

3L Akustik GmbH

Handelsplatz 1
04319 Leipzig

+49 341 65 100 92
info@3lakustik.de
www.3lakustik.de

Geschäftsführer

M. Eng. Matthias Barth

Handelsregister

Amtsgericht Leipzig HRB 43255

nach § 29b BImSchG

bekanntgegebene Messstelle
für Geräusche



Die Akkreditierung gilt nur
für den in der Urkundenanlage
aufgeführten Akkreditierungsumfang.

SCHALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

Projekt-Nr.: **7343**

Immissionsschutz | Gewerbelärm

Prognose

Betrieb eines Solarparks inkl. Batteriespeicher

Gemarkung Pinnow (GE), Flur 1 & 2

17268 Gerswalde


Version

1.0 | 10.10.2025

Auftrag	Für den geplanten Betrieb eines Solarparks inkl. Batteriespeicher in der Gemarkung Pinnow (GE), Flur 1 & 2 in 17268 Gerswalde ist eine Schallimmissionsprognose nach den Vorgaben der TA Lärm zu erstellen und die dem Vorhaben zuzuordnenden Beurteilungspegel auszuweisen.
Auftraggeber	Solarpark Uckerland GmbH Ort Weiler 12 17268 Gerswalde
Auftragnehmer	3L Akustik GmbH Handelsplatz 1 04319 Leipzig
Umfang	30 Seiten Textteil, zzgl. 2 Bilder
Versionsverlauf¹	1.0 10.10.2025 Ursprungsversion

Bearbeiter

M. Eng. M. Barth
geprüft



B. Eng. S. Schlücker
erstellt

¹ Zur eindeutigen Zuordnung einer schalltechnischen Untersuchung wird diese versioniert. Die erste Zahl repräsentiert die Versionsnummer, die zweite Zahl evtl. vorhandene Ergänzungen bzw. Stellungnahmen zur betreffenden Version. Durch die Änderung der Versionsnummer verliert die vorangegangene Version ihre Gültigkeit.

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	4
2	BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN	4
2.1	VORSCHRIFTEN, NORMEN, RICHTLINIEN UND LITERATUR	4
2.2	ÜBERGEBENE / VERWENDETE UNTERLAGEN	5
2.3	EINHEITEN, FORMELZEICHEN, BERECHNUNGSALGORITHMEN	5
3	SITUATIONSBESCHREIBUNG / LÖSUNGSANSATZ	6
3.1	SITUATIONSBESCHREIBUNG	6
3.2	LÖSUNGSANSATZ	6
4	IMMISSIONSORTE / BEURTEILUNGSKRITERIEN	8
4.1	IMMISSIONSORTE	8
4.2	BEURTEILUNGSKRITERIEN	8
4.3	BEURTEILUNG TIEFFREQUENTER GERÄUSCHE	9
5	ERMITTLUNG DER EMISSION	10
5.1	ALLGEMEINES	10
5.2	BATTERIESPEICHERANLAGE	10
5.2.1	SPEICHEREINHEITEN	10
5.2.2	POWERSTATION	12
5.3	PV-ANLAGE	14
5.3.1	STRING-WECHSELRICHTER	14
5.3.2	TRANSFORMATOR	16
6	ERMITTLUNG DER BEURTEILUNGSPEGEL	18
6.1	BERECHNUNGSPRÄMISSEN	18
6.2	BEURTEILUNGSPEGEL	18
6.3	BEURTEILUNG TIEFFREQUENTER GERÄUSCHE	20
7	ZUSAMMENFASSUNG	21
<u>ANLAGEN</u>		
ANLAGE 1	BEGRIFFSERKLÄRUNG	22
ANLAGE 2	VERFAHREN DER SCHALLIMMISSIONSPROGNOSE BEI TIEFFREQUENTEN GERÄUSCHEN	24
ANLAGE 3	ANTEILIGE SCHALLDRUCKPEGEL	27
ANLAGE 4	QUALITÄT DER UNTERSUCHUNG	28
ANLAGE 5	BERECHNUNGSEINSTELLUNGEN	29
<u>BILDER</u>		
BILD 1	LAGEPLAN	
BILD 2	LAGE DER EMITTENTEN	

1 AUFGABENSTELLUNG

In der Gemarkung Pinnow (GE), Flur 1 & 2 in 17268 Gerswalde ist der Betrieb eines Solarparks inkl. Batteriespeicher geplant (im Folgenden Anlage genannt). Im Rahmen dieser schalltechnischen Untersuchung ist die der Anlage zuzuordnende gewerbliche Schallimmissionsbelastung (Beurteilungspegel L_r) rechnerisch zu ermitteln. Die berechneten Beurteilungspegel sind mit den Immissionsrichtwerten der TA Lärm zu vergleichen.

2 BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN

2.1 VORSCHRIFTEN, NORMEN, RICHTLINIEN UND LITERATUR

- /1/ BImSchG Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG); Ausfertigungsdatum: 15.03.1974; in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 58) geändert worden ist
- /2/ BauNVO Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO); Ausfertigungsdatum: 26.06.1962; 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
- /3/ BauGB Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394) geändert worden ist
- /4/ 16. BImSchV Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. November 2020 (BGBl. I S. 2334) geändert worden ist
- /5/ DIN ISO 9613-2 Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren; Ausgabedatum: 1999-10
- /6/ TA Lärm Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm; 26. August 1998; Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5), unter Beachtung der Korrektur redaktioneller Fehler beim Vollzug der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit; nachrichtlich am 07.07.2017
- /7/ LAI-Hinweise LAI-Hinweise zur Auslegung der TA Lärm (Fragen und Antworten zur TA Lärm), UMK-Umlaufbeschluss 13/2023; erstellt durch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Stand: 24.02.2023

-
- /8/ DIN EN ISO 3746 Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene; 2011-03
 - /9/ DIN 45680 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmissionen in der Nachbarschaft; Ausgabedatum: 1997-03
 - /10/ LfULG, Heft Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie des Freistaat Sachsen, Heft 10/2021: Verfahren der Schallimmissionsprognose bei tieffrequenten Geräuschen

2.2 ÜBERGEBENE / VERWENDETE UNTERLAGEN

- /11/ Lageplan des Vorhabens (Stand: 18.09.2025), übermittelt durch die Grüne Energien Batterie Projekt UG per E-Mail am 21.09.2025
- /12/ Geodaten, eingeholt vom Land Brandenburg, Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (©GeoBasi-DE/LGB).
 - digitales Geländemodell (DGM1), Laserscanbefliegung: 2011, Veröffentlichung: 2025-09-15
 - digitales Gebäudemodell (LoD1), Erstellungsdatum: 2016-12-14, Aktualisierung: 2024-02-02
- /13/ Datenblatt MV-Powerstation der Fa. SMA Typ MVPS 4600-S2, übermittelt durch die Grüne Energien Batterie Projekt UG per E-Mail am 18.03.2024
- /14/ Datenblatt und Messbericht der Fa. HTHIUM Typ BESS Container 5,015 MWh Liquid-cooled battery storage system, übermittelt durch die Grüne Energien Batterie Projekt UG per E-Mail am 18.03.2024
- /15/ Datenblatt „Silencer Kit“ der Fa. SMA Typ SCS 3950UP-XT, übermittelt durch die Grüne Energien Batterie Projekt UG per E-Mail am 21.04.2024
- /16/ Angaben der Terz-Schalleistungspegel des Wechselrichters inkl. Silent Kit im Bereich < 100 Hz durch den Hersteller SMA, übermittelt durch die Grüne Energien Batterie Projekt UG per E-Mail am 18.03.2024
- /17/ Datenblatt String-Wechselrichter „SUN2000-330 KTL“ der Fa. Huawei, übermittelt durch die Grüne Energien Batterie Projekt UG per E-Mail am 18.09.2025
- /18/ Bebauungsplan Nr. 5 „Solarpark Gerswalde“ (Vorentwurf, Stand: 11.2024), bezogen über die Internetseiten des Amtes Gerswalde am 02.10.2025
- /19/ Gemeinsamer Flächennutzungsplan Amt Gerswalde (Stand: 03.2005) sowie 2. Änderung (Vorentwurf, Stand: 11.2024), bezogen über die Internetseiten des Amtes Gerswalde am 02.10.2025

2.3 EINHEITEN, FORMELZEICHEN, BERECHNUNGSLGORITHMEN

In der **ANLAGE 1** sind die in der schalltechnischen Untersuchung aufgeführten Begriffe, Formelzeichen und die für die Ermittlung der Emission verwendeten Berechnungsalgorithmen erläutert.

