

## **Schalltechnische Untersuchung**

**Stadt Ludwigsstadt – Ortsteil Lauenhain**

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

**„Solarpark Lauenhain 1“**

Bericht Nr. 090-01919

im Auftrag der

M. Münch Elektrotechnik GmbH & Co. KG

Bamberg, im Februar 2024

## Schalltechnische Untersuchung

### Stadt Ludwigsstadt - Lauenhain

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

### „Solarpark Lauenhain 1“

Bericht-Nr.: 090-01919

Datum: 12.02.2024

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](http://www.mopa.de)  
[info@mopa.de](mailto:info@mopa.de)

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

**Inhaltsverzeichnis:**

1. Aufgabenstellung .....	8
2. Örtliche Gegebenheiten .....	8
3. Grundlagen.....	10
3.1 Schallschutz im Städtebau .....	10
3.2 Anlagengeräusche .....	12
4. Maßgebliche Immissionsorte.....	13
5. Schallemissionen .....	15
5.1 Betriebsbeschreibung.....	15
5.2 Emissionsansätze .....	15
6. Schallimmissionen und Beurteilung.....	16
7. Formulierungsvorschläge für den Bebauungsplan.....	17
7.1 Begründung.....	17
7.2 Satzung .....	17
8. Anlagen .....	19

**Abbildungsverzeichnis:**

**Abbildung 1:** Vorentwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplans „Solarpark Lauenhain 1“,  
Planverfasser: Ingenieurbüro Weber GmbH & Co. KG, Stand: 30.06.2023 ..... 9

**Tabellenverzeichnis:**

**Tabelle 1:** Maßgebliche Immissionsorte (IO) und deren Schutzbedürftigkeit ..... 14

**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 Lauenhain 1“; Planverfasser: Ingenieurbüro Weber GmbH & Co. KG, Planungsstand: 30.06.2023
- [2] Vorentwurf der Änderung des wirksamen Flächennutzungsplanes der Stadt Ludwigsstadt im Bereich des Sondergebiets „Solarpark Lauenhain 1“ der Stadt Ludwigsstadt; Planverfasser: Ingenieurbüro Weber GmbH & Co. KG, Planungsstand: 30.06.2023
- [3] Rechtskräftige Bebauungspläne der Stadt Ludwigsstadt, Stadt Ludwigsstadt, übermittelt am 06.02.2024
- [4] Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394) geändert worden ist
- [5] 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
- [6] Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern Nr. II B 8-4641.1-001/87, 3. August 1988
- [7] DIN 18005, Schallschutz im Städtebau, Teil 1, Juli 2002
- [8] Beiblatt 1 zu DIN 18005, Schallschutz im Städtebau, Teil 1, Mai 1987
- [9] 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)
- [10] DIN ISO 9613-2, Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
- [11] DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen“, bauaufsichtlich in Bayern eingeführte Fassung vom Januar 2018
- [12] Digitale Planunterlagen und Betriebsbeschreibung sowie weitergehende Angaben, M. Münch Elektrotechnik GmbH Co. KG, übermittelt am 24.01.2024 bzw. 26.01.2024
- [13] Durchführung einer Ortsbesichtigung am 07.02.2024, Möhler + Partner Ingenieure GmbH
- [14] IMMI 2023, EDV-Programm zur Schallimmissionsprognose, Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, 2023

- [15] 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
- [16] Environment Test Report, IEC60721-3-4 4K4H, Huawei Technologies Co., Ltd; übermittelt am 24.01.2024
- [17] DIN 45680, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, März 1997
- [18] Stellungnahme der Unteren Immissionsschutzbehörde im LRA Kronach, zur Verfügung gestellt am 24.01.2024
- [19] Telefonat mit der Geschäftsleitung der Stadt Ludwigstadt, Möhler + Partner Ingenieure GmbH, 09.02.2024

## Zusammenfassung

Das Ingenieurbüro Weber GmbH & Co. KG stellt im Auftrag der M. Münch Elektrotechnik GmbH Co. KG für die Stadt Ludwigsstadt im Ortsteil Lauenhain den vorhabenbezogenen Bebauungsplan mit integriertem Vorhaben- und Erschließungsplan für das Sondergebiet „Solarpark Lauenhain 1“ 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 zum Ergebnis, dass durch die emissionsrelevanten Anlagenteile in Form von Wechselrichtern und Transformatoren Beurteilungspegel bis zu 29 dB(A) tags bzw. lt. Nachtstunde in der schutzwürdigen Nachbarschaft verursacht werden. Demzufolge werden die heranzuziehenden Immissionsrichtwerte um mindestens 31/16 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. Zudem liegen alle maßgeblichen Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereichs der zu beurteilenden Anlage nach Kapitel 2.2 der TA Lärm, so dass sich aufgrund des Planvorhabens keine weitergehend zu beachtenden schallimmissionsschutzrechtlichen Belange für die Nachbarschaft aus einer Gesamtbelastung ergeben.

