Spektrum der Schallemissionen in der Tagzeit als Schalleistungsbeurteilungspegel mit Zuschlägen									
L _{WA,r,tag}	89,5	98,0	101,5	103,6	103,0	97,8	90,6	83,2	dB(A)

WEA 1 nachts

Schalleistungspegel aus der Genehmigung, nachts									100,8	dB(A)
Dauer des Betriebs in der lautesten Nachtstunde									1	Stunde
Beurteilungszeitraum									1	Stunde
Zuschlag für Tonhaltigkeit									0	dB
Schalleistungsbeurteilungspegel, nachts									100,8	dB(A)
Zuschlag für die Unsicherheit der Typvermessung									0,5	dB
Zuschlag für die Unsicherheit der Serienstreuung									0,0	dB
Zuschlag für die Unsicherheit des Prognosemodells									1,0	dB
Zuschlag für die Gesamtunsicherheit									1,1	dB
Resultierendes Spektrum als Ergebnis der Dreifach-Messung										
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz	
L _{WA,P}	85,0	93,5	97,0	99,1	98,5	93,3	86,1	78,7	dB(A)	
Spektrum der Schallemissionen in der Nachtzeit als Schalleistungsbeurteilungspegel mit Zuschlägen										
L _{WA,r,tag}	82,9	91,4	94,9	97,0	96,4	91,2	84,0	76,6	dB(A)	

WEA 2 tagsüber

Schalleistungspegel aus der Genehmigung, tags								103,8	dB(A)
Zuschlag für Betrieb in Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								6	dB
Dauer des Betriebs während Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								7	Stunden
Dauer des Betriebs außerhalb Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								9	Stunden
Beurteilungszeitraum								16	Stunden
Zuschlag für Tonhaltigkeit								0	dB
Schalleistungsbeurteilungspegel, tags								107,4	dB(A)
Zuschlag für die Unsicherheit der Typvermessung								0,5	dB
Zuschlag für die Unsicherheit der Serienstreuung								0,0	dB
Zuschlag für die Unsicherheit des Prognosemodells								1,0	dB
Zuschlag für die Gesamtunsicherheit								1,1	dB
Resultierendes Spektrum als Ergebnis der Dreifach-Messung									
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
L _{WA,P}	85,0	93,5	97,0	99,1	98,5	93,3	86,1	78,7	dB(A)
Spektrum der Schallemissionen in der Tagzeit als Schalleistungsbeurteilungspegel mit Zuschlägen									
L _{WA,r,tag}	89,5	98,0	101,5	103,6	103,0	97,8	90,6	83,2	dB(A)

WEA 2 nachts

Schalleistungspegel aus der Genehmigung, nachts									102,8	dB(A)
Dauer des Betriebs in der lautesten Nachtstunde									1	Stunde
Beurteilungszeitraum									1	Stunde
Zuschlag für Tonhaltigkeit									0	dB
Schalleistungsbeurteilungspegel, nachts									102,8	dB(A)
Zuschlag für die Unsicherheit der Typvermessung									0,5	dB
Zuschlag für die Unsicherheit der Serienstreuung									0,0	dB
Zuschlag für die Unsicherheit des Prognosemodells									1,0	dB
Zuschlag für die Gesamtunsicherheit									1,1	dB
Resultierendes Spektrum als Ergebnis der Dreifach-Messung										
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz	
L _{WA,P}	85,0	93,5	97,0	99,1	98,5	93,3	86,1	78,7	dB(A)	
Spektrum der Schallemissionen in der Nachtzeit als Schalleistungsbeurteilungspegel mit Zuschlägen										
L _{WA,r,tag}	84,9	93,4	96,9	99,0	98,4	93,2	86,0	78,6	dB(A)	

WEA 3 und WEA 4 tagsüber

Schalleistungspegel aus der Genehmigung, tags								106	dB(A)	
Zuschlag für Betrieb in Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								6	dB	
Dauer des Betriebs während Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								7	Stunden	
Dauer des Betriebs außerhalb Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								9	Stunden	
Beurteilungszeitraum								16	Stunden	
Zuschlag für Tonhaltigkeit								0	dB	
Schalleistungsbeurteilungspegel, tags								109,6	dB(A)	
Zuschlag für die Unsicherheit der Typvermessung								0,5	dB	
Zuschlag für die Unsicherheit der Serienstreuung								1,2	dB	
Zuschlag für die Unsicherheit des Prognosemodells								1,0	dB	
Zuschlag für die Gesamtunsicherheit								1,6	dB	
Referenzspektrum des LAI										
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz	
L _{WA,norm}	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-20,0	dB(A)	
Spektrum der Schallemissionen in der Tagzeit als Schalleistungsbeurteilungspegel mit Zuschlägen										
L _{WA,r,tag}	90,9	99,3	103,5	105,7	105,2	103,2	99,2	91,2	dB(A)	