3 SITUATIONSBESCHREIBUNG / LÖSUNGSANSATZ

3.1 SITUATIONSBESCHREIBUNG

In der Gemarkung Pinnow (GE), Flur 1 & 2 in 17268 Gerswalde ist auf den Flurstücken 19, 52, 54, 55, 58, 59, 107, 114, 149, 151, 152, 155, 165, 195 und 200 der Neubau und Betrieb eines Solarparks inkl. Batteriespeicher geplant (Lage siehe **BILD 1**). Im Konkreten sollen auf einer Fläche von ca. 69 ha 115.872 PV-Module und diesen zugehörig 275 String-Wechselrichter und 10 Transformatoren sowie 9 Speichereinheiten (Container) und 9 Powerstationen (Container mit 3 stack devices / Stapelgeräte) errichtet werden (/11/).

Die der Anlage weiterhin zuzuordnenden Emittenten wie z. B. Pkw-Fahrverkehr (Mitarbeiterfahrzeuge) sind nicht immissionsrelevant, da die Anlage autark läuft. Etwaige Fahrzeuge sind somit ausschließlich bei Kontrollfahrten bzw. Reparaturen / Wartungen zu erwarten.

Die geplante Anlage wird an Werk- sowie an Sonn- und Feiertagen von 00:00 bis 24:00 Uhr betrieben, sodass in der schalltechnischen Untersuchung die Beurteilungszeiträume tags (06:00 bis 22:00 Uhr) und nachts (22:00 bis 06:00 Uhr) zu betrachten sind. Die mit dem Betrieb der Anlage im Zusammenhang stehenden Emissionen sind zu benennen und die Immission mit den Anforderungen der TA Lärm zu vergleichen.

3.2 LÖSUNGSANSATZ

Allgemeines

Als Grundlage zur schalltechnischen Beurteilung der Anlage wird ein dreidimensionales schalltechnisches Berechnungsmodell erstellt. Dieses besteht aus einem

- Ausbreitungsmodell (Gelände, Bebauung [z. B. /11/, /12/]) und einem
- Emissionsmodell (Emittenten im Zusammenhang mit der Anlage).

Modellierung

Im Zusammenhang mit der Anlage stehende, schalltechnisch relevante, Emissionsquellen sind:

- Speichereinheiten (Container mit Batteriespeicher und Lufttechnik)
- Powerstationen (Einheit aus Wechselrichter, Transformator und Steuereinheit)
- Transformatoren und String-Wechselrichter an den PV-Modulen

Mit dem schalltechnischen Berechnungsprogrammen LimA werden diese Schallquellen modellhaft nachgebildet:

- Außenschallquellen in Abhängigkeit von der Geometrie als
 - Punktschallquellen, z. B. Transformator
 - Flächenschallquellen, z. B. Speichereinheiten

Mit diesem Berechnungsmodell wird der Beurteilungspegel L_r an den Immissionsorten ermittelt. Sollten sich im Ergebnis der Berechnungen Überschreitungen der Beurteilungskriterien an den Immissionsorten ergeben, so werden die Schallquellen aufgezeigt, die zu dieser Überschreitung führen und Anforderungen an die Minderung der Emissionspegel dieser Quellen formuliert.

kurzzeitige Geräuschspitzen (Einzelereignis)

Aufgrund der zu erwartenden Emissionen der Anlage und der großen Entfernung zur nächstgelegenen Wohnbebauung (> 500 m) sind Ereignisse, die das Einzelereigniskriterium der TA Lärm überschreiten könnten, nicht zu erwarten.

Verkehrsgeräusche

Die Geräusche des An- und Abfahrtverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen werden entsprechend der TA Lärm, Punkt 7.4 in der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung nicht betrachtet, da die Anlage nur gelegentlich durch Servicefahrzeuge angefahren wird. Somit können schalltechnische Konflikte durch diese ausgeschlossen werden.

Vorbelastung

Im Einwirkungsbereich der Anlage befinden sich sowohl vorhandene gewerbliche Einrichtungen als auch freie Gewerbeflächen, welche als gewerbliche Vorbelastung zu betrachten sind. Schalltechnische Auflagen für diese Anlagen liegen nicht vor, so dass die gewerbliche Vorbelastung nicht konkret quantifizierbar ist. Aus diesem Grund wird im gemeinsamen Einwirkbereich der Überlagerung aus Vor- und Zusatzbelastung der um 6 dB reduzierte Immissionsrichtwert angestrebt (IRW siehe Abschnitt 4).

Zitat: TA Lärm Abschnitt 3.2.1, Absatz 2

„Die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage darf 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 Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.“

4 IMMISSIONSORTE / BEURTEILUNGSKRITERIEN

4.1 IMMISSIONSORTE

Die in der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung betrachteten Immissionsorte (IO) werden so gewählt, dass

- das Untersuchungsgebiet schalltechnisch beschrieben wird,
- anhand der auszuweisenden anteiligen Beurteilungspegel $L_{r,an}$ Rückschlüsse auf die bestimmende(n) Emissionsquelle(n) gezogen werden und
- evtl. notwendig werdende aktive oder passive Schallschutzmaßnahmen bestimmt werden können.

Die IO sind im **BILD 1** ausgewiesen, konkret werden gewählt:

- IO-01: Ort Pinnow 21, Westfassade
- IO-02: Ort Pinnow 31, Westfassade
- IO-03: Ort Pinnow 34, Westfassade

4.2 BEURTEILUNGSKRITERIEN

Für den Solarpark ist die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 5 geplant (/18/). Die umgebende Wohnbebauung liegt nicht innerhalb eines rechtsverbindlichen Bebauungsplanes. Ausgehend von der Gebietsstruktur und der Ausweisung im Flächennutzungsplan (/19/, siehe auch **ABBILDUNG 1**) als gemischte Bauflächen wird den gewählten Immissionsorten der Schutzanspruch eines Dorfgebiets (MD) zugewiesen.

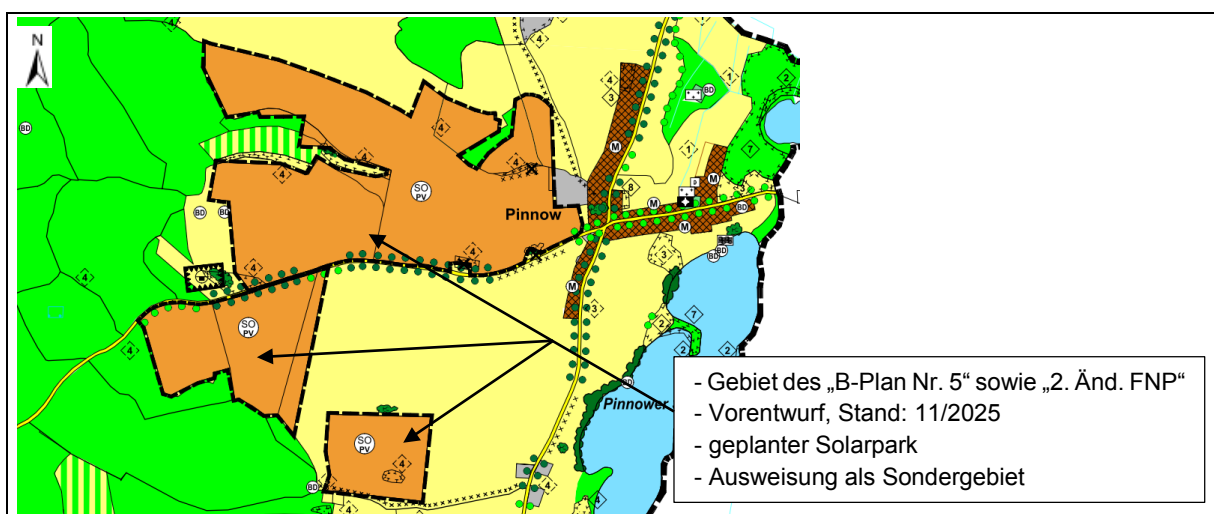


ABBILDUNG 1: Flächennutzungsplan (/19/, unmaßstäblich)

Die Beurteilung der Geräuschsituation erfolgt nach der TA Lärm (/6/). Als Beurteilungswert "Außen" (0,5 m vor der Mitte eines geöffneten Fensters) für die Beurteilungszeiträume „Tag“ (von 06:00 bis 22:00 Uhr [16 Stunden]) und „Nacht“ (von 22:00 bis 06:00 Uhr [lauteste Nachtstunde]) gilt:

Immissionsrichtwert nach der TA Lärm (/6/)

	Tag	Nacht
Dorfgebiet (MD)	60 dB(A)	45 dB(A)

Um störende **kurzzeitige Geräuschspitzen** zu vermeiden, ist nach TA Lärm abzusichern, dass kurzzeitige Überschreitungen des Immissionsrichtwertes tags um mehr als 30 dB(A) und nachts um mehr als 20 dB(A) nicht auftreten.

