

## MFPA Leipzig GmbH

Gesellschaft für Materialforschung  
und Prüfungsanstalt für  
das Bauwesen Leipzig mbH

Prüf-, Überwachungs- und Zerti-  
fizierungsstelle für Baustoffe, Bau-  
produkte und Bausysteme

Anerkannt nach  
Landesbauordnung (SAC02),  
notifiziert nach Bauprodukten-  
verordnung (NB 0800)

**Geschäftsbereich II:**  
Tragkonstruktionen und  
Schallschutz

Geschäftsbereichsleiterin:  
Prof. Dr.-Ing. Elke Reuschel  
Tel.: +49 (0) 341-6582-143  
Fax: +49 (0) 341-6582-181  
tragwerke@mfpa-leipzig.de

**Arbeitsgruppe 2.3**  
Schallschutz

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Phys. Dietmar Sprinz  
Tel.: +49 (0) 341-6582-115  
sprinz@mfpa-leipzig.de

Dipl.-Ing. Volker Fenske  
Tel.: +49 (0) 341-6582-123  
fenske@mfpa-leipzig.de



Durch die DAkkS GmbH nach DIN EN  
ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflabora-  
torium. Die Urkunde kann unter  
www.mfpa-leipzig.de eingesehen wer-  
den.

**Messstelle nach § 29b BImSchG**

VMPA-anerkannte Prüfstelle nach  
DIN 4109

VMPA-SPG-129-97-SN

---

## Untersuchungsbericht Nr. UB 2.3/24-115-1

vom 16. Dezember 2024

1. Ausfertigung

---

**Gegenstand:** Schallimmissionsprognose für eine Freiflächen-  
Photovoltaikanlage am Standort Aurachtal-Reitacker,  
Gemarkung Falkendorf und Münchaurach

**Auftraggeber:** Projektentwicklung Friedrich Brehm GmbH & Co.KG  
91487 Vestenbergsgreuth  
Dietersdorf 1

**Auftragsdatum:** 12.08.2024

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. V. Fenske  
Dipl.-Ing. M. Busch  
Dipl.-Phys. D. Sprinz

Dieses Dokument besteht aus 15 Seiten und 4 Anlagen.

---

Dieses Dokument darf nur ungekürzt vervielfältigt und veröffentlicht werden. Als rechtsverbindliche Form gilt die deutsche Schriftform mit Originalunterschriften und Originalstempel des/der Zeichnungsberechtigten. Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der MFPA Leipzig GmbH.

---

## Inhalt

1	Aufgabenstellung .....	3
2	Unterlagen .....	3
3	Anlagenbeschreibung .....	5
4	Immissionsorte und immissionsschutzrechtliche Situation .....	6
5	Beurteilungsgrundlagen .....	8
6	Immissionsprognose .....	9
6.1	Schalltechnische Bestandsaufnahme.....	9
7	Berechnungsverfahren.....	13
7.1	Zuschläge .....	14
7.2	Berechnete Beurteilungspegel .....	14
8	Zusammenfassung .....	15

Anlage 1: Lageplan der Immissionsorte (IO)

Anlage 2: Lageplan der Emittenten (E) – Fläche 1

Anlage 3: Berechnungsergebnisse

Anlage 3.1: Übersicht Beurteilungspegel

Anlage 3.2: Liste der Beiträge der einzelnen Elementgruppen (Fläche 1 - 3)

Anlage 3.3: Liste der Beiträge der einzelnen Emittenten (Quellen mit den höchsten Immissionsbeiträgen)

Anlage 4: Prognosesicherheit

## 1 Aufgabenstellung

Die Projektentwicklung Friedrich Brehm GmbH & Co.KG beauftragte die MFWA Leipzig GmbH mit einer Schallimmissionsprognose für eine Freiflächen-Photovoltaikanlage am Standort Aurachtal-Reitacker, Gemarkung Falkendorf und Münchaurach.

## 2 Unterlagen

Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Unterlagen:

- [1] mündliche und schriftliche Angaben über den Betrieb und die Funktionsweise des Vorhabens
- [2] Gemeinde Aurachtal, Vorhabenbezogener Bebauungsplan Freiflächen-Photovoltaikanlage Aurachtal-Reitacker, E-Mail vom 09.10.2024
- [3] Vorplanung zur Anordnung der Module und der Positionierung der Trafostationen, E-Mail vom 09.10.2024
- [4] Vorplanung zur Anordnung der Module und der Positionierung der Trafostationen, E-Mail vom 03.12.2024
- [5] Noise Level of SUN2000 Inverter and Energy Storage System, Huawei Technologies Co., Ltd. Huawei Industrial Base Bantian, Longgang, Version 2.0 Dec. 2022
- [6] Datenblatt\_Trafo 2000 kVA. Liquid-Filled Groundmount Transformer; 3PH, 2000 kVA, HV 20000 V, LV 800 V, HITACHI, 13.03.2024
- [7] Mitteilung der MHB Montage GmbH, E-Mail 30.10.2024

#### Verwendete Normen und Richtlinien:

- [8] VDI 2720, Schallschutz durch Abschirmung im Freien, Ausg. 03/97
- [9] DIN ISO 9613-2 Akustik, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Ausg. Okt. 1999
- [10] Bundes-Immissionsschutz-Gesetz i.d.F. v. 17.05.2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432) geändert worden ist zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 8.4.2019 I 432
- [11] Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) 6. AVwV vom 26.08.1998 In: GMBI. Nr. 26, 1998 S. 503-515, zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 1. Juni 2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- [12] ISO/TR 17534-3:2015-01, Akustik - Software für die Berechnung von Schall im Freien - Teil 3: Empfehlungen zur qualitätsgesicherten Umsetzung von ISO 9613-2 in Software nach ISO 17534-1, Ausg. 1/15

