

Schalltechnische Untersuchung

Stadt Teuschnitz – Ortsteil Rappoltengrün

Vorhabenbezogener Bebauungsplan mit integriertem Vorhaben- und Erschließungsplan für das Sondergebiet Photovoltaik

„Solarpark Rappoltengrün“

Bericht Nr. 090-01789_01

im Auftrag der

M. Münch Elektrotechnik GmbH & Co. KG

Bamberg, im Dezember 2023

Schalltechnische Untersuchung

Stadt Teuschnitz - Rappoltengrün

Vorhabenbezogener Bebauungsplan mit integriertem Vorhaben- und Erschließungsplan für das Sondergebiet Photovoltaik

„Solarpark Rappoltengrün“

Bericht-Nr.: 090-01789_01
Dieser Bericht ersetzt den Bericht Nr. 090-01789 vom 11.12.2023

Datum: 11.12.2023

Auftraggeber: M. Münch Elektrotechnik GmbH Co. KG
Energiepark 1
95365 Rugendorf

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure GmbH
Mußstraße 18
D-96047 Bamberg
T + 49 951 160 952 - 0
F + 49 951 160 952 - 99
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Hans Högg
B. Eng. Dominik Richter

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	8
2. Örtliche Gegebenheiten	8
3. Grundlagen.....	9
3.1 Schallschutz im Städtebau	10
3.2 Anlagengeräusche	11
4. Maßgebliche Immissionsorte.....	13
5. Schallemissionen	14
5.1 Betriebsbeschreibung.....	14
5.2 Emissionsansätze	14
6. Schallimmissionen und Beurteilung.....	15
7. Formulierungsvorschläge für den Bebauungsplan.....	16
7.1 Begründung.....	16
7.2 Satzung	17
8. Anlagen	19

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Vorentwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplans „Solarpark Rappoltengrün“,
Planverfasser: Ingenieurbüro Weber GmbH & Co. KG, Stand: 20.06.2023 9

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Maßgebliche Immissionsorte (IO) und deren Schutzbedürftigkeit 13

Tabelle 2: Immissionspegel an den maßgeblichen Immissionsorten durch den Solarpark 16

Grundlagenverzeichnis:

- [1] Vorentwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplans mit integriertem Vorhaben- und Erschließungsplan für das Sondergebiet Photovoltaik „Solarpark Rappoltengrün“; Planverfasser: Ingenieurbüro Weber GmbH & Co. KG, Planungsstand: 20.06.2023
- [2] Vorentwurf der 5. Änderung des wirksamen Flächennutzungsplanes der Stadt Teuschnitz im Bereich des Sondergebiets „Solarpark Rappoltengrün“ der Stadt Teuschnitz; Planverfasser: Ingenieurbüro Weber GmbH & Co. KG, Planungsstand: 20.06.2023
- [3] Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 28. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 221) geändert worden ist
- [4] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist
- [5] Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern Nr. II B 8-4641.1-001/87, 3. August 1988
- [6] DIN 18005, Schallschutz im Städtebau, Teil 1, Juli 2002
- [7] Beiblatt 1 zu DIN 18005, Schallschutz im Städtebau, Teil 1, Mai 1987
- [8] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm), August 1998, geändert durch die Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (Banz AT 08.06.2017 B5)
- [9] DIN ISO 9613-2, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
- [10] DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“, bauaufsichtlich in Bayern eingeführte Fassung vom Januar 2018
- [11] Digitale Planunterlagen und Betriebsbeschreibung sowie weitergehende Angaben, M. Münch Elektrotechnik GmbH Co. KG, übermittelt am 17.11.2023 bzw. 06.12.2023
- [12] Durchführung einer Ortsbesichtigung am 25.11.2023, Möhler + Partner Ingenieure GmbH
- [13] IMMI 2020, EDV-Programm zur Schallimmissionsprognose, Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, 2020

- [14] Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 3. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist
- [15] Sound Power Level Test, SG125HX/SG250HX/SG350HX, Sungrow, V1; übermittelt am 06.12.2023
- [16] DIN 45680, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, März 1997
- [17] Stellungnahme der Unteren Immissionsschutzbehörde im LRA Kronach, zur Verfügung gestellt am 17.11.2023

Zusammenfassung

Das Ingenieurbüro Weber GmbH & Co. KG stellt im Auftrag der M. Münch Elektrotechnik GmbH Co. KG für die Stadt Teuschnitz im Ortsteil Rappoltengrün den vorhabenbezogenen Bebauungsplan mit integriertem Vorhaben- und Erschließungsplan für das Sondergebiet „Solarpark Rappoltengrün“ auf.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Verträglichkeit des Planvorhabens mit den umliegenden schutzbedürftigen Nutzungen geprüft. Dabei wurden die zu erwartenden Geräuschimmissionen des Planvorhabens an maßgeblichen Immissionsorten in der Nachbarschaft prognostiziert und mit den Immissionsrichtwerten der TA Lärm verglichen.

Die Untersuchungen kommen dabei zum Ergebnis, dass durch die emissionsrelevanten Anlagenteile in Form von Wechselrichtern und Transformatoren Beurteilungspegel bis zu 38 dB(A) tags bzw. in der lt. Nachtstunde in der schutzwürdigen Nachbarschaft verursacht werden. Demzufolge werden die heranzuziehenden Immissionsrichtwerte um mindestens 22/7 dB(A) tags/lt. Nachtstunde unterschritten.

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG) ist grundsätzlich sichergestellt, wenn der von einer Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist. Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die heranzuziehenden Immissionsrichtwerte am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

Dieser Sachverhalt ist im vorliegenden Fall gegeben, so dass die Anforderungen der TA Lärm eingehalten werden.

Für die Satzung und Begründung des Bebauungsplans wurden Textvorschläge ausgearbeitet.

1. Aufgabenstellung

Das Ingenieurbüro Weber GmbH & Co. KG stellt im Auftrag der M. Münch Elektrotechnik GmbH Co. KG für die Stadt Teuschnitz im Ortsteil Rappoltengrün den vorhabenbezogenen Bebauungsplan mit integriertem Vorhaben- und Erschließungsplan für das Sondergebiet Photovoltaik „Solarpark Rappoltengrün“ [1] auf.

Im Rahmen einer schalltechnischen Untersuchung sind die vom Plangebiet ausgehenden Anlagengeräusche zu prognostizieren und zu beurteilen. Erforderlichenfalls sind Schallschutzmaßnahmen zu erarbeiten, um etwaige Konflikte in Abstimmung mit den Planungsbeteiligten planerisch zu lösen.