4.3 BEURTEILUNG TIEFFREQUENTER GERÄUSCHE

Die TA Lärm (/6/) verweist für Geräusche, die vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz besitzen (tieffrequente Geräusche), auf die DIN 45680, Ausgabe März 1997 (/9/) sowie das zugehörige Beiblatt 1. Demnach sind tieffrequente Geräusche innerhalb eines Gebäudes in dem am stärksten betroffenen Aufenthaltsraum bei geschlossenen Fenstern und Türen und üblicher Raumausstattung zu messen. Unter Berücksichtigung, dass aktuell kein genormtes Verfahren zur prognostischen Ermittlung tieffrequenter Geräusche in Aufenthaltsräumen vorliegt, wird zur Beurteilung der einzuhaltenden tieffrequenten Emissionen das Verfahren nach /10/ herangezogen. Dieses lässt eine Berechnung im Bereich von 25 Hz bis 100 Hz zu. Grundlage hierfür ist die Ausweisung von Schallpegeldifferenzen (Schalldruckpegel Außen / Schalldruckpegel Innen). Gemäß /10/ ergeben sich acht verschiedene Terz-Spektren von Schallpegeldifferenzen zur Berechnung des Schalldruckpegels im Raum (siehe **ANLAGE 2**). Entsprechend der übergebenen Emissionsspektren (siehe Abschnitt 5) sind keine immissionsrelevanten tonalen Auffälligkeiten durch die Energiespeicheranlage zu erwarten. Zudem wird im Sinne der Prognosesicherheit mit den 90%igen Überschreitungspiegel gerechnet. Folglich wird zur Beurteilung der tieffrequenten Geräusche an den Immissionsorten der Tieffrequente-Immissionswert $TIW_{b90,T}$ herangezogen.

TABELLE 1: einzuhaltender Tieffrequenter-Immissionswert (TIW) je Terzfrequenz

f_{Terz} [Hz]	25	31,5	40	50	63	80	100
1	2	3	4	5	6	7	8
$TIW_{b90,T}$ / [dB]	72,2	66,5	58,5	53,5	47,7	42,9	37,6

5 ERMITTLUNG DER EMISSION

5.1 ALLGEMEINES

Bei der Ermittlung der Emissionen wird bei allen Anlagenteilen davon ausgegangen, dass die abgestrahlten Schallspektren – entsprechend des Standes der Technik – einzeltonfrei sind. Sollte sich die Lage der einzelnen Anlagenteile auf Grund des Planungsfortschrittes signifikant ändern, so ist mit dem Sachverständigen Rücksprache zu halten.

Alle folgend aufgeführten Emissionsquellen sind entsprechend ihrer im Berechnungsmodell berücksichtigten Lage im **BILD 2** dargestellt.

5.2 BATTERIESPEICHERANLAGE

Auf dem Flurstück 152 werden im südwestlichen Bereich neun Batteriespeichereinheiten und neun Powerstations aufgestellt.

5.2.1 BATTERIESPEICHEREINHEITEN

Eine Speichereinheit „Container“ besteht aus mehreren Batteriemodulen und einer vorgelagerten Kühlung (siehe **ABBILDUNG 2** schwarzer Bereich). Aus schalltechnischer Sicht ist ausschließlich die Kühlung relevant.



ABBILDUNG 2: Container Speichereinheit, Auszug aus dem Produktkatalog der Fa. HTHIUM

Für die Speichereinheit „Container“ wurde ein Messbericht (/14/) mit Schalldruckpegel in 1 m Abstand ($L_{p,1m}$) um den Container übergeben. Hiernach wurden an der Stirnseite, mit Kühlung, 10 dB höhere Pegelwerte als an den Längsseiten bzw. der Stirnseite ohne Kühlung gemessen. Zudem wurde gezeigt, dass diese deutlich geringeren Messwerte (an den Längsseiten) bereits im Bereich des Grundgeräusches lagen und somit für eine Auswertung nach dem Hüllflächenverfahren der DIN EN ISO 3746 nicht zu verwenden sind. Aus diesem Grund wird mithilfe des Berechnungsprogramms LimA der Container nachgebildet und eine Ersatzschallquelle an der Stirnseite des Containers berücksichtigt. Die Emission dieser Ersatzschallquelle wird dabei iterativ so ermittelt, dass sich in 1 m Abstand zur Quelle der im Messbericht ausgewiesene Schalldruckpegel einstellt (höchster Messwert → Maximalansatz).

In der **TABELLE 2** sind die ermittelten linearen und A-bewerteten Modell-Terzschalleistungspegel für den Betrieb einer Speichereinheit in Bezug auf die Flächengröße der Ersatzschallquelle (hier $h \times b = 2,00 \text{ m} \times 2,15 \text{ m} \rightarrow S = 4,3 \text{ m}^2$) und als Punktschallquelle ausgewiesen. Diese Emission wird für alle Speichereinheiten ohne Zeitbewertung zum Ansatz gebracht (durchgängiger Betrieb).

TABELLE 2: A-bewerteter Terzschalleistungspegel ($L_{WA, \text{Terz, mod}}$) und linearer Terzschalleistungspegel ($L_{W, \text{Terz, mod}}$) | **Speichereinheiten (SE) | tags / nachts**

f_{Terz} [Hz]	$L_{WA, \text{mod}, 4,3 \text{m}^2}$ [dB(A)/m ²]	$L_{WA, \text{Terz, mod}}$ [dB(A)]	$L_{W, \text{Terz, mod}}$ [dB]
1	2	3	4
25	12,8	19,1	65,0
31,5	16,2	22,5	63,8
40	22,4	28,7	61,9
50	28,5	34,8	63,3
63	30,6	36,9	65,0
80	35,3	41,6	63,1
100	40,3	46,6	64,1
125	52,9	59,2	65,7
160	50,0	56,3	75,3
200	56,8	63,1	69,6
250	52,3	58,6	74,0
315	55,7	62,0	67,2
400	53,1	59,4	68,6
500	56,4	62,7	64,2
630	60,7	67,0	65,9
800	61,0	67,3	68,9
1000	61,6	67,9	68,1
1250	59,7	66,0	67,9

f_{Terz}	$L''_{\text{WA,mod,4,3m}^2}$	$L_{\text{WA,Terz,mod}}$	$L_{\text{W,Terz,mod}}$
[Hz]	[dB(A)/m ²]	[dB(A)]	[dB]
1	2	3	4
1600	58,0	64,3	65,4
2000	59,0	65,3	63,3
2500	58,8	65,1	64,1
3150	57,4	63,7	63,8
4000	55,1	61,4	62,5
5000	55,0	61,3	60,4
6300	65,4	71,7	60,8
8000	49,7	56,0	71,8
10000	42,5	48,8	57,1
Σ	71,4	77,7	82,3

5.2.2 POWERSTATION

Am Standort sollen 9 Powerstations aufgestellt werden. Diese bestehen jeweils aus dem Wechselrichter, einem Transformator und der Steuereinheit (siehe **ABBILDUNG 3**). Aus schalltechnischer Sicht ist ausschließlich der Wechselrichter relevant, da der Transformator in dieser Größenordnung keine relevante Schallabstrahlung aufweist (Schalleistungspegel in Größenordnung von 60 dB(A)).



ABBILDUNG 3: Container Powerstation, Auszug aus dem Produktkatalog der Fa. SMA

Die Terz-Schalleistungspegel für die Einheit „Wechselrichter“ wird der übergebenen Unterlage (/16/) für den Typ 3940 kVA mit „Silent Kit“ entnommen und folgend in Form der linearen und A-bewerteten Modell-Terzschalleistungspegel in der **TABELLE 3** ausgewiesen.

TABELLE 3: A-bewerteter Terzschalleistungspegel ($L_{WA, Terz, mod}$) und linearer Terzschalleistungspegel ($L_{W, Terz, mod}$) | **Powerstation (PS) | tags / nachts**

f_{Terz}	$L_{WA, Terz, mod}$	$L_{W, Terz, mod}$
[Hz]	[dB(A)]	[dB]
1	2	3
25	33,6	78,3
31,5	39,6	79,0
40	43,7	78,3
50	51,9	82,1
63	55,2	81,4
80	57,4	79,9
100	62,3	81,4
125	59,0	75,1
160	58,7	72,0
200	62,7	73,6
250	65,6	74,2
315	70,5	77,1
400	63,9	68,7
500	64,1	67,3
630	65,5	67,4
800	64,1	64,9
1000	63,8	63,8
1250	61,0	60,4
1600	59,6	58,6
2000	58,6	57,4
2500	75,7	74,4
3150	84,5	83,3
4000	61,3	60,3
5000	64,8	64,3
6300	74,7	74,8
8000	64,3	65,4
10000	65,0	67,5
Σ	86,0	90,8

5.3 PV-ANLAGE

Für die PV-Module werden insgesamt 275 String-Wechselrichter sowie 10 Transformatoren benötigt. Diese werden auf dem gesamten Gelände verteilt aufgestellt.