#### sonstige Unterlagen:

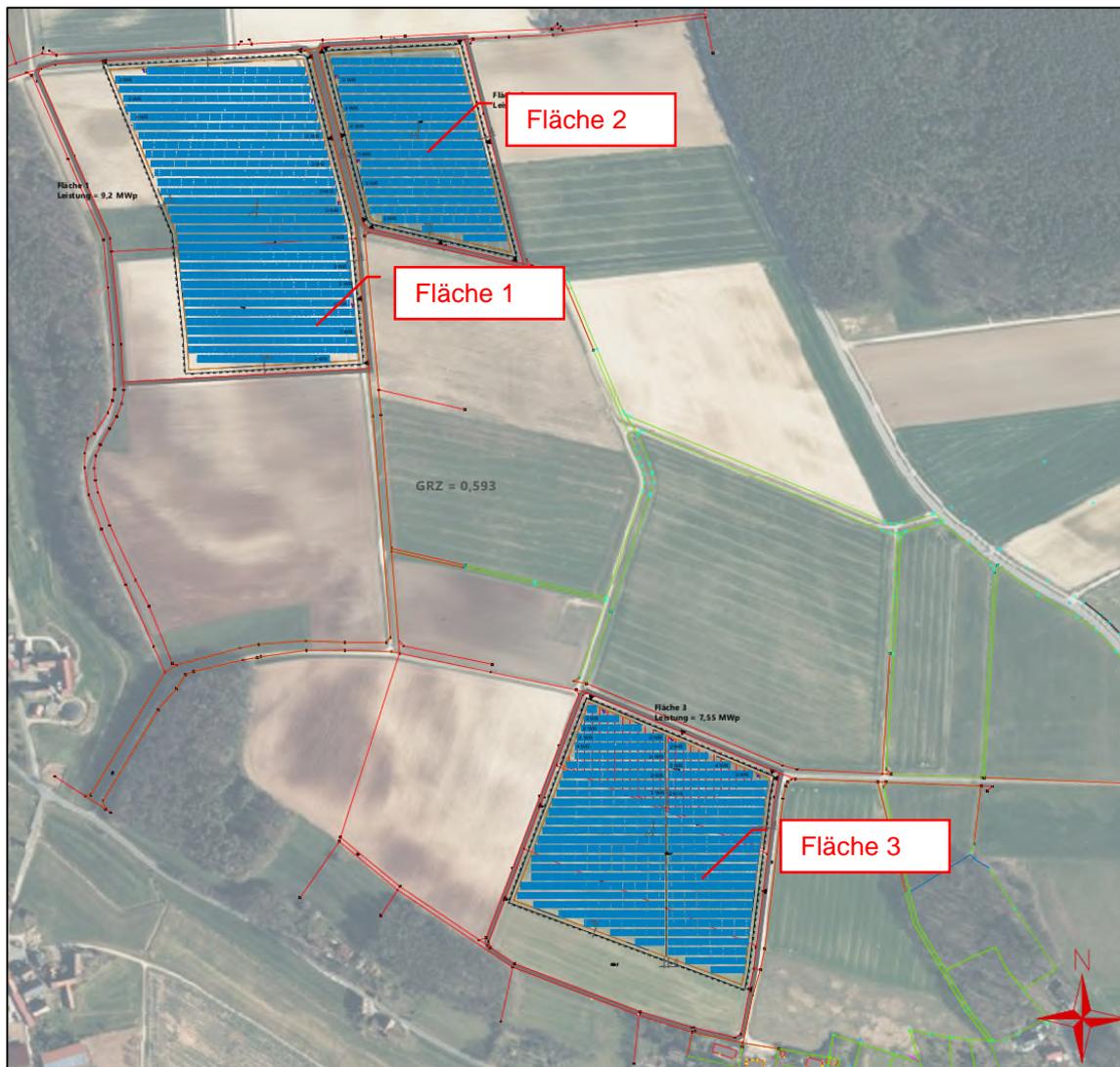
- [13] Flächennutzungsplan der Gemeinde Aurachtal, Fortschreibung 2004, 18. Mai 2004, <https://www.aurachtal.de/flaechennutzungsplan.html> , Abruf 07.11.2024
- [14] <https://solarwissen.selfmade-energy.com/tagesgang-was-ist-das/> , Abruf 18.11.2024

### 3 Anlagenbeschreibung

Am Standort der Gemeinde Aurachtal ist eine PV-Freiflächenanlage auf 3 Freiflächen geplant (vgl. Abbildung 1). Als geräuschverursachende Anlagenteile sind die Trafostationen und die Wechselrichter aufzufassen.

Es kommen die folgenden Geräte zum Einsatz [1]:

- Trafostation (Frima Geise mit 2.000 kW)      Feld 1 bis 3
- Wechselrichter (Huawei Typ Sun2000 330)      Feld 1 und 2
- Wechselrichter (Huawei Typ Sun2000 215)      Feld 3



**Abbildung 1:** Auszug aus der Vorplanung zur Anordnung der Module und der Positionierung der Trafostationen auf den Flächen [3]

## 4 Immissionsorte und immissionsschutzrechtliche Situation

In den textlichen Festsetzungen des Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Freiflächen-Photovoltaikanlage Aurachtal-Reitacker der Gemeinde Aurachtal [2] wurden bzgl. der zu berücksichtigenden Immissionsorte sowie der zulässigen Immissionsrichtwerte folgende Festlegungen getroffen:

### B. Festsetzungen durch Text

#### 1 Art der baulichen Nutzung

Sondergebiet Photovoltaik

1.1 Zulässig sind ausschließlich die Errichtung von aufgeständerten Solarmodulen in starrer Aufstellung sowie der Zweckbestimmung des Sondergebiets unmittelbar dienenden Nebenanlagen, wie technische Einrichtungen zur Speicherung, Umwandlung und Abgabe von elektrischer Energie.

1.2 Auf Fl.Nr. 480/1 ist innerhalb des mit Schraffur gekennzeichneten Bereichs die überbaute Fläche für Nebenanlagen auf 300m<sup>2</sup> begrenzt.

1.3 Die baulichen Nebenanlagen müssen die Anforderungen der TA-Lärm für ein "Reines Wohngebiet" (35 dB(A) nachts), gemessen an der südlichen Grundstücksgrenze von Flurnummer 480/3, einhalten. Eventuell erforderliche Nachbesserungen regelt der Durchführungsvertrag.

1.4 Nach dem endgültigen Ende der solarenergetischen Nutzung sowie der Wiederherstellung des ursprünglichen Bodenzustands wird landwirtschaftliche Nutzung mit Ackerbau und Grünland festgesetzt.

Nach Wunsch des Auftraggebers sind zusätzlich zu der genannten Grundstücksgrenze (IO 1.1 – IO 1.3) der Dörfleser Weg 14 (IO 2) und 34 (IO 3) als Immissionsorte in die Betrachtung einzubeziehen

Gemäß dem Flächennutzungsplan der Gemeinde Aurachtal [13] befinden sich die Immissionsorte Dörfleser Weg 14 und 34 in einem Allgemeinen Wohngebiet (WA). Vorsorglich wurde in Absprache mit dem Auftraggeber für die Immissionsorte IO 2 und 3 der Schutzanspruch eines reinen Wohngebietes (WR) unterstellt.

Die Immissionsrichtwerte betragen gemäß TA-Lärm [11] für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden:

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)

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

Vorbelastungen des Standortes sind nicht bekannt.

### Irrelevanz nach TA-Lärm [11]

Gemäß TA-Lärm Abschnitt 3.2.1 ist im Regelfall der von einer Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf das Gesetzeswerk als nicht relevant anzusehen, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

Zur Berücksichtigung von Vorbelastungen werden deshalb die reduzierten Immissionsrichtwerte nach dem 6 dB-Kriterium auf die umliegenden Immissionsorte angewendet (IO 2, IO 3).

Die den Immissionsorten zuordenbaren nicht reduzierten Immissionsrichtwerte (IO 1) nach [2] und den reduzierten Immissionsrichtwerten gemäß Gebietseinstufung (IO 2, IO 3) sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

**Tabelle 1:** Immissionsorte und Immissionsrichtwerte IRW tags und nachts in dB(A) [2]

IO	Immissionsort und Gebietsart	IRW	
		Tag [dB(A)]	Nacht [dB(A)]
1	Südliche Grundstücksgrenze von Flur Nr. 480/3, WR	50	35
2	Dörflaser Weg 14, WR	44	29
3	Dörflaser Weg 34, WR	44	29

Es wurde folgende Immissionshöhen für die Berechnungen gewählt:

IO 1	4 m
IO 2-3	5 m

Die Lage der Immissionsorte ist aus Anlage 1 und 2 ersichtlich.