Mit der Durchführung der schalltechnischen Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure GmbH am 17.11.2023 von der M. Münch Elektrotechnik GmbH Co. KG beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Der Geltungsbereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplans „Solarpark Rappoltengrün“ [1] – im Weiteren als Plangebiet bzw. Planvorhaben bezeichnet – befindet sich nördlich des Ortsteils Rappoltengrün der Stadt Teuschnitz. Das Plangebiet umfasst eine Fläche von ca. 36,1 ha. Es befindet sich auf einer Höhenkote von ca. 625 m ü. NN und fällt Richtung Süden um ca. 30 m ab.

Der Vorentwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplans sieht dabei die Entwicklung von Solaranlagen (Anlagen zur Erzeugung von elektrischer Energie aus Sonnenlicht) vor.

Die nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen befinden sich südwestlich des Planvorhabens im Gemeindeteil Wolfenhof sowie südlich im Ortsteil Rappoltengrün. Des Weiteren sind südlich des Plangebiets bisher unbebaute gemischte Bauflächen im aktuellen Flächennutzungsplan dargestellt.

Der Umgriff des Plangebiets wird gegenwärtig landwirtschaftlich genutzt und wird im aktuellen Entwurf des Flächennutzungsplans der Stadt Teuschnitz [2] als Sondergebiet „Solar“ und als Flächen für die Landwirtschaft bzw. für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen dargestellt. Die Art der baulichen Nutzung für das Plangebiet soll gemäß BauNVO [14] im Bebauungsplan ebenfalls u. a. als Sondergebiet (SO Solar) festgesetzt werden.

Das Plangebiet ist aus dem Vorentwurf des Bebauungsplans in nachfolgender Abbildung ersichtlich.

- Gebot der planerischen Konfliktbewältigung

Von der Planung hervorgerufene Konflikte sind im Grundsatz durch die Planung selbst zu lösen und dürfen insoweit nicht auf ein nachfolgendes Verfahren verlagert werden.

- Trennungsgebot

Nach § 50 BImSchG sind bei raumbedeutsamen Planungen (hierunter fällt auch die Bauleitplanung) die für eine bestimmte Nutzung vorgesehenen Flächen einander so zuzuordnen, dass insbesondere schädliche Umwelteinwirkungen auf die ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienenden Gebiete soweit wie möglich vermieden werden.

Dieses Trennungsgebot ist Ausprägung des immissionsschutzrechtlichen Vorsorgeprinzips und damit elementarer Grundsatz städtebaulicher Planung, dem durch eine nutzungsverträgliche Zuordnung der Flächen Rechnung zu tragen ist.

3.1 Schallschutz im Städtebau

Mit Datum vom Juli 2023 liegen sowohl die DIN 18005 als auch das Beiblatt 1 zur DIN 18005 in einer aktualisierten Fassung vor. Aufgrund des derzeit noch fehlenden Einführungsschreibens des Bayerischen Staatsministeriums des Innern zu deren Anwendung in der Bauleitplanung wird im vorliegenden Fall die DIN 18005 mit deren Beiblatt 1 in der ursprünglichen Fassung angewandt.

Demnach ist Grundlage zur Ermittlung und Beurteilung der Schallimmissionen im Rahmen der städtebaulichen Planung die mit der Bekanntmachung Nr. II B 8-4641.1-001/87 [5] des Bayerischen Staatsministeriums des Innern eingeführte DIN 18005 Teil 1, Schallschutz im Städtebau [6], mit dem zugehörigen Beiblatt 1 [7]. Wenngleich die Bekanntmachung auf die datierte Fassung der Norm aus dem Jahr 1987 verweist, wird im Weiteren auf die aktuelle Fassung der Norm aus dem Jahr 2002 Bezug genommen. Die Orientierungswerte des Beiblatts 1 zu DIN 18005 Teil 1 [7] als Maßstab für die Beurteilung der festgestellten Lärmimmissionen beziehen sich auf den Rand der Bauflächen und sind ein in der Planung zu berücksichtigendes Ziel, von dem im Rahmen der städtebaulichen Abwägung im Einzelfall nach oben (jedenfalls bei Verkehrslärmeinwirkungen) und unten abgewichen werden kann.

Die Orientierungswerte des Beiblatts 1 zu DIN 18005 Teil 1 betragen:

- „a) Bei reinen Wohngebieten (WR), Wochenendhausgebieten, Ferienhausgebieten
tags 50 dB(A)
nachts 40 dB(A) bzw. 35 dB(A).
- b) Bei allgemeinen Wohngebieten (WA), Kleinsiedlungsgebieten (WS) und Campingplatzgebieten
tags 55 dB(A)
nachts 45 dB(A) bzw. 40 dB(A).
- c) Bei Friedhöfen, Kleingartenanlagen und Parkanlagen
tags und nachts 55 dB(A).

- d) Bei besonderen Wohngebieten (WB)
- | | | |
|--------|---------------|-----------|
| tags | 60 dB(A) | |
| nachts | 45 dB(A) bzw. | 40 dB(A). |
- e) Bei Dorfgebieten (MD) und Mischgebieten (MI)
- | | | |
|--------|---------------|-----------|
| tags | 60 dB(A) | |
| nachts | 50 dB(A) bzw. | 45 dB(A). |
- f) Bei Kerngebieten (MK) und Gewerbegebieten (GE)
- | | | |
|--------|---------------|-----------|
| tags | 65 dB(A) | |
| nachts | 55 dB(A) bzw. | 50 dB(A). |
- g) Bei sonstigen Sondergebieten, soweit sie schutzbedürftig sind, je nach Nutzungsart
- | | | |
|--------|--------|-----------|
| tags | 45 bis | 65 dB(A) |
| nachts | 35 bis | 65 dB(A). |

[...]

Bei zwei angegebenen Nachtwerten soll der niedrigere für Industrie-, Gewerbe- und Freizeitlärm sowie für Geräusche von vergleichbaren öffentlichen Betrieben gelten.

[...]

Die Beurteilungspegel der Geräusche verschiedener Arten von Schallquellen (Verkehr, Industrie und Gewerbe, Freizeitlärm) sollen wegen der unterschiedlichen Einstellung der Betroffenen zu unterschiedlichen Arten von Geräuschquellen jeweils für sich allein mit den Orientierungswerten verglichen und nicht addiert werden.“

Nach DIN 18005 werden die unterschiedlichen Schallquellen (Straßenverkehr, Schienenverkehr, gewerbliche Anlagen, Sport- und Freizeitanlagen usw.) nach den jeweils einschlägigen Vorschriften ermittelt und beurteilt.

3.2 Anlagengeräusche

Beurteilungspegel im Einwirkungsbereich von *gewerblichen Anlagen* werden nach TA Lärm [8] in Verbindung mit DIN ISO 9613-2 [9] berechnet und beurteilt. Die Orientierungswerte der DIN 18005 für Gewerbelärmeinwirkungen entsprechen hinsichtlich ihrer Zahlenwerte überwiegend den Immissionsrichtwerten der TA Lärm. Überschreitungen können, anders als bei Verkehrslärmeinwirkungen, nicht mit sonstigen städtebaulichen Belangen abgewogen werden. Die Beurteilung der Schallimmissionen ergibt sich aus der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [8] in der Fassung vom August 1998 (geändert durch die Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017).