5.3.1 STRING-WECHSELRICHTER

Es sind 275 String-Wechselrichter vom Typ SUN2000-330 KTL der Fa. Huawei (/17/) geplant. Für diese ist im Datenblatt lediglich ein Gesamtschallleistungspegel von 75 dB(A), ohne frequenzabhängige Emissionsdaten, ausgewiesen. Um auch hier die tieffrequenten Geräusche berücksichtigen zu können, wird das Frequenzspektrum der bereits betrachteten Wechselrichter der Powerstations (siehe Abschnitt 5.2.2) übernommen und je Terz um die Differenz der angegebenen Gesamtschallleistungspegel ($\Delta = -11$ dB) verringert.

Die Wechselrichter werden durch eine Modellschallquelle (Punktschallquelle), entsprechend der übergebenen Lage, in einer Höhe von 2,0 m über der Geländeoberkante nachgebildet. In der **TABELLE 4** sind die A-bewerteten und Linearen Modell-Terzschallleistungspegel für den Betrieb eines Wechselrichters ausgewiesen.

TABELLE 4: A-bewerteter Terzschallleistungspegel ($L_{WA,mod}$) und linearer Terzschallleistungspegel ($L_{W,mod}$) | **Wechselrichter (WR) | tags / nachts**

f_{Terz}	$L_{WA, Terz, mod}$	$L_{W, Terz, mod}$
[Hz]	[dB(A)]	[dB]
1	2	3
25	22,6	67,3
31,5	28,6	68,0
40	32,7	67,3
50	40,9	71,1
63	44,2	70,4
80	46,4	68,9
100	51,3	70,4
125	48,0	64,1
160	47,7	61,0
200	51,7	62,6
250	54,6	63,2
315	59,5	66,1
400	52,9	57,7
500	53,1	56,3

f_{Terz}	$L_{\text{WA, Terz, mod}}$	$L_{\text{W, Terz, mod}}$
[Hz]	[dB(A)]	[dB]
1	2	3
630	54,5	56,4
800	53,1	53,9
1000	52,8	52,8
1250	50,0	49,4
1600	48,6	47,6
2000	47,6	46,4
2500	64,7	63,4
3150	73,5	72,3
4000	50,3	49,3
5000	53,8	53,3
6300	63,7	63,8
8000	53,3	54,4
10000	54,0	56,5
Σ	75,0	79,8

5.3.2 TRANSFORMATOR

Für den Transformator wurden keine frequenzabhängigen Emissionsdaten übermittelt, sodass hier auf Werte vergleichbarer Anlagen zurückgegriffen wird. Im Konkreten wird ein 110kV Transformator (ONAF → inkl. Lüfter siehe auch **ABBILDUNG 4**) berücksichtigt.

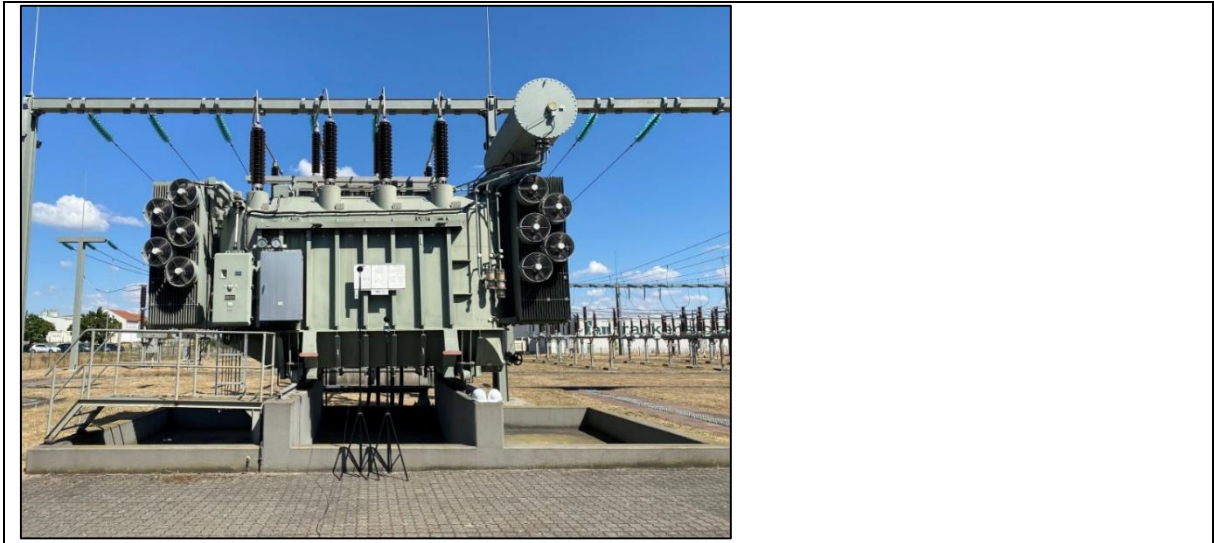


ABBILDUNG 4: Beispiel eines 110kV-Transformators mit Lüfter ONAF

Der Transformator wird durch eine Modellschallquelle (Punktschallquelle), entsprechend der übergebenen Lage, in einer Höhe von 3,0 m über der Geländeoberkante nachgebildet. In der **TABELLE 5** sind die A-bewerteten und linearen Terzschalleistungspegel für den Betrieb eines Transformators ausgewiesen.

TABELLE 5: A-bewerteter Terzschalleistungspegel ($L_{WA,mod}$) und linearer Terzschalleistungspegel ($L_{W,mod}$) | **Transformator (TR) | tags / nachts**

f_{Terz}	$L_{WA, Terz, mod}$	$L_{W, Terz, mod}$
[Hz]	[dB(A)]	[dB]
1	2	3
25	32,8	77,5
31,5	36,0	75,4
40	40,2	74,8
50	45,5	75,7
63	46,6	72,8
80	53,1	75,6
100	60,9	80,0
125	56,2	72,3
160	58,9	72,2
200	60,6	71,5
250	62,2	70,8
315	65,7	72,3
400	65,2	70,0
500	67,1	70,3
630	66,8	68,7
800	67,6	68,4
1000	67,1	67,1
1250	67,1	66,5
1600	65,4	64,4
2000	64,6	63,4
2500	62,5	61,2
3150	59,9	58,7
4000	56,5	55,5
5000	53,2	52,7
6300	49,3	49,4
8000	45,3	46,4
10000	42,7	45,2
Σ	76,9	96,6

6 ERMITTLUNG DER BEURTEILUNGSPEGEL

6.1 BERECHNUNGSPRÄMISSEN

Die Schallausbreitungsberechnungen werden mit dem Programmsystem LimA (Version 2021) durchgeführt. In der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung wird entsprechend der gültigen Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 gerechnet. Folgende Prämissen liegen den Berechnungen zu Grunde:

Einzelpunkte (Immissionsorte)

- bebaute Flächen
 - Lage: 0,5 m vor geöffnetem Fenster der betreffenden Fassade
 - Berechnungshöhe: höchstes Geschoss je nach Gebäude (1.OG = 5,8 m über Boden bis 2.OG = 8,8 m über Boden)
- meteorologische Korrektur: $C_{met} = 0$ dB
- Art des Bodens: Mischboden, $G = 0,6$

Korrekturen / Zuschläge

Nach TA Lärm sind folgende Korrekturen / Zuschläge bei der Ermittlung des Beurteilungspegels L_r zu berücksichtigen:

- für impulshaltige Emissionen ein Impulszuschlag K_I
- für Ton- oder Informationshaltigkeit ein Zuschlag K_T
- für „Stunden mit erhöhter Empfindlichkeit“ im Tagzeitraum ein Zuschlag K_R (nur bei WA und WR)

6.2 BEURTEILUNGSPEGEL

Es werden keine Korrekturen bei der Ermittlung der Beurteilungspegel L_r berücksichtigt. Die anteiligen Mittelungs- bzw. Beurteilungspegel ($L_{m,an}$ und $L_{r,an}$) der Schallquellen sind in der **ANLAGE 2** für die Immissionspunkte ausgewiesen. Die energetische Summe der anteiligen Beurteilungspegel ergibt den der gewerblichen Einrichtung (Anlage) zuzuordnenden Beurteilungspegel L_r .

In der **TABELLE 6** sind die Beurteilungspegel $L_{r,tags/nachts}$ an den relevanten Immissionsorten² ausgewiesen und den Immissionsrichtwerten (IRW) gegenübergestellt. Darüber hinaus sind Informativ die Differenzen aus $L_{r,tags/nachts} - L_{IRW,tags/nachts}$ in den Spalte 7 und 8 ausgewiesen (negative Zahl bedeutet Unterschreitung der IRW).