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 Ludwigsstadt im Ortsteil Lauenhain den vorhabenbezogenen Bebauungsplan mit integriertem Vorhaben- und Erschließungsplan für das Sondergebiet Photovoltaik „Solarpark Lauenhain 1“ [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 24.01.2024 von der M. Münch Elektrotechnik GmbH Co. KG beauftragt.

## 2. Örtliche Gegebenheiten

Der Geltungsbereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplans „Solarpark Lauenhain 1“ [1] – im Weiteren als Plangebiet bzw. Planvorhaben bezeichnet – befindet sich nordwestlich des Ortsteils Lauenhain der Stadt Ludwigsstadt. Das Plangebiet umfasst eine Fläche von ca. 24,7 ha. Es befindet sich auf einer Höhenkote von ca. 665 m ü. NN und fällt Richtung Norden um ca. 20 m ab.

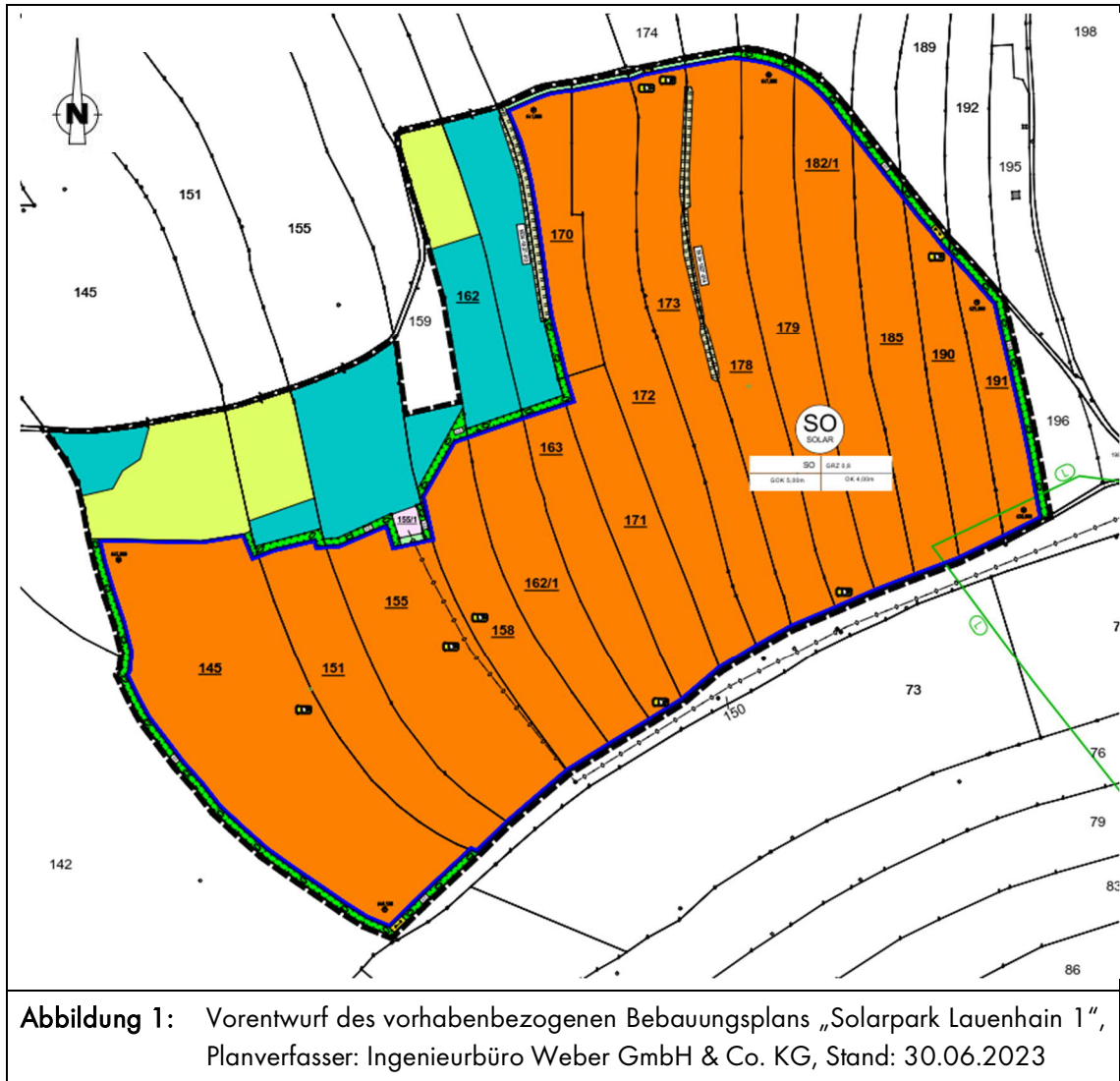
Der Vorentwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplans sieht dabei die Entwicklung von Solaranlagen (Anlagen zur Erzeugung von elektrischer Energie aus Sonnenlicht) vor.

Die nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen befinden sich östlich des Planvorhabens im Ortsteil Lauenhain. Des Weiteren sind ebenfalls östlich 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 Ludwigsstadt [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 [15] im Bebauungsplan ebenfalls u. a. als Sondergebiet (SO Solar) festgesetzt werden.