WEA 3 und WEA 4 nachts

Schalleistungspegel aus der Genehmigung, nachts									104 dB(A)
Dauer des Betriebs in der lautesten Nachtstunde									1 Stunde
Beurteilungszeitraum									1 Stunde
Zuschlag für Tonhaltigkeit									0 dB
Schalleistungsbeurteilungspegel, nachts									104,0 dB(A)
Zuschlag für die Unsicherheit der Typvermessung									0,5 dB
Zuschlag für die Unsicherheit der Serienstreuung									1,2 dB
Zuschlag für die Unsicherheit des Prognosemodells									1,0 dB
Zuschlag für die Gesamtunsicherheit									1,6 dB
Referenzspektrum des LAI									
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
L _{WA,norm}	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-20,0	dB(A)
Spektrum der Schallemissionen in der Nachtzeit als Schalleistungsbeurteilungspegel mit Zuschlägen									
L _{WA,r,tag}	85,3	93,7	97,9	100,1	99,6	97,6	93,6	85,6	dB(A)

WEA 5 tagsüber

Schalleistungspegel aus der Genehmigung, tags								106	dB(A)
Zuschlag für Betrieb in Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								6	dB
Dauer des Betriebs während Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								7	Stunden
Dauer des Betriebs außerhalb Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								9	Stunden
Beurteilungszeitraum								16	Stunden
Zuschlag für Tonhaltigkeit								0	dB
Schalleistungsbeurteilungspegel, tags								109,6	dB(A)
Zuschlag für die Unsicherheit der Typvermessung								0,5	dB
Zuschlag für die Unsicherheit der Serienstreuung								1,2	dB
Zuschlag für die Unsicherheit des Prognosemodells								1,0	dB
Zuschlag für die Gesamtunsicherheit								1,6	dB
Referenzspektrum des LAI									
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
L _{WA,norm}	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-20,0	dB(A)
Spektrum der Schallemissionen in der Tagzeit als Schalleistungsbeurteilungspegel mit Zuschlägen									
L _{WA,r,tag}	90,9	99,3	103,5	105,7	105,2	103,2	99,2	91,2	dB(A)

WEA 5 nachts

Schalleistungspegel aus der Genehmigung, nachts								105	dB(A)
Dauer des Betriebs in der lautesten Nachtstunde								1	Stunde
Beurteilungszeitraum								1	Stunde
Zuschlag für Tonhaltigkeit								0	dB
Schalleistungsbeurteilungspegel, nachts								105,0	dB(A)
Zuschlag für die Unsicherheit der Typvermessung								0,5	dB
Zuschlag für die Unsicherheit der Serienstreuung								1,2	dB
Zuschlag für die Unsicherheit des Prognosemodells								1,0	dB
Zuschlag für die Gesamtunsicherheit								1,6	dB
Referenzspektrum des LAI									
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
L _{WA,norm}	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-20,0	dB(A)
Spektrum der Schallemissionen in der Nachtzeit als Schalleistungsbeurteilungspegel mit Zuschlägen									
L _{WA,r,tag}	86,3	94,7	98,9	101,1	100,6	98,6	94,6	86,6	dB(A)

WEA 6 bis 8 tagsüber

Schalleistungspegel aus der Genehmigung, tags								106	dB(A)
Zuschlag für Betrieb in Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								6	dB
Dauer des Betriebs während Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								7	Stunden
Dauer des Betriebs außerhalb Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit								9	Stunden
Beurteilungszeitraum								16	Stunden
Zuschlag für Tonhaltigkeit								0	dB
Schalleistungsbeurteilungspegel, tags								109,6	dB(A)
Zuschlag für die Unsicherheit der Typvermessung								0,5	dB
Zuschlag für die Unsicherheit der Serienstreuung								1,2	dB
Zuschlag für die Unsicherheit des Prognosemodells								1,0	dB
Zuschlag für die Gesamtunsicherheit								1,6	dB
Referenzspektrum des LAI									
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
L _{WA,norm}	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-20,0	dB(A)
Spektrum der Schallemissionen in der Tagzeit als Schalleistungsbeurteilungspegel mit Zuschlägen									
L _{WA,r,tag}	90,9	99,3	103,5	105,7	105,2	103,2	99,2	91,2	dB(A)