Anmerkung 1: Die Beurteilungspegel werden zur Information mit einer Nachkommastelle ausgewiesen. Vor dem Vergleich mit den Immissionsrichtwerten sind diese auf ganze dB(A) zu runden. Dabei gilt die Rundungsregel der DIN 1333, mathematische Rundung, d.h. Abrundung bei $\leq 0,4$ und Aufrundung bei $\geq 0,5$.

TABELLE 6: Beurteilungspegel L_r an den Immissionsorten (IO) und Vergleich mit den Immissionsrichtwerten (IRW) | tags / nachts

Immissionsort		IRW [dB(A)]		L_r [dB(A)]		ΔL [dB]	
		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
1	2	3	4	5	6	7	8
IO-01	2.OG	60	45	18,5	18,5	-41,5	-26,5
IO-02	1.OG	60	45	20,0	20,0	-40,0	-25,0
IO-03	2.OG	60	45	15,9	15,9	-44,1	-29,1

IRW wird um ≥ 6 dB unterschritten | IRW wird eingehalten, aber nicht um ≥ 6 dB unterschritten | IRW wird nicht eingehalten

Die Ergebnisse in **TABELLE 6** weisen aus, dass die Immissionsrichtwerte an den vorhandenen Immissionsorten im Beurteilungszeitraum tags und nachts unterschritten werden. Die Zielstellung, den $IRW \geq 6$ dB zu unterschreiten, wird im Beurteilungszeitraum tags und nachts ebenfalls erreicht.

² Geschosse mit den höchsten Beurteilungspegeln

6.3 BEURTEILUNG TIEFFREQUENTER GERÄUSCHE

In der folgenden **TABELLE 7** sind die berechneten frequenzabhängigen Immissionspegel ($L_{r, \text{Terz}}$) am Immissionsort IO-02 (höchste Belastung nachts) je Emittent bzw. Emittentengruppe

- Speichereinheiten (SE) $L_{r, \text{Terz}, \text{SE}}$
- Powerstations (PS) $L_{r, \text{Terz}, \text{PS}}$
- Wechselrichter (WR) $L_{r, \text{Terz}, \text{WR}}$
- Transformator (TR) $L_{r, \text{Terz}, \text{TR}}$

sowie als energetische Summe ($L_{r, \text{Terz}, \Sigma}$) ausgewiesen und den einzuhaltenden Tieffrequenten-Immissionswerten ($\text{TIW}_{\text{b90}, \text{T}}$) gegenübergestellt.

TABELLE 7: linearer Terzbeurteilungspegel ($L_{r, \text{Terz}}$) / Tieffrequenter-Immissionswert ($\text{TIW}_{\text{b90}, \text{T}}$) und Über- / Unterschreitung (ΔL) | Immissionsort IO-02 | **tags / nachts**

f_{Terz} [Hz]	25	31,5	40	50	63	80	100
1	2	3	4	5	6	7	8
$L_{r, \text{Terz}, \text{SE}}$ [dB]	4,0	2,1	3,5	5,3	3,3	4,1	0,3
$L_{r, \text{Terz}, \text{PS}}$ [dB]	15,6	16,3	15,6	19,5	18,7	17,1	13,2
$L_{r, \text{Terz}, \text{WR}}$ [dB]	23,9	24,6	23,9	27,7	27,0	25,4	21,4
$L_{r, \text{Terz}, \text{TR}}$ [dB]	18,4	16,3	15,7	16,7	13,7	16,4	15,7
$L_{r, \text{Terz}, \Sigma}$ [dB]	25,5	25,7	25,1	28,6	27,8	26,5	22,9
$\text{TIW}_{\text{b90}, \text{T}}$ [dB]	72,2	66,5	58,5	53,5	47,7	42,9	37,6
ΔL [dB]	-46,7	-40,8	-33,4	-24,9	-19,9	-16,4	-14,7

Beurteilungskriterium wird eingehalten | Beurteilungskriterium wird nicht eingehalten

Wie der **TABELLE 7** zu entnehmen ist, sind Konflikte aufgrund tieffrequenter Geräusche nicht zu erwarten.

7 ZUSAMMENFASSUNG

In der Gemarkung Pinnow (GE), Flur 1 & 2 in 17268 Gerswalde ist der Betrieb eines Solarparks inkl. Batteriespeicher geplant. Im Rahmen dieser schalltechnischen Untersuchung wurden die Schallemissionen der Anlage ermittelt und die Beurteilungspegel L_r an den maßgeblichen Immissionsorten (**BILD 1**) mit den Immissionsrichtwerten der TA Lärm verglichen.

Die Berechnungen weisen aus, dass bei den in Abschnitt 5 ausgewiesenen Emissionsansätzen

- die Immissionsrichtwerte nach TA Lärm an den Immissionsorten im Beurteilungszeitraum tags und nachts unterschritten werden (siehe **TABELLE 6**).
- die Zielstellung, den IRW ≥ 6 dB zu unterschreiten, ebenfalls erreicht wird.
- Konflikte aufgrund tieffrequenter Geräusche nicht zu erwarten sind (siehe **TABELLE 7**).

Bei normalem Betrieb sind kurzfristige Geräuschspitzen, welche den Immissionsrichtwert tags um mehr als 30 dB(A) und nachts um mehr als 20 dB(A) überschreiten, aufgrund der großen Entfernung nicht zu erwarten.

Maßnahmen organisatorischer Art, um die Geräusche des An- und Abfahrtverkehrs zu vermindern, sind nicht angezeigt.

ANLAGE 1 BEGRIFFSERKLÄRUNG**SCHALLEMISSION - ALLGEMEINE BEGRIFFE****(Punkt-) Schalleistungspegel L_W**

- zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der Schalleistung P zur Bezugsschalleistung P_0
- $$L_W = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{P_0}\right) \quad [\text{dB(A)}]$$

P : Die von einem Schallstrahler abgegebene akustische Leistung (Schalleistung)
 P_0 : Bezugsschalleistung ($P_0 = 1 \text{pW} = 10^{-12} \text{W}$)

Pegel der längenbezogenen Schalleistung L'_W (auch „längenbezogener Schalleistungspegel“)

- logarithmisches Maß für die von einer Linienschallquelle, oder Teilen davon, je Längeneinheit abgestrahlte Schalleistung P'
- $$L'_W = 10 \cdot \log\left(\frac{P'}{10^{-12} \text{Wm}^{-1}}\right) \quad [\text{dB(A)/m}]$$
- Errechnung aus dem (Punkt-) Schalleistungspegel: $L'_W = L_W - 10 \cdot \log\left(\frac{L}{1 \text{m}}\right)$
 Schalleistung, die von einer Linie mit der Länge L pro m abgestrahlt wird. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Schallabstrahlung gleichmäßig über die gesamte Länge verteilt ist.

Pegel der flächenbezogenen Schalleistung L''_W (auch „flächenbezogener Schalleistungspegel“)

- logarithmisches Maß für die von einer flächenhaften Schallquelle, oder Teilen davon, je Flächeneinheit abgestrahlte Schalleistung P''
- $$L''_W = 10 \cdot \log\left(\frac{P''}{10^{-12} \text{Wm}^{-2}}\right) \quad [\text{dB(A)/m}^2]$$
- Errechnung aus dem (Punkt-) Schalleistungspegel: $L''_W = L_W - 10 \cdot \log\left(\frac{S}{1 \text{m}^2}\right)$
 Schalleistung, die von einer Fläche der Größe S pro m^2 abgestrahlt wird. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Schallabstrahlung gleichmäßig über die gesamte Fläche verteilt ist.

Modellschalleistungspegel $L_{W,mod}$ / $L'_{W,mod}$ / $L''_{W,mod}$

- Im Berechnungsmodell zum Ansatz gebrachte Schalleistungspegel für Ersatzschallquellen komplexer zusammenhängender / zusammengefasster Anlagen und / oder technologischer Vorgänge.
- Basis der Modellschalleistungspegel sind Werte aus der Literatur und / oder Ergebnisse aus orientierenden Messungen.

SCHALLIMMISSION

Mittelungspegel L_{Aeq}

- A-bewerteter, zeitlicher Mittelwert des Schallpegels an einem Punkt (z. B. am Immissionsort).

anteiliger Beurteilungspegel $L_{r,an}$

- Der Beurteilungspegel *einer* Geräuschquelle (z. B. *eines* Anlagenteiles) ist nach TA Lärm wie folgt definiert: Der anteilige Beurteilungspegel $L_{r,an}$ ist gleich dem Mittelungspegel L_{Aeq} eines Anlagengeräusches plus (gegebenenfalls) Zu- und Abschlägen für Ruhezeiten und Einzeltöne sowie (gegebenenfalls) einer Pegelkorrektur für die Zeitbewertung entsprechend der Beurteilungszeit.