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





**Abbildung 1:** Vorentwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplans „Solarpark Lauenhain 1“, Planverfasser: Ingenieurbüro Weber GmbH & Co. KG, Stand: 30.06.2023

### 3. Grundlagen

Als Plangrundlagen liegen die Vorentwürfe des vorhabenbezogenen Bebauungsplans „Solarpark Lauenhain 1“ [1] und des Flächennutzungsplans der Stadt Ludwigsstadt [2] zugrunde.

Im Rahmen der Bauleitplanung sind für die Belange des Immissionsschutzes und speziell auch des Schallschutzes nach § 1 BauGB [4] insbesondere Planungsziele, Planungsleitlinien sowie Planungsgrundsätze zu beachten.

Das Hauptziel der Bauleitplanung ist es, eine geordnete städtebauliche Entwicklung zu gewährleisten. Von besonderer Bedeutung hierfür sind das Gebot der planerischen Konfliktbewältigung und das Trennungsgebot des § 50 BImSchG [5]:

- 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 [6] des Bayerischen Staatsministeriums des Innern eingeführte DIN 18005 Teil 1, Schallschutz im Städtebau [7], mit dem zugehörigen Beiblatt 1 [8]. 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 [9] in Verbindung mit DIN ISO 9613-2 [10] 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) [9] 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 [5]) 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 2023 [14] durchgeführt.

#### **4. Maßgebliche Immissionsorte**

Gemäß Nr. 6.6 der TA Lärm [9] 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 [15] orientieren.

Die nächstgelegene schutzbedürftige Bebauung befindet sich im vorliegenden Fall östlich des Plan- gebiets. Die maßgeblichen Immissionsorte sind in nachfolgender Tabelle dokumentiert.

<b>Tabelle 1:</b> Maßgebliche Immissionsorte (IO) und deren Schutzbedürftigkeit					
<b>IO</b>	<b>Adresse</b>	<b>Fl.-Nr. (Gem. Lauenhain)</b>	<b>Nutzung TA Lärm</b>		<b>Begründung Ein- stufung</b>
IO-1	Gerinneweg 19	72/2	6.1 d)	MD	Entwicklungsatz- zung der Stadt Ludwigsstadt „Ge- rinneweg“ [3]
IO-2	Gerinneweg 17	72/1	6.1 d)	MD	
IO-3	Gerinneweg 16	199/2, 199/3	6.1 d)	MD	
IO-4	planungsrechtlich nicht gesichertes Grundstück	199/4 Teilfläche	6.1 d)	M	FNP [2]

MD: Dorfgebiet; M: gemischte Baufläche

#### Anmerkungen:

1. Das gegenwärtig unbebaute Grundstück mit der Flur-Nr. 199/4 ist im südöstlichen Bereich durch die Entwicklungsatzung der Stadt Ludwigsstadt „Gerinneweg“ [3] planungsrechtlich gesichert und als Dorfgebiet (MD) nach BauNVO [15] festgesetzt. Der westliche Bereich des besagten Flurstücks wird im aktuellen Entwurf des Flächennutzungsplans der Stadt Ludwigsstadt [2] als gemischte Baufläche (M) dargestellt. Dieser Bereich wird in den weitergehenden Untersuchungen als IO-4 berücksichtigt.
2. Westlich des Anwesens „Gerinneweg 19“ sind auf dem Grundstück mit der Flur-Nr. 72 keine weiteren gemischten Bauflächen im FNP nach Aussagen der Stadt Ludwigsstadt [19] dargestellt.

Die maßgeblichen Immissionsorte liegen nach A.1.3 der TA Lärm [9] bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb vor der Mitte der geöffneten Fenster schutzbedürftiger Räume nach DIN 4109 [11] 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 Übersichtslageplan 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 [12].

Das Planvorhaben sieht dabei die Errichtung eines Solarparks mit einer Fläche von ca. 16,3 ha vor. Zum Betrieb der Anlage ist dabei die Installation von 66 Wechselrichtern und drei Transformatoren geplant.

Anmerkung: Unabhängig der geplanten Festsetzungen zum Bebauungsplan [1] sind im vorliegenden Fall keine Anlagen zur Speicherung der elektrischen Energie [12] 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 [16] mit einem Schallleistungspegel von  $L_{WA} = 78,3 \text{ dB(A)}$  für den geplanten Wechselrichter der Modellreihe „SUN2000“. Angaben bezüglich der Transformatoren konnten ebenfalls Herstellerangaben mit einem Schallleistungspegel von  $L_{WA} = 78,0 \text{ dB(A)}$  entnommen werden, die allesamt vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden [12].

Anmerkung: Erfahrungsgemäß weisen Transformatoren ausgeprägte tonale Anteile bei ca. 100 Hz auf. Für die Ausbreitungsrechnungen nach DIN ISO 9613-2 [10] wurde dieser Sachverhalt durch 6 dB höhere Schallemissionen in der Oktavmittenfrequenz von  $f = 125 \text{ Hz}$  gegenüber den übrigen Oktavmittelfrequenzen berücksichtigt.