Es gelten folgende Immissionsrichtwerte:

„...“

a) in Industriegebieten		70 dB(A)
b) in Gewerbegebieten		
	tags	65 dB(A)
	nachts	50 dB(A)
c) in urbanen Gebieten		
	tags	63 dB(A)
	nachts	45 dB(A)

d) in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten

tags	60 dB(A)
nachts	45 dB(A)

e) in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten

tags	55 dB(A)
nachts	40 dB(A)

f) in reinen Wohngebieten

tags	50 dB(A)
nachts	35 dB(A)

g) in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten

tags	45 dB(A)
nachts	35 dB(A)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf folgende Zeiten:

1. tags 06.00 – 22.00 Uhr
2. nachts 22.00 – 06.00 Uhr.

Für folgende Zeiten ist in Gebieten der Kategorie e bis g (siehe Immissionsrichtwerte) bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag zu berücksichtigen:

1. an Werktagen 06.00 – 07.00 Uhr
20.00 – 22.00 Uhr
2. an Sonn- und Feiertagen 06.00 – 09.00 Uhr
13.00 – 15.00 Uhr
20.00 – 22.00 Uhr

Der Zuschlag beträgt 6 dB.

...“

Die Immissionsrichtwerte gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgebend für die Beurteilung während der Nacht ist die volle Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt (sog. lauteste Nachtstunde).

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG [4]) ist grundsätzlich sichergestellt, wenn die Gesamtbelastung am maßgeblichen Immissionsort die o. g. Immissionsrichtwerte nicht überschreitet. Nach Kapitel 3.2.1 der TA Lärm darf die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, wenn der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist. Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die o. g. Immissionsrichtwerte am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

Die Berechnungen werden mit dem EDV-Programm IMMI 2020 [13] durchgeführt.

4. Maßgebliche Immissionsorte

Gemäß Nr. 6.6 der TA Lärm [8] ergibt sich die Einstufung der Schutzbedürftigkeit der Nachbarschaft in erster Linie aus den Festsetzungen in Bebauungsplänen. Sind keine Bebauungspläne vorhanden, so ist von der tatsächlichen baulichen Nutzung unter Berücksichtigung der vorgesehenen baulichen Entwicklung des Gebiets auszugehen. Die Schutzbedürftigkeit nach Nr. 6.1 der TA Lärm berücksichtigt Baugebietstypen, die sich an den Gebietskategorien der Baunutzungsverordnung [14] orientieren.

Die nächstgelegene schutzbedürftige Bebauung befindet sich im vorliegenden Fall sowohl südwestlich als auch südlich des Plangebiets. Etwaige rechtskräftige Bebauungspläne zur Art der baulichen Nutzungen sind im vorliegenden Fall nicht vorhanden. Die Einstufung der Schutzbedürftigkeit erfolgte demzufolge unter Berücksichtigung der Darstellung im Flächennutzungsplan der Stadt Teuschnitz [2] sowie der tatsächlichen Nutzung.

Die maßgeblichen Immissionsorte sind in nachfolgender Tabelle dokumentiert.

Tabelle 1: Maßgebliche Immissionsorte (IO) und deren Schutzbedürftigkeit					
IO	Adresse	Fl.-Nr. (Gem. Rappoltengrün)	Nutzung TA Lärm		Begründung Einstufung
IO-1	Rappoltengrün 11	236	6.1 d)	MI	Tatsächliche Nutzung [12], FNP [2]
IO-2	Rappoltengrün 5	13	6.1 d)	MD	
IO-3	Rappoltengrün 7	28	6.1 d)	MD	
IO-4	Rappoltengrün 4	10	6.1 d)	MD	
IO-5	Rappoltengrün 3	7	6.1 d)	MD	
IO-6	planungsrechtlich nicht gesichertes Grundstück	232	6.1 d)	M	

MI: Mischgebiet; MD: Dorfgebiet; M: gemischte Baufläche

Anmerkungen:

1. Beim Anwesen „Rappoltengrün 11“ (IO-1) handelt es sich um den Gemeindeteil Wolfenhof, das aufgrund der Lage im Außenbereich nach § 35 BauGB [3] als Mischgebiet nach BauNVO [14] eingestuft wird.
2. Die übrigen Anwesen im Bereich des Ortsteils Rappoltengrün werden im FNP [2] als gemischte Baufläche dargestellt und aufgrund der landwirtschaftlichen Struktur als Dorfgebiet (MD) nach BauNVO [14] eingestuft.
3. Südlich des Plangebiets befindet sich eine gegenwärtig unbebaute Fläche (Flur-Nr.: 232), welche im Flächennutzungsplan der Stadt Teuschnitz [2] als gemischte Baufläche (M) dargestellt ist und bei den weitergehenden Untersuchungen berücksichtigt wird.

Die maßgeblichen Immissionsorte liegen nach A.1.3 der TA Lärm [8] bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb vor der Mitte der geöffneten Fenster schutzbedürftiger Räume nach DIN 4109 [10] und bei unbebauten Flächen an dem am stärksten betroffenen Rand der Fläche, wo nach dem Bau- und Planungsrecht Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen erstellt werden dürfen.

Die genaue Lage der maßgeblichen Immissionsorte ist im Übersichtlageplan in Anlage 1 dargestellt.

5. Schallemissionen

5.1 Betriebsbeschreibung

Die schalltechnisch relevanten Angaben zur Betriebsbeschreibung wurden den übermittelten digitalen Planunterlagen sowie weitergehenden Angaben des Auftraggebers entnommen [11].

Das Planvorhaben sieht dabei die Errichtung eines Solarparks mit einer Fläche von ca. 21,9 ha vor. Zum Betrieb der Anlage ist dabei die Installation von 94 Wechselrichtern und acht Transformatoren geplant.

Anmerkung: Unabhängig der geplanten Festsetzungen zum Bebauungsplan [1] sind im vorliegenden Fall keine Anlagen zur Speicherung der elektrischen Energie [11] vorgesehen und bleiben demzufolge bei den weitergehenden Untersuchungen unberücksichtigt.

5.2 Emissionsansätze

Relevante Schallquellen sind beim Betrieb durch folgende Anlagenteile zu erwarten:

- Wechselrichter
- Transformatoren

Die Schallemissionen der Wechselrichter entstammen dabei Herstellerangaben [15] mit einem Schallleistungspegel von $L_{WA} = 83,6 \text{ dB(A)}$ für den geplanten Wechselrichter der Modellreihe „SG350HX“. Angaben bezüglich der Transformatoren konnten ebenfalls Herstellerangaben mit einem Schallleistungspegel von $L_{WA} = 62 \text{ dB(A)}$ entnommen werden, die allesamt vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden [11].