WEA 6 bis 8 nachts

Schalleistungspegel aus der Genehmigung, nachts									106 dB(A)
Dauer des Betriebs in der lautesten Nachtstunde									1 Stunde
Beurteilungszeitraum									1 Stunde
Zuschlag für Tonhaltigkeit									0 dB
Schalleistungsbeurteilungspegel, nachts									106,0 dB(A)
Zuschlag für die Unsicherheit der Typvermessung									0,5 dB
Zuschlag für die Unsicherheit der Serienstreuung									1,2 dB
Zuschlag für die Unsicherheit des Prognosemodells									1,0 dB
Zuschlag für die Gesamtunsicherheit									1,6 dB
Referenzspektrum des LAI									
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
$L_{WA,norm}$	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-20,0	dB(A)
Spektrum der Schallemissionen in der Nachtzeit als Schalleistungsbeurteilungspegel mit Zuschlägen									
$L_{WA,r,tag}$	87,3	95,7	99,9	102,1	101,6	99,6	95,6	87,6	dB(A)

Die so im Oktavspektrum berechneten Schallemissionspegel wurden als Punktschallquellen jeweils in Höhe der Gondel der Windkraftanlagen in das digitale Rechenmodell eingesetzt.

4.5 Berechnungsverfahren für die Schalleinwirkungen in der Planungsfläche

Für alle Windkraftanlagen wurden aus den im Abschnitt 4.4 ermittelten Schalleistungsbeurteilungspegeln die Teil-Beurteilungspegel am nächstgelegenen Immissionsort am östlichen Rand der Planungsfläche in 6 m Höhe berechnet.

Die Berechnung der Schalleinwirkungen der Windkraftanlagen wurde nach dem Verfahren der TA Lärm mit Beachtung der Besonderheiten der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (Interimsverfahren) des LAI (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz) durchgeführt.

Als wesentliche Änderung zur Anwendung der DIN ISO 9613-2 wird beim Interimsverfahren die Bodendämpfung mit 3 dB und die Meteorologiekorrektur mit 0 dB angenommen. Zusätzlich wird im Interimsverfahren eine abgestufte Betrachtung der Qualität der Prognose und Vergabe damit verbundener Zuschläge für Unsicherheiten der Emissionsdaten, der Herstellerangaben, der Typvermessung und des Prognosemodells angewandt.

Zur Berechnung wurde ein drei-dimensionales digitales Rechenmodell erstellt, in dem bestehende und geplante Gebäude, alle sonstigen natürlichen und künstlichen Hindernisse, das Gelände sowie alle Schallquellen enthalten sind.

Bei der Berechnung wurde die Schallpegelminderung durch geometrische Schallausbreitung zwischen den einzelnen Schallquellen und den Immissionsorten, sowie die Schirmung und Reflexion an Gebäuden und sonstigen Hindernissen berücksichtigt.

Zur Berechnung der Geräuschimmissionen wurde das Programmsystem LIMA, Version 2019.03 eingesetzt. In diesem Programm werden die genannten Verordnungen, Normen und Richtlinien berücksichtigt. Die Testaufgaben für die Überprüfung von Rechenprogrammen nach den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (Test 94 und RBLärm-92) wurden mit diesem Programm ohne Abweichungen richtig berechnet.

4.6 Berechnungsergebnisse und Beurteilung der Schalleinwirkungen

Mit den in den Abschnitten 4.2 bis 4.4 beschriebenen Berechnungsverfahren und Grundlagen für die Berechnungen wurde der von den Windkraftanlagen nördlich und östlich der Ortslage Kemel in der Planungsfläche einwirkende Beurteilungspegel berechnet.

Zur Beurteilung der Schallimmissionen wurden die im Abschnitt 4.1 genannten Immissionsrichtwerte der TA Lärm herangezogen.

Als Ergebnis der Berechnungen wirken mit Berücksichtigung der im Abschnitt 4.3 beschriebenen Maximalwertbedingungen in der gesamten Planungsfläche nicht mehr als die folgenden Beurteilungspegel ein:

tags	nachts
46 dB(A)	40 dB(A)

Damit erkennbar, dass innerhalb der Tagzeit von 6 bis 22 Uhr der Richtwert für Mischgebiet von 60 dB(A) und für allgemeines Wohngebiet von 55 dB(A) um mindestens 9 dB(A) sehr deutlich unterschritten wird.

Innerhalb der Nachtzeit nach 22 Uhr wird der Immissionsrichtwert für Mischgebiet ebenfalls sehr deutlich um mindestens 5 dB(A) unterschritten. Der Richtwert für allgemeines Wohngebiet wird am äußersten östlichen Rand der Planungsfläche erreicht, aber nicht überschritten.

Aufgrund der großen Entfernungen der Windkraftanlage nimmt deren Schallpegel in der gesamten Planungsfläche nur gering um 1 bis 2 dB(A) weiter ab.

Wie bereits mitgeteilt wurden auch die Berechnungen der Windkraftanlagen mit Maximalwertannahmen durchgeführt und in der Praxis ist während eines gesamten Kalenderjahres nur an wenigen Tagen mit Schalleinwirkungen in der prognostizierten Höhe zu rechnen, wenn bei sehr starkem Ostwind alle Windkraftanlagen laufen.