Weiterhin wird vorsorglich ein Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit in Höhe von  $K_T = 6 \text{ dB(A)}$  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 2023 für Windows [14] 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 [9] 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.

<b>Tabelle 2:</b> Immissionspegel an den maßgeblichen Immissionsorten durch den Solarpark								
Immissionsort	Geschoss	Fassadenseite	Immissionsrichtwert [dB(A)]		Immissionspegel L <sub>r</sub> [dB(A)]		Differenz [dB(A)]	
			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
IO-1	OG1	Nordwest	60	45	28,6	28,6	-31,4	-16,4
IO-2	OG1	Süd	60	45	25,5	25,5	-34,5	-19,5
IO-3	OG2	Südwest	60	45	27,5	27,5	-32,5	-17,5
IO-4	OG1	-	60	45	28,2	28,2	-31,8	-16,8

An den maßgeblichen Immissionsorten ergeben sich demnach Beurteilungspegel bis zu 29 dB(A) tags bzw. in der lt. Nachtstunde, so dass der heranzuziehende Immissionsrichtwert demnach um mindestens 31/16 dB(A) tags/lt. Nachtstunde unterschritten wird.

Demzufolge liegen alle maßgeblichen Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereichs der zu beurteilenden Anlage nach Kapitel 2.2 der TA Lärm, so dass sich aufgrund des Planvorhabens keine weitergehend zu beachtenden schallimmissionsschutzrechtlichen Belange für die Nachbarschaft aus einer Gesamtbelastung ergeben.



## 7. Formulierungsvorschläge für den Bebauungsplan

### 7.1 Begründung

In einer schalltechnischen Untersuchung (Möhler + Partner Ingenieure GmbH, Bericht Nr. 090-01919 vom Februar 2024) 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 29 dB(A) tags und in der lt. Nachtstunde in der schutzwürdigen Nachbarschaft führen. Demzufolge werden die heranzuziehenden Immissionsrichtwerte um mindestens 31/16 dB(A) tags/lt. Nachtstunde unterschritten.

Demzufolge liegen alle maßgeblichen Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereichs der zu beurteilenden Anlage nach Kapitel 2.2 der TA Lärm, so dass sich aufgrund des Planvorhabens keine weitergehend zu beachtenden schallimmissionsschutzrechtlichen Belange für die Nachbarschaft aus einer Gesamtbelastung ergeben.

### 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 Geräuschimmissionen 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)
Gerinneweg 19, Flur-Nr. 72/2	MI/MD	50	35
Gerinneweg 17, Flur-Nr. 72/1	MI/MD	50	35
Gerinneweg 16, Flur-Nr. 199/2, 199/3	MI/MD	50	35
Flur-Nr. 199/4 Teilfläche	M	50	35

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	$L_w$	78,0
Wechselrichter	$L_w$	79,0

$L_w$  = Schallleistungspegel

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

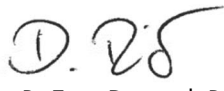
- (4) Die besonderen Regelungen nach Nr. 7.1 und 7.2 der TA Lärm bleiben von den unter (1) bis (3) genannten Immissionsbeschränkungen unberührt.

