

**Errichtung und Betrieb eines Solarfeldes mit Batteriegroßspeicher am
Standort: Östlich Bennstedter Straße (L173) zwischen den Ortschaften
Bennstedt, Köllme und Lieskau in 06198 Salztal im Saalekreis in
Sachsen-Anhalt**

Geräuschimmissionsprognose

B E R I C H T BEN 25.043.01 P

Auftraggeber: SolarPark Bennstedt GmbH
Lehmweg 17
20251 Hamburg

Dieser Bericht besteht aus 30 Seiten und einer Anlage.
Die Ergebnisse dürfen nicht auf andere Untersuchungsgegenstände übertragen
werden. Der Bericht darf nur vollständig vervielfältigt oder veröffentlicht werden.
Auszüge dürfen nur mit unserer Zustimmung verwendet werden.

Berlin, 06.05.2025

bearbeitet:



Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Ricardo Krannich
(Projekt-Verantwortlicher)

geprüft:



Sven Deter, M.Sc.
(Fachlich Verantwortlicher)

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Zusammenfassung und Aufgabenstellung	4
2 Situations- und Lagebeschreibung der planungsrechtlichen Situation	6
3 Beurteilungsgrundlagen und Immissionsorte	10
3.1 Beurteilungsgrundlagen	10
3.2 Immissionsorte und Immissionsbegrenzungen	13
4 Beschreibung des Bauvorhabens	15
5 Untersuchungsmethode und Emissionsansätze	18
5.1 Vorgehensweise	18
5.2 Schallemissionen des Vorhabens	18
5.3 Schallausbreitungsrechnung gemäß DIN ISO 9613-2	19
5.4 Ermittlung des Beurteilungspegels	20
6 Geräuschimmissionen, Schallminderungsplanung und Beurteilung	22
6.1 Geräuschimmissionen durch das Vorhaben	22
6.2 Qualitative Analyse tieffrequenter Geräuschimmissionen durch das Vorhaben ohne Schallminderungsmaßnahme	25
6.3 Fazit	27
6.4 Qualität der Prognose	28
7 Regelwerke und zur Verfügung gestellte Unterlagen	29

Anlagenverzeichnis

Anlage: Parameter der mittleren Ausbreitungsrechnung des Vorhabens für den maßgeblichen IO 1, 1. OG

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abbildung 1: Lage des Batteriegroßspeichers im Entwurf der Planzeichnung des B-Plans "Solarpark Bennstedt"	6
Abbildung 2: Lage des Batteriegroßspeichers (rot umrandet) und Umgebung mit Lage der maßgeblich nächstgelegenen Nutzungen	7
Abbildung 3: Vorhabenstandort im Verhältnis zum FNP der Gemeinde Lieskau	8
Abbildung 4: Vorhabenstandort im Verhältnis zum FNP der Ortschaft Zappendorf	9
Abbildung 5: Planungsrechtliche Situation des Vorhabenstandortes und der Umgebung	9
Abbildung 6: Lageplan mit Lage des Vorhabens und der Immissionsorte	13
Abbildung 7: Lageplan des Vorhabens mit Darstellung der Anlagenposition	16
Abbildung 8: Detaillierte Ansichten und Beschreibungen der Anlagen einer Gruppe	16
Abbildung 9: Vorhaben im digitalen Schallausbreitungsberechnungsmodell	17
Abbildung 10: Flächenhafte Schallausbreitung des Beurteilungspegels L_{rT} tags des Vorhabens in 6 m Höhe über Grund mit Ruhezeitenzuschläge ohne Schallminderungsmaßnahmen und Beurteilungspegel L_{rT} tags an den maßgeblichen IO	23
Abbildung 11: Flächenhafte Schallausbreitung des Beurteilungspegels L_{rN} nachts des Vorhabens in 6 m Höhe über Grund ohne Schallminderungsmaßnahmen und Beurteilungspegel L_{rN} nachts an den maßgeblichen IO	24

Tabellenverzeichnis	Seite
Tabelle 1: Immissionsrichtwerte (IRW) gemäß Nummer 6.1 der TA Lärm	10
Tabelle 2: Beurteilungszeiten nach Nummer 6 der TA Lärm	10
Tabelle 3: Terzbandbezogene Hörschwellenpegel und Anhaltswerte für zulässige Überschreitungen nach Beiblatt 1 zu DIN 45680	12
Tabelle 4: Immissionsorte und berücksichtigte bauliche Nutzung	13
Tabelle 5: Immissionsrichtwerte IRW und Irrelevanzkriterium ($IRW - 6 \text{ dB(A)}$) gemäß TA3 Lärm tags / nachts an den maßgeblichen Immissionsorten	14
Tabelle 6: Berücksichtigte Schallleistungspegel L_{WA} / L''_{WA} und Parameter des Vorhabens sowie Bemerkungen	19
Tabelle 7: Schalldruckpegeldifferenzen bei dauerhaft tonalem Geräusch für die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 25 Hz bis 100 Hz	25
Tabelle 8: Berechnungsergebnisse und Bewertung der Gesamtbeurteilungspegel für tiefe Frequenzen in den Mittenfrequenzen der Terzbänder 25 Hz bis 100 Hz des Vorhabens "Batteriegroßspeicher"	26

1 Zusammenfassung und Aufgabenstellung

Nordöstlich der Ortschaft Bennstedt befinden sich landwirtschaftlich genutzte Freiflächen, die mit Photovoltaik-Anlagen und einem Batteriegroßspeicher überbaut werden sollen. Schalltechnisch relevant ist die Batteriegroßspeicheranlage. Die schalltechnische Untersuchung stützt sich somit im Weiteren auf die maßgeblichen Schallquellen der Batteriegroßspeicheranlage.

Der gesamte Batteriegroßspeicher besteht aus 24 Einheiten bzw. Gruppen (Arrays). Jedes Array umfasst einen Batteriespeicher mit 2 Batterieeinheiten mit Regelschank, einen 5 MVA-Trafo sowie einen Wechselrichter und eine Ringkabelschaltanlage.

Die Gesamtsitzenleistung des Batteriegroßspeichers wird mit ca. 85 MW angegeben.

Maßgebliche Schallquellen stellen der Wechselrichter, die Batterieeinheiten und in gewissem Maße der 5 MVA-Trafo dar.

Der Batteriegroßspeicher soll als Kompensationsanlage marktorientiert und netzdienlich zum Einsatz kommen. Durch die Einspeicherung überschüssiger Energie aus der Stromproduktion des Solarfeldes und durch Energieabgabe bei Bedarf wird der Speicher eine Harmonisierung für den Netzbetrieb schaffen.

Da das Ein- und Ausspeisen nicht dauerhaft erfolgt, ist eine anlagentypische Betriebszeit zu berücksichtigen. In Analogie einer bereits geplanten Anlage gehen wir für diese vollautomatisierte Batteriegroßspeicheranlage konservativ von einem Betrieb für mindestens eine volle Nachtstunde aus.

Ein mit dem Vorhaben in Verbindung stehender und zu berücksichtigender anlagenbezogener Verkehr ist nicht gegeben.

Die Gemeinde Salztal hat am 21.06.2022 die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans "Solarpark Bennstedt" beschlossen /19/.

Immissionsschutzrechtlich ist zu prüfen, ob die Immissionsrichtwerte (IRW) der Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) /5/ bei Betrieb des Batteriegroßspeichers für den maßgeblichen Lastfall unter ggf. der Berücksichtigung einer Vorbelastung durch andere in den Geltungsbereich der TA Lärm fallenden Anlagen an den maßgeblichen Immissionsorten eingehalten werden. Die Nachtzeit ist bei möglichen Nachtbetrieb wegen der um 15 dB(A) geringeren IRW die kritische Beurteilungszeit. Der Beurteilung ist die lauteste volle Stunde zwischen 22.00 und 06.00 Uhr zugrunde zu legen.

Die Einhaltung der IRW ist formal gemäß Nr. 3.2.1 Abs. 2 der TA Lärm gewährleistet, wenn die Beurteilungspegel der hier untersuchten Anlagen die baugebietsabhängigen IRW für die schutzwürdige Nachbarschaft um mindestens 6 dB(A) unterschreiten (sog. Irrelevanzkriterium).

Berechnungsergebnisse

Die Beurteilungspegel des Batteriegroßspeichers zeigen, dass die Immissionsrichtwerte an allen nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen (Wohngebäude) tags und nachts eingehalten und z. T. deutlich unterschritten werden.

Da nicht sicher ausgeschlossen werden kann, inwieweit eine Vorbelastung durch in den Geltungsbereich der TA Lärm zugehörigen Anlagen auf die Immissionsorte einwirken, was aus unserer Sicht in jedem Falle für den IO 1 zutrifft, ist das gemäß TA Lärm sog. Irrelevanzkriterium ($IRW - 6\text{dB}$) einzuhalten. Dieses trifft im Tages- und Nachtzeitraum ebenfalls auf alle IO zu.

Kurzzeitige Geräuschspitzen, die die zulässigen Richtwerte überschreiten könnten, treten im regulären Betrieb durch das Vorhaben nicht auf.

Die qualitative Prüfung bzgl. tieffrequenter Geräuschanteile durch das Vorhaben führte zu keinen Bedenken hinsichtlich einer Überschreitung der zulässigen Hörschwellenpegel (s. Kapitel 6.2).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass nach Maßgabe der durchgeführten Geräuschimmissionsprognose aus der Sicht des Schallimmissionsschutzes bei Umsetzung der Planungen und der geplanten Betriebszustände keine Bedenken gegen den Betrieb bestehen. Die gebietsabhängigen Immissionsrichtwerte und das Irrelevanzkriterium gemäß TA Lärm werden tags und nachts eingehalten.

2 Situations- und Lagebeschreibung der planungsrechtlichen Situation

Das gesamte Vorhabengebiet der Photovoltaik-Anlage mit Batteriegroßspeicheranlage erstreckt sich über zahlreiche Flurstücke von landwirtschaftlich geprägten Flächen mit einer Ausdehnung von ca. 51,1 ha und ist etwa mittig der Ortschaften Bennstedt (im Südwesten), Köllme (im Westen) und Lieskau (im Osten bis Nordosten) gelegen.

Die geplante Batteriegroßspeicheranlage der SolarPark Bennstedt GmbH ist in einem Teilbereich einer zweiten von insgesamt sieben Teilgebietsflächen geplant.

Allgemein soll durch die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans "Solarpark Bennstedt" die Festsetzung von Sonstigen Sondergebieten (SO) mit der Zweckbestimmung "Solarpark", die sich in sieben Teilgebiete (TG) gliedern sowie verschieden in den Randbereichen geplante Grünflächen planungsrechtlich gesichert werden.