Beurteilungspegel L_r

- Summenpegel, ermittelt durch energetische Addition der anteiligen Beurteilungspegel $L_{r,an}$ aller zu beurteilenden Geräuschquellen.

$$L_r = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{T_r} \cdot \sum_{j=1}^N T_j \cdot 10^{0,1 \cdot (L_{Aeq,j} - C_{met} + K_{T,j} + K_{I,j} + K_{R,j})} \right]$$

mit $T_r = \sum_{j=1}^N T_j = 16 \text{ h tags} / 1 \text{ h nachts}$

- T_j Teilzeit j
 - Tagzeitraum: 06:00 – 22:00 Uhr / Beurteilungszeit = 16 Stunden
 - Nachtzeitraum: 22:00 – 06:00 Uhr / Beurteilungszeit = 1 Stunde (volle Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt)
- N Zahl der gewählten Teilzeiten
- $L_{Aeq,j}$ Mittelungspegel während der Teilzeit T_j
- C_{met} meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613-2:1999-10 (Gleichung 22)
- $K_{T,j}$ Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit nach der TA Lärm (1998) in der Teilzeit j (Treten in einem Geräusch während bestimmter Teilzeiten T_j ein oder mehrere Töne hörbar hervor oder ist das Geräusch informationshaltig, so beträgt der Zuschlag $K_{T,j}$ für diese Teilzeiten je nach Auffälligkeit 3 oder 6 dB.)
- $K_{I,j}$ Zuschlag für Impulshaltigkeit nach der TA Lärm (1998) in der Teilzeit T_j (Enthält das zu beurteilende Geräusch während bestimmter Teilzeiten T_j Impulse, so beträgt $K_{I,j}$ für diese Teilzeiten: $K_{I,j} = L_{AFTeq,j} - L_{Aeq,j}$ [L_{AFTeq} = Taktmaximal-Mittelungspegel mit der Taktzeit $T = 5$ Sekunden])
- $K_{R,j}$ Zuschlag von 6 dB für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (nur allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete [WA], reine Wohngebiete [WR], Kurgelände, Krankenhäuser und Pflegeanstalten)
 - 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
 - Von der Berücksichtigung des Zuschlages kann abgesehen werden, soweit dies wegen der besonderen örtlichen Verhältnisse unter Berücksichtigung des Schutzes vor schädlichen Umwelteinflüssen erforderlich ist.

ANLAGE 2 VERFAHREN DER SCHALLIMMISSIONSPROGNOSE BEI TIEFFREQUENTEN GERÄUSCHEN

→ Auszüge aus dem Heft 10/2021 (/10/)

BEGRIFFE

Index b	Index t
<u>breitbandige Anregung:</u> Das FFT-Spektrum des von der Einzelanlage emittierten Geräusches weist keine anhaltend deutlich herausragenden Frequenzlinien auf. <u>Beispiele:</u> Brennergeräusche, Fackeln, Strömungsrauschen ...	<u>tonale Anregung:</u> Das FFT-Spektrum des von der Einzelanlage emittierten Geräusches weist einzelne anhaltend deutlich herausragende Frequenzlinien auf. <u>Beispiele:</u> Kolbenmaschinen (-motoren, -verdichter, -pumpen), Ventilatoren, Lichtbogenöfen, Schwingförderer, Drehkolbenpumpen ...
<u>Anmerkung:</u> Wirken auf einen Immissionsort tieffrequente Geräusche von mehreren Quellen mit breitbandigen <u>und</u> tonalen Emissionsspektren ein, sollen deren Immissionsanteile erst nach separatem Abzug der entsprechenden Schalldruckpegeldifferenz zusammengefasst, d. h. energetisch addiert werden.	

Index E	Index 90
arithmetische Mittelwerte der Terz-Schalldruckpegeldifferenzen über alle Messobjekte (Annahme der Normalverteilung)	untere Vertrauensbereichsgrenzen für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 90 %, d. h. die Terz-Schalldruckpegeldifferenzen, die in 90 % aller Fälle überschritten werden (10er Perzentil)

Somit ergeben sich acht verschiedene Terz-Spektren von Schalldruckpegeldifferenzen:

Schalldruckpegeldifferenz	zur Berechnung des Schalldruckpegels im Raum auf Basis des Schalldruckpegels ...	bei Anregung durch ...
$D_{b,E,T}$ bzw. $D_{b90,T}$	am Immissionsort nach TA Lärm in 0,5 m Abstand zur Mitte des geöffneten Fensters	breitbandige tieffrequente Geräusche
$D_{t,E,T}$ bzw. $D_{t90,T}$		tonale tieffrequente Geräusche
$D_{b,E,W}$ bzw. $D_{b90,W}$	an einem freien Immissionspunkt	breitbandige tieffrequente Geräusche
$D_{t,E,W}$ bzw. $D_{t90,W}$		tonale tieffrequente Geräusche

Tabelle: Terz-Spektren der Schalldruckpegeldifferenzen zwischen außen und innen, Mittelwerte und untere Vertrauensbereichsgrenzen für 90-%ige Überschreitungswahrscheinlichkeit, bei breitbandiger und tonaler Anregung

Terzmittenfrequenz in Hz	25	31,5	40	50	63	80	100
$D_{b,E,T}$ in dB	18,6	17,0	17,6	19,8	20,8	20,8	19,4
$D_{b90,T}$ in dB	9,2	11,0	10,5	13,0	14,2	14,9	14,1
$D_{t,E,T}$ in dB	15,2	14,5	14,2	17,1	17,3	16,5	15,1
$D_{t90,T}$ in dB	6,0	8,3	6,6	10,4	10,1	10,6	8,9
$D_{b,E,W}$ in dB	14,3	13,6	14,8	16,7	17,7	18,1	17,3
$D_{b90,W}$ in dB	4,6	6,7	8,4	9,9	11,7	12,2	12,2
$D_{t,E,W}$ in dB	11,3	11,1	11,4	13,9	14,2	13,8	13,9
$D_{t90,W}$ in dB	1,6	3,8	4,7	7,2	7,4	7,3	7,7

Quelle: SCHULZE, C., ECKERT, L. & HÜBELT, J.: Untersuchungen zur Schallimmissionsprognose bei tieffrequenten Geräuschen. Schriftenreihe des LfULG, Heft 9/2021

PEGELDIFFERENZEN / BERECHNETE TIEFFREQUENTE-IMMISSIONSWERTE

Anhand dieser Terz-Spektren von Schallpegeldifferenzen und der gemäß DIN 45680 einzuhaltenden Hörschwellenpegel L_{HS} (Innen) können die Außen einzuhaltenden **Tieffrequente-Immissionswerte** (TIW) berechnet werden. Die sich so ergebenden Beurteilungskriterien „Außen“ sind in der **TABELLE 8** ausgewiesen.

TABELLE 8: Hörschwellenpegel (L_{HS}) / Terz-Spektren von Schallpegeldifferenzen Außen und einzuhaltenden Tieffrequente-Immissionswerte (TIW)

f_{Terz} [Hz]	25	31,5	40	50	63	80	100
L_{HS} / [dB]	63,0	55,5	48,0	40,5	33,5	28	23,5
1	2	3	4	5	6	7	8
$D_{b,E,T}$ / [dB]	18,6	17,0	17,6	19,8	20,8	20,8	19,4
$D_{b90,T}$ / [dB]	9,2	11,0	10,5	13,0	14,2	14,9	14,1
$D_{t,E,T}$ / [dB]	15,2	14,5	14,2	17,1	17,3	16,5	15,1
$D_{t90,T}$ / [dB]	6,0	8,3	6,6	10,4	1,1	10,6	8,9
$D_{b,E,W}$ / [dB]	14,3	13,6	14,8	16,7	17,7	18,1	17,3
$D_{b90,W}$ / [dB]	4,6	6,7	8,4	9,9	11,7	12,2	12,2
$D_{t,E,W}$ / [dB]	11,3	11,1	11,4	13,9	14,2	13,8	13,9
$D_{t90,W}$ / [dB]	1,6	3,8	4,7	7,2	7,4	7,3	7,7
TIW $_{b,E,T}$ / [dB]	81,6	72,5	65,6	60,3	54,3	48,8	42,9
TIW$_{b90,T}$ / [dB]	72,2	66,5	58,5	53,5	47,7	42,9	37,6
TIW $_{t,E,T}$ / [dB]	78,2	70,0	62,2	57,6	50,8	44,5	38,6
TIW $_{t90,T}$ / [dB]	69,0	63,8	54,6	50,9	34,6	38,6	32,4
TIW $_{b,E,W}$ / [dB]	77,3	69,1	62,8	57,2	51,2	46,1	40,8
TIW $_{b90,W}$ / [dB]	67,6	62,2	56,4	50,4	45,2	40,2	35,7
TIW $_{t,E,W}$ / [dB]	74,3	66,6	59,4	54,4	47,7	41,8	37,4
TIW $_{t90,W}$ / [dB]	64,6	59,3	52,7	47,7	40,9	35,3	31,2