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

Bamberg, den 12.02.2024

Möhler + Partner  
Ingenieure GmbH

  
ppa. Dipl.-Ing. Hans Högg

  
i. A. B. Eng. Dominik Richter

## **8. Anlagen**

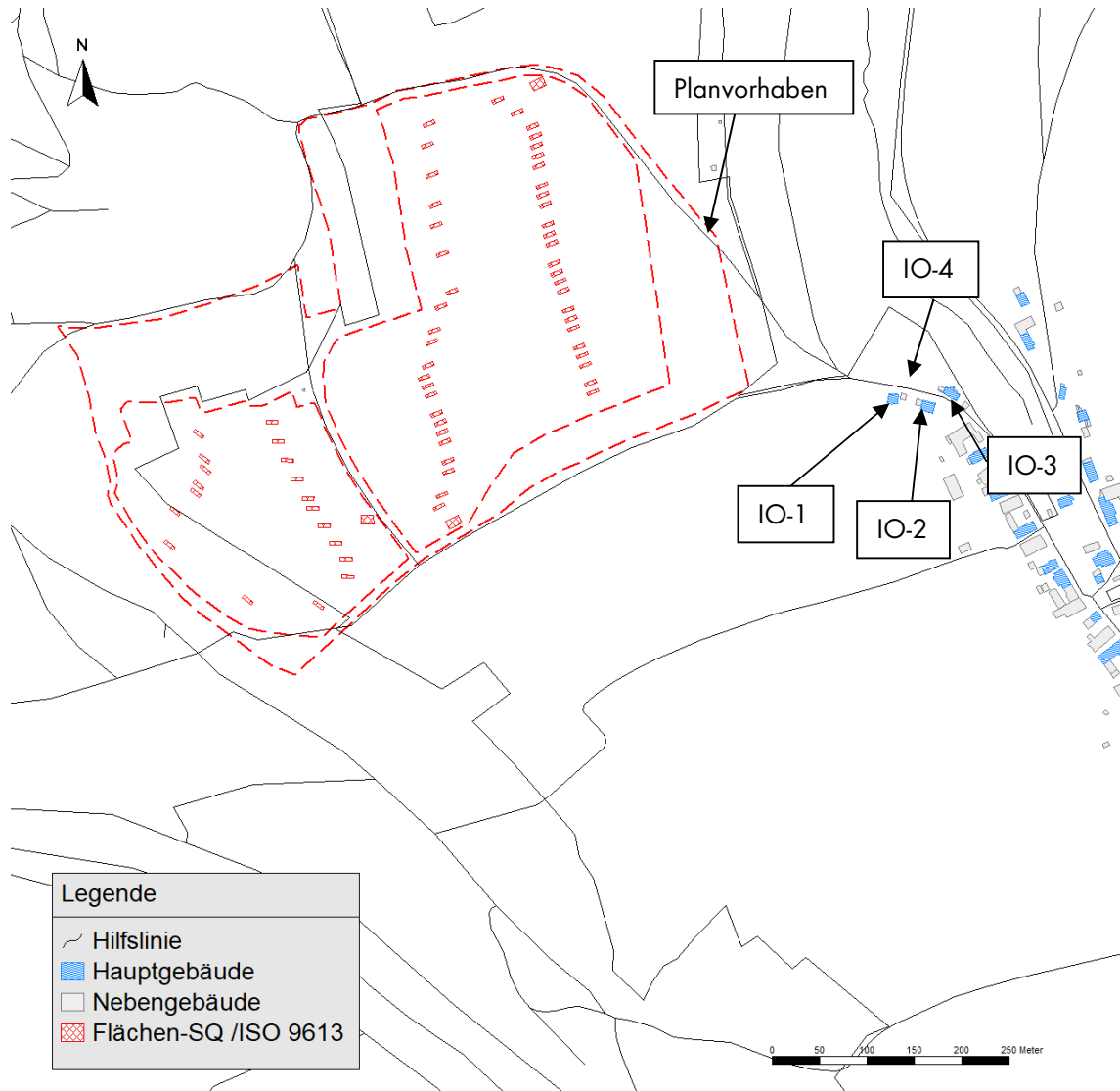
Anlage 1.1 - 1.2: Übersichtslagepläne

Anlage 2.1 - 2.3: Dokumentation der Eingabedaten

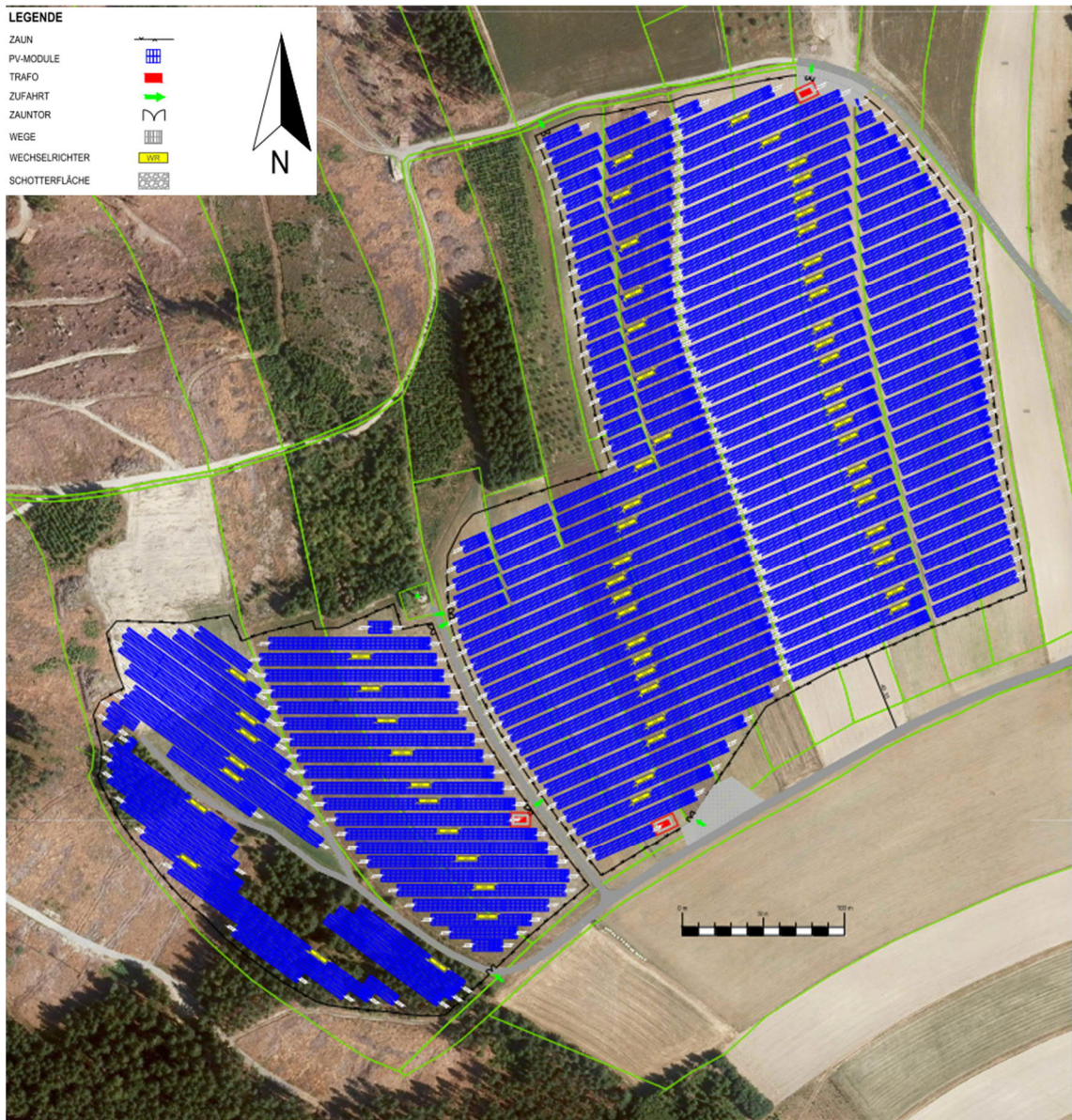
Anlage 3.1 - 3.4: Dokumentation der Berechnungsergebnisse