Die örtliche Situation innerhalb des Entwurfs der Planzeichnung (Teil A) des B-Plans ist in der Abbildung 1 dargestellt. Der Standort des Batteriegroßspeichers ist zur besseren Orientierung gelb umrandet.



Abbildung 1: Lage des Batteriegroßspeichers im Entwurf der Planzeichnung des B-Plans "Solarpark Bennstedt" (gelb umrandet) und Umgebung

Die folgende Abbildung stellt den räumlichen Geltungsbereich des B-Plans "Solarpark Bennstedt" (rot gestrichelte Begrenzungslinie) i. V. m. der tatsächlichen Nutzung in der Umgebung des Planvorhabens dar. Der Standort der geplanten Batteriegroßspeicheranlage in einem Bereich des TG 2 ist durch einen roten Umring gekennzeichnet.



Abbildung 2: Lage des Batteriegroßspeichers (rot umrandet) und Umgebung mit Lage der maßgeblich nächstgelegenen Nutzungen¹

Die dem Vorhaben nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen befinden sich im Westen etwa auf halber Strecke zwischen dem räumlichen Geltungsbereich des B-Plans und dem Ortsteil Köllme, im Nordosten zwischen dem Vorhabengebiet und der Ortschaft Lieskau und im Süden unmittelbar angrenzend in einer Kleingartenanlage. Weiter im Südwesten zwischen dem räumlichen Geltungsbereich des B-Plans "Solarpark Bennstedt" und der Ortschaft Bennstedt sind die ersten Wohngebäude gelegen.

Für die Ortslage Lieskau weist der Flächennutzungsplan (FNP) im Kernbereich dominierend Allgemeine Wohngebiete (WA) sowie Dorf-/Mischgebiete (MD/MI) aus. Die in Richtung Lieskau und dem Vorhabengebiet in ca. 1.200 m von der Großspeicherbatterieanlage aus entfernten nächstgelegenen Wohnraumnutzung befindet sich demnach auf einer Grünfläche mit z. T. Flächenbereichen für Landwirtschaft. Die Schutzbedürftigkeit der Wohnräume entspricht faktisch denen eines MD (s. Abbildung 3, /17/).

Die in Richtung Köllme befindliche nächstgelegene Wohnnutzung befindet sich in ca. 630 m Entfernung zur Batteriegroßspeicheranlage. Köllme ist ein Ortsteil der Ortschaft Zappendorf in der Einheitsgemeinde Salzatal. Für die Ortschaft Zappendorf existiert ein FNP.

¹ Kartengrundlage, Quelle: www.openstreetmap.org (eigene Eintragungen)

In Kombination von Wohnen, Lagerflächen und teils gewerblicher Nutzung befindet sich die in Richtung Köllme an der Bennstedter Straße (L 173) nächstgelegene Nutzung auf einer gemischten Baufläche, was gemäß BauNVO /2/ einem Misch- bzw. Dorfgebiet entspricht (s. Abbildung 4, /21/).

Flächennutzungspläne stellen hinsichtlich der Angaben zur baulichen Nutzung eine Planungsabsicht dar, womit kein Anspruch auf eine rechtsverbindliche Einstufung besteht. Um Rechtssicherheit hinsichtlich von Planungen zu erlangen, werden für Gebiete Bebauungspläne aufgestellt.

In Abbildung 5 sind diejenigen Gebiete mit räumlichen Geltungsbereichen von Bebauungsplänen gekennzeichnet, die für die schalltechnische Untersuchung maßgebliche Nutzungen haben.

Das betrifft einen westlichen Bereich in der Gemeinde Lieskau, der mit dem rechtskräftigen Bebauungsplan Nr. 1 "Lieskau Nord", 4. Änderung ein WA festgesetzt hat /18/.

Im Norden der Gemeinde Bennstedt betrifft es den räumlichen Geltungsbereich des B-Plans Nr. 1A mit der einfachen Änderung "Brandwende – Erweiterung", der ebenfalls ein WA festgesetzt hat /16/.

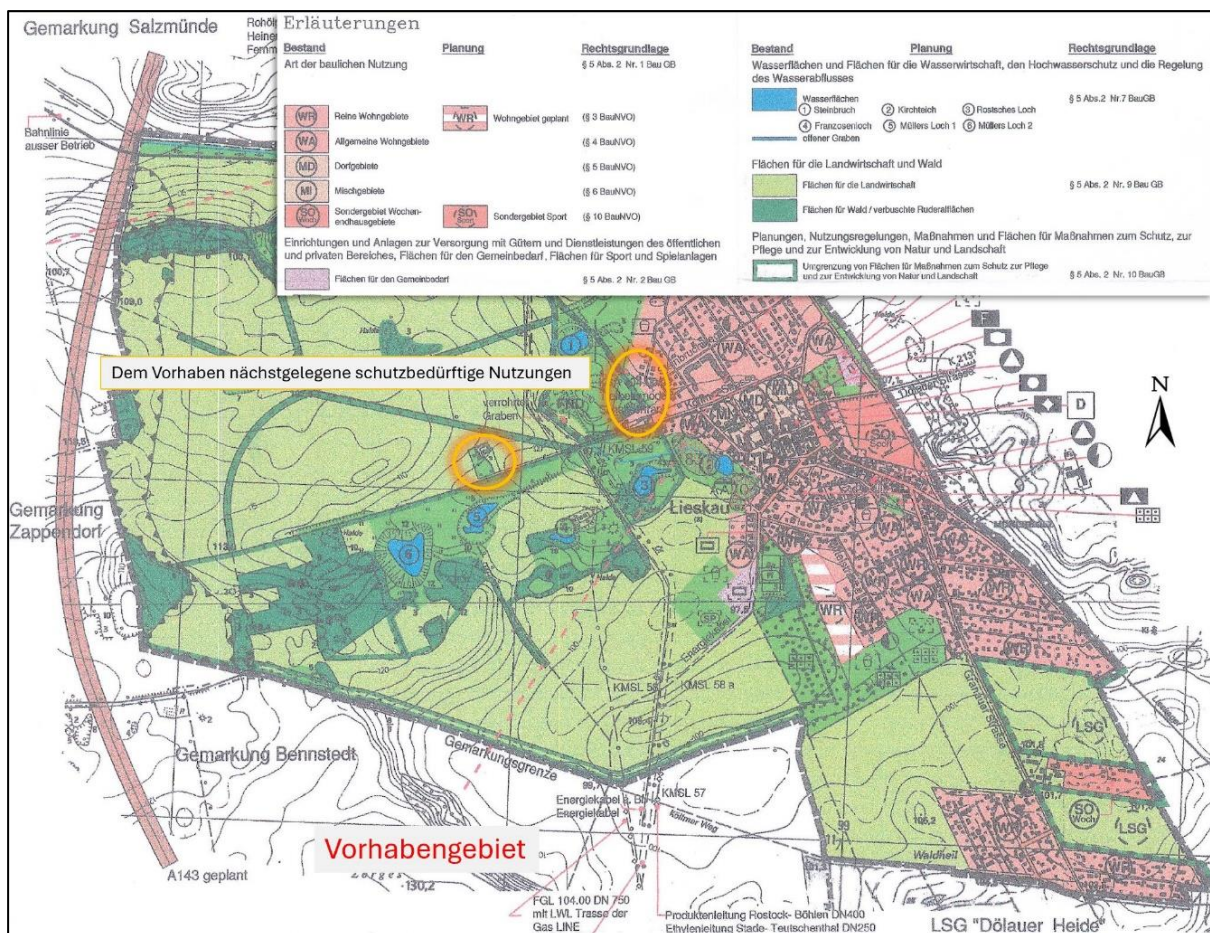


Abbildung 3: Vorhabenstandort im Verhältnis zum FNP der Gemeinde Lieskau /19/

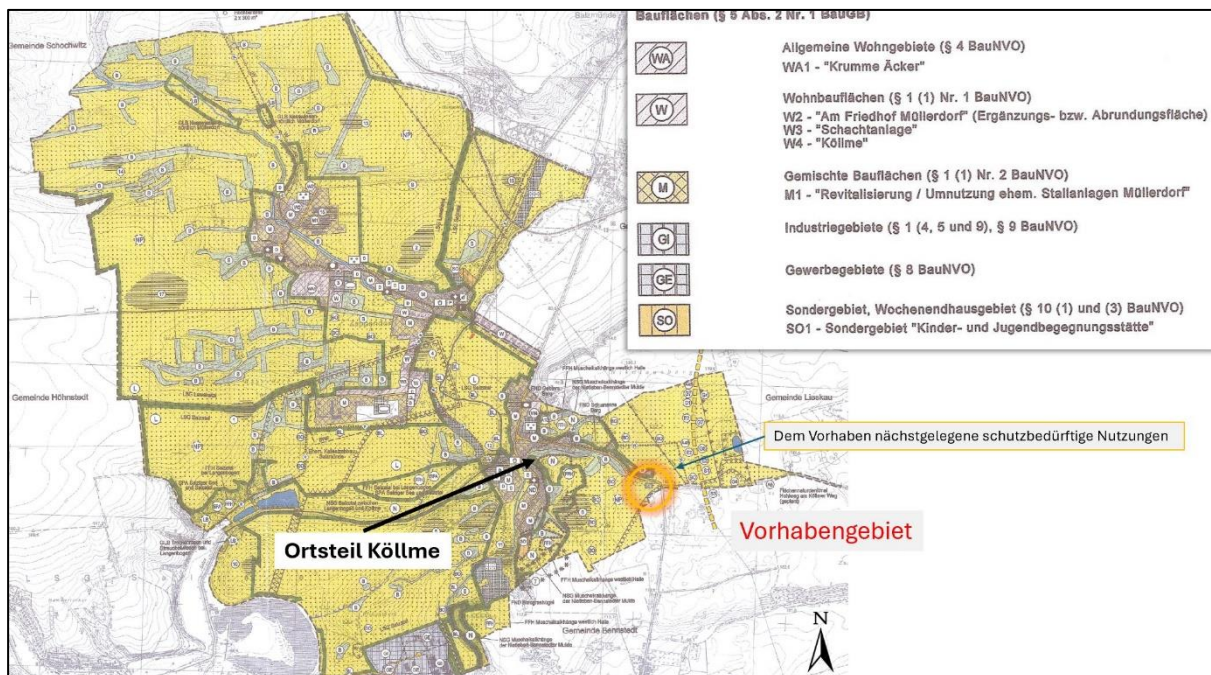


Abbildung 4: Vorhabenstandort im Verhältnis zum FNP der Ortschaft Zappendorf

Abbildung 5: Planungsrechtliche Situation des Vorhabenstandortes und der Umgebung²

² Kartengrundlage, Quelle: www.openstreetmap.org (eigene Eintragungen)

3 Beurteilungsgrundlagen und Immissionsorte

3.1 Beurteilungsgrundlagen

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche ist gemäß Nr. 3.2.1 Satz 1 der TA Lärm "...sichergestellt, wenn die Gesamtbelastung am maßgeblichen Immissionsort die Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 nicht überschreitet." (s. Tabelle 1)

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte (IRW) gemäß Nummer 6.1 der TA Lärm

Bauliche Nutzung	Üblicher Betrieb				Seltene Ereignisse ^(a)			
	Beurteilungs- pegel		Kurzzeitige Geräuschspitzen		Beurteilungs- pegel		Kurzzeitige Geräuschspitzen	
	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
dB(A)								
a) Industriegebiete	70	70	100	90	keine Angabe			
b) Gewerbegebiete	65	50	95	70	70	55	95	70
c) urbane Gebiete	63	45	93	65	70	55	90	65
d) Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	60	45	90	65	70	55	90	65
e) allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55	40	85	60	70	55	90	65
f) reine Wohngebiete	50	35	80	55	70	55	90	65
g) Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35	75	55	70	55	90	65
^(a) im Sinne von Nr. 7.2, TA Lärm " ... an nicht mehr als an zehn Tagen oder Nächten eines Kalenderjahres und nicht an mehr als an jeweils zwei aufeinander folgenden Wochenenden ..."								