## 5 Beurteilungsgrundlagen

Bei der vorliegenden Anlage sind die Bestimmungen des BImSchG für die Beurteilung von Lärmeinwirkungen durch den Betrieb heranzuziehen.

Die Beurteilung eines Geräusches erfolgt anhand eines so genannten Beurteilungspegels. Dieser berücksichtigt die auftretenden A-bewerteten Schallpegel, die Einwirkzeit, die Tageszeit des Auftretens und besondere Geräuschmerkmale (z.B. hervorgehobene Einzeltöne, Impulshaltigkeit, Informationshaltigkeit).

Das Einwirken des vorhandenen Geräusches auf den Menschen wird dem Einwirken eines konstanten Geräusches während des gesamten Bezugszeitraumes gleichgesetzt. Zur Bestimmung des Beurteilungspegels wird die tatsächliche Geräuscheinwirkung während des Tages auf den Bezugszeitraum von 16 Stunden (6.00 - 22.00 Uhr) und zur Nachtzeit (22.00 - 6.00 Uhr) auf die lauteste Nachtstunde bezogen.

Treten in dem zu beurteilenden Geräusch während bestimmter Teilzeiten ein oder mehrere Töne hörbar hervor oder ist das Geräusch informationshaltig, dann sind in den entsprechenden Teilzeiten je nach Auffälligkeit ein Zuschlag von 3 oder 6 dB hinzuzurechnen. Enthält das zu beurteilende Geräusch während bestimmter Teilzeiten Impulse, so ist in den entsprechenden Teilzeiten ein Zuschlag für Impulshaltigkeit zu berücksichtigen. Die Höhe des Zuschlages wird aus der Differenz des Taktmaximal-Mittelungspegels ( $L_{AFTeq}$ ) und des Mittelungspegels ( $L_{Aeq}$ ) bestimmt.

Die erhöhte Störwirkung von Geräuschen wird in Gebieten nach Nummer 6.1 (d-f) der TA-Lärm durch einen Zuschlag von 6 dB für nachfolgend aufgeführte Zeiten berücksichtigt:

an Werktagen	06.00 - 07.00 Uhr
	20.00 - 22.00 Uhr
an Sonn- und Feiertagen	06.00 - 09.00 Uhr
	13.00 - 15.00 Uhr
	20.00 - 22.00 Uhr

Die nach dem oben beschriebenen Verfahren ermittelten Beurteilungspegel sollen die Immissionsrichtwerte gemäß Abschnitt 4 nicht überschreiten.

Weiterhin sind folgende Regelungen zur Beurteilung heranzuziehen:

- Bezugszeitraum während der Nacht ist die lauteste volle Stunde
- Vermeidung kurzzeitiger Überschreitungen der Immissionswerte "außen" am Tage um mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um mehr als 20 dB(A)

## 6 Immissionsprognose

### 6.1 Schalltechnische Bestandsaufnahme

Folgende schalltechnischen Kennwerte sind bekannt [1]:

- Trafostation (Frima Geise mit 2.000 kW)  $L_{WA} = 55 \text{ dB(A)}$  [6]
- Wechselrichter (Huawei Typ Sun2000 330)  $L_P(1 \text{ m}) \leq 75 \text{ dB(A)}$  [5]
- Wechselrichter (Huawei Typ Sun2000 215)  $L_P(1 \text{ m}) \leq 65 \text{ dB(A)}$  [5]

Für die Wechselrichter wurden aus den Schalldruckpegeln  $L_P$  (in einem Meter Entfernung in Front zu dem Wechselrichter) die folgenden Schallleistungspegel berechnet:

- Huawei Typ Sun2000 330  $L_{WA} = 86 \text{ dB(A)}$
- Huawei Typ Sun2000 215  $L_{WA} = 76 \text{ dB(A)}$

Die Anzahl der Geräte ist in Tabelle 2 zusammengestellt.

**Tabelle 2:** Anzahl der Geräte auf den Flächen

Fläche Nr.	Anzahl der Trafostationen	Anzahl der Wechselrichter Typ Sun2000 330	Anzahl der Wechselrichter Typ Sun2000 215
1	2	20	-
2	2	12	-
3	3	-	30

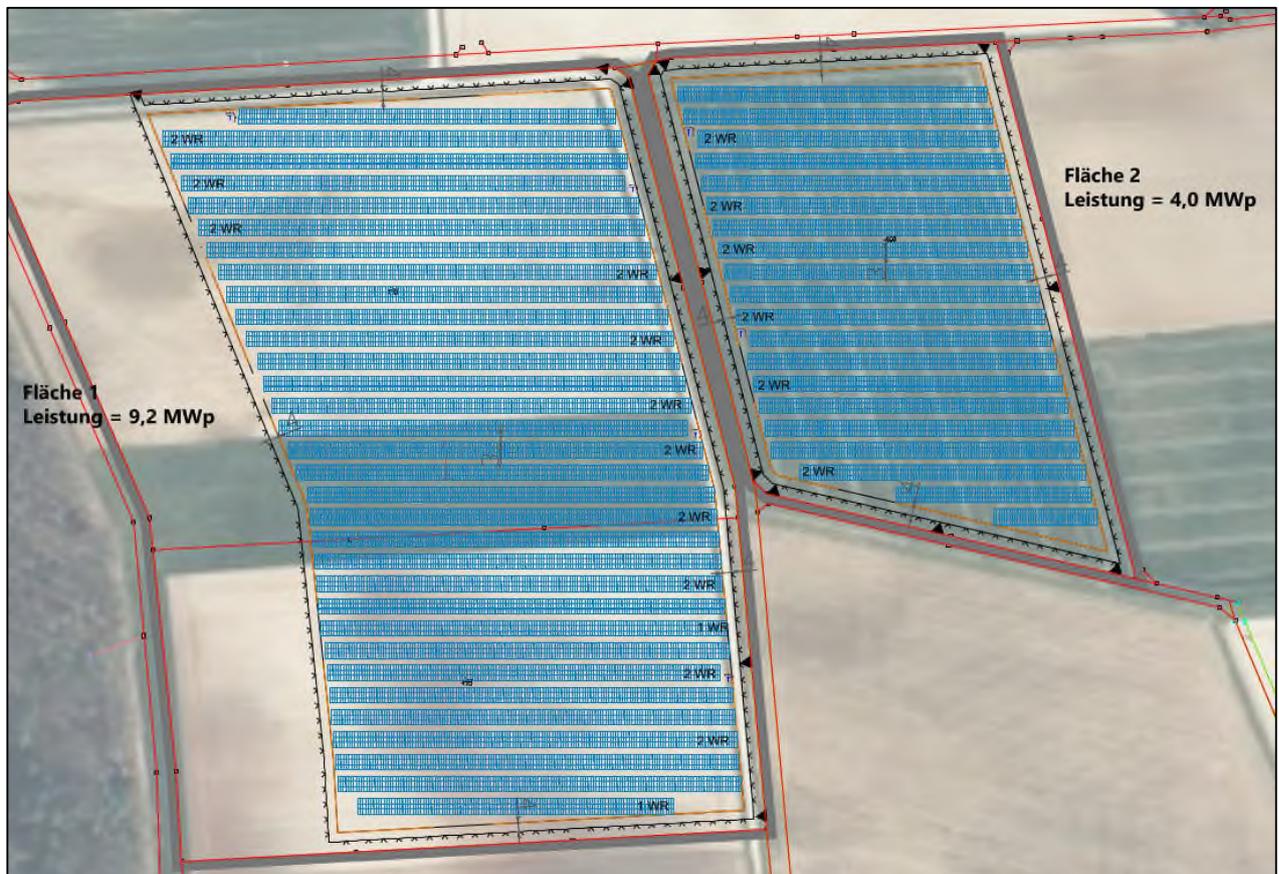
Die Geräuschquellen werden mit Hilfe von Punktschallquellen beschrieben. Deren Lage auf den Flächen ist in Abbildung 3 und Abbildung 4 dargestellt.