## 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	668190,09	671881,66	3691,56	15.07 km <sup>2</sup>
y /m	5590802,68	5594884,57	4081,89	
z /m	0,00	682,21	682,21	
Geländehöhen in den Eckpunkten				
xmin / ymax (z4)	641,77	xmax / ymax (z3)	622,87	
xmin / ymin (z1)	587,87	xmax / ymin (z2)	672,08	

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 <sup>2</sup> (=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					

Schallquellen Anlagengeräusche (zwei exemplarische Quellen):

Flächen-SQ /ISO 9613 (69)											AL		
FLQI001	Bezeichnung	Wechselrichter				Wirkradius /m				99999,00			
	Gruppe	007_WR				D0				0,00			
	Knotenzahl	5				Hohe Quelle				Nein			
	Länge /m	31,75				Emission ist				Schalleistungspegel (Lw)			
	Länge /m (2D)	31,69				Emi.Vari- ante	Emission	Däm- mung	Zuschlag	Lw	Lw"		
	Fläche /m²	44,02					dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)		
						Tag	78,30	-	-	78,30	61,86		
						Nacht	78,29	-	-	78,29	61,85		
FLQI067	Bezeichnung	Trafo				Wirkradius /m				99999,00			
	Gruppe	007_Trafos				Lw (Tag) /dB(A)				84,03			
	Knotenzahl	5				Lw (Nacht) /dB(A)				84,03			
	Länge /m	48,11				Lw" (Tag) /dB(A)				62,65			
	Länge /m (2D)	48,10				Lw" (Nacht) /dB(A)				62,65			
	Fläche /m²	137,52				D0				0,00			
						Hohe Quelle				Nein			
						Emission ist				Schalleistungspegel (Lw)			
	Emiss.- Methode	Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
	Tag	78,0	66,0	66,0	66,0	72,0	72,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	
	Zuschlag /dB (A)		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
	Lw" /dB (A)	62,6	50,6	50,6	50,6	56,6	56,6	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6	
	Nacht	78,0	66,0	66,0	66,0	72,0	72,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	
	Zuschlag /dB (A)		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
	Lw" /dB (A)	62,6	50,6	50,6	50,6	56,6	56,6	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6	