5. Berechnung der zulässigen Schallemissionen in den künftigen Siedlungsflächen

In diesem Abschnitt des Gutachtens werden die zulässigen Schallemissionen, die von den beiden künftig neu genutzten Flächen südlich des REWE-Marktes und der ehemaligen Kaserne ausgehen und mit denen die Anforderungen der TA Lärm in der Planungsfläche eingehalten werden, ermittelt.

5.1 Kontingentierung

Mit der Kontingentierung werden den künftig neu genutzten Flächen sogenannte immissionswirksame flächenbezogene Schalleistungs-Beurteilungspegel (IFSP, Emissionskontingente) für die Tag- und die Nachtzeit so zugeordnet, daß durch die Summe der von dieser Fläche ausgehenden Schallimmissionen, gemeinsam mit allen anderen gewerblichen Schalleinwirkungen, in der Planungsfläche die im Abschnitt 4.1 genannten Immissionsrichtwerte der TA Lärm nicht überschritten werden.

Immissionsorte sind nach der Definition der DIN 4109 offenbare Fenster von zum dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmten Räumen einer Wohnung oder anderen ähnlich schutzbedürftigen Einrichtungen.

5.2 Berechnungsgrundlagen für die Kontingentierung

Ausgangspunkt der Berechnungen war der in der DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“ genannte flächenbezogene Schalleistungspegel (L_{WA}) für gewerblich genutzte Flächen von $L_{WA} = 60$ dB(A) für die Tages- und die Nachtzeit. Das bedeutet, daß von jedem Quadratmeter der Fläche tags und nachts ein angenommener Schalleistungspegel von 60 dB(A) ausgeht.

Da für die Beurteilung nach dem Verfahren der TA Lärm ein Beurteilungspegel ermittelt werden muß, wird der flächenbezogene Schalleistungspegel nachstehend als sogenannter immissionswirksamer flächenbezogener Schalleistungs-Beurteilungspegel angegeben. In diesem Pegel sind damit sowohl die nach TA Lärm erforderlichen Zuschläge für deren Ton-, Impuls-, und Informationshaltigkeit, der Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in allgemeinen Wohngebieten, als auch die Zu- oder Abschläge für die Einwirkzeiten innerhalb der Beurteilungszeiträume während der Tag- und Nachtzeit bereits mit enthalten.

5.3 Berechnungsverfahren für die Kontingentierung

Zur Berechnung der zulässigen Schallemissionen die von den künftigen Gewerbeflächen maximal ausgehen dürfen, wurden die Mischgebietsflächen vollständig mit den jeweiligen immissionswirksamen flächenbezogenen Schalleistungs-Beurteilungspegeln belegt. Die Höhe dieser fiktiven flächigen Schallquellen wurde unmittelbar auf der Geländeoberfläche angenommen.

Zur Berechnung der von diesen Flächen ausgehenden und in der Planungsfläche einwirkenden Schallimmissionen, wurden die Flächen so aufgeteilt, daß diese das mit der nachstehenden Gleichung beschriebene Kriterium für Punkt-Schallquellen erfüllen.

$$l \leq 0,7 * s$$

Dabei bedeuten:

- l = größte Längenausdehnung innerhalb der schallabstrahlenden Fläche in m
- s = Abstand vom Mittelpunkt der schallabstrahlenden Fläche bis zum Immissionsort in m

Die Berechnungen wurden für die Tag- und die Nachtzeit auf die nächsten Ränder der Fläche des Bebauungsplanes in einer Höhe von 6 m über dem Gelände durchgeführt.

Die Ermittlung der Schallimmissionen an den Rechenpunkten wurde nur mit Berücksichtigung der Schallpegelminderung durch den Abstand zur jeweiligen Schallquelle durchgeführt. Alle anderen möglichen Einflüsse auf die Schallausbreitung, wie Luft- und Bodenabsorption, Schallabschirmung, und damit auch auf die Größe der Schallimmissionen, wurden in die Berechnung nicht mit einbezogen. In der Praxis können diese in der Regel pegelmindernden Einflüsse dann bei der konkreten Ermittlung der tatsächlichen Schalleinwirkungen der anzusiedelnden Betriebe mit angesetzt werden.

Der im Abschnitt 5.2 genannte flächenbezogene Schalleistungspegel der DIN 18005 von 60 dB(A) wurde als Ausgangswert für die gesamten Flächen südlich des REWE-Marktes und der ehemaligen Kaserne tags und nachts angesetzt. Nach der Ermittlung der dadurch am nächsten Rand der Planungsfläche einwirkenden Schallimmissionen und dem Vergleich dieser Immissionen mit den vorstehend genannten zulässigen Immissionsrichtwerten der TA Lärm für die Tag- und die Nachtzeit wurden die immissionswirksamen flächenbezogenen Schalleistungs-Beurteilungspegel (IFSP) in den Misch- und Gewerbegebietsflächen für beide Tageszeiten unterschiedlich gestaffelt.