Die Immissionsrichtwerte der TA Lärm beschreiben Außenwerte, die sich

- bei bebauten Flächen auf Immissionsorte in 0,5 m Abstand vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzwürdigen Raumes beziehen
- bei unbebauten oder bebauten Flächen, die keine Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen enthalten, auf Immissionsorte an dem am stärksten betroffenen Rand der Fläche, wo nach dem Bau- oder Planungsrecht Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen erstellt werden dürfen, beziehen.

Es gelten die in Tabelle 2 aufgeführten Beurteilungszeiten.

Tabelle 2: Beurteilungszeiten nach Nummer 6 der TA Lärm

Beurteilungszeitraum					
gesamt	Werktag	Nacht	gesamt	Sonn- und Feiertag	Nacht
	Tag Ruhezeit			Tag Ruhezeit	
6 bis 22 Uhr	6 bis 7 Uhr - 20 bis 22 Uhr	22 bis 6 Uhr (lauteste Stunde)	6 bis 22 Uhr	6 bis 9 Uhr 13 bis 15 Uhr 20 bis 22 Uhr	22 bis 6 Uhr (lauteste Stunde)

Bei einer vorhandenen oder zukünftig zu erwartenden Vorbelastung wären formal Anlagen genehmigungsfähig, wenn das sog. Irrelevanzkriterium gemäß Nummer 3.2.1 Abs. 2 der TA Lärm eingehalten wird. Das Irrelevanzkriterium gemäß TA Lärm besagt, dass die der baulichen Nutzung entsprechenden IRW um mindestens 6 dB(A) unterschritten werden sollen.

Immissionsorte befinden sich gemäß Nr. 2.2, Absatz a) der TA Lärm außerhalb des Einwirkungsbereiches einer Anlage, wenn die zulässigen IRW um mindestens 10 dB unterschritten werden.

Die erhöhte Störwirkung von Geräuschen in den Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (s. TA Lärm, Nummer 6.5) wird für Einwirkungsorte in allgemeinen und reinen Wohngebieten sowie Kurgebieten o. ä. Gebieten durch einen Zuschlag berücksichtigt.

Für die besondere Lästigkeit einzelton- bzw. informationshaltiger Geräusche sieht die TA Lärm Zuschläge vor.

Hinsichtlich der Berücksichtigung von Verkehrsgeräuschen ist TA Lärm Nummer 7.4 zu beachten. Danach sind Fahrzeuggeräusche auf dem Betriebsgrundstück sowie bei der Ein- und Ausfahrt, die in Zusammenhang mit der zu beurteilenden Anlage stehen, dieser Anlage zuzurechnen und zusammen mit den anderen Anlagengeräuschen zu beurteilen. Geräusche des anlagenbezogenen An- und Abfahrverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen in einem Abstand von bis zu 500 Metern von dem Betriebsgrundstück in den in Tabelle 1 aufgeführten Gebieten mit Ausnahme von Gewerbe- und Industriegebieten sollen durch Maßnahmen organisatorischer Art so weit wie möglich vermindert werden, sofern (Bedingungen gelten kumulativ)

- 1) sie den Beurteilungspegel der Verkehrsgeräusche für den Tag oder die Nacht rechnerisch um mindestens 3 dB(A) erhöhen,
- 2) keine Vermischung mit dem übrigen Verkehr erfolgt ist und
- 3) die Immissionsgrenzwerte (IGW) der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV /4/) erstmals oder weitergehend überschritten werden.

Ein anlagenbezogener Verkehr steht mit dem herkömmlichen Betrieb der Anlage nicht in Verbindung. Anlagenbezogener Verkehr z. B. durch Wartungsarbeiten tritt in einem so geringen Maße auf, dass dieser ohne immissionswirksame Bedeutung ist.

Weiterhin sieht die TA Lärm eine Betrachtung tiefer Frequenzen vor und verweist in diesem Zusammenhang auf die DIN 45680 /8/ und das zugehörige Beiblatt 1 /9/. In Beiblatt 1 sind Anhaltswerte für tiefe Frequenzen in zu Wohnzwecken dienenden Räumen und in Räumen mit vergleichbarer Schutzwürdigkeit definiert. Zu beachten ist, dass die Anhaltswerte nur für tieffrequente Geräusche in Innenräumen bei geschlossenen Außenbauteilen gelten, wobei es nebensächlich ist, ob die Geräusche als Luftschall über die Außenbauteile oder als Körperschall über den baulichen Verbund oder den Boden übertragen werden.

Nach DIN 45680 liegt ein Indiz für tieffrequente Geräusche vor, wenn die Differenz zwischen dem C- und dem A-bewerteten Mittelungspegel ($L_{Ceq} - L_{Aeq}$) > 20 dB beträgt. Ist dies der Fall, ist zu unterscheiden zwischen Geräuschen mit Einzeltönen und ohne Einzeltöne.

- Bei Geräuschen ohne Einzeltöne sind die Beurteilungspegel im Bereich zwischen 10 und 80 Hz, die die Hörschwellenpegel nach DIN 45680 überschreiten, einer A-Bewertung zu unterziehen und zu summieren. Dabei bleiben Terzen unberücksichtigt, in denen der Terz-Beurteilungspegel kleiner als der Wert des Hörschwellenpegels (s. Tabelle 3) ist. Die Pegelsumme darf die Anhaltswerte des Beiblattes 1 zu DIN 45680 nicht überschreiten (35 dB(A) tags und 25 dB(A) nachts).

- Bei Geräuschen mit Einzeltönen ist für jede Terz zwischen 10 und 80 Hz die Differenz zwischen dem gemessenen Terzpegel und dem Hörschwellenpegel bei dieser Frequenz zu bilden.

Tabelle 3: Terzbandbezogene Hörschwellenpegel und Anhaltswerte für zulässige Überschreitungen nach Beiblatt 1 zu DIN 45680

Terzmittenfrequenz in Hz	Hörschwellenpegel L_{HS} in dB	Zulässige Überschrei- tung tags in dB	Zulässige Überschreitung nachts in dB
8	103	5	0
10	95	5	0
12,5	87	5	0
16	79	5	0
20	71	5	0
25	63	5	0
31,5	55,5	5	0
40	48	5	0
50	40,5	5	0
63	33,5	5	0
80	28	10	5
100	23,5	15	10

Anmerkung: Die Terzen mit den Mittenfrequenzen 8 Hz und 100 Hz sollten nur in Sonderfällen berücksichtigt werden.

Die Problematik bei der Prognose tiefer Frequenzen besteht darin, dass die Wellenlängen sehr groß sind (z. B. 6,8 m bei 50 Hz). Vorzugsweise bei Raumabmessungen der jeweils halben Wellenlänge und Vielfachen davon entstehen in wenig bedämpften Räumen stehende Wellen (sogenannte Moden), die örtlich stark differierende Pegelerhöhungen bewirken können. Weiterhin haben auch mehrschalige Fassaden-, Fenster- und Türkonstruktionen Resonanzfrequenzen, bei denen die Schalldämmung relativ gering ist. Treffen die genannten Effekte bei einer Frequenz zusammen, können in Innenräumen punktuell deutlich höhere Schalldruckpegel auftreten, als es die Schalldämmung der Außenbauteile erwarten ließe. Dieser Effekt ist umso größer, je tiefer die zu betrachtenden Frequenzen sind.

Des Weiteren sind Planungsdaten (Schallleistungspegel, Einfügungsdämm-Maße, Einfügungsdämpfungsmaße und Schalldämm-Maße von Bauteilen, Schallabsorptionsgrade) bei tiefen Frequenzen mit relativ hohen Unsicherheiten behaftet.

Eine Prognose und Beurteilung der tieffrequenten Geräuschanteile durch das Vorhaben kann hier auf Basis frequenzbezogener Eingangsdaten und statistischen Werten von Untersuchungen von Fassaden an Wohngebäuden qualitativ in Näherung vorgenommen werden.

3.2 Immissionsorte und Immissionsbegrenzungen

Für die schalltechnische Untersuchung zum Vorhaben wurden die in Tabelle 4 aufgeführten Immissionsorte als nächstgelegene schutzbedürftige Bebauungen und auf Basis des Schutzniveaus berücksichtigt. In der Abbildung 6 sind die Immissionsorte dargestellt.