Anmerkungen:

1. Erfahrungsgemäß weisen Transformatoren ausgeprägte tonale Anteile bei ca. 100 Hz auf. Für die Ausbreitungsrechnungen nach DIN ISO 9613-2 [9] wurde dieser Sachverhalt durch 6 dB höhere Schallemissionen in der Oktavmittenfrequenz von $f = 125$ Hz gegenüber den übrigen Oktavmittenfrequenzen berücksichtigt.
2. Der Transformator im südwestlichen Teilbereich des Solarparks hat eine Leistungsangabe von 3.150 kVA. Alle übrigen Transformatoren weisen eine Leistung von 4.000 kVA auf. Allerdings sind die Schallemissionen nach Herstellerangaben für beide Leistungsstufen identisch [11].

Weiterhin wird vorsorglich ein Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit in Höhe von $K_T = 6$ dB(A) in den Emissionsansätzen der Transformatoren berücksichtigt.

Relevante Geräuschspitzen durch das Planvorhaben sind im vorliegenden Fall nicht erkennbar, so dass auf eine Beurteilung des Spitzenpegelkriteriums nach der TA Lärm an dieser Stelle verzichtet wird.

Die jeweiligen Emissionsansätze sind in der Anlage 2 dokumentiert.

6. Schallimmissionen und Beurteilung

Ausgehend von den Schallemissionen aus Kapitel 5 wurden an den maßgeblichen Immissionsorten die Schallimmissionen mittels Einzelpunktberechnung ermittelt.

Die Berechnungen wurden mittels der Schallimmissions-Software IMMI 2020 für Windows [13] durchgeführt. Die berechneten Beurteilungspegel gelten für eine Mitwindwetterlage. Die Schallausbreitungsberechnungen berücksichtigen die Abschirmung durch Gebäude und Gelände sowie deren Reflexionen. Die detaillierten Berechnungsergebnisse für die Einzelpunktberechnung sind in Anlage 3 enthalten. Die Anlage 1 enthält zudem einen Lageplan, der sowohl die beschriebenen Schallquellen als auch die untersuchten Berechnungspunkte darstellt.

Bei der Bildung der Beurteilungspegel sind nach TA Lärm [8] Zuschläge zu berücksichtigen. Ein Ruhezeitenzuschlag K_R ist für die Beurteilung von Mischgebieten (MI) bzw. Dorfgebieten (MD) dabei nicht erforderlich.

In folgender Tabelle sind die prognostizierten Immissionspegel den zulässigen Immissionsrichtwerten nach TA Lärm für den Beurteilungszeitraum Tag (6:00 bis 22:00 Uhr) und den Beurteilungszeitraum Nacht (22:00 bis 6:00 Uhr) gegenüber gestellt.

Tabelle 2: Immissionspegel an den maßgeblichen Immissionsorten durch den Solarpark								
Immissi- onsort	Ge- schoss	Fassa- denseite	Immissionsrichtwert [dB(A)]		Immissionspegel L, [dB(A)]		Differenz [dB(A)]	
			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
IO-1	OG2	Nordwest	60	45	35,8	35,8	-24,2	-9,2
IO-2	OG2	Ost	60	45	36,3	36,3	-23,7	-8,7
IO-3	OG2	Nord	60	45	35,5	35,5	-24,5	-9,5
IO-4	OG2	Nordost	60	45	33,0	33,0	-27,0	-12,0
IO-5	OG2	Süd	60	45	33,2	33,2	-26,8	-11,8
IO-6	OG2	Nord	60	45	37,2	37,2	-22,8	-7,8

An den maßgeblichen Immissionsorten ergeben sich demnach Beurteilungspegel bis zu 38 dB(A) tags bzw. in der lt. Nachtstunde, so dass der heranzuziehende Immissionsrichtwert demnach um mind. 22/7 dB(A) tags/lt. Nachtstunde unterschritten wird. Folglich entsteht durch die geplante Anlage keine relevante Zusatzbelastung im Hinblick auf den Gesetzeszweck.

7. Formulierungsvorschläge für den Bebauungsplan

7.1 Begründung

In einer schalltechnischen Untersuchung (Möhler + Partner Ingenieure GmbH, Bericht Nr. 090-01789_01 vom Dezember 2023) wurden auf der Grundlage der Standortplanung zur Positionierung von emissionsrelevanten Anlagenteilen die vom Plangebiet ausgehenden Anlagengeräusche für die schutzwürdige Nachbarschaft prognostiziert und nach den entsprechenden Anforderungen der TA Lärm beurteilt.

Innerhalb des Plangebiets sind emissionsrelevante Anlagenteile in Form von Wechselrichtern und Transformatoren geplant, die zu Beurteilungspegeln bis zu 38 dB(A) tags und in der lt. Nachtstunde in der schutzwürdigen Nachbarschaft führen. Demzufolge werden die heranzuziehenden Immissionsrichtwerte um mindestens 22/7 dB(A) tags/lt. Nachtstunde unterschritten.

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG) ist grundsätzlich sichergestellt, wenn der von einer Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist. Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die heranzuziehenden Immissionsrichtwerte am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

Dieser Sachverhalt ist im vorliegenden Fall gegeben, so dass die Anforderungen der TA Lärm eingehalten werden.

7.2 Satzung

- (1) Für den Betrieb des Solarparks gelten die Anforderungen der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – TA Lärm) in der Fassung vom 26.08.1998, zuletzt geändert durch die Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (Banz AT 08.06.2017 B5).
- (2) Die Beurteilungspegel sämtlicher von der geplanten Anlage ausgehenden Geräuschemissionen dürfen an den nachfolgend genannten Immissionsorten die angegebenen Immissionsrichtwertanteile nicht überschreiten.

Immissionsort	Art der baulichen Nutzung	Immissionsrichtwertanteil (IRWA) in dB(A)	
		tagsüber (6:00 bis 22:00 Uhr)	nachts (22:00 bis 6:00 Uhr)
Rappoltengrün 11, Flur-Nr. 236	MI/MD	54	39
Rappoltengrün 5, Flur-Nr. 13	MI/MD	54	39
Rappoltengrün 7, Flur-Nr. 28	MI/MD	54	39
Rappoltengrün 4, Flur-Nr. 10	MI/MD	54	39
Rappoltengrün 3, Flur-Nr. 7	MI/MD	54	39
Flur-Nr. 232	M	54	39

Kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm oder die o. g. Immissionsrichtwertanteile um nicht mehr als 30 dB(A) tags und 20 dB(A) nachts überschreiten.