Die Berechnungen wurden mit Hilfe des Computerprogramms „LIMA“, Version 2019.03, der Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft, Dortmund durchgeführt. In diesem Programm werden alle genannten Verordnungen, Normen und Richtlinien berücksichtigt.

5.4 Ergebnisse der Kontingentierung

Als Ergebnis der Berechnungen wurden die nachfolgend genannten Emissionskontingente in den beiden künftig neu genutzten Flächen südlich des REWE-Marktes und der ehemaligen Kaserne ermittelt, mit denen die im Abschnitt 4.1 genannten Immissionsrichtwerte der TA Lärm in der Planungsfläche gemeinsam mit den im Abschnitt 4.6 berechneten Schalleinwirkungen der Windkraftanlagen eingehalten werden.

Zulässige Emissionskontingente	
tags	nachts
57 dB(A)	0 dB(A)

Das genannte Emissionskontingent innerhalb der Tagzeit zwischen 6 und 22 Uhr lässt eine Vielzahl von gewerblichen Nutzungen zu. Auch Betriebe mit höheren Schallemissionen sind darin möglich.

Da die Windkraftanlagen in der Nachtzeit bereits den Immissionsrichtwert im allgemeinen Wohngebiet erreichen, ist die Nutzung der Flächen in der Nachtzeit mit auch nur gering schallemitternden Betrieben praktisch nicht möglich bzw. macht im Einzelfall bauliche und organisatorische Maßnahmen zum Schallschutz in den Betriebsflächen erforderlich.

Die genannten Emissionskontingente wurden normgerecht nach dem Verfahren der DIN 45691 „Geräuschkontingentierung“ durch Berechnung ermittelt, können jedoch nicht unmittelbar für die Erstellung eines Bebauungsplans verwendet werden, da zuvor noch eine räumliche Gliederung in Teilflächen vorgenommen werden muss.

6. Zusammenfassung

Die Gemeinde Heidenrod beabsichtigt auf der etwa 13 ha großen unbebauten Fläche im Süden des Ortsteils Kemels einen Bebauungsplan aufzustellen und darin auch Wohnen zu ermöglichen.

In die Planungsfläche wirken relevante Schallimmissionen der Bundesstraße 260, der innerörtlichen Bäderstraße, der Erschließungsstraße in der Planungsfläche, der Zufahrt zu einem Betriebsgelände sowie eines P+R Parkplatzes und von 8 Windkraftanlagen nördlich und östlich der Ortslage Kemels ein.

Die von diesen Schallquellen ausgehenden und in die Planungsfläche einwirkenden Schallimmissionen wurden in diesem Gutachten ermittelt und beurteilt.

Die von allen Straßen und dem Parkplatz gemeinsam verursachten Schalleinwirkungen unterschreiten in der gesamten Fläche des Bebauungsplans die schalltechnische Orientierungswerte der DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau - Teil 1“ deutlich um mindestens 3 dB(A). Maßnahmen zum Schallschutz sind daher nicht erforderlich. Es ist empfehlenswert Fenster von Schlafräumen und Kinderzimmer an von den Erschließungsstraßen innerhalb der Planungsfläche abgewandten Fassaden anzuordnen.

Die Schalleinwirkungen der 8 Windkraftanlagen unterschreiten den Immissionsrichtwert der TA Lärm in der gesamten Planungsfläche deutlich um mindestens 9 dB(A). In der Nachtzeit wird der Richtwert im Mischgebiet ebenfalls sehr deutlich um mindestens 5 dB(A) unterschritten, der Richtwert für allgemeines Wohngebiet jedoch wird am äußersten östlichen Rand der Planungsfläche erreicht, aber ebenfalls nicht überschritten. Auch dazu sind keine Maßnahmen zum Schallschutz erforderlich.

Des Weiteren wurde untersucht in welcher Höhe künftig Schallemissionen aus den beiden künftig neu zu nutzenden Siedlungsflächen südlich des REWE-Marktes und der Kaserne kommen dürfen um in der Planungsfläche gemeinsam mit den existierenden Windkraftanlagen die Anforderungen der TA Lärm einzuhalten. Innerhalb der Tagzeit wird der Sollwert der DIN 18005 nahezu erreicht, es darf ein Emissionskontingent von 57 dB(A)/m² von den beiden Flächen ausgehen. In der Nachtzeit ab 22 Uhr dürfen keine Schallemissionen aus beiden Flächen ausgehen, da der Richtwert der TA Lärm für allgemeines Wohngebiet bereits von den Windkraftanlagen vollständig ausgeschöpft wird. Im Einzelfall kann untersucht werden ob und wieweit bauliche und organisatorische Maßnahmen zum Schallschutz in den Betriebsflächen nachts einen Betrieb in den beiden Siedlungsflächen ermöglichen.