Tabelle 4: Immissionsorte und berücksichtigte bauliche Nutzung

IO-Nr.	Bezeichnung	Nutzung/ Schutzanspruch
IO 1	Bennstedter Str. 14A (Einfamilienhaus (EFH))	MD
IO 2	Kastanienring 18 (EFH)	WA
IO 3	Köllmer Straße 18 (EFH)	MD
IO 4	KGA Süd (Gartenlaube)	EG
IO 5	An den Feldäckern (Lieskau)	MD
IO 6	An den Feldäckern 2 (RH)	WA

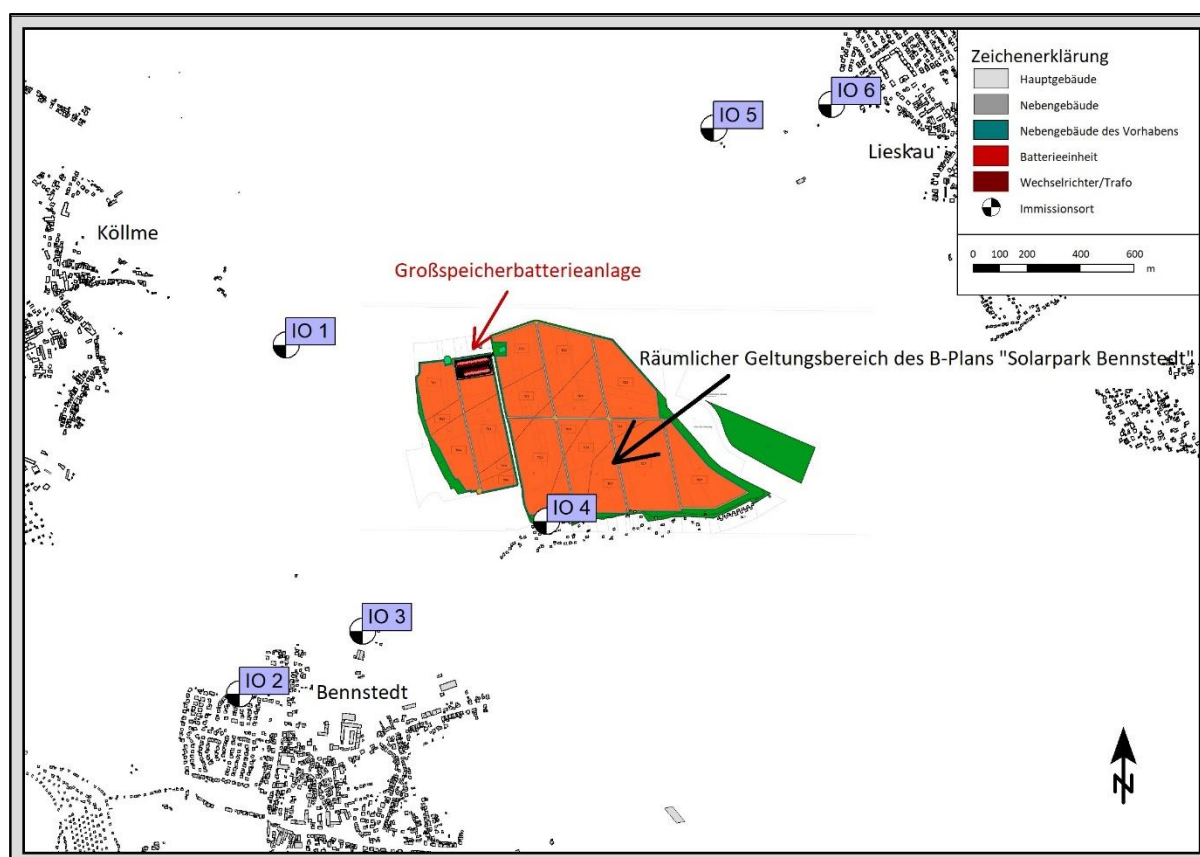


Abbildung 6: Lageplan mit Lage des Vorhabens und der Immissionsorte (IO)

Gemäß der zuvor genannten Gebietseinstufung gelten für die Immissionsorte die in Tabelle 5 angeführten Immissionsrichtwerte bzw. -begrenzungen (Irrelevanzkriterium) nach TA Lärm. Eine Ausnahme bildet das Kleingartengebiet (EG). Die Schutzbedürftigkeit von EG sind gleich einem MD, wobei jedoch aufgrund des fehlenden nächtlichen Schutzanspruchs im Nachtzeitraum die Höhe des IRW nachts gleich denen tags ist.

Tabelle 5: Immissionsrichtwerte IRW und Irrelevanzkriterium (IRW - 6 dB(A)) gemäß TA3 Lärm tags / nachts an den maßgeblichen Immissionsorten

IO-Nr.	Nutzung	Immissionsrichtwert (IRW) in dB(A)		Irrelevanzkriterium (IRW-6) in dB(A)	
		tags	nachts	tags	nachts
IO 1	MD	60	45	54	39
IO 2	WA	55	40	49	34
IO 3	MD	60	45	54	39
IO 4	EG	60	60	54	54
IO 5	MD	60	45	54	39
IO 6	WA	55	40	49	34

Hinweis:

Die IRW gelten für die Gesamtgeräuschimmissionen aller in den Geltungsbereich der TA Lärm fallenden Anlagen. Sofern die maßgeblichen Immissionsorte der geplanten Anlage bereits im Einwirkungsbereich vorhandener Anlage gemäß TA Lärm liegen und die Möglichkeit bestünde, dass die IRW bereits ausgeschöpft werden könnten, ist das Irrelevanzkriterium (s. Kapitel 3.1) für die Beurteilung des Vorhabens maßgeblich.

Eine plangegebene Vorbelastung durch ggf. räumliche Geltungsbereiche von Bebauungsplänen ist nicht gegeben. Es kann jedoch eine tatsächliche Vorbelastung durch gewerbliche Anlage vorhanden sein. Hierzu zählen z. B. auch Wärmepumpen, die bei EFH häufiger im Außenbereich zu finden sind.

Zumindest für den IO 1 muss aufgrund der hybriden Nutzung des Gebietes davon ausgegangen werden, dass eine Vorbelastung vorliegt, die in der Lage wäre die IRW bereits auszuschöpfen.

Zur sicheren Seite hin sollten die Geräuschimmissionen der Batteriegroßspeicheranlage die Immissionsrichtwerte tags und nachts am IO 1 um mindestens 6 dB unterschreiten, sodass das Irrelevanzkriterium eingehalten werden kann. Für alle anderen Immissionsorte ist eine Vorbelastung nicht weiter bekannt.

4 Beschreibung des Bauvorhabens

Zwischen den Ortschaften 06198 Bennstedt, Köllme und Lieskau befinden sich landwirtschaftlich genutzte Freiflächen, die mit Photovoltaik-Anlagen und einem Batteriegroßspeicher überbaut werden sollen.

Die zum Solarfeld gehörigen Trafostationen und Umrichter "spielen" aufgrund ihrer Emissionen und Abschirmungen eine untergeordnete Rolle. Hierzu wurden empfohlene Abstände zur nächsten schutzbedürftigen Bebauung benannt, die für die Trafostationen mindestens 50 m und für die Umrichter mindestens 30 m zur nächsten Wohnbebauung betragen sollen /26/. Für die Bestandteile der PV-Anlage werden die immissionsrelevanten Abstände zur Wohnbebauung sicher unterschritten, konkrete schalltechnische Parameter sind in den Datenblättern /12/ und /24/ für diese Anlagen nicht angegeben. Für die schalltechnische Untersuchung ist demnach nur die Batteriegroßspeicheranlage maßgeblich.

Der Batteriegroßspeicher soll als Kompensationsanlage für erneuerbare Energien dienen sowie netzdienlich, aber auch marktorientiert zum Einsatz kommen. Durch die Einspeicherung der mittels Wind- und Sonnenkraft überschüssig gewonnener Energie sowie die Energieabgabe im Bedarfsfall, stellt die Anlage eine sinnvolle Harmonisierung zwischen der Stromerzeugung und des Bedarfs dar.

Der gesamte Batteriegroßspeicher besteht aus 24 Einheiten bzw. Gruppen (Arrays) und hat eine Gesamtspitzenleistung von ca. 85 MW /26/.

Jedes Array umfasst einen Batteriespeicher mit zwei Batterieeinheiten mit Regelschank (Core), einen 5 MVA-Trafo sowie einen Wechselrichter und eine Ringkabelschaltanlage. Im Westen der Gruppen (Arrays) 14 bis 24 sind zwei Gebäude mit Kontrollräumen vorgesehen. Innerhalb der Batteriegroßspeicheranlage sind insgesamt vier Trafogebäude mit jeweils einem Hilfsttransformator platziert. Maßgebliche Geräusche gehen von diesen Anlagenteilen nicht aus.

Alle zuvor benannten Anlagen werden im Freien installiert. Detaillierte Ansichten und Beschreibungen zu einer Gruppe können der Abbildung 8 entnommen werden.

Bei der Ein- oder Ausspeicherphase elektrischer Energie sind bei den Batterieeinheiten und dem Wechselrichter Kühlungskomponenten bei Bedarf im Einsatz, um die Aggregate vor Überhitzung zu schützen, die Effizienz zu erhöhen und die Laufzeit der Aggregate zu maximieren. Grundsätzlich entstehen die Geräuschemissionen der Anlagenkomponenten Batterieeinheit, Wechselrichter und 5 MVA-Trafo nur während der Ein- oder Ausspeicherphasen. Diese sind abhängig von der Konfiguration der Anlage.

Die Lage des Vorhabens der Energiespeicherung und die Beschreibung der Anlagenbereiche/-teile des Batteriegroßspeichers sind im folgenden Lageplan dargestellt.