- (3) Die nachfolgend genannten Schallleistungspegel je Anlagenteil dürfen beim Betrieb des Solarparks nicht überschritten werden:

Anlagenteil	Emissionskennwert	dB(A)
Transformator	L_w	62
Wechselrichter	L_w	84

L_w = Schallleistungspegel


Die Geräusche der Anlagenteile dürfen keine relevanten tieffrequenten Geräuschanteile nach DIN 45680 aufweisen.

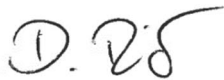
- (4) Die besonderen Regelungen nach Nr. 7.1 und 7.2 der TA Lärm bleiben von den unter (1) bis (3) genannten Immissionsbeschränkungen unberührt.

Diese schalltechnische Untersuchung umfasst 19 Seiten und drei Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure GmbH gestattet.

Bamberg, den 11.12.2023

Möhler + Partner
Ingenieure GmbH


ppa. Dipl.-Ing. Hans Högg


i. A. B. Eng. Dominik Richter

8. Anlagen

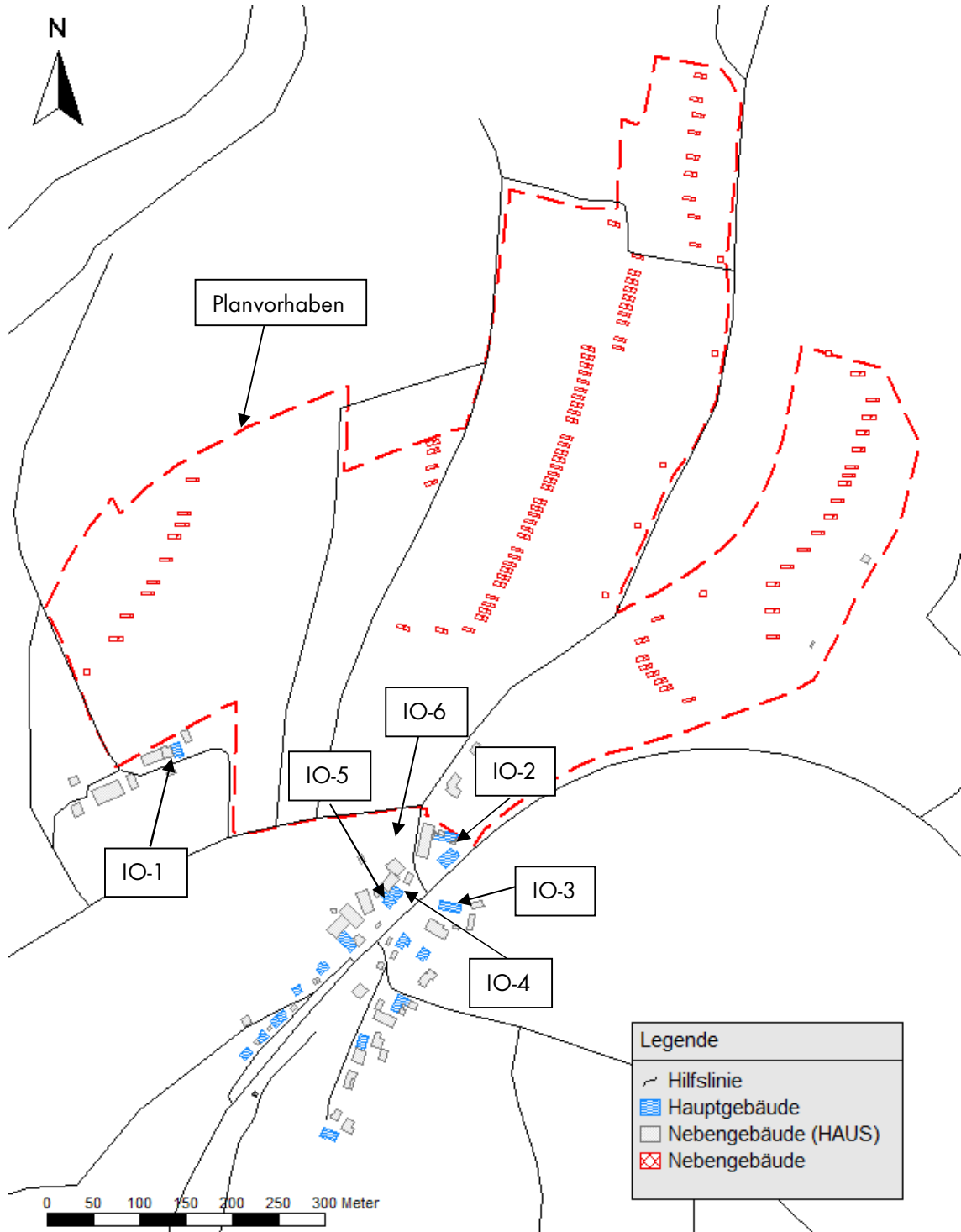
Anlage 1.1 - 1.2: Übersichtslagepläne

Anlage 2.1 - 2.3: Dokumentation der Eingabedaten

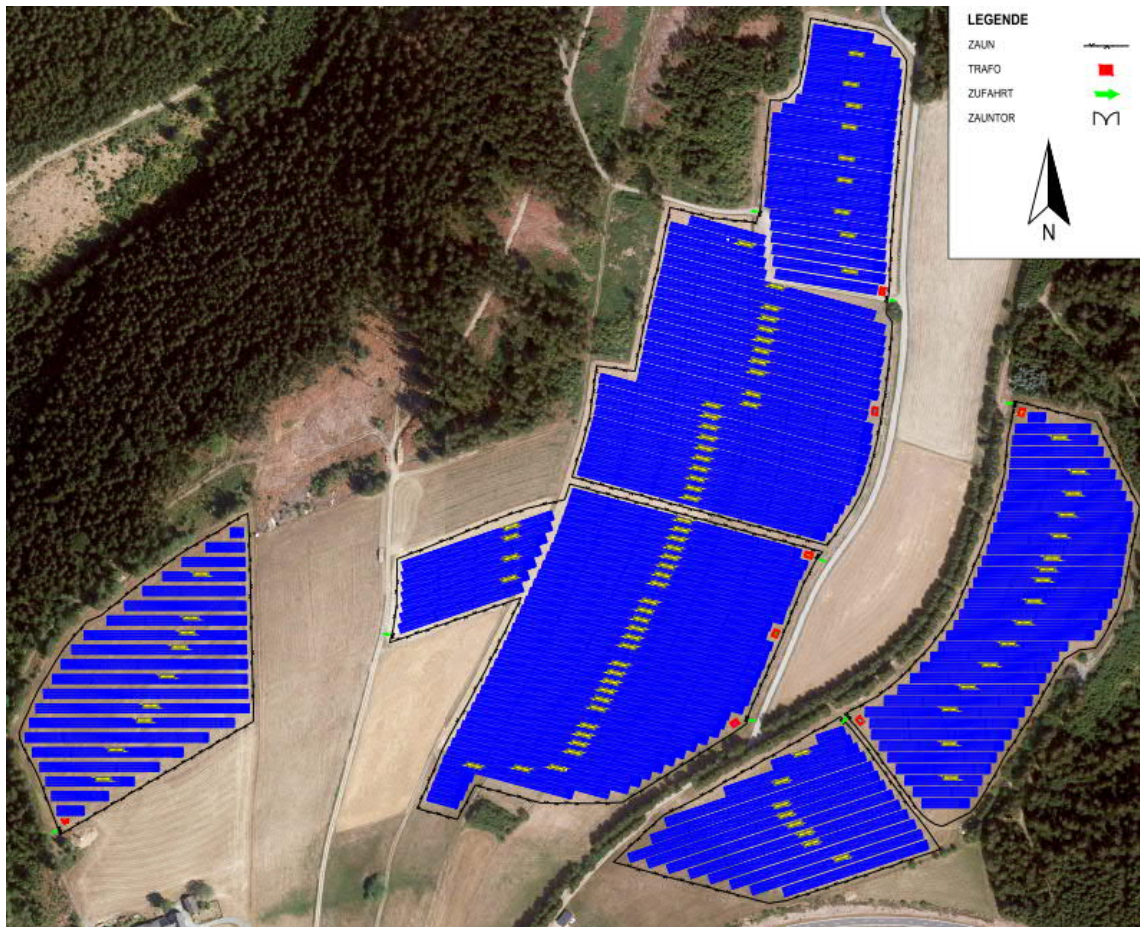
Anlage 3.1 - 3.4: Dokumentation der Berechnungsergebnisse