Dieses Gutachten umfasst 36 Seiten und 4 Anlagen.

Wiesbaden, den 03.11.2021



Dipl.-Ing. Richard Möbus

Anlage 1 zum Gutachten 2675G/21 vom 03.11.2021

**Gemeinde Heidenrod-Kemel, Bebauungsplan „Kemel-Süd“
Ermittlung und Beurteilung der Schalleinwirkungen in der Planungsfläche**

Bebauungsplan

 künftige Siedlungsflächen



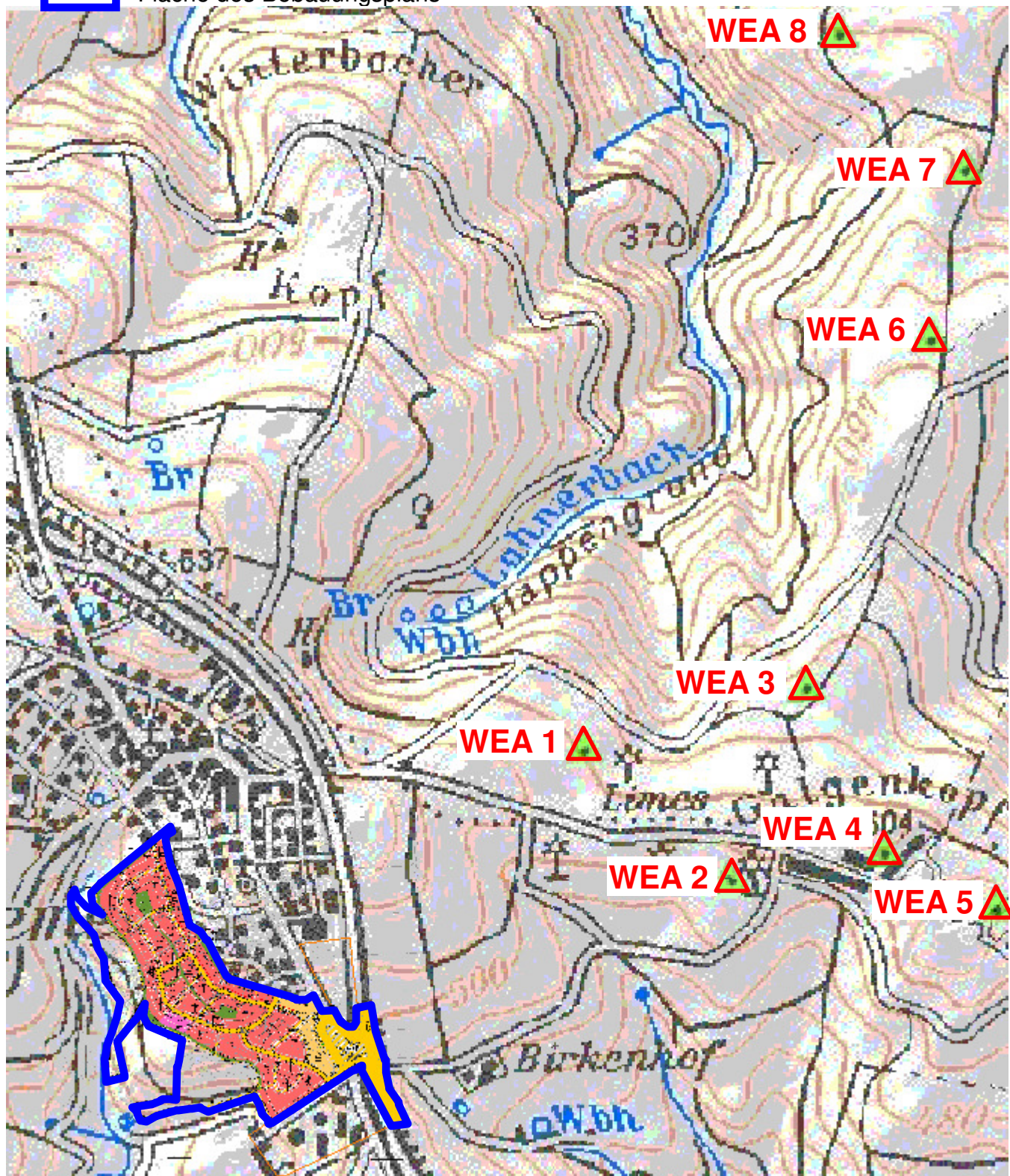
Maßstab ca. 1:4.000

Anlage 2 zum Gutachten 2675G/21 vom 03.11.2021

**Gemeinde Heidenrod-Kemel, Bebauungsplan „Kemel-Süd“
Ermittlung und Beurteilung der Schalleinwirkungen in der Planungsfläche**

