



Von der Industrie- und
Handelskammer Südlicher
Oberrhein öffentlich
bestellter und vereidigter
Sachverständiger für
Bauakustik und
Schallimmissionsschutz

Dr. Wilfried Jans

Büro für Schallschutz

Im Zinken 11
77955 Ettenheim

Telefon 07822-8612085
Telefax 07