Anlage 1.1 - 1.2: Übersichtslagepläne

Übersichtslageplan mit Darstellung des Planvorhabens und der Immissionsorte



Übersichtslageplan mit Darstellung der Lage der Trafos und Wechselrichter



Anlage 2.1 - 2.3: Dokumentation der Eingabedaten

Allgemeine Daten:

Projekt Eigenschaften				
Prognosetyp:	Lärm			
Prognoseart:	Lärm (nationale Normen)			
Beurteilung nach:	Keine Beurteilung	Nr.	Zeitraum	Dauer /h
		1	Tag	16,00
		2	Nacht	8,00
Projekt-Notizen				

Arbeitsbereich				
	von ...	bis ...	Ausdehnung	Fläche
x /m	670190,00	674020,00	3830,00	28.99 km²
y /m	5583000,00	5590570,00	7570,00	
z /m	-10,00	640,00	650,00	
Geländehöhen in den Eckpunkten				
xmin / ymax (z4)	0,00	xmax / ymax (z3)	0,00	
xmin / ymin (z1)	0,00	xmax / ymin (z2)	0,00	

Berechnungseinstellung	"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:	Nein	Nein		
* 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	"Referenzeinstellung"					
Voreinstellung von G außerhalb von DBOD-Elementen	0,00					
Temperatur /°	10					
relative Feuchte /%	70					
Wohnfläche pro Einw. /m ² (=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: ISO 9613-2	"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					

Anlage 3.1 - 3.4: Dokumentation der Berechnungsergebnisse

Anlagengeräusche - Kurze Liste:

Kurze Liste		Punktberechnung					
Immissionsberechnung							
AL		Einstellung: "Referenzeinstellung"					
		Tag		Nacht			
		IRW	L r,A	IRW	L r,A		
		/dB	/dB	/dB	/dB		
IPkt043	Rappoltengrün 5 2 EG Ost		19,7		19,7		
IPkt044	Rappoltengrün 5 2 OG1Ost		19,4		19,4		
IPkt045	Rappoltengrün 5 2 OG2Ost		19,9		19,9		
IPkt049	Rappoltengrün 5 4 EG S/O		17,6		17,6		
IPkt050	Rappoltengrün 5 4 OG1S/O		17,7		17,7		
IPkt051	Rappoltengrün 5 4 OG2S/O		18,5		18,5		
IPkt079	Rappoltengrün 5 14 EG Nord		27,4		27,4		
IPkt080	Rappoltengrün 5 14 OG1Nord		30,8		30,8		
IPkt081	Rappoltengrün 5 14 OG2Nord		33,1		33,1		
IPkt082	Rappoltengrün 5 15 EG N/O		28,7		28,7		
IPkt083	Rappoltengrün 5 15 OG1N/O		33,8		33,8		
IPkt084	Rappoltengrün 5 15 OG2N/O		35,6		35,6		
IPkt085	Rappoltengrün 5 16 EG Ost		32,0		32,0		
IPkt086	Rappoltengrün 5 16 OG1Ost		35,3		35,3		
IPkt087	Rappoltengrün 5 16 OG2Ost		36,3		36,3		
IPkt106	Rappoltengrün 11 7 EG N/W		27,7		27,7		
IPkt107	Rappoltengrün 11 7 OG1N/W		30,9		30,9		
IPkt108	Rappoltengrün 11 7 OG2N/W		35,8		35,8		
IPkt109	Rappoltengrün 11 8 EG Nord		26,8		26,8		
IPkt110	Rappoltengrün 11 8 OG1Nord		29,7		29,7		
IPkt111	Rappoltengrün 11 8 OG2Nord		35,3		35,3		
IPkt112	Rappoltengrün 11 9 EG N/O		33,8		33,8		
IPkt113	Rappoltengrün 11 9 OG1N/O		34,3		34,3		
IPkt114	Rappoltengrün 11 9 OG2N/O		35,6		35,6		
IPkt118	Rappoltengrün 11 11 EG S/O		35,1		35,1		
IPkt119	Rappoltengrün 11 11 OG1S/O		35,4		35,4		
IPkt120	Rappoltengrün 11 11 OG2S/O		35,7		35,7		
IPkt121	Rappoltengrün 11 12 EG S/O		32,2		32,2		
IPkt122	Rappoltengrün 11 12 OG1S/O		32,5		32,5		
IPkt123	Rappoltengrün 11 12 OG2S/O		32,7		32,7		
IPkt124	Rappoltengrün 7 1 EG Ost		34,6		34,6		
IPkt125	Rappoltengrün 7 1 OG1Ost		34,9		34,9		
IPkt126	Rappoltengrün 7 1 OG2Ost		35,3		35,3		
IPkt127	Rappoltengrün 7 2 EG Ost		33,6		33,6		
IPkt128	Rappoltengrün 7 2 OG1Ost		34,1		34,1		
IPkt129	Rappoltengrün 7 2 OG2Ost		34,6		34,6		
IPkt142	Rappoltengrün 7 7 EG N/W		25,4		25,4		
IPkt143	Rappoltengrün 7 7 OG1N/W		28,9		28,9		
IPkt144	Rappoltengrün 7 7 OG2N/W		32,2		32,2		
IPkt148	Rappoltengrün 7 9 EG Nord		32,9		32,9		
IPkt149	Rappoltengrün 7 9 OG1Nord		34,1		34,1		
IPkt150	Rappoltengrün 7 9 OG2Nord		35,5		35,5		
IPkt151	Anbau Rappoltengrün 5 1 EG Ost		33,3		33,3		
IPkt152	Anbau Rappoltengrün 5 1 OG1Ost		34,0		34,0		
IPkt153	Anbau Rappoltengrün 5 1 OG2Ost		30,8		30,8		