## 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		
IPkt001	IO-1: Gerinneweg 19 1 EG Ost		12,5		12,5		
IPkt002	IO-1: Gerinneweg 19 1 OG1Ost		13,3		13,3		
IPkt003	IO-1: Gerinneweg 19 2 EG S/O		12,8		12,8		
IPkt004	IO-1: Gerinneweg 19 2 OG1S/O		13,5		13,5		
IPkt005	IO-1: Gerinneweg 19 3 EG S/O		20,3		20,3		
IPkt009	IO-1: Gerinneweg 19 5 EG S/W		25,8		25,8		
IPkt011	IO-1: Gerinneweg 19 6 EG West		28,2		28,2		
IPkt012	IO-1: Gerinneweg 19 6 OG1West		28,5		28,5		
IPkt013	IO-1: Gerinneweg 19 7 EG N/W		28,2		28,2		
IPkt014	IO-1: Gerinneweg 19 7 OG1N/W		28,6		28,6		
IPkt019	IO-1: Gerinneweg 19 10 EG Nord		27,4		27,4		
IPkt020	IO-1: Gerinneweg 19 10 OG1Nord		27,7		27,7		
IPkt029	IO-2: Gerinneweg 17 1 EG Ost		11,6		11,6		
IPkt030	IO-2: Gerinneweg 17 1 OG1Ost		12,1		12,1		
IPkt031	IO-2: Gerinneweg 17 2 EG S/O		10,9		10,9		
IPkt032	IO-2: Gerinneweg 17 2 OG1S/O		11,4		11,4		
IPkt033	IO-2: Gerinneweg 17 3 EG Süd		24,3		24,3		
IPkt034	IO-2: Gerinneweg 17 3 OG1Süd		25,5		25,5		
IPkt038	IO-2: Gerinneweg 17 5 OG1West		25,3		25,3		
IPkt040	IO-2: Gerinneweg 17 6 OG1N/W		25,1		25,1		
IPkt043	IO-2: Gerinneweg 17 8 EG Nord		25,0		25,0		
IPkt044	IO-2: Gerinneweg 17 8 OG1Nord		25,3		25,3		
IPkt179	IO-3: Gerinneweg 16 1 EG Nord		23,4		23,4		
IPkt161	IO-3: Gerinneweg 16 1 EG S/O		26,5		26,5		
IPkt053	IO-3: Gerinneweg 16 1 EG S/O		22,9		22,9		
IPkt180	IO-3: Gerinneweg 16 1 OG1Nord		23,8		23,8		
IPkt054	IO-3: Gerinneweg 16 1 OG1S/O		23,3		23,3		
IPkt162	IO-3: Gerinneweg 16 1 OG1S/O		27,1		27,1		
IPkt181	IO-3: Gerinneweg 16 1 OG2Nord		24,0		24,0		
IPkt170	IO-3: Gerinneweg 16 4 EG S/W		25,9		25,9		
IPkt171	IO-3: Gerinneweg 16 4 OG1S/W		26,8		26,8		
IPkt172	IO-3: Gerinneweg 16 4 OG2S/W		27,5		27,5		
IPkt176	IO-3: Gerinneweg 16 6 EG West		26,7		26,7		
IPkt177	IO-3: Gerinneweg 16 6 OG1West		27,4		27,4		
IPkt070	IO-3: Gerinneweg 16 9 OG1West		26,1		26,1		
IPkt072	IO-3: Gerinneweg 16 10 OG1N/W		26,1		26,1		
IPkt075	IO-3: Gerinneweg 16 12 EG N/W		24,7		24,7		
IPkt076	IO-3: Gerinneweg 16 12 OG1N/W		25,1		25,1		
IPkt081	IO-3: Gerinneweg 16 15 EG Nord		25,1		25,1		
IPkt082	IO-3: Gerinneweg 16 15 OG1Nord		26,0		26,0		
IPkt094	IO-3: Gerinneweg 16 21 OG1Ost		11,8		11,8		
IPkt099	IO-3: Gerinneweg 16 24 EG Ost		11,0		11,0		
IPkt100	IO-3: Gerinneweg 16 24 OG1Ost		12,3		12,3		
IPkt101	IO-3: Gerinneweg 16 25 EG Ost		22,5		22,5		
IPkt102	IO-3: Gerinneweg 16 25 OG1Ost		23,3		23,3		

IPkt131	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 2 EG Nord		27,4		27,4			
IPkt132	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 2 OG1Nord		28,2		28,2			
IPkt133	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 3 EG Nord		26,7		26,7			
IPkt134	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 3 OG1Nord		27,9		27,9			
IPkt135	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 4 EG Nord		26,2		26,2			
IPkt136	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 4 OG1Nord		27,5		27,5			
IPkt137	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 5 EG Nord		25,7		25,7			
IPkt138	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 5 OG1Nord		27,2		27,2			
IPkt139	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 6 EG Nord		25,2		25,2			
IPkt140	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 6 OG1Nord		26,8		26,8			
IPkt141	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 7 EG Nord		24,6		24,6			
IPkt142	IO-4; Flur-Nr.: 199/4 7 OG1Nord		26,4		26,4			