ANLAGE 3 ANTEILIGE SCHALLDRUCKPEGEL**TABELLE 9:** anteilige Mittelungs- $L_{m,an}$ und Beurteilungspegel $L_{r,an}$ / Korrekturwerte für ruhebedürftige Stunden K_R , Impulshaltigkeit K_I und Tonhaltigkeit K_T am **IO-01 bis IO-03 | tags**

Emittent	Quelle	$L_{w,mod}$	$L_{m,an,IO-01}$	$L_{m,an,IO-02}$	$L_{m,an,IO-03}$		K_I	K_T	K_R	$L_{r,an,IO-01}$	$L_{r,an,IO-02}$	$L_{r,an,IO-03}$	
			2.OG	1.OG	2.OG					2.OG	1.OG	2.OG	
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		[dB]	[dB]	[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PS	Lw	86,0	6,5	8,3	7,5		0,0	0,0	0,0	6,5	8,3	7,5	
SE	Lw"	71,4	6,4	8,5	8,1		0,0	0,0	0,0	6,4	8,5	8,1	
TR	Lw	76,8	11,6	11,3	8,3		0,0	0,0	0,0	11,6	11,3	8,3	
WR	Lw	75,0	16,7	18,6	13,1		0,0	0,0	0,0	16,7	18,6	13,1	
Σ tags										18,5	20,0	15,9	

TABELLE 10: anteilige Mittelungs- $L_{m,an}$ und Beurteilungspegel $L_{r,an}$ / Korrekturwerte für Impulshaltigkeit K_I und Tonhaltigkeit K_T am **IO-01 bis IO-03 | nachts**

Emittent	Quelle	$L_{w,mod}$	$L_{m,an,IO-01}$	$L_{m,an,IO-02}$	$L_{m,an,IO-03}$		K_I	K_T	$L_{r,an,IO-01}$	$L_{r,an,IO-02}$	$L_{r,an,IO-03}$		
			2.OG	1.OG	2.OG				2.OG	1.OG	2.OG		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		[dB]	[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
PS	Lw	86,0	6,5	8,3	7,5		0,0	0,0	0,0	6,5	8,3	7,5	
SE	Lw"	71,4	6,4	8,5	8,1		0,0	0,0	0,0	6,4	8,5	8,1	
TR	Lw	76,8	11,6	11,3	8,3		0,0	0,0	0,0	11,6	11,3	8,3	
WR	Lw	75,0	16,7	18,6	13,1		0,0	0,0	0,0	16,7	18,6	13,1	
Σ.nachts										18,5	20,0	15,9	

ANLAGE 4 QUALITÄT DER UNTERSUCHUNG

Die Qualität der ausgewiesenen Ergebnisse (z. B. Beurteilungspegel) ist vorrangig abhängig von der Genauigkeit der Eingangsdaten (z. B. Lagepläne sowie Schalleistungspegel, Einwirkungsdauer und Richtwirkung der Emittenten). Zur Minimierung von Fehlerquellen werden:

- ein digitales Geländemodell (DGM) und ein digitales Gebäudemodell vom zuständigen „Geofachamt“ bezogen und vom Auftraggeber ein digitaler Lageplan angefordert.
- softwarebasierte Prognosemodelle erstellt. Hierzu wird auf das Programm LimA von der „Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH“ zurückgegriffen. Eine Konformitätserklärung des Softwareentwicklers nach DIN 45687:2006-05 „Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmissionen im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen“ liegt vor.
- für die schalltechnischen Eingangsdaten Schalleistungspegel aus anerkannter Literatur und Fachstudien und / oder Herstellerangaben und / oder eigene Messungen herangezogen.

Die DIN ISO 9613-2, die für die Schallausbreitungsrechnung nach TA Lärm herangezogen wird, gibt ein Berechnungsverfahren der Genauigkeitsklasse 2 wieder (s. Abschn. 1 der Norm). In der Tabelle 5 gibt die DIN ISO eine geschätzte Genauigkeit von höchstens ± 3 dB an, was bei einem Vertrauensintervall von 95% einer Standardabweichung von 1,5 dB entspricht. Die Beurteilungspegel werden für den jeweils ungünstigsten Betriebszustand – Maximalauslastung, Voll- und Parallelbetrieb, maximale Einwirkzeit usw. ermittelt.

Eine Prognoseunsicherheit nach oben hin ist dadurch hinreichend kompensiert, so dass die Ergebnisse auf der sicheren Seite liegen.

ANLAGE 5 BERECHNUNGSEINSTELLUNGEN**Beurteilungspegel**

Zur Ermittlung der Beurteilungspegel werden nachstehende Parameter im Schallausbreitungsprogramm LimA (Version 2021) berücksichtigt:

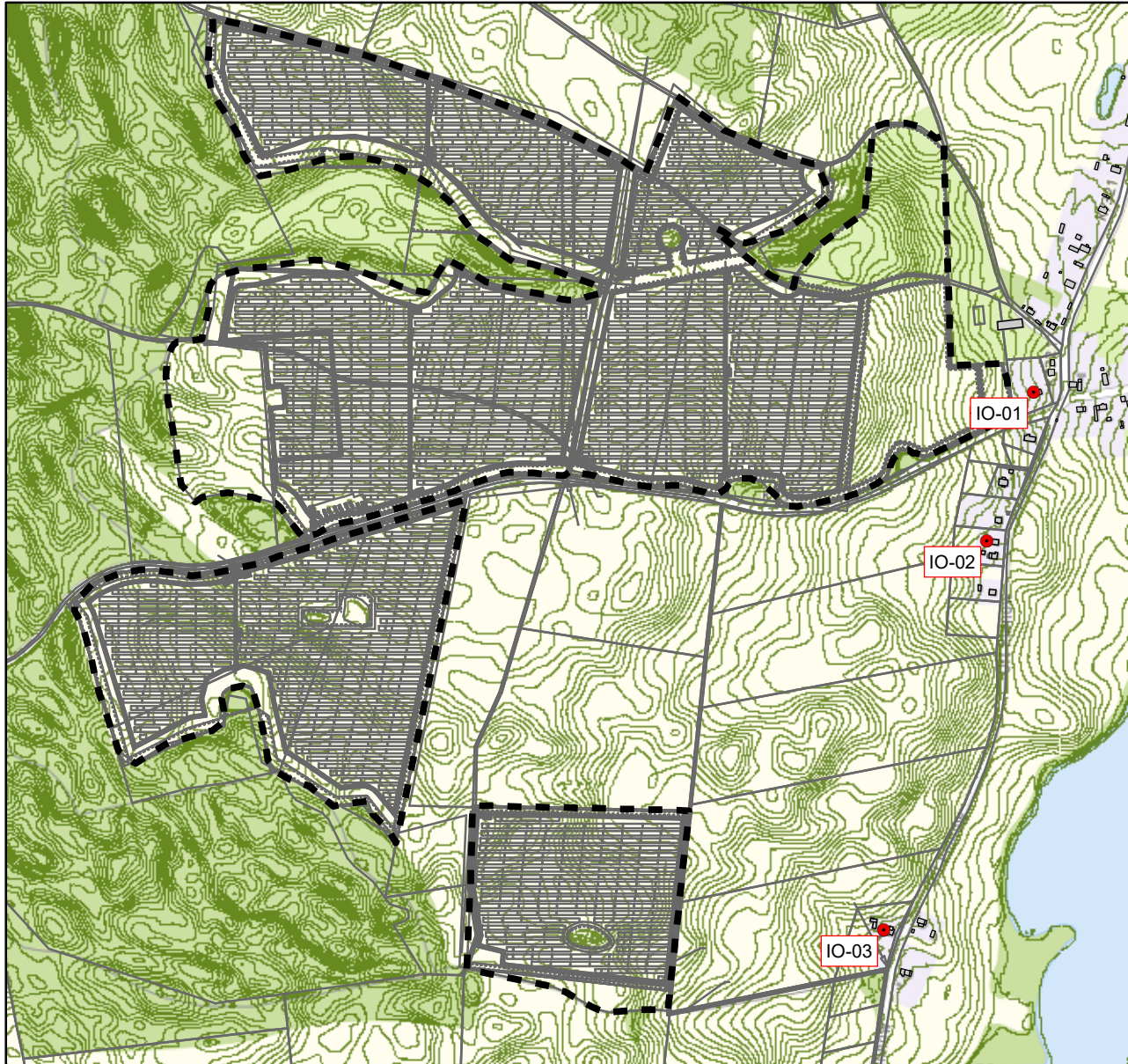
- Ausbreitungsberechnung basiert auf den Gleichungen der DIN ISO 9613-2.
- Es wird mit einem Gebäudemodell gerechnet.
- Ein Geländemodell wird berücksichtigt, die Quellen werden entsprechend ihrer Lage und Emissionshöhe modelliert (Minderungswirkung des Geländes wird berücksichtigt, siehe Parameter „ARTDBM“).
- Die Luftdämpfung wird berücksichtigt, siehe Parameter „ALPHAL“.
- Die Boden- und Meteorologiedämpfung wird berücksichtigt, siehe Parameter „ARTDBM“.
- Es wird ohne „Langzeitmittelungspegel“ gerechnet.
 - $C_{0,tags} = C_{0,nachts} = 0 \text{ dB(A)}$

In der **TABELLE 11** werden die gewählten Berechnungsparameter zusammengefasst.