Den Schallquellen werden die genannten Schallleistungen und deren Anzahl (Gruppen von Wechselrichtern werden in Gruppen von Schallquellen zusammengefasst und jeweils mit einer Punktschallquelle beschrieben) zugewiesen. Die Wechselrichter werden bzgl. ihrer Lage auf der mittleren Höhe der hinteren Befestigungsstütze unter den Paneelen angeordnet (vgl. Abbildung 2)



**Abbildung 2:** Anordnung von Wechselrichtern unterhalb der Paneele (Beispiel)

Die Paneele wurden entsprechend ihrer Anzahl, Anordnung, Ausrichtung und Neigung im Gelände auf der Basis eines digitalen Geländemodells [1] modelliert.



**Abbildung 3:** Anordnung und Anzahl der Wechselrichter (WR) und Trafostationen (T) auf der Fläche 1 und 2 [3]



**Abbildung 4:** Anordnung und Anzahl der Wechselrichter (WR) und Trafostationen (T) auf der Fläche 3 [4]

Als Einwirkzeit wird im Sinne eines Wort Case tagsüber ein Vollastbetrieb von 06:00 bis 22:00 Uhr über 16 h angesetzt.

Nachts ist auf Grund der fehlenden Sonneneinstrahlung mit keiner bzw. vernachlässigbarer Stromerzeugung der Anlage zu rechnen, womit keine bzw. vernachlässigbare Geräuschemissionen erfolgen.

Im Sinne eines Wort Case wird auch während der ungünstigsten vollen Nachstunde der Vollastbetrieb von 1 h angesetzt, da eine Kennkurve der Schalleistung in Abhängigkeit von deren Last nicht vorliegt.

#### **Anmerkung [14]**

*Der Tagesgang der Intensität der Sonnenstrahlung bezeichnet den charakteristischen Verlauf der Intensität der Sonnenstrahlung im Tagesverlauf.*

*Die Intensität der Sonnenstrahlung wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, wie z.B. der geographischen Breite, der Jahreszeit und dem Wetter. Für die solare Stromerzeugung ist der Tagesgang von besonderer Bedeutung, da er den Verlauf der Stromerzeugung durch Photovoltaikanlagen beeinflusst.*

*Morgens steigt die Intensität der Sonnenstrahlung zunächst langsam an, bevor sie zur Mittagszeit ihr Maximum erreicht. Danach nimmt sie bis zum Sonnenuntergang am Abend wieder langsam ab. Dieser Verlauf hat Auswirkungen auf die Stromerzeugung von Solaranlagen, da die Leistung der Solarzellen von der Intensität der Sonnenstrahlung abhängt. Während des Tagesverlaufs erreicht die Solarstromproduktion um die Mittagszeit, wenn die Sonne am höchsten steht, ihr Maximum. In den Morgen- und Abendstunden, wenn die Sonne tiefer am Himmel steht, ist die Intensität der Sonnenstrahlung geringer und damit auch die Stromproduktion.*

Somit schwankt auch die Geräuschemission der Wechselrichter, womit auch um 22 Uhr im Hochsommer keine oder eine deutlich verminderte Leistung mehr vorhanden sein sollte. In der Nacht gehen die Wechselrichter komplett außer Betrieb. Die Lüfter in den verwendeten Wechselrichtern verfügen über eine Drehzahl-Regelung und regeln dementsprechend bei wenig Leistung auch ab [7].

## 7 Berechnungsverfahren

Nach den Festlegungen der TA Lärm werden nach DIN ISO 9613-2 über eine Schallausbreitungsrechnung die Immissionen der Schallquellen berechnet und logarithmisch an den Aufpunkten addiert. Die Berechnungen erfolgen für eine Oktavmittenfrequenz von 500 Hz (Summenpegel) für die Fassaden und in Oktaven für die Außenschallquellen.

Aus dem Schallleistungspegel  $L_W$  einer Schallquelle wird der in der Entfernung  $d$  von einer Quelle zu erwartende äquivalente Langzeit-Mittelungspegel  $L_T$  ( $LT$ ) =  $L_T(DW)$  -  $c_{met}$  unter Berücksichtigung der Geometrie, der Luftabsorption, der Dämpfung durch Meteorologie und Boden, der Abschirmung und anderer Effekte nach folgender Formel berechnet:

$$L_T(DW) = L_W + D_c - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{bar} - A_{misc}$$

Dabei ist

$D_c$  die Richtwirkungskorrektur

$A_{div}$  die Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung

$A_{atm}$  die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption

$A_{gr}$  die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts

$A_{bar}$  die Dämpfung aufgrund von Abschirmung

$A_{misc}$  die Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte

$c_{met}$  die meteorologische Korrektur

Zur Berechnung der Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts  $A_{gr}$  sind in DIN ISO 9613-2 zwei Verfahren beschrieben:

- Allgemeines Berechnungsverfahren mit frequenzabhängiger Berechnung unter Berücksichtigung der akustischen Eigenschaften (Reflexion) der Bodenoberfläche im Quell-, Mittel- und Empfängerbereich.
- Alternatives Verfahren mit frequenzunabhängiger Berechnung, wenn nur der A-bewertete Schalldruckpegel von Interesse ist.

Zur Berechnung von  $A_{gr}$  das wird das alternative Verfahren angewendet.

Die meteorologische Korrektur  $c_{met}$  wird durch die pauschale Verwendung von  $c_0$  berücksichtigt ( $c_0 = 2$  Tag/ 1 Abend/ 0 Nacht).

Die Berechnungen wurden mit dem Rechenprogramm „IMMI“ in der Version 2023 durchgeführt.