## Anlagengeräusche - Mittlere Liste für ungünstigsten Immissionsort: IO-1

IPkt014 »	IO-1: Gerinneweg 19 7 OG1N/W	AL		Einstellung: "Referenzeinstellung"			
		x = 670228,25 m		y = 5592628,02 m		z = 633,61	
		Tag		Nacht			
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A		
		/dB	/dB	/dB	/dB		
FLQi069 »	Trafo	17,5	17,5	17,5	17,5		
FLQi067 »	Trafo	15,4	19,6	15,4	19,6		
FLQi065 »	Wechselrichter	15,2	20,9	15,2	20,9		
FLQi066 »	Wechselrichter	15,1	21,9	15,1	21,9		
FLQi064 »	Wechselrichter	14,9	22,7	14,9	22,7		
FLQi063 »	Wechselrichter	14,8	23,4	14,8	23,4		
FLQi068 »	Trafo	14,7	23,9	14,7	23,9		
FLQi062 »	Wechselrichter	14,7	24,4	14,6	24,4		
FLQi061 »	Wechselrichter	14,4	24,8	14,4	24,8		
FLQi060 »	Wechselrichter	14,3	25,2	14,3	25,2		
FLQi059 »	Wechselrichter	14,1	25,5	14,1	25,5		
FLQi058 »	Wechselrichter	13,9	25,8	13,8	25,8		
FLQi057 »	Wechselrichter	13,7	26,1	13,7	26,1		
FLQi056 »	Wechselrichter	13,5	26,3	13,5	26,3		
FLQi055 »	Wechselrichter	13,4	26,5	13,4	26,5		
FLQi054 »	Wechselrichter	13,1	26,7	13,1	26,7		
FLQi053 »	Wechselrichter	13,0	26,9	12,9	26,9		
FLQi052 »	Wechselrichter	12,8	27,1	12,8	27,0		
FLQi051 »	Wechselrichter	12,5	27,2	12,5	27,2		
FLQi050 »	Wechselrichter	12,3	27,3	12,3	27,3		
FLQi049 »	Wechselrichter	12,1	27,5	12,1	27,5		
FLQi048 »	Wechselrichter	11,6	27,6	11,6	27,6		
FLQi047 »	Wechselrichter	11,2	27,7	11,2	27,7		
FLQi046 »	Wechselrichter	10,9	27,8	10,9	27,8		
FLQi045 »	Wechselrichter	10,6	27,9	10,6	27,8		
FLQi044 »	Wechselrichter	10,3	27,9	10,2	27,9		
FLQi043 »	Wechselrichter	9,1	28,0	9,0	28,0		
FLQi042 »	Wechselrichter	8,0	28,0	8,0	28,0		
FLQi022 »	Wechselrichter	6,2	28,1	6,2	28,0		
FLQi023 »	Wechselrichter	6,2	28,1	6,1	28,1		
FLQi024 »	Wechselrichter	5,8	28,1	5,8	28,1		
FLQi021 »	Wechselrichter	5,8	28,1	5,7	28,1		
FLQi025 »	Wechselrichter	5,6	28,2	5,6	28,2		
FLQi026 »	Wechselrichter	5,3	28,2	5,3	28,2		
FLQi035 »	Wechselrichter	5,2	28,2	5,1	28,2		
FLQi027 »	Wechselrichter	5,1	28,2	5,1	28,2		
FLQi020 »	Wechselrichter	4,8	28,2	4,8	28,2		
FLQi034 »	Wechselrichter	4,3	28,3	4,3	28,3		
FLQi039 »	Wechselrichter	4,3	28,3	4,2	28,3		
FLQi036 »	Wechselrichter	4,2	28,3	4,2	28,3		
FLQi028 »	Wechselrichter	4,2	28,3	4,2	28,3		
FLQi032 »	Wechselrichter	4,0	28,3	4,0	28,3		
FLQi037 »	Wechselrichter	4,0	28,3	3,9	28,3		
FLQi033 »	Wechselrichter	3,9	28,4	3,9	28,4		
FLQi006 »	Wechselrichter	3,8	28,4	3,8	28,4		
FLQi005 »	Wechselrichter	3,8	28,4	3,8	28,4		
FLQi004 »	Wechselrichter	3,6	28,4	3,6	28,4		
FLQi031 »	Wechselrichter	3,6	28,4	3,6	28,4		

FLQI030 »	Wechselrichter	3,5	28,4	3,4	28,4		
FLQI029 »	Wechselrichter	3,4	28,4	3,4	28,4		
FLQI007 »	Wechselrichter	3,3	28,5	3,2	28,5		
FLQI008 »	Wechselrichter	3,0	28,5	3,0	28,5		
FLQI009 »	Wechselrichter	2,5	28,5	2,5	28,5		
FLQI002 »	Wechselrichter	2,5	28,5	2,4	28,5		
FLQI003 »	Wechselrichter	1,8	28,5	1,8	28,5		
FLQI010 »	Wechselrichter	1,7	28,5	1,7	28,5		
FLQI038 »	Wechselrichter	1,5	28,5	1,5	28,5		
FLQI011 »	Wechselrichter	1,4	28,5	1,4	28,5		
FLQI001 »	Wechselrichter	1,2	28,5	1,2	28,5		
FLQI040 »	Wechselrichter	0,5	28,5	0,4	28,5		
FLQI041 »	Wechselrichter	-0,1	28,6	-0,2	28,5		
FLQI012 »	Wechselrichter	-2,8	28,6	-2,8	28,5		
FLQI013 »	Wechselrichter	-3,0	28,6	-3,0	28,5		
FLQI015 »	Wechselrichter	-5,1	28,6	-5,1	28,5		
FLQI014 »	Wechselrichter	-5,1	28,6	-5,1	28,6		
FLQI016 »	Wechselrichter	-5,3	28,6	-5,3	28,6		
FLQI019 »	Wechselrichter	-6,4	28,6	-6,4	28,6		
FLQI018 »	Wechselrichter	-8,9	28,6	-8,9	28,6		
FLQI017 »	Wechselrichter	-9,2	28,6	-9,2	28,6		
n=69	Summe		<b>28,6</b>		<b>28,6</b>		