TABELLE 11: Berechnungsparameter zur Ermittlung der Beurteilungspegel





Parameter	Beschreibung	Wert
1	2	3
DGM	digitales Geländemodell bei der Berechnung berücksichtigt?	Ja
LoD1	digitales Gebäudemodell bei der Berechnung berücksichtigt?	Ja
ALPHAL	Luftdämpfung	0,005
ARTDBM	Boden- und Meteorologiedämpfung (nach VDI oder ISO9613)	0
	0 Berechnung mit DBM nach Richtlinie	
	-2 kein DBM und kein K0 bei Industrieberechnung für Mitten- oder Oktavspektrum	
	Art des Bodens Harter Boden: Straßenpflaster, Wasser, Eis Beton G = 0 Poröser Boden: Gras, Bäume, Ackerland G = 1 Mischboden: besteht sowohl aus hartem als auch porösen Böden G zwischen 0 und 1 → 0,6	0,6
DBFEHLER	Fehlergrenze	0
DELTAGEL	Abstufung für Geländeaster	5
DZMAX	Größte Schirmwirkung für einen Schirm	20
	Größte Schirmwirkung für zwei oder mehrere Schirme	25
	Größte Schirmwirkung für direkten Schalldurchgang (Wand)	50
ISO9613	Schallausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613 – 2	Ja



Parameter	Beschreibung	Wert
1	2	3
KLIMA	Klimatische Verhältnisse - Temperatur in °C	10
	Klimatische Verhältnisse - relative Luftfeuchtigkeit in %	70
LOCATION	Datei mit standort- und richtungsabhängigen Werten für c0	--
LZMP	Berechnung des Langzeitmittelungspegels	Nein
RADGEL	Einfangradius für Geländeinformationen	250
RADMAX	Maximaler Abstand des Emittenten	2500
RADUMW	Radius (m) für die Umwegberechnung	5000
REFLEX	Berechnung mit Reflexion - Ordnung	2
	Berechnung mit Reflexion - maximaler Abstand in (m)	30
	Berechnung mit Reflexion - minimaler Fassadenabstand	0,6
	Berechnung mit Reflexion - maximaler Fassadenabstand	3
SEITUM	Berechnung mit seitlichem Umweg - Quellenart	2
	Berechnung mit seitlichem Umweg - Breite	10
	Berechnung mit seitlichem Umweg - max. Anzahl Hindernisse	50
	Berechnung mit seitlichem Umweg - Optionen (default 31)	159

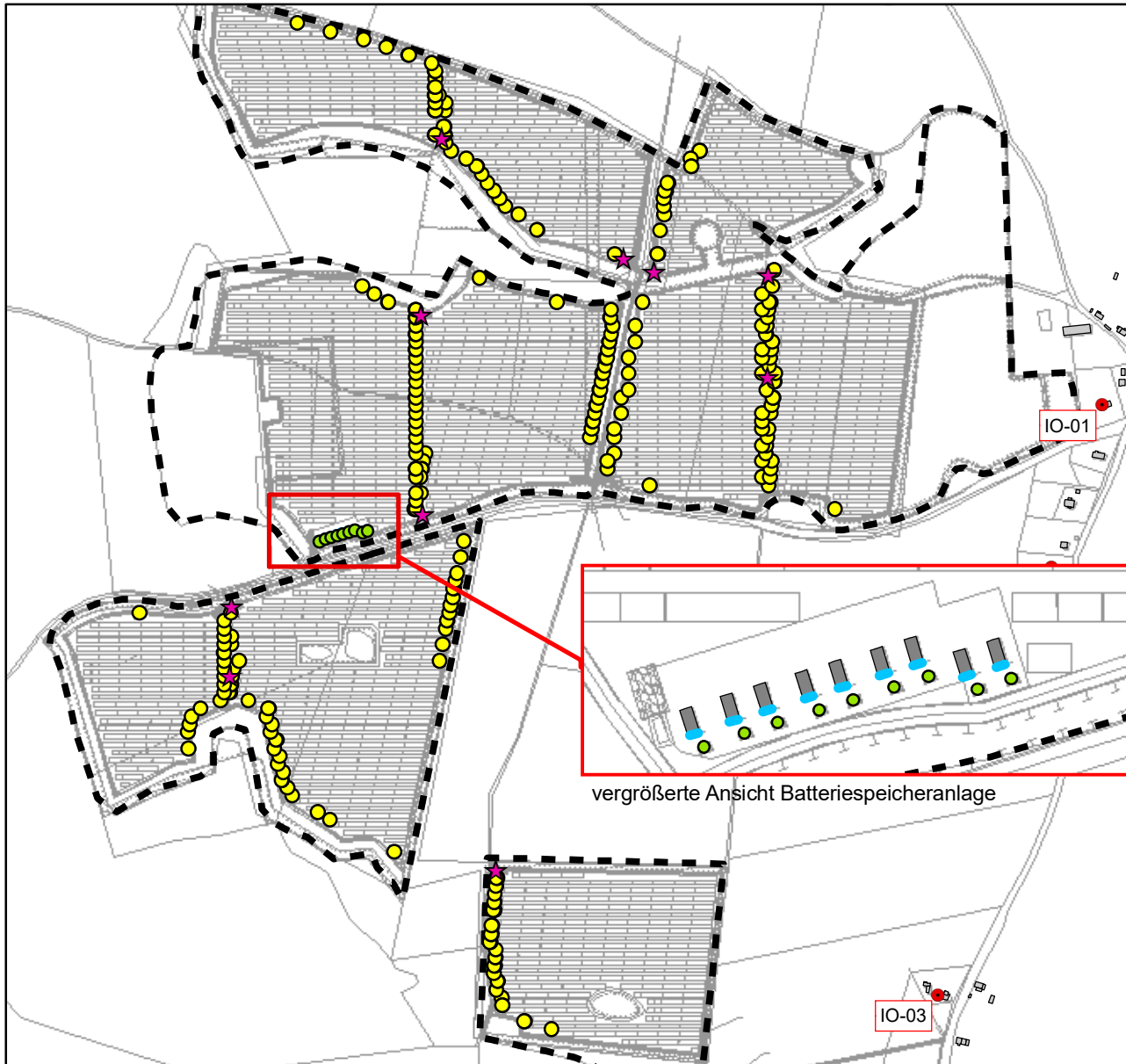


Hintergrund: WMS-Server "WMS DE BASEMAP.DE WEB RASTER"

Legende

-  Vorhabenbereich
-  Immissionsorte (IO)
-  umgebende Gebäude
-  Geländelinien

Lageplan	Bild 1 <small>Format: A4</small>
Betrieb eines Solarparks inkl. Batteriespeicher Gemarkung Pinnow (GE), Flur 1 & 2 17268 Gerswalde	Projekt-Nr.: 7343 Version 1.0
 0 100 200 400 Meter	<small>Maßstab: 1:11.000 Lagestatus: UTM33 Höhensystem: DHHN2016</small>
<small>Auftraggeber:</small> Solarpark Uckerland GmbH Ort Weiler 12 17268 Gerswalde	<small>Ersteller:</small> 3L Akustik GmbH Handelsplatz 1 04319 Leipzig
	



Legende

- Vorhabenbereich
- Immissionsorte (IO)
- umgebende Gebäude
- Batteriespeichercontainer

Emittenten

Batteriespeicheranlage

PS

SE

PV-Anlage

TR

WR

Emittenten

Bild 2

Format: A4

Betrieb eines Solarparks inkl.
Batteriespeicher
Gemarkung Pinnow (GE), Flur 1 & 2
17268 Gerswalde

Projekt-Nr.:
7343 | Version 1.0

0 50 100 200 300
Meter



Maßstab: 1:10.000
Lagestatus: UTM33
Höhensystem: DHHN2016

Auftraggeber:
Solarpark Uckerland GmbH
Ort Weiler 12
17268 Gerswalde

Ersteller:
3L Akustik GmbH
Handelsplatz 1
04319 Leipzig

3L