## 7.1 Zuschläge

Tonhaltige und informationshaltige Geräuschimmissionen sind im Zusammenhang mit dem Betrieb der Anlage an den Immissionsorten nicht zu erwarten.

$$K_T = K_{Inf} = 0 \text{ dB}$$

Durch den Betrieb der Anlage ist nicht mit impulshaltigen Geräuschemissionen zu rechnen.

$$K_I = 0 \text{ dB}$$

Bei einer Einstufung der Immissionsorte als Wohngebiet WR/WA ist der Ruhezeitzuschlag ( $K_R$ ) anzuwenden (s. Abschnitt 4).

$$K_R = 6 \text{ dB (IO 1 - 3)}$$

## 7.2 Berechnete Beurteilungspegel

In Tabelle 3 sind die an den Immissionsorten berechneten Beurteilungspegel für die Anlage zusammengestellt und den Immissionsrichtwerten gemäß Abschnitt 4 gegenübergestellt. In Abbildung 5 ist das Pegelraster Nacht dargestellt. Die Liste der Beiträge der einzelnen Emittenten ist in Anlage 4.3 enthalten.

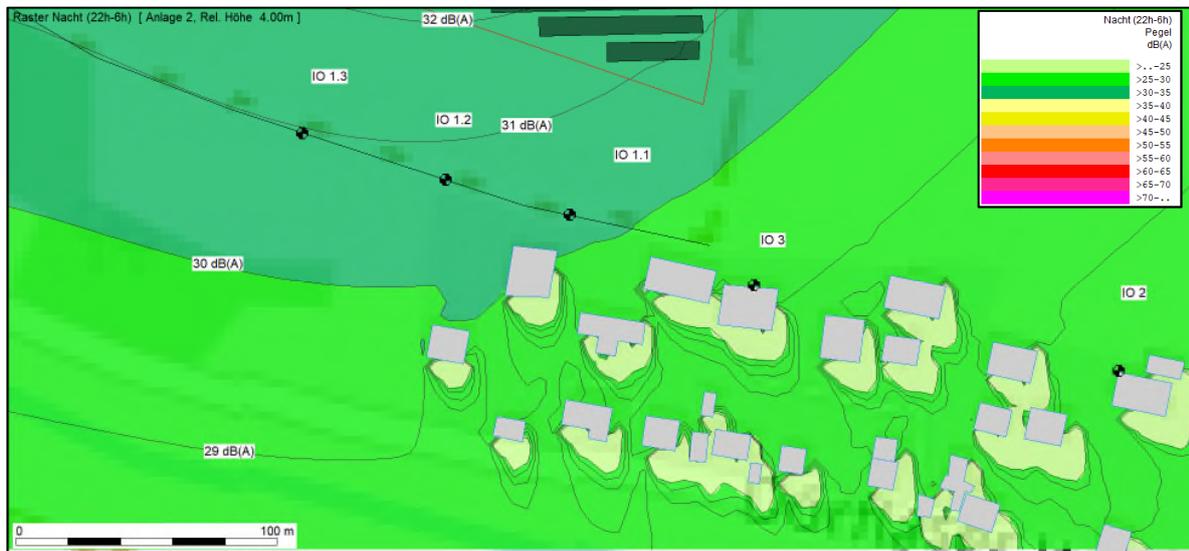
**Tabelle 3:** Berechnete Beurteilungspegel für die Anlage und Vergleich mit den Immissionsrichtwerten gemäß Abschnitt 4

IO	Beurteilungspegel in dB(A)			IRW gemäß Abschnitt 4		IRW eingehalten ?	
	Tag werktags	Tag sonntags feiertags	Nacht <sup>1</sup>	Tag	Nacht <sup>1</sup>	Tag tags	Nacht <sup>1</sup>
1	< 32 <sup>2</sup>	< 34 <sup>2</sup>	< 31 <sup>2</sup>	50	35	ja/ja	ja
2	28,4	30,3	27,8	44	29	ja/ja	ja
3	29,8	31,7	29,2	44	29	ja/ja	ja

Ein Vergleich der berechneten Beurteilungspegel (Tabelle 3) mit den Immissionsrichtwerten gemäß Abschnitt 4, zeigt, dass diese an den Immissionsorten tagsüber und nachts eingehalten werden.

<sup>1</sup> „ungünstigste volle Nachtstunde“

<sup>2</sup> Der Immissionsort „südlich Grundstücksgrenze“ wird mit Hilfe von drei Immissionsorten (vgl. Anlage 1 bis 3 und Abbildung 5) beschrieben, wobei die angegebenen Werte nicht überschritten werden.



**Abbildung 5:** Pegelraster Nacht (5 m x 5 m, 4 m über Boden)

## 8 Zusammenfassung

Die Projektentwicklung Friedrich Brehm GmbH & Co.KG beauftragte die MFGPA Leipzig GmbH mit einer Schallimmissionsprognose für eine Freiflächen-Photovoltaikanlage am Standort Aurachtal-Reitäcker, Gemarkung Falkendorf und Münchaurach.

Im Ergebnis der Berechnungen ist festzustellen, dass durch den Betrieb der auf 3 Flächen installierten Anlage die Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten eingehalten werden.

Die berechneten Immissions- und Beurteilungspegel gelten nur für die in dieser Prognose verwendeten Ausgangsdaten und die getroffenen Annahmen. Wenn von den Ausgangsdaten bzw. Annahmen abgewichen wird, ist mit veränderten Beurteilungspegeln zu rechnen. In diesem Fall müssen bei Kenntnisnahme die Berechnungen ggf. überprüft bzw. aktualisiert werden.