IPkt154	Anbau Rappoltengrün 5 2 EG S/O		32,4	32,4			
IPkt155	Anbau Rappoltengrün 5 2 OG1S/O		33,4	33,4			
IPkt156	Anbau Rappoltengrün 5 2 OG2S/O		30,0	30,0			
IPkt175	Anbau Rappoltengrün 5 9 EG Nord		21,3	21,3			
IPkt176	Anbau Rappoltengrün 5 9 OG1Nord		23,8	23,8			
IPkt177	Anbau Rappoltengrün 5 9 OG2Nord		26,0	26,0			
IPkt178	Anbau Rappoltengrün 5 10 EG N/O		28,2	28,2			
IPkt179	Anbau Rappoltengrün 5 10 OG1N/O		30,7	30,7			
IPkt180	Anbau Rappoltengrün 5 10 OG2N/O		31,4	31,4			
IPkt184	Anbau Rappoltengrün 5 12 EG N/O		33,0	33,0			
IPkt185	Anbau Rappoltengrün 5 12 OG1N/O		35,4	35,4			
IPkt186	Anbau Rappoltengrün 5 12 OG2N/O		36,1	36,1			
IPkt190	Rappoltengrün 4 1 EG S/O		22,7	22,7			
IPkt191	Rappoltengrün 4 1 OG1S/O		23,9	23,9			
IPkt192	Rappoltengrün 4 1 OG2S/O		25,7	25,7			
IPkt196	Rappoltengrün 4 3 EG S/W		19,3	19,3			
IPkt197	Rappoltengrün 4 3 OG1S/W		20,5	20,5			
IPkt198	Rappoltengrün 4 3 OG2S/W		25,6	25,6			
IPkt205	Rappoltengrün 4 6 EG N/O		31,7	31,7			
IPkt206	Rappoltengrün 4 6 OG1N/O		32,3	32,3			
IPkt207	Rappoltengrün 4 6 OG2N/O		33,0	33,0			
IPkt208	Rappoltengrün 4 7 EG Ost		21,8	21,8			
IPkt209	Rappoltengrün 4 7 OG1Ost		23,1	23,1			
IPkt210	Rappoltengrün 4 7 OG2Ost		25,1	25,1			
IPkt211	Rappoltengrün 3 1 EG S/O		24,5	24,5			
IPkt212	Rappoltengrün 3 1 OG1S/O		25,7	25,7			
IPkt213	Rappoltengrün 3 1 OG2S/O		28,1	28,1			
IPkt214	Rappoltengrün 3 2 EG Süd		31,8	31,8			
IPkt215	Rappoltengrün 3 2 OG1Süd		32,3	32,3			
IPkt216	Rappoltengrün 3 2 OG2Süd		33,2	33,2			
IPkt238	Rappoltengrün 3 10 EG N/W		31,3	31,3			
IPkt239	Rappoltengrün 3 10 OG1N/W		31,7	31,7			
IPkt240	Rappoltengrün 3 10 OG2N/W		32,4	32,4			
IPkt241	Rappoltengrün 3 11 EG N/W		22,1	22,1			
IPkt242	Rappoltengrün 3 11 OG1N/W		23,6	23,6			
IPkt243	Rappoltengrün 3 11 OG2N/W		30,1	30,1			
IPkt244	Rappoltengrün 3 12 EG Nord		18,4	18,4			
IPkt245	Rappoltengrün 3 12 OG1Nord		21,0	21,0			
IPkt246	Rappoltengrün 3 12 OG2Nord		28,4	28,4			
IPkt247	Rappoltengrün 3 13 EG Ost		18,0	18,0			
IPkt248	Rappoltengrün 3 13 OG1Ost		19,1	19,1			
IPkt249	Rappoltengrün 3 13 OG2Ost		23,3	23,3			
IPkt250	Rappoltengrün 3 14 EG S/O		23,6	23,6			
IPkt251	Rappoltengrün 3 14 OG1S/O		25,0	25,0			
IPkt252	Rappoltengrün 3 14 OG2S/O		27,4	27,4			
IPkt308	Gemischte Baufläche EG Nord		35,9	35,9			
IPkt309	Gemischte Baufläche OG1Nord		36,5	36,5			
IPkt310	Gemischte Baufläche OG2Nord		37,2	37,2			