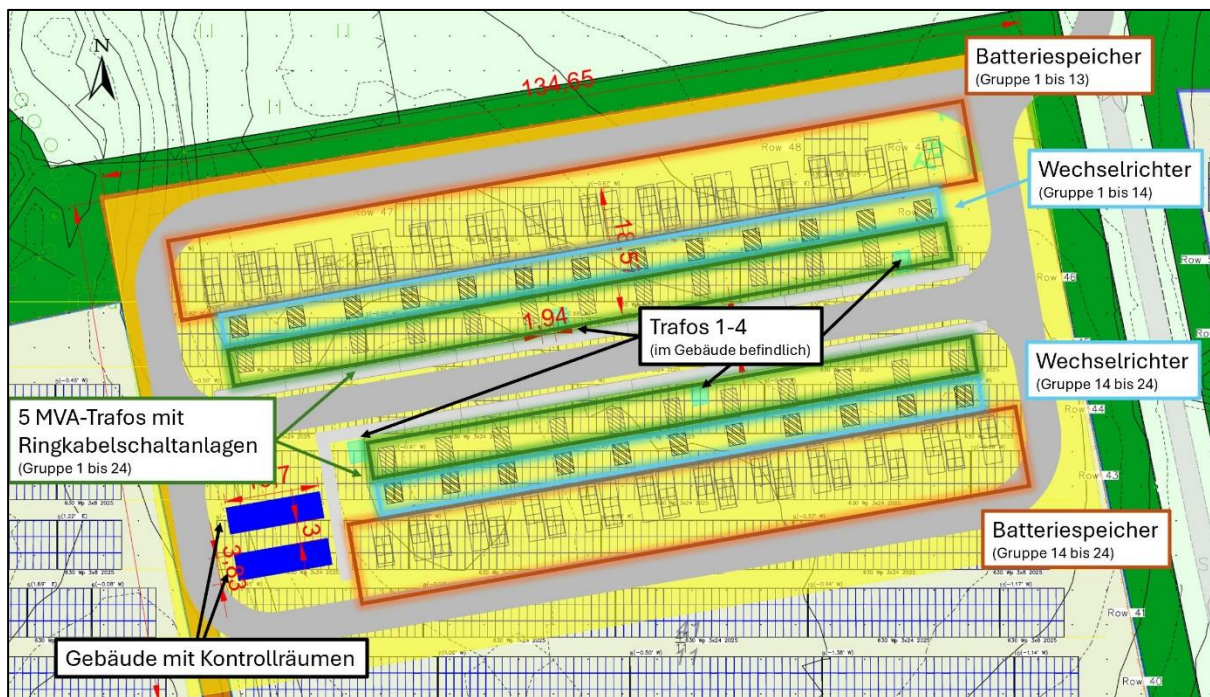


Abbildung 7: Lageplan des Vorhabens mit Darstellung der Anlagenposition /26/

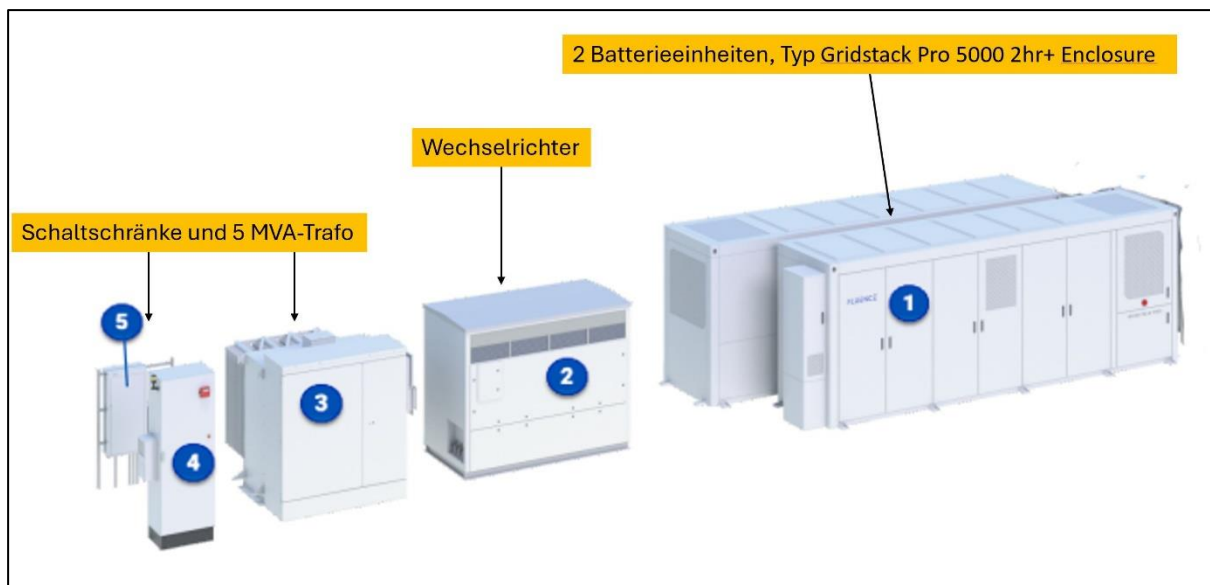


Abbildung 8: Detaillierte Ansichten und Beschreibungen der Anlagen einer Gruppe /27/

Die folgende Abbildung stellt das Vorhaben im Berechnungsmodell des Schallausbreitungsberechnungsprogramms SoundPLAN als Lageplan und in einer 3D-Ansicht dar.

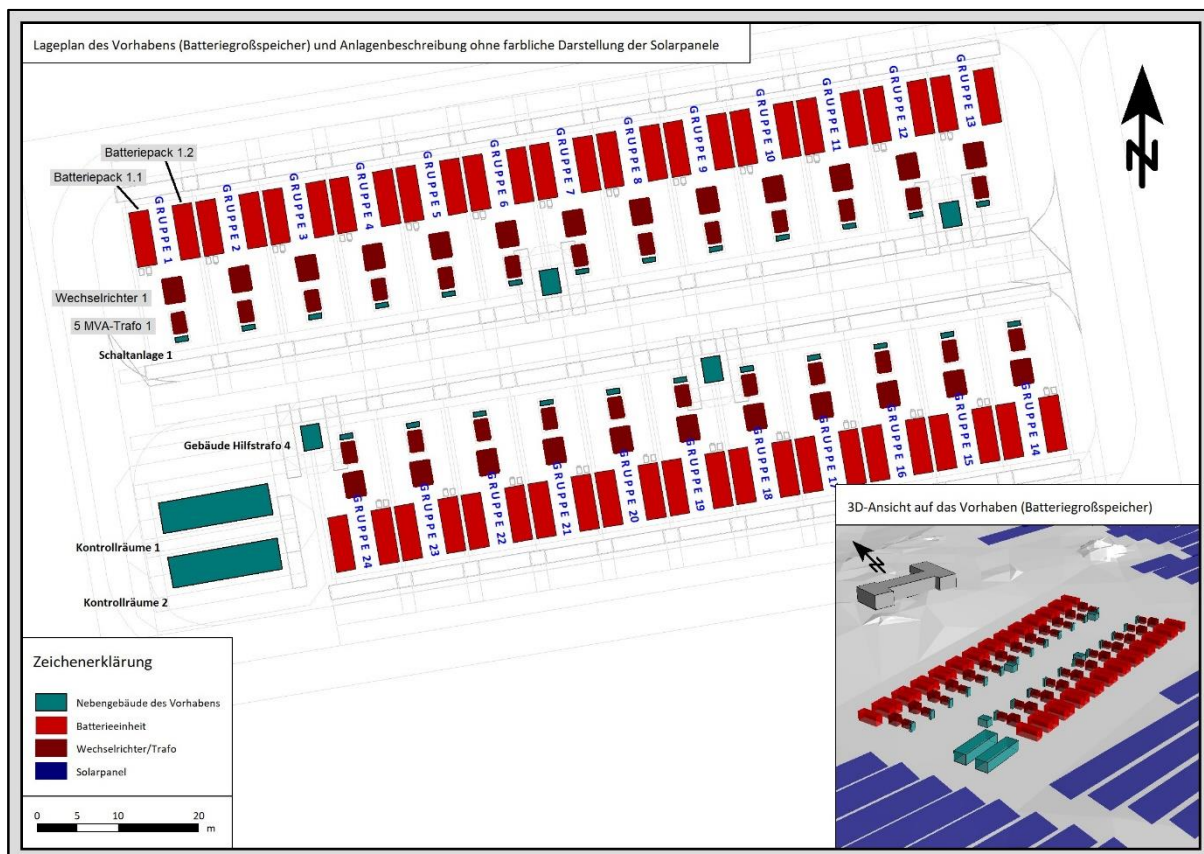


Abbildung 9: Vorhaben im digitalen Schallausbreitungsberechnungsmodell /25/

Betriebszeiten

Vom Grundsatz her ist die Batteriegroßspeicheranlage ganztägig betriebsbereit. Geräuschimmissionswirksam sind die Anlagenkomponenten während der Ein- und Ausspeicherung elektrischer Energie.

Gemäß Betreiberangaben sind im Tageszeitraum 6.00 Uhr bis 22.00 Uhr sowie im Nachtzeitraum 22.00 Uhr bis 6.00 Uhr von jeweils 6 Stunden Betrieb auszugehen.

Angaben zum anlagenbezogenen Verkehr und Bodenbeschaffenheit

Die Batteriegroßspeicheranlage ist über eine Toranlage von Nordosten aus zugänglich und kann vor Ort umfahren werden. Mit Ausnahme von Wartungsarbeiten steht kein anlagenbezogener Verkehr mit dem Anlagenbetrieb in Verbindung. Für den Anlagenstandort wurde ein harter Boden (Absorptionsgrad 0,1) im Berechnungsmodell berücksichtigt.

5 Untersuchungsmethode und Emissionsansätze

5.1 Vorgehensweise

Alle maßgeblichen Schallquellen des Vorhabens werden unter Berücksichtigung der angesetzten Einwirkzeiten und der örtlichen Gegebenheiten in einer Schallausbreitungsrechnung berücksichtigt.

Für die gesamte Untersuchung sind auf Basis von Untersuchungsberichten und Erfahrungswerten die Schallleistungspegel bekannt. Die Berechnungen werden mit dem Programm SoundPLANnoise /25/ unter Anwendung der terzbandbezogenen Schallleistungspegel (normiert) durchgeführt.

Insgesamt sind folgende Schallquellengruppen den beurteilungsrelevanten Begriffen der TA Lärm zuzuordnen:

- | | |
|-----------------|--|
| Vorhaben | – Batterieeinheiten, Wechselrichter, 5 MVA-Trafo |
| Zusatzbelastung | – keine |
| Vorbelastung | – für zumindest den IO 1 sind gewerblich genutzte Anlagen im unmittelbaren Umfeld vorhanden, die theoretisch in der Lage sind, die entsprechend baulicher Nutzung geltenden Immissionsrichtwerte bereits auszuschöpfen. Die Einhaltung des gemäß TA Lärm definierten Irrelevanzkriteriums (IRW-6 dB) erscheint hier notwendig. |

Hinweis zur Beurteilung des Vorhabens:

Im Sinne des Anwohnerschutzes sollte allerdings darauf hingewiesen werden, dass nach dem Leitfaden der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) "Leitfaden für die Verbesserung des Schutzes gegen Lärm bei stationären Geräten" /12/ empfohlen wird, das Irrelevanzkriterium auf jeden Fall einzuhalten, um die Störwirkung für Wohnnutzungen zu begrenzen.

In Bezug auf die Empfehlung des LAI sollte die gesamte Planung des Vorhabens zum Ziel haben, das Irrelevanzkriterium an allen IO möglichst einzuhalten.

5.2 Schallemissionen des Vorhabens

Als Batterieeinheit soll der Typ "Liquid-cooled 4888 kWh Enclosure - 2hr+ duration" der Fa. Fluence Energy, LLC. zum Einsatz kommen.

In der folgenden Tabelle sind alle berücksichtigten Parameter und Schallleistungspegel der wesentlichen Schallquellen des Vorhabens dokumentiert.