Lageplan mit Darstellung der Windkraftanlagen

 Fläche des Bebauungsplans



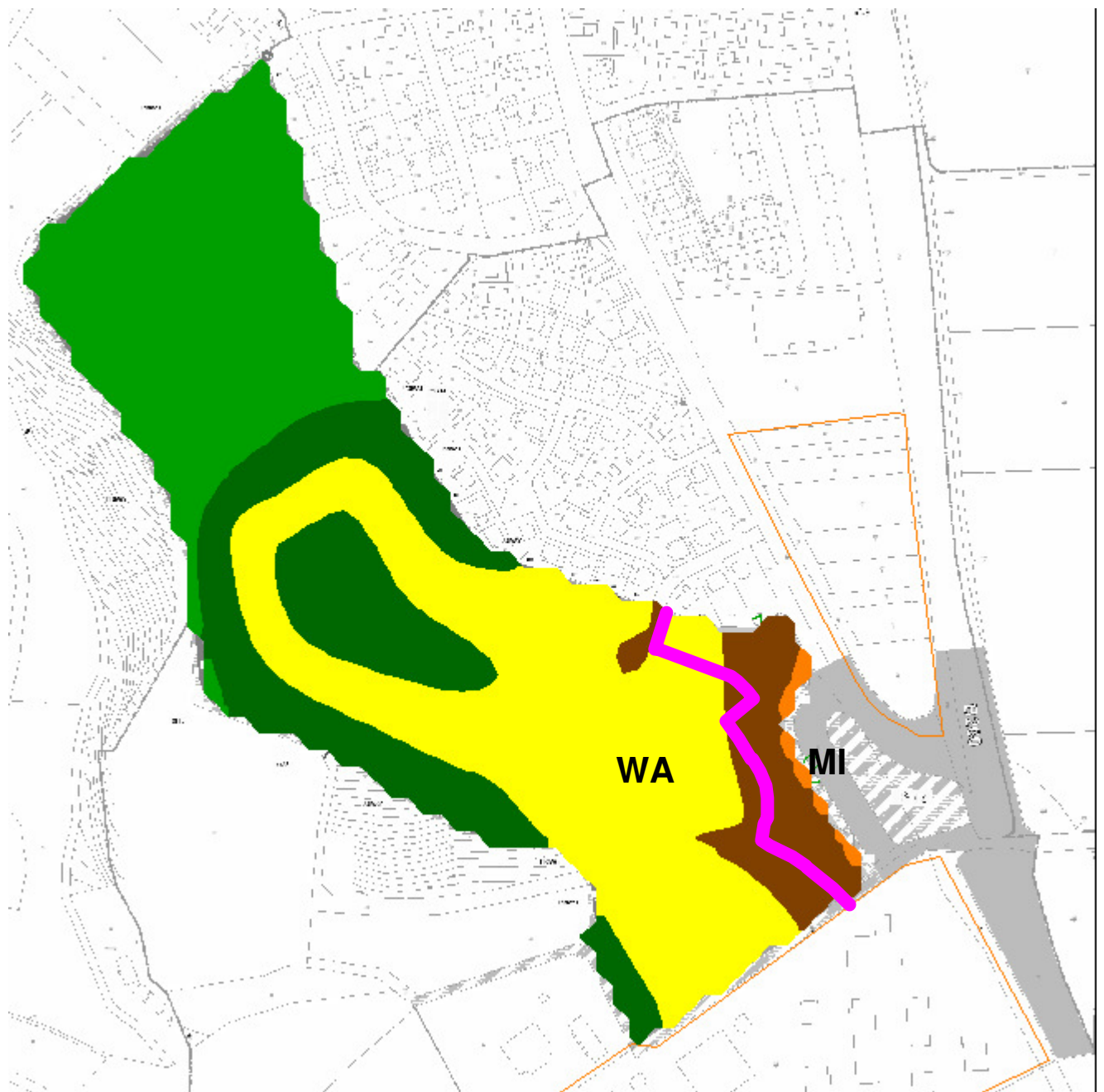
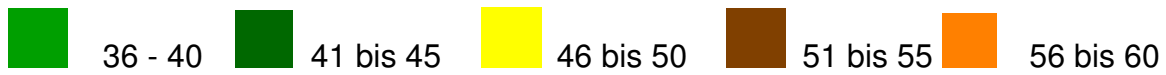
Maßstab ca. 1:12.000