Anlagengeräusche - Mittlere Liste für ungünstigsten Immissionsort: IO-6

IPkt310 »	Gemischte Baufläche OG2Nord	AL				Einstellung: "Referenzeinstellung"	
		x = 672030,65 m		y = 5586167,71 m		z = 595,23 m	
		Tag		Nacht			
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A		
		/dB	/dB	/dB	/dB		
FLQi062 »	Wechselrichter	25,0	25,0	25,0	25,0		
FLQi061 »	Wechselrichter	24,7	27,9	24,7	27,9		
FLQi060 »	Wechselrichter	24,4	29,5	24,4	29,5		
FLQi059 »	Wechselrichter	23,3	30,4	23,3	30,4		
FLQi058 »	Wechselrichter	22,9	31,1	22,9	31,1		
FLQi057 »	Wechselrichter	22,6	31,7	22,6	31,7		
FLQi055 »	Wechselrichter	21,6	32,1	21,6	32,1		
FLQi054 »	Wechselrichter	21,3	32,4	21,3	32,4		
FLQi053 »	Wechselrichter	21,1	32,8	21,1	32,8		
FLQi052 »	Wechselrichter	20,8	33,0	20,8	33,0		
FLQi019 »	Wechselrichter	20,8	33,3	20,8	33,3		
FLQi018 »	Wechselrichter	20,7	33,5	20,7	33,5		
FLQi021 »	Wechselrichter	20,7	33,7	20,7	33,7		
FLQi022 »	Wechselrichter	20,6	33,9	20,6	33,9		
FLQi051 »	Wechselrichter	20,6	34,1	20,6	34,1		
FLQi016 »	Wechselrichter	20,3	34,3	20,3	34,3		
FLQi050 »	Wechselrichter	20,3	34,5	20,3	34,5		
FLQi020 »	Wechselrichter	20,1	34,6	20,1	34,6		
FLQi025 »	Wechselrichter	20,1	34,8	20,1	34,8		
FLQi048 »	Wechselrichter	19,8	34,9	19,8	34,9		
FLQi063 »	Wechselrichter	19,6	35,0	19,6	35,0		
FLQi047 »	Wechselrichter	19,4	35,2	19,4	35,2		
FLQi064 »	Wechselrichter	19,1	35,3	19,1	35,3		
FLQi015 »	Wechselrichter	19,0	35,4	19,0	35,4		
FLQi011 »	Wechselrichter	19,0	35,5	19,0	35,5		
FLQi065 »	Wechselrichter	18,9	35,6	18,9	35,6		
FLQi066 »	Wechselrichter	18,6	35,6	18,6	35,6		
FLQi012 »	Wechselrichter	18,6	35,7	18,6	35,7		
FLQi068 »	Wechselrichter	18,2	35,8	18,2	35,8		
FLQi088 »	Wechselrichter	18,1	35,9	18,1	35,9		
FLQi069 »	Wechselrichter	18,0	36,0	18,0	36,0		
FLQi087 »	Wechselrichter	17,9	36,0	17,9	36,0		
FLQi070 »	Wechselrichter	17,8	36,1	17,8	36,1		
FLQi071 »	Wechselrichter	17,6	36,1	17,6	36,1		
FLQi122 »	Wechselrichter	17,6	36,2	17,6	36,2		
FLQi072 »	Wechselrichter	17,0	36,3	17,0	36,3		
FLQi073 »	Wechselrichter	16,7	36,3	16,7	36,3		
FLQi074 »	Wechselrichter	16,5	36,4	16,5	36,4		
FLQi075 »	Wechselrichter	16,3	36,4	16,3	36,4		
FLQi001 »	Wechselrichter	16,0	36,4	16,0	36,4		
FLQi123 »	Wechselrichter	15,9	36,5	15,9	36,5		
FLQi124 »	Wechselrichter	15,8	36,5	15,8	36,5		
FLQi125 »	Wechselrichter	15,6	36,5	15,6	36,5		
FLQi126 »	Wechselrichter	15,5	36,6	15,5	36,6		
FLQi127 »	Wechselrichter	15,3	36,6	15,3	36,6		
FLQi128 »	Wechselrichter	15,1	36,6	15,1	36,6		
FLQi129 »	Wechselrichter	14,8	36,7	14,8	36,7		
FLQi145 »	Wechselrichter	14,6	36,7	14,6	36,7		

FLQi130 »	Wechselrichter	14,3	36,7	14,3	36,7	
FLQi131 »	Wechselrichter	14,2	36,7	14,2	36,7	
FLQi132 »	Wechselrichter	14,1	36,8	14,1	36,8	
FLQi144 »	Wechselrichter	14,0	36,8	14,0	36,8	
FLQi133 »	Wechselrichter	13,9	36,8	13,9	36,8	
FLQi134 »	Wechselrichter	13,7	36,8	13,7	36,8	
FLQi135 »	Wechselrichter	13,4	36,9	13,4	36,9	
FLQi136 »	Wechselrichter	13,2	36,9	13,2	36,9	
FLQi137 »	Wechselrichter	13,1	36,9	13,1	36,9	
FLQi138 »	Wechselrichter	13,0	36,9	13,0	36,9	
FLQi139 »	Wechselrichter	12,9	36,9	12,9	36,9	
FLQi140 »	Wechselrichter	12,4	36,9	12,4	36,9	
FLQi141 »	Wechselrichter	12,0	37,0	12,0	37,0	
FLQi003 »	Wechselrichter	11,8	37,0	11,8	37,0	
FLQi002 »	Wechselrichter	11,4	37,0	11,4	37,0	
FLQi146 »	Wechselrichter	11,4	37,0	11,4	37,0	
FLQi004 »	Wechselrichter	11,2	37,0	11,2	37,0	
FLQi142 »	Wechselrichter	10,9	37,0	10,9	37,0	
FLQi147 »	Wechselrichter	10,6	37,0	10,6	37,0	
FLQi005 »	Wechselrichter	10,1	37,0	10,1	37,0	
FLQi006 »	Wechselrichter	9,5	37,0	9,5	37,0	
FLQi143 »	Wechselrichter	9,5	37,0	9,5	37,0	
FLQi148 »	Wechselrichter	9,3	37,1	9,3	37,1	
FLQi007 »	Wechselrichter	9,2	37,1	9,2	37,1	
FLQi008 »	Wechselrichter	9,0	37,1	9,0	37,1	
FLQi076 »	Wechselrichter	8,5	37,1	8,5	37,1	
FLQi010 »	Wechselrichter	8,1	37,1	8,1	37,1	
FLQi086 »	Wechselrichter	7,8	37,1	7,8	37,1	
FLQi085 »	Wechselrichter	7,7	37,1	7,7	37,1	
FLQi149 »	Wechselrichter	7,5	37,1	7,5	37,1	
FLQi083 »	Wechselrichter	7,1	37,1	7,1	37,1	
FLQi084 »	Wechselrichter	7,0	37,1	7,0	37,1	
FLQi114 »	Trafo	6,8	37,1	6,8	37,1	
FLQi150 »	Wechselrichter	6,7	37,1	6,7	37,1	
FLQi081 »	Wechselrichter	6,7	37,1	6,7	37,1	
FLQi080 »	Wechselrichter	6,6	37,1	6,6	37,1	
FLQi151 »	Wechselrichter	6,3	37,1	6,3	37,1	
FLQi079 »	Wechselrichter	6,2	37,1	6,2	37,1	
FLQi152 »	Wechselrichter	6,1	37,1	6,1	37,1	
FLQi153 »	Wechselrichter	5,9	37,1	5,9	37,1	
FLQi077 »	Wechselrichter	5,8	37,1	5,8	37,1	
FLQi154 »	Wechselrichter	5,4	37,1	5,4	37,1	
FLQi155 »	Wechselrichter	4,7	37,1	4,7	37,1	
FLQi156 »	Wechselrichter	3,6	37,1	3,6	37,1	
FLQi157 »	Wechselrichter	3,1	37,1	3,1	37,1	
FLQi160 »	Trafo	3,0	37,1	3,0	37,1	
FLQi159 »	Wechselrichter	2,5	37,2	2,5	37,2	
FLQi112 »	Trafo	2,4	37,2	2,4	37,2	
FLQi116 »	Trafo	2,3	37,2	2,3	37,2	
FLQi158 »	Wechselrichter	2,2	37,2	2,2	37,2	
FLQi117 »	Trafo	1,8	37,2	1,8	37,2	
FLQi120 »	Trafo	-1,3	37,2	-1,3	37,2	
FLQi119 »	Trafo	-2,7	37,2	-2,7	37,2	
FLQi118 »	Trafo	-4,8	37,2	-4,8	37,2	
n=102	Summe		37,2		37,2	