Tabelle 6: Berücksichtigte Schallleistungspegel L_{WA} / L''_{WA} und Parameter des Vorhabens sowie Bemerkungen

Quellenbezeichnung	Betriebszeit			Abmessungen					L_{WA}	L''_{WA}	K_T	Bemerkungen
	Tage	Uhrzeit		L	B/T	H	Ø	Höhe ü. B.				
		von	bis						dB(A)	dB(A)/m ²	dB(A)	
in m												
Batteriespeicher												
Gridstack Pro 5000, Typ 2hr+ Enclosure	Mo-So	0	24	6,8	2,4	2,9		0,0	85,0	66,5	0,0	Betriebszeit tags 6 Std. / nachts lauteste Nachtstunde
Wechselrichter (Inverter)												
Freemaq PCSK FP4200K4 - GEN3	Mo-So	6	22	3,0	2,0	2,7		0,3	100,7	85,5	0,0	Lüfterstufe 100% ohne SchallminderungsKit Betriebszeit tags 6 Std.
Freemaq PCSK FP4200K4 - GEN3	Mo-So	22	6	3,0	2,0	2,7		0,3	95,7	80,5	0,0	Lüfterstufe 80% ohne SchallminderungsKit nachts lauteste Nachtstunde
Mittelspannungs-Transformator (5 MVA)												
Hilfstrafo MS	Mo-So	0	24	2,5	1,6	2,0		0,5	54,0	40,5	6,0	Referenzspektrum eines 31,5 MVA-Trafo gewählt Betriebszeit tags 6 Std. / nachts lauteste Nachtstunde
Hinweis: Für die Bestimmung der Hüllflächenmaße L_S wurde eine Messfläche als bodenständige Anlage zugrunde gelegt.												

Die schalltechnischen Kennwerte entstammen den Quellen /15/ und /19/.

Darüber hinaus wurde aus schalltechnischer Sachverständigensicht konservativ für die Trafos ein quellseitiger Tonzuschlag von $K_T = 6$ dB angesetzt.

5.3 Schallausbreitungsrechnung gemäß DIN ISO 9613-2

Die Schallausbreitung ist gemäß Nummer A.2.2 der TA Lärm nach DIN ISO 9613-2 zu berechnen (s. Gleichung (1) bis Gleichung (3)):

$$L_{FT}(DW) = L_{WA} + D_C - A \quad (1)$$

$$D_C = D_I + D_\Omega \quad (2)$$

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (3)$$

mit

$L_{FT}(DW)$ (Oktavband-)Mittelungspegel bei Mitwind

L_{WA} Schallleistungspegel (in dB(A))

D_C Richtwirkungskorrektur

D_I Richtwirkungsmaß

D_Ω Schallausbreitung in einen Raumwinkel von weniger als 4π Sterad

A Summe der Dämpfungsterme

A_{div} Dämpfung durch geometrische Ausbreitung

A_{atm} Dämpfung durch Luftabsorption

A_{gr}	Dämpfung durch Bodeneffekte
A_{bar}	Dämpfung durch Abschirmung
A_{misc}	Dämpfung durch andere Effekte.

Abhängig von der Art der Ausgangswerte werden die Ausbreitungsberechnungen entweder nach dem Regelverfahren (bei Vorliegen von frequenzbandbezogenen Ausgangswerten) oder nach dem sog. alternativen Verfahren (bei Vorliegen von Einzahlwerten für den Schallleistungspegel) durchgeführt. Für die Ausbreitungsberechnung wurde das Regelverfahren in den verfügbaren Frequenzbändern gemäß DIN ISO 9613-2 verwendet.

Der Faktor für die Bodendämpfung wird im Untersuchungsgebiet mit $G = 0,6$ angesetzt (d. h. größtenteils schallabsorbierende Oberflächen (im Verhältnis 60:40)). Für den Vorhabenstandort und die Fahrwege wird $G = 0,1$ (nahezu schallharter Untergrund) angenommen. Im Nahfeld der Anlage wurden Solarpaneele platziert, um die Bruchkante des Schalls zu simulieren. Da durch den Aufbau der Solarpaneele keine einfache Reflexion auftritt, sondern der Schall im Solarfeld eher diffus gebrochen wird, wurden alle übrigen Solarfelder mit einer Bodendämpfung mit $G = 0,5$ berücksichtigt.

Die Ausbreitungsberechnungen gemäß DIN ISO 9613-2 wurden mit einem anerkannten Berechnungsprogramm /25/ durchgeführt. Berücksichtigt wurden Seitenbeugung und Reflexionen bis zur 3. Reflexionsordnung.

Die Prüfung, ob die zulässigen IRW für kurzzeitige Geräuschspitzen eingehalten werden, entfällt hier mangels Datengrundlage, jedoch stehen hier keine der schalltechnisch berücksichtigten Anlagen in Verdacht unzulässige Geräuschspitzen zu verursachen.

5.4 Ermittlung des Beurteilungspegels

Die Ermittlung und die Bewertung der Geräuschimmissionen (Mittelungspegel) erfolgen nach den Bestimmungen der TA Lärm in Verbindung mit der DIN ISO 9613-2 /10/.

Wird der Bezugszeitraum T_B in Teilzeiten der Dauer T_j unterteilt, dann berechnet sich der Beurteilungspegel L_r entsprechend Gleichung (4):

$$L_r = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{T_B} \cdot \sum_{j=1}^N T_j \cdot 10^{0,1 \cdot (L_{Aeq,j} - C_{met} + K_{T,j} + K_{I,j} + K_{R,j})} \right) \quad (4)$$

mit

$L_{Aeq,j}$	Berechneter Mittelungspegel in der Teilzeit j gemäß Nr. A.2.5.1 der TA Lärm
C_{met}	meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613-2
$K_{T,j}$	Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit nach Nr. A.2.5.2 (Prognose) oder nach A.3.3.5 (Messung) der TA Lärm in der Teilzeit j
$K_{I,j}$	Zuschlag für Impulshaltigkeit nach Nr. A.2.5.3 (Prognose) oder Nr. A.3.3.6 (Messung) der TA Lärm in der Teilzeit j
$K_{R,j}$	Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit nach Nr. 6.5 der TA Lärm in der Teilzeit j.

Bei der Berücksichtigung der o. g. Zuschläge zur Ermittlung des Beurteilungspegels ist wie folgt zu verfahren:

- Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit $K_{R,j}$ nach Nr. 6.5
In allgemeinen Wohn- und Kleinsiedlungsgebieten, in reinen Wohngebieten, in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten ist die erhöhte Störwirkung von Geräuschen in den in der Tabelle 2 als Ruhezeiten bezeichneten Teilzeiten durch einen Zuschlag in der Höhe von 6 dB zu berücksichtigen.
Dieser Zuschlag ist hier nur für die IO 2 und IO 3 relevant, da alle anderen IO im Dorfgebiet liegen.
- Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit $K_{T,j}$
Treten in einem Geräusch während bestimmter Teilzeiten T_j ein oder mehrere Töne hörbar hervor oder ist das Geräusch informationshaltig, so beträgt der Zuschlag in diesen Teilzeiten je nach Auffälligkeit 3 oder 6 dB.
Nähere Angaben sind den Kapiteln 5.2 zu entnehmen.
- Zuschlag für Impulshaltigkeit $K_{I,j}$
Enthält das zu beurteilende Geräusch während bestimmter Teilzeiten T_j Impulse, so wird der Zuschlag für Impulshaltigkeit für diese Teilzeiten je nach Auffälligkeit mit 3 oder 6 dB angesetzt. Liegen für das Geräusch Messwerte vor, so wird der Zuschlag K_I gemäß Gleichung (5) ermittelt:

$$K_{I,j} = L_{AFTeq,j} - L_{Aeq,j} \quad (5)$$

Gemäß DIN 45645-1 /6/ ist ein Geräusch impulshaltig, wenn die Differenz des Takt-maximalmittelungspegels L_{AFTeq} zum Mittelungspegel $L_{Aeq} \geq 2$ dB beträgt.

Impulse sind uns im Zusammenhang mit dem Betrieb der Anlagen nicht bekannt.

- Meteorologische Korrektur C_{met} nach DIN ISO 9613-2
Die meteorologischen Bedingungen am Messort sind durch einen Parameter C_{met} zu berücksichtigen. Gewöhnlich nimmt C_{met} Werte zwischen 0 und 2 dB an, größere Werte als 2 dB kommen nur in Ausnahmefällen vor. Im Rahmen dieser Untersuchung wird im Sinne eines konservativen Ansatzes im Hinblick auf den Schutz der Betroffenen vor Lärm auf die Anwendung der meteorologischen Korrektur verzichtet. D. h. es gelten Mitwindbedingungen für alle IO.

6 Geräuschimmissionen, Schallminderungsplanung und Beurteilung

6.1 Geräuschimmissionen durch das Vorhaben

Unter Zugrundelegung der aufgeführten Emissionsdaten wurden mittels Schallausbreitungsrechnung die durch das Vorhaben in der Nachbarschaft verursachten Geräuschimmissionen an Sonn- und Feiertagen tags und nachts an den maßgeblichen Immissionsorten berechnet.

Die folgende Abbildung stellt zur Veranschaulichung eine flächenhafte Schallausbreitung des Beurteilungspegels des Vorhabens in einer Höhe von 5 m über Grund dar und dokumentiert die Beurteilungspegel des Vorhabens und der Zusatzbelastung in Form von Tabellenfähnchen für jeden maßgeblichen Immissionsort.

Folgende Farbcodierung gilt für die Zellmarkierung:

xx	Der Beurteilungspegel unterschreitet den gebietsabhängigen IRW um mehr als 10 dB. IO liegt somit außerhalb des Einwirkbereiches der Anlage.
xx	Der Beurteilungspegel unterschreitet den gebietsabhängigen IRW um mehr als 6 dB und befindet sich im Einwirkbereich der Anlage.
xx	Der Beurteilungspegel unterschreitet den gebietsabhängigen IRW, jedoch wird das Irrelevanzkriterium gemäß TA Lärm überschritten.
xx	Der Beurteilungspegel überschreitet den gebietsabhängigen IRW.

Hinweise:

Die Berechnungsergebnisse in den Tabellenfähnchen in den folgenden Abbildungen werden mit Bezug auf eine Empfehlung des LAI /22/ gemäß DIN 1333 /6/ auf Ganzzahlwerte gerundet, d. h. ein Pegel von 1,4 dB(A) wird auf 1 dB(A) abgerundet, ein Pegel von 1,5 dB(A) wird auf 2 dB(A) aufgerundet.

Die grafische Darstellung der Schallausbreitung tags in der folgenden Abbildung ist inkl. des sonntäglichen Ruhezeitenzuschlags berechnet worden. Dieser findet in dieser Untersuchung für die allgemeinen Wohngebiete Anwendung. Für Mischgebiete suggeriert die Schallausbreitung dadurch 3,6 dB(A) höhere Pegel. Maßgeblich sind jedoch die Beurteilungspegel der Einzelpunktberechnung in den Tabellenfähnchen.