Anlage 3 zum Gutachten 2675G/21 vom 03.11.2021

**Gemeinde Heidenrod-Kemel, Bebauungsplan „Kemel-Süd“
Ermittlung und Beurteilung der Schalleinwirkungen in der Planungsfläche**

Schalleinwirkungen der Straße und des Parkplatzes in 4 m über Gelände in der Tagzeit

Schallpegelbereiche in dB(A)



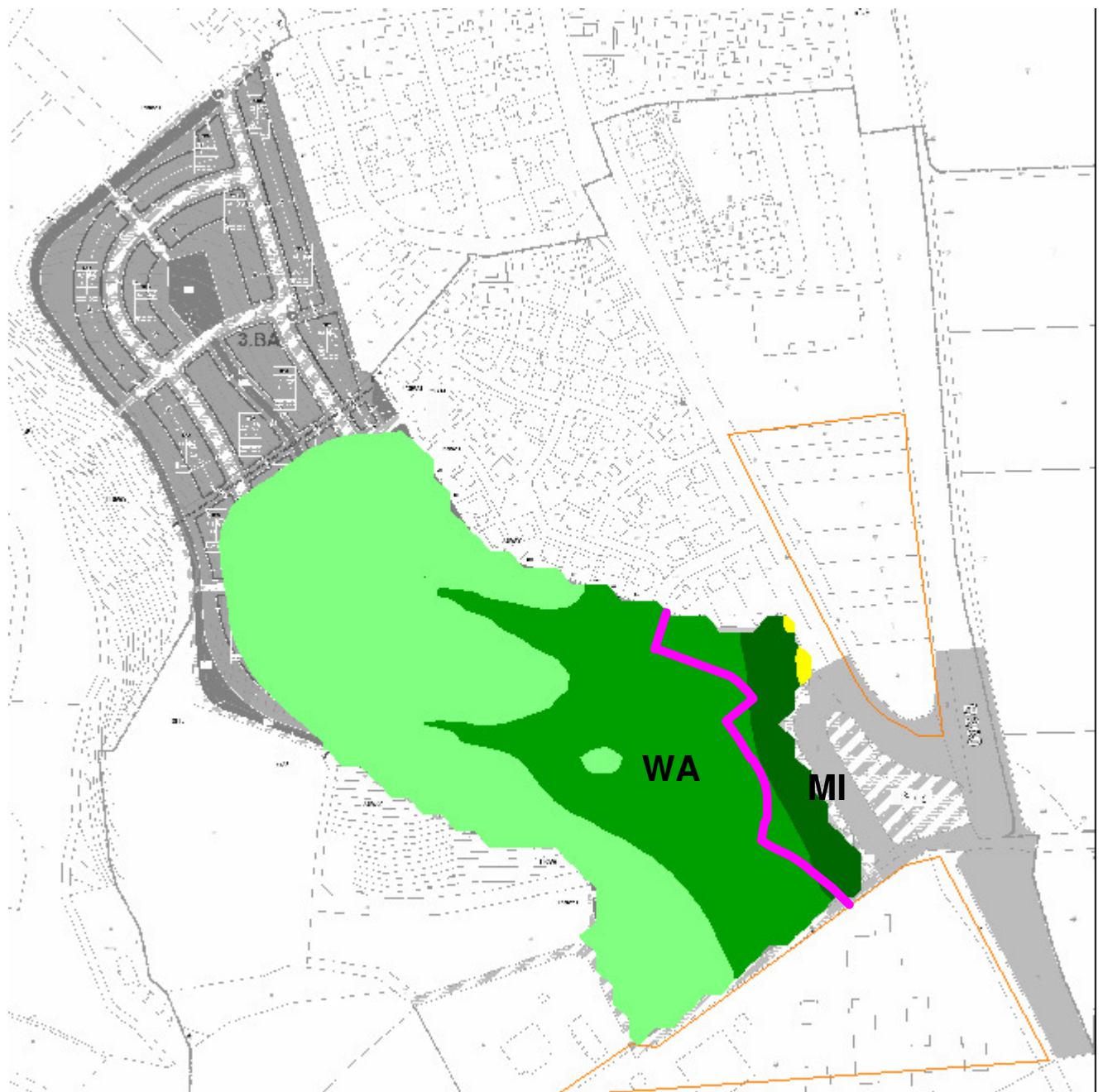
Maßstab ca. 1:4.000

Anlage 4 zum Gutachten 2675G/21 vom 03.11.2021

**Gemeinde Heidenrod-Kemel, Bebauungsplan „Kemel-Süd“
Ermittlung und Beurteilung der Schalleinwirkungen in der Planungsfläche**

Schalleinwirkungen der Straße und des Parkplatzes in 4 m über Gelände in der Nachtzeit

Schallpegelbereiche in dB(A)



Maßstab ca. 1:4.000