Leipzig, den 16. Dezember 2024

\_\_\_\_\_  
Dipl. Phys. Dietmar Sprinz  
Arbeitsgruppenleiter

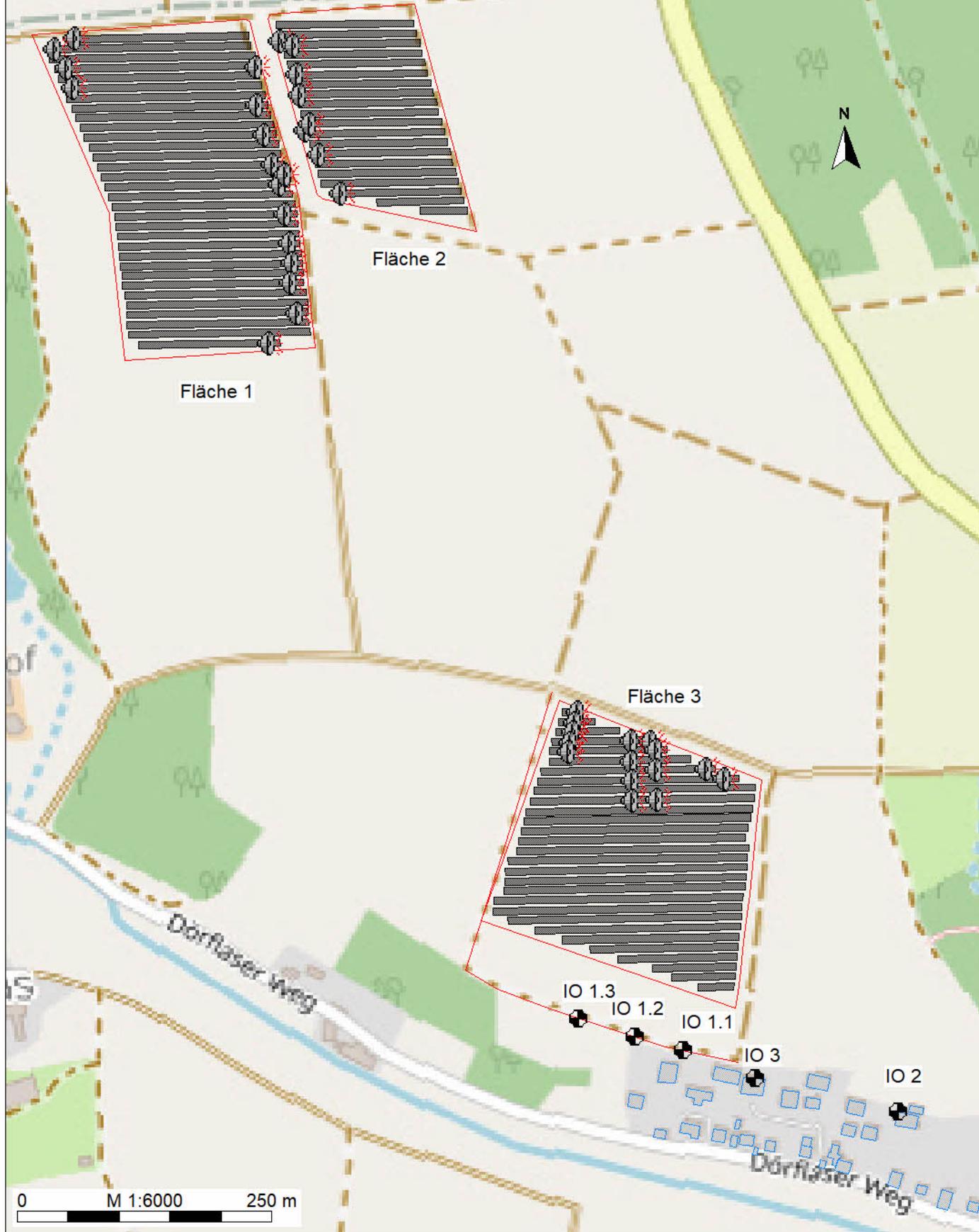
\_\_\_\_\_  
Dipl.-Ing. Volker Fenske  
Leiter §29b-Messstelle

# Lageplan der Immissionsorte IO und der Emittenten



Bereich Schallschutz  
Hans-Weigel-Str. 2b  
04129 Leipzig

Lageplan [ Anlage 1 ] -- UTM (Streifenbreite 6°), nördliche Hemisphäre; WGS84 (Weltweit GPS), geozentrisch

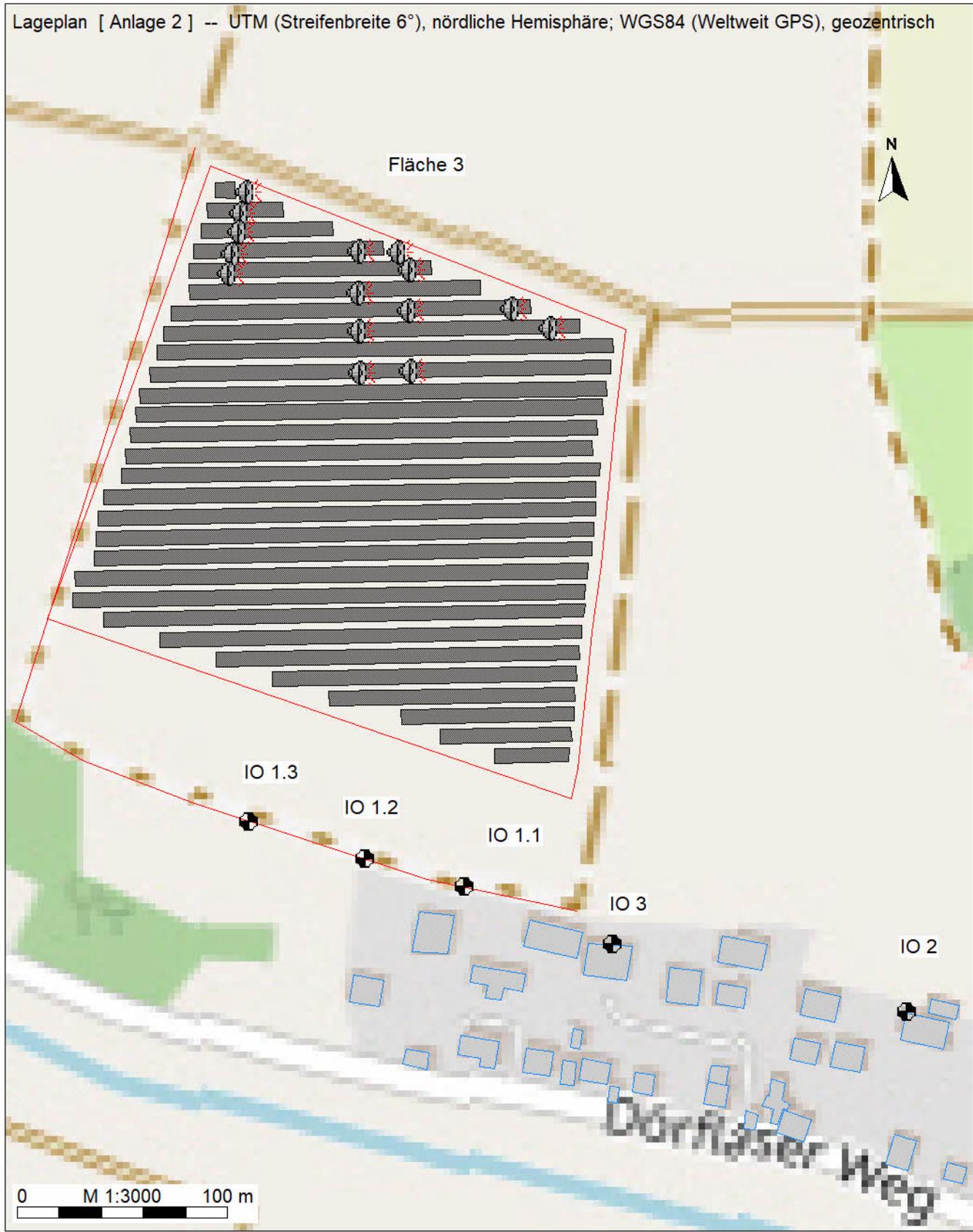


MPFA Leipzig GmbH  
UB 2.3/24-115

Anlage 1

# Lageplan der Immissionsorte IO und der Emittenten - Fläche 3

**MFPA** Bereich Schallschutz  
Hans-Weigel-Str. 2b  
04129 Leipzig



MPFA Leipzig GmbH  
UB 2.3/24-115

Anlage 2

## Anlage 4: Berechnungsergebnisse

### Anlage 4.1: Übersicht Beurteilungspegel

Kurze Liste		Punktberechnung					
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (1998)					
Anlage 2		Einstellung: Kopie von Referenz					
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt002	IO1.1 südl.Grenze Süd Fl.Nr.480-3		31,0		33,0		30,4
IPkt004	IO1.2 südl.Grenze Süd Fl.Nr.480-3		31,3		33,3		30,7
IPkt005	IO1.3 südl.Grenze Süd Fl.Nr.480-3		31,6		33,5		31,0
IPkt003	IO 2 Dörf laser Weg 14		28,4		30,3		27,8
IPkt001	IO 3 Dörf laser Weg 34		29,8		31,7		29,2

### Anlage 4.2: Liste der Beiträge einzelner Elementgruppen (Fläche 1 bis 3)

Mittlere Liste »		Punktberechnung					
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (1998)					
IPKt002 »		Anlage 2 Einstellung: Kopie von Referenz					
		x = 632203,38 m		y = 5493648,63 m		z = 4,00 m	
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
Elementgruppe »	WR Feld 3-1	27,8	27,8	29,8	29,8	27,1	27,1
Elementgruppe »	WR Feld 1	26,7	30,3	28,6	32,2	26,1	29,7
Elementgruppe »	WR Feld 2	23,0	31,0	24,9	33,0	22,4	30,4
	Summe		<b>31,0</b>		<b>33,0</b>		<b>30,4</b>

IPKt004 »		Anlage 2 Einstellung: Kopie von Referenz					
		x = 632155,82 m		y = 5493662,32 m		z = 4,00 m	
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
Elementgruppe »	WR Feld 3-1	28,3	28,3	30,2	30,2	27,6	27,6
Elementgruppe »	WR Feld 1	26,8	30,6	28,8	32,6	26,3	30,0
Elementgruppe »	WR Feld 2	23,1	31,3	25,0	33,3	22,6	30,7
	Summe		<b>31,3</b>		<b>33,3</b>		<b>30,7</b>

IPKt005 »		Anlage 2 Einstellung: Kopie von Referenz					
		x = 632101,01 m		y = 5493680,06 m		z = 4,00 m	
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
Elementgruppe »	WR Feld 3-1	28,4	28,4	30,3	30,3	27,6	27,6
Elementgruppe »	WR Feld 1	27,3	30,9	29,2	32,8	26,7	30,2
Elementgruppe »	WR Feld 2	23,5	31,6	25,4	33,5	23,0	31,0
	Summe		<b>31,6</b>		<b>33,5</b>		<b>31,0</b>

IPKt003 »		Anlage 2 Einstellung: Kopie von Referenz					
		x = 632413,38 m		y = 5493588,60 m		z = 5,00 m	
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	

		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
Elementgruppe »	WR Feld 1	25,2	25,2	27,1	27,1	24,7	24,7
Elementgruppe »	WR Feld 3-1	23,5	27,4	25,4	29,4	22,8	26,9
Elementgruppe »	WR Feld 2	21,2	28,4	23,1	30,3	20,7	27,8
	Summe		<b>28,4</b>		<b>30,3</b>		<b>27,8</b>

IPkt001 »	IO 3 Dörf laser Weg 34	Anlage 2	Einstellung: Kopie von Referenz				
		x = 632273,81 m	y = 5493621,41 m		z = 5,00 m		
		Werktag (6h-22h)	Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
Elementgruppe »	WR Feld 3-1	26,1	26,1	28,0	28,0	25,3	25,3
Elementgruppe »	WR Feld 1	25,9	29,0	27,8	30,9	25,3	28,3
Elementgruppe »	WR Feld 2	22,2	29,8	24,1	31,7	21,6	29,2
	Summe		<b>29,8</b>		<b>31,7</b>		<b>29,2</b>

### Anlage 4.3: Liste der Beiträge der einzelnen Emittenten (Quellen mit den höchsten Immissionsbeiträgen)

Mittlere Liste »		Punktberechnung					
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (1998)					
IPkt002 »	IO1.1 südl.Grenze Süd	Anlage 2	Einstellung: Kopie von Referenz				
		x = 632203,38 m	y = 5493648,63 m		z = 4,00 m		
		Werktag (6h-22h)	Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
EZQi060 »	WR 26-29 Fläche 3	19,7	19,7	21,6	21,6	19,0	19,0
EZQi059 »	WR 24-25 Fläche 3	17,9	21,9	19,8	23,8	17,1	21,2
EZQi052 »	WR 7-10 Fläche 3	17,7	23,3	19,6	25,2	17,0	22,6
EZQi056 »	WR 18-19 Fläche 3	17,6	24,3	19,5	26,2	16,8	23,6
EZQi026 »	WR 24 Fläche 1	17,4	25,1	19,3	27,0	16,8	24,4
n=39	Summe		<b>31,0</b>		<b>33,0</b>		<b>30,4</b>

IPkt004 »	IO1.2 südl.Grenze Süd	Anlage 2	Einstellung: Kopie von Referenz				
		x = 632155,82 m	y = 5493662,32 m		z = 4,00 m		
		Werktag (6h-22h)	Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)		
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
EZQi060 »	WR 26-29 Fläche 3	19,5	19,5	21,4	21,4	18,8	18,8
EZQi052 »	WR 7-10 Fläche 3	18,8	22,2	20,7	24,1	18,1	21,4
EZQi056 »	WR 18-19 Fläche 3	18,3	23,7	20,2	25,6	17,6	22,9
EZQi059 »	WR 24-25 Fläche 3	18,3	24,8	20,2	26,7	17,5	24,0
EZQi026 »	WR 24 Fläche 1	17,6	25,5	19,6	27,5	17,1	24,8
n=39	Summe		<b>31,3</b>		<b>33,3</b>		<b>30,7</b>

IPkt005 »	IO1.3 südl.Grenze Süd	Anlage 2					
		Einstellung: Kopie von Referenz					
		x = 632101,01 m		y = 5493680,06 m		z = 4,00 m	
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
EZQi052 »	WR 7-10 Fläche 3	20,1	20,1	22,0	22,0	19,4	19,4
EZQi060 »	WR 26-29 Fläche 3	18,8	22,5	20,7	24,4	18,1	21,8
EZQi026 »	WR 24 Fläche 1	18,2	23,9	20,1	25,8	17,6	23,2
EZQi056 »	WR 18-19 Fläche 3	18,1	24,9	20,0	26,8	17,3	24,2
EZQi025 »	WR 22-23 Fläche 1	17,7	25,7	19,6	27,6	17,1	25,0
n=39	Summe		<b>31,6</b>		<b>33,5</b>		<b>31,0</b>

IPkt003 »	IO 2 Dörfaser Weg 14	Anlage 2					
		Einstellung: Kopie von Referenz					
		x = 632413,38 m		y = 5493588,60 m		z = 5,00 m	
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
EZQi026 »	WR 24 Fläche 1	17,7	17,7	19,6	19,6	17,1	17,1
EZQi060 »	WR 26-29 Fläche 3	16,1	19,9	18,0	21,9	15,4	19,4
EZQi025 »	WR 22-23 Fläche 1	15,1	21,2	17,1	23,1	14,6	20,6
EZQi024 »	WR 20-21 Fläche 1	14,8	22,1	16,8	24,0	14,3	21,5
EZQi022 »	WR 17-18 Fläche 1	14,5	22,8	16,4	24,7	14,0	22,2
n=39	Summe		<b>28,4</b>		<b>30,3</b>		<b>27,8</b>

IPkt001 »	IO 3 Dörfaser Weg 34	Anlage 2					
		Einstellung: Kopie von Referenz					
		x = 632273,81 m		y = 5493621,41 m		z = 5,00 m	
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
EZQi060 »	WR 26-29 Fläche 3	18,8	18,8	20,7	20,7	18,0	18,0
EZQi026 »	WR 24 Fläche 1	16,5	20,8	18,4	22,7	15,9	20,1
EZQi025 »	WR 22-23 Fläche 1	16,3	22,1	18,3	24,0	15,8	21,5
EZQi061 »	WR 30-32 Fläche 3	16,0	23,1	18,0	25,0	15,3	22,4
EZQi024 »	WR 20-21 Fläche 1	15,9	23,8	17,8	25,8	15,3	23,2
n=39	Summe		<b>29,8</b>		<b>31,7</b>		<b>29,2</b>

## Aussage zur Prognosesicherheit der ermittelten Beurteilungspegel

Die Qualität der Schallimmissionsprognose hängt ab von

- der Genauigkeit der Eingabedaten (Schallemissionen),
- der Genauigkeit des Prognosemodells einschließlich seiner programmtechnischen Umsetzung.

### Schallemissionen

Dem Gutachten liegen zahlreiche Angaben zu den Schalleistungspegeln zugrunde. Diese schriftlich vorliegenden und meist zusammengestellten Angaben stammen aus verschiedenen Ursprungsquellen (Fachliteratur, Messberichte).

Vergleichsstandardabweichung  $\sigma_R$

Dies ist die Standardabweichung der Messergebnisse, die bei Wiederholungsmessungen an demselben Aggregat bei exakt gleichen Betriebsbedingungen bei Messungen an verschiedenen Standorten durch verschiedene Personen auftritt. Aufgrund des Standes der Messtechnik, der i.allg. geschulten Messingenieure und des Bedarfs nach zuverlässigen Schallemissionsangaben auch aus juristischen Erwägungen heraus kann damit gerechnet werden, dass  $\sigma_R \leq 1,5$  dB beträgt.

### Produktionsstandardabweichung $\sigma_P$

$\sigma_P$  gibt die Streuung der Messwerte wieder, die bei Wiederholungsmessungen an Aggregaten des gleichen Fabrikats bedingt durch zulässige Fertigungstoleranzen auftritt. Setzt man aufgrund von Empfehlungen aus normativ tätigen Arbeitskreisen an, dass, sofern keine Angaben zur genannten Streuung vorliegen, der kennzeichnende Schallpegel unter Verwendung eines Sicherheitszuschlags von 2 dB ausgewiesen werden soll, damit 95% aller Werte unterhalb dieses ausgewiesenen Pegels liegen - so ergibt sich daraus ein zugehöriges  $\sigma_P \leq 1,2$  dB<sup>3</sup>.

### Prognosemodell

Die DIN ISO 9613-2, die für die Schallausbreitungsrechnung nach TA-Lärm herangezogen wurde, gibt ein Berechnungsverfahren der Genauigkeitsklasse 2 wieder. Deshalb ist, bei den zugrundegelegten Ausbreitungsbedingungen für leichten Mitwind, mit einer

**Standardabweichung für die Prognose  $\sigma_{\text{Progn}} \leq 1,5$  dB zu rechnen.**

---

<sup>3</sup> Der Fall „95% aller Werte liegen unterhalb des Mittelwertes+2dB“ korrespondiert entsprechend den Gesetzen der mathematischen Statistik zur Normalverteilung mit einer Standardabweichung von 1,2 dB.

Die Angaben in DIN ISO 9613-2 Tab. 5 zur „geschätzten Genauigkeit“ von max.  $\pm 3$  dB für die prognostizierten Schallpegel sind als Schwankungsbereich im Sinne eines 95% igen Vertrauensbereichs zu interpretieren<sup>4</sup>.

Die Berechnungen nach DIN ISO 9613-2 im Rahmen dieses Gutachtens erfolgten mit der aktuellen Version des Programmsystems IMMI, einem Programmsystem, welches seine Zuverlässigkeit in Qualitätsuntersuchungen erfolgreich unter Beweis gestellt hat.

### Qualität der Schallimmissionsprognose

Die **Gesamtstandardabweichung**  $\sigma_{\text{ges}}$ , die als Maß für die Qualität der Schallimmissionsprognose herangezogen werden kann, errechnet sich nach den Gesetzen der mathematischen Statistik zu

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{(\sigma_{\text{R}}^2 + \sigma_{\text{P}}^2 + \sigma_{\text{Progn}}^2)}$$

d.h. im vorliegenden Fall zu  $\sigma_{\text{ges}} = 2,4$  dB.

Wenn die, sich aus  $\sigma_{\text{ges}}$  zu berechnende, obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Schallpegels kleiner oder gleich dem Immissionsrichtwert ist, wird der Immissionsrichtwert sicher eingehalten. Setzt man an, dass 90% aller Werte unterhalb dieser oberen Vertrauensbereichsgrenze  $L_0$  liegen sollen, so ergibt sich  $L_0$  nach den Gesetzen der mathematischen Statistik entsprechend nachfolgender Gleichung. Der Immissionsrichtwert (IRW) wird daher in 90% aller Fälle eingehalten, wenn gilt:

$$L_0 = L_m + 1,28 \times \sigma_{\text{ges}} \leq \text{IRW}$$

$L_0$ : obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Schallpegels

$L_m$ : prognostizierter Schallpegel

1,28: Standardnormvariable für den Fall „90% aller Schallpegel unterhalb  $L_0$ “

Im vorliegenden Fall wird daher der Immissionsrichtwert entsprechend den obigen Ausführungen dann **sicher** eingehalten, wenn der prognostizierte Schallpegel um  $\geq 3,1$  dB (=  $1,28 \times \sigma_{\text{ges}}$ ) unter dem Immissionsrichtwert liegt.

Da bezüglich der Schalleistungspegel in vorliegender Prognose solche Werte verwendet wurden, dass ungünstige Situationen wiedergegeben werden, sind zusätzliche (quantitativ aber nicht ausweisbare) Sicherheiten in der Berechnung enthalten. **Daher ist davon auszugehen, dass die Immissionsrichtwerte sicher eingehalten werden.**

---

<sup>4</sup> 95% iger Vertrauensbereich von  $\pm 3$  dB : 95% aller Werte liegen im Schwankungsbereich von  $\pm 3$  dB um den prognostizierten Schallpegel. Aus den Gesetzen der mathematischen Statistik folgt daraus die Standardabweichung von 1,5 dB (dies entspricht der angegebenen Genauigkeitsklasse 2).