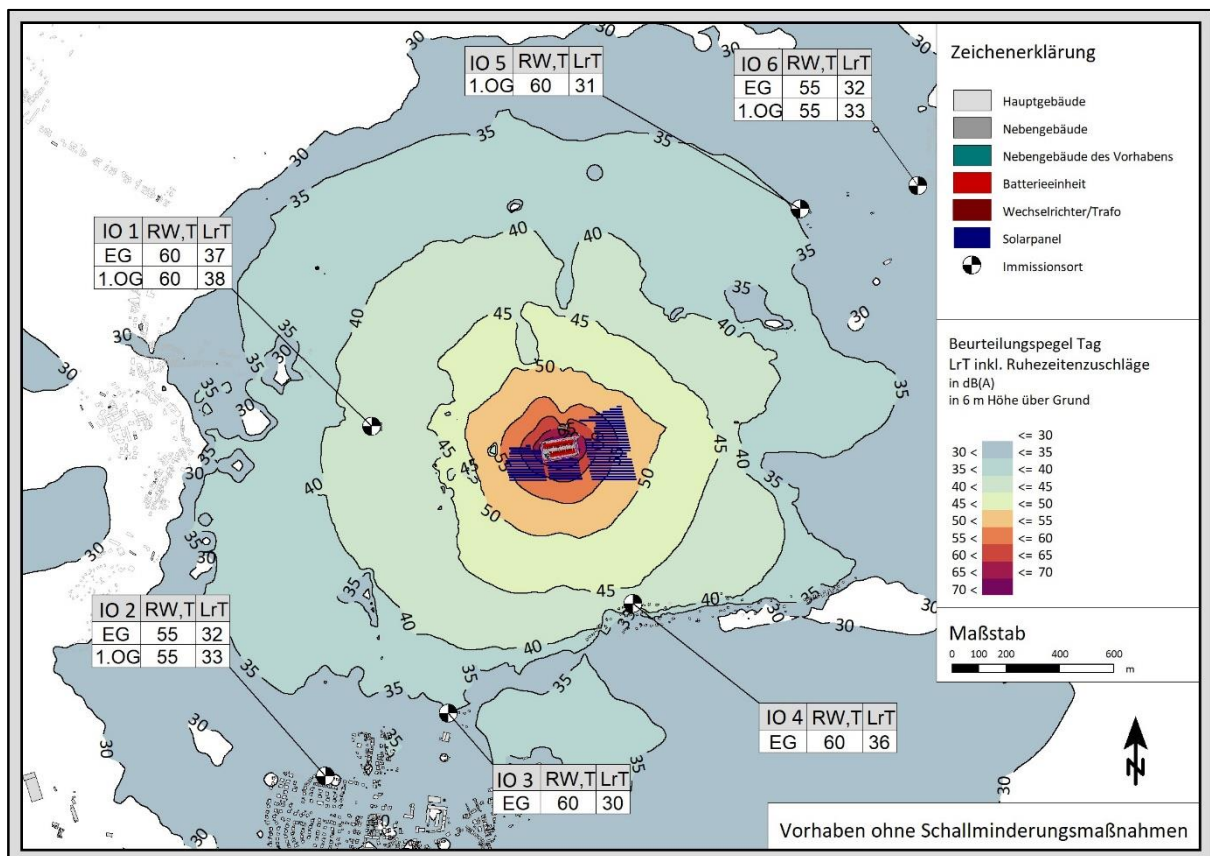


Abbildung 10: Flächenhafte Schallausbreitung des Beurteilungspegels L_{rT} tags des Vorhabens in 6 m Höhe über Grund mit Ruhezeitenzuschläge ohne Schallminderungsmaßnahmen und Beurteilungspegel L_{rT} tags an den maßgeblichen IO

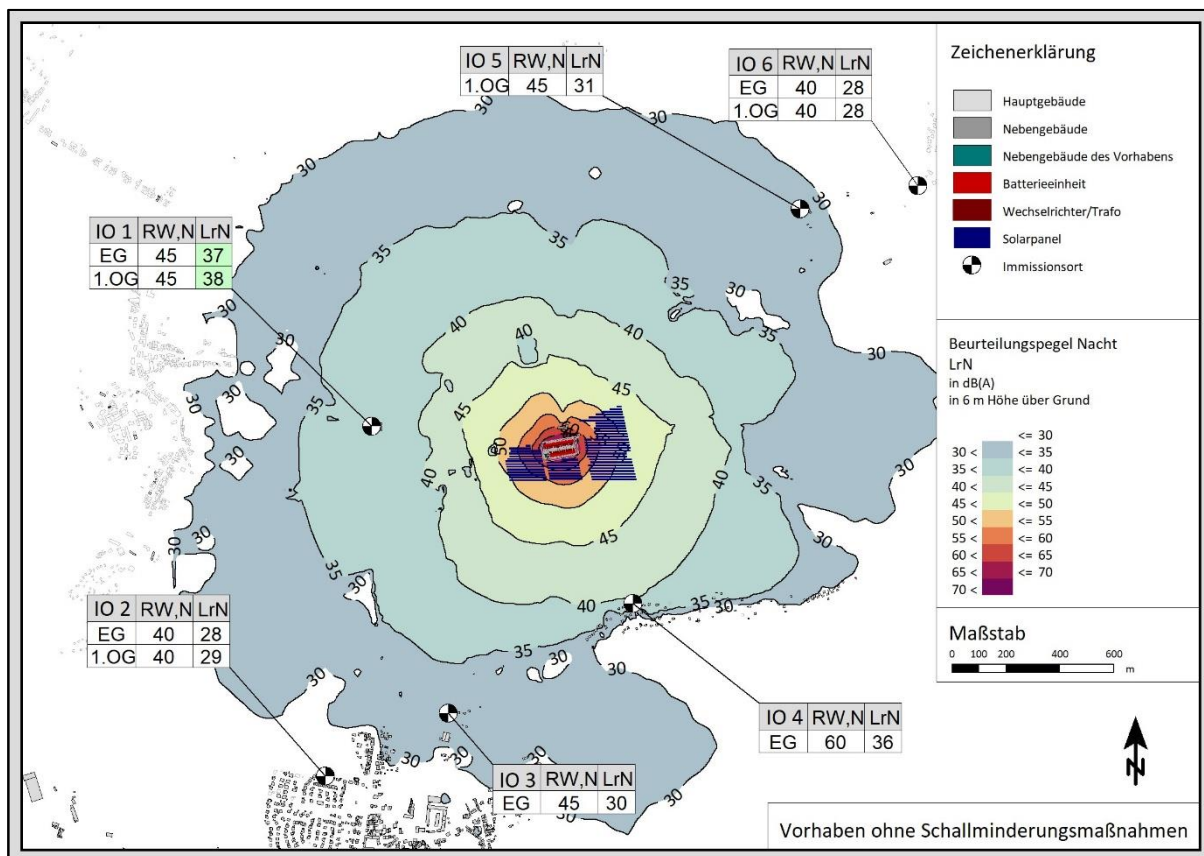


Abbildung 11: Flächenhafte Schallausbreitung des Beurteilungspegels L_{rN} nachts des Vorhabens in 6 m Höhe über Grund ohne Schallminderungsmaßnahmen und Beurteilungspegel L_{rN} nachts an den maßgeblichen IO

Der Vergleich der Beurteilungspegel des Vorhabens zeigt, dass tags sowohl der IRW (in den Tabellenfähnchen RW,T) als auch das Irrelevanzkriterium (IRW-6dB) an allen Immissionsorten eingehalten werden. Zudem unterschreiten die Beurteilungspegel die jeweiligen IRW um mehr als 10 dB, womit sich gemäß Nr. 2.2, Absatz a) der TA Lärm die Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereiches der Batteriegroßspeicheranlage befinden (s. Abbildung 11).

Für den Nachtzeitraum ist festzustellen, dass an allen maßgeblichen Immissionsorten die jeweilig geltenden Immissionsrichtwerte eingehalten werden.

Unter Berücksichtigung einer möglichen Vorbelastung, die die Immissionsrichtwerte bereits ausschöpfen könnte, wäre zwingend die Anwendung des Irrelevanzkriteriums erforderlich, womit durch das Vorhaben die baugebietsabhängigen IRW um mehr als 6 dB unterschritten werden sollten. Für mindestens den IO 1 erachten wir das Kriterium als zwingend erforderlich. Bei Betrachtung des Irrelevanzkriteriums ist festzustellen, dass dieses an allen IO eingehalten und mindestens 1 dB unterschritten wird (s. IO 1, 1. OG in Abbildung 11).

Die Ergebnisse der Berechnung sind als Parameter der mittleren Ausbreitungsrechnung und der Teilbeurteilungspegel der Einzelschallquellen für den maßgeblichen IO 1, 1. OG in der Anlage dokumentiert.

6.2 Qualitative Analyse tieffrequenter Geräuschimmissionen durch das Vorhaben ohne Schallminderungsmaßnahme

Neben den Immissionsrichtwerten bzw. Immissionsbegrenzungen sind für die Beurteilung einer Anlage gemäß TA Lärm ebenfalls tieffrequente Geräuschanteile ein weiteres Kriterium der schalltechnischen Betrachtung.

Bei der Beurteilung der Mess- bzw. Berechnungswerte ist zu beachten, dass die Beurteilung tiefer Frequenzen nach DIN 45680 innerhalb schutzwürdiger Räume bei geschlossenen Fenstern erfolgt (s. Kapitel 3.1). Da die frequenzbezogenen Schalldämm-Maße der Außenbauteile der zu untersuchenden Wohnräume (hinter der Fassade des maßgeblichen IO gelegen) unbekannt sind, wird auf Basis von Literaturwerten ein sinnvoller Ansatz für die Berechnungen zugrunde gelegt.

Anhand der Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie des Landes Sachsen /12/ können Schallpegeldifferenzen von Außenbauteilen je nach Charakter des Geräusches, des Messgeräusches und des Bezugspunktes abgeschätzt werden.

Für einen gemittelten Schalldruckpegel eines tonalen Geräusches (wurde hier quellseitig für alle Anlagen angesetzt) an einem zugeordneten Immissionsort in 0,5 m vor dem Fenster kann die in dem Verfahren beschriebene Schalldruckpegeldifferenz $D_{t,E,T}$ herangezogen werden. Die Terz-Spektren der Schalldruckpegeldifferenzen sind in der Tabelle 7 für die betrachteten Terzmittenfrequenzen bei tonalen Geräuschen dargestellt.

Darin bedeuten:

- $D_{t,E,T}$ Schalldruckpegeldifferenz bei dauerhaft tonalem Geräusch als arithmetische Mittelwerte über alle Messobjekte (Annahme der Normalverteilung) mit dem Bezugspunkt 0,5 m vor dem geöffneten Fenster
- $D_{t,90,T}$ Schalldruckpegeldifferenz bei dauerhaft tonalem Geräusch als untere Vertrauensbereichsgrenzen für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 90 %, d. h. die Terz-Schalldruckpegeldifferenzen, die in 90 % aller Fälle überschritten werden mit dem Bezugspunkt 0,5 m vor dem geöffneten Fenster
- $D_{t,ALB,T}$ Schalldruckpegeldifferenz bei dauerhaft tonalem Geräusch als sinnvolle Mittelung $D_{t,E,T}$ und $D_{t,90,T}$ mit dem Bezugspunkt 0,5 m vor dem geöffneten Fenster

Aus fachlicher Sicht erscheint für die Untersuchungen die Anwendung der Schalldruckpegeldifferenz $D_{t,ALB,T}$ sinnvoll, da die Werte der arithmetischen Mittelung ($D_{t,E,T}$) zur 90%-Überschreitungswahrscheinlichkeit ($D_{t,90,T}$) teilweise derart weit auseinander liegen, dass die Anwendung von $D_{t,90,T}$ zu konservativ und von $D_{t,E,T}$ als zu vage erscheint.

Tabelle 7: Schalldruckpegeldifferenzen bei dauerhaft tonalem Geräusch für die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 25 Hz bis 100 Hz

Terzmittenfrequenz in Hz	25	31,5	40	50	63	80	100
$D_{t,E,T}$ in dB	15,2	14,5	14,2	17,1	17,3	16,5	15,1
$D_{t,90,T}$ in dB	6,0	8,3	6,6	10,4	10,1	10,6	8,9
$D_{t,ALB,T}$ in dB	10	11	10	13	13	13	12

Die folgende Tabelle dokumentiert die unter angenommener Betriebsauslastung berechneten unbewerteten Schalldruckpegel des Vorhabens für alle IO im maßgeblichen Nachtzeitraum. Sofern Überschreitungen zu den Werten für "Unbedenkliche Schalldruckpegel vor der Fassade" auftreten, wird die entsprechende Zelle hellrot eingefärbt.

Tabelle 8: Berechnungsergebnisse und Bewertung der Gesamtbeurteilungspegel für tiefe Frequenzen in den Mittenfrequenzen der Terzbänder 25 Hz bis 100 Hz des Vorhabens "Batteriegroßspeicher"

Schallquelle	Geschoss	Mittenfrequenz in dB						
		25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz
Zul. Hörschwellenpegel inkl. Zuschläge nachts		63,0	55,5	48,0	40,5	33,5	33,0	33,5
Schalldruckpegeldifferenzen Fassade Dt,ALB,T		10,0	11,0	10,0	13,0	13,0	13,0	12,0
Unbedenklicher Schalldruckpegel vor der Fassade		73,0	66,5	58,0	53,5	46,5	46,0	45,5
IO 1	EG	40,3	38,3	37,2	31,2	32,2	32,1	36,1
IO 1	1.OG	40,1	38,2	37,1	31,9	32,9	32,9	38,2
IO 2	EG	33,7	31,7	30,5	24,0	24,8	24,7	28,7
IO 2	1.OG	33,7	31,7	30,5	24,5	25,4	25,2	30,5
IO 3	EG	35,6	33,5	32,2	25,6	26,4	26,2	30,2
IO 4	EG	40,8	38,8	37,6	31,6	32,5	32,4	36,3
IO 5	1.OG	35,4	33,4	32,3	26,1	27	26,9	32,0
IO 6	EG	33,4	31,5	30,3	24,0	24,9	24,7	29,6
IO 6	1.OG	33,3	31,4	30,2	24,8	25,7	25,6	30,5

Wie in Tabelle 8 ersichtlich, werden an allen IO die "Bedenklichkeitswerte" unterschritten, sodass bei Betrieb der Batteriegroßspeicheranlage davon ausgegangen werden kann, dass es zu keiner unzulässigen Überschreitung der Hörschwellenpegel in schutzbedürftigen Räumen kommt.

6.3 Fazit

Schalltechnisch untersucht wurde eine Batteriegroßspeicheranlage mit insgesamt 24 Arrays (Gruppen) für die Betriebszeiten von max. 6 Stunden im Tages- und 6 Stunden im Nachtzeitraum.

Hierbei kam der schalltechnisch ungünstigste Betriebszustand zum Einsatz, sodass alle Anlagen gleichzeitig in der lautesten Nachstunde in Betrieb sind. Zur sicheren Seite hin wurden zudem für die stark tonhaltigen Geräuschanteile der 5 MVA-Transformatoren ein Tonzuschlag K_T von 6 dB berücksichtigt, wenngleich fraglich ist, inwieweit im realen Betrieb sich eine Tonhaltigkeit am IO tatsächlich feststellen ließe.

Im Ergebnis wurde für den Betrieb der Batteriegroßspeicheranlage die Einhaltung der täglichen und nächtlichen IRW an allen IO festgestellt.

Unter der Annahme, dass andere in den Geltungsbereich der TA Lärm fallende Anlagen die geltenden IRW bereits ausschöpfen könnten, wäre die Einhaltung des sog. Irrelevanzkriteriums notwendig. Das Irrelevanzkriterium wird ebenfalls im Tages- und Nachtzeitraum eingehalten.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass nach Maßgabe der durchgeführten Geräuschimmissionsprognose aus der Sicht des Schallimmissionsschutzes bei Umsetzung der Planungen und der geplanten berücksichtigten Betriebszustände keine Bedenken gegen den Betrieb des Batteriegroßspeichers bestehen. Die gebietsabhängigen Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm werden sicher unterschritten, das Irrelevanzkriterium wird eingehalten.

Dieses ist ebenfalls gewährleistet, sofern sich die Betriebszeit der Batteriegroßspeicheranlage im Tageszeitraum (6:00 bis 22:00 Uhr) auf 10 Stunden erstrecken würde.

6.4 Qualität der Prognose

Die Entstehung und Ausbreitung von Schall hängen von einer Vielzahl von Einflussgrößen ab. Die durchgeführten Berechnungen basieren auf:

- Betreiberangaben zur Dauer und Häufigkeit von Schallereignissen,
- Erfahrungswerten an vergleichbaren Anlagen und
- publizierten wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Grundsätzlich werden bei Geräuschimmissionsprognosen konservative Ansätze gewählt, d. h. es wird von im Hinblick auf die Geräuschimmissionen ungünstigen Betriebszuständen und Berechnungsansätzen ausgegangen. Beispiele hierfür sind im vorliegenden Fall:

- durchgängiger Betrieb über die angegebene Beurteilungszeit bzw. angegebene Betriebszeit für die Anlagen
- Keine Anwendung von Richtcharakteristiken bei der Schallabstrahlung von Außenbauteilen
- Schallquellenbezogene Berücksichtigung von Tonzuschlägen an allen Anlagen
- Verzicht auf die meteorologische Korrektur

Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen kann angenommen werden, dass die Geräuschimmissionsprognose die tatsächlichen Immissionsverhältnisse tendenziell überschätzt und somit im Hinblick auf die Beurteilung der Geräuschsituation bezogen auf den Schutz der Nachbarschaft auf der sicheren Seite liegt.

Unter Berücksichtigung der genannten Faktoren schätzen wir die Prognoseunsicherheit für den Beurteilungspegel mit $-1/+0$ dB ab.

7 Regelwerke und zur Verfügung gestellte Unterlagen

Gesetze, Verordnungen und Richtlinien

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) 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 3. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 225) geändert worden ist
- /2/ Verordnung über die bauliche Nutzung von Grundstücken (Baunutzungsverordnung – BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 3. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist
- /3/ Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (4. BImSchV). Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. November 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 355) geändert worden ist
- /4/ Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 04. November 2020 (BGBl. I S. 2334) geändert worden ist
- /5/ Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI. 1998 S. 503), die durch die Verwaltungsvorschrift vom 1. Juni 2017 (BANz AT 08.06.2017 B5) geändert worden ist

Normen und Richtlinien

- /6/ DIN 1333:1999-02, Zahlenangaben
- /7/ DIN 45645-1:1996-07, Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen
- /8/ DIN 45680:1997-03, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft
- /9/ Beiblatt 1 zur DIN 45680:1997-03, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen
- /10/ DIN ISO 9613-2:1999-10, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
- /11/ DIN EN ISO 12354-4:2017-11, Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 4: Schallübertragung von Räumen ins Freie

Weitere Literatur

- /12/ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI): "Leitfaden für die Verbesserung des Schutzes gegen Lärm bei stationären Geräten", Stand 24.03.2020
- /13/ ELTAS Transformatör Sanayive Ticaret A.S.: Transformator, Datenblatt vom 29.07.2022
- /14/ Freistaat Sachsen, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Verfahren der Schallimmissionsprognose bei tieffrequenten Geräuschen, Schriftenreihe Heft 10/2021
- /15/ Fluence Energy, LLC.: Battery Enclosure Datasheet-Preliminary, Doc.No° 0PLM-DSH-ENC-00-002 Rev 00.0 aus dem Jahr 2024
- /16/ Gemeinde Bennstedt: Bebauungsplan Nr. 1A Bennstedt "Brandwende . Erweiterung" mit teilweise Änderung des Bebauungsplanes Nr. 1 Wohnbaustandort "Bennstedt – Brandwende" vom 28.04.1997
- /17/ Gemeinde Lieskau: Flächennutzungsplan vom 27.07.2004
- /18/ Gemeinde Lieskau: Bebauungsplan Nr. 1 "Lieskau Nord", 4. Änderung rechtskräftig seit 25.03.1998
- /19/ Gemeinde Salzatal: Vorhabenbezogener Bebauungsplan "Solarpark Bennstedt", Begründung vom März 2024
- /20/ Gemeinde Salzatal: Vorhabenbezogener Bebauungsplan "Solarpark Bennstedt", Teil A – Planzeichnung und Teil B - Textliche Festsetzungen, Vorentwurf vom März 2024
- /21/ Gemeinde Zappendorf: Flächennutzungsplan vom 10.02.2006
- /22/ LAI-Hinweise zur Auslegung der TA Lärm (Fragen und Antworten zur TA Lärm) i. d. F. des Beschlusses zu TOP 9.4 der 133. LAI-Sitzung am 22. und 23. März 2017
- /23/ Power Electronics España S.L.: Noise Reduction for GEN3 Inverters, Technical Note TN0056BI vom 05.06.2023
- /24/ Sungrow Power Supply Co., Ltd: Gerätetyp SG350HX, Datenblatt des Inverters aus dem Jahr 2023
- /25/ SoundPLAN GmbH: Berechnungsprogramm SoundPLANnoise für die Schallausbreitung in Räumen und im Freien. Version 9.0 (Update vom 14.01.2025)
- /26/ Solizer Deutschland GmbH: Betriebsbeschreibung mit Lageplan der Anlage, per E-Mail am 10.03.2025 und Leistungsangabe inkl. Planungsänderung vom 17.03.2025
- /27/ Vattenfall: Fotoperspektivische Ansichten eines geplanten Arrays im Projekt Batteriegroßspeicheranlage Henningsdorf, per E-Mail am 16.01.2025 (Prj.-Nr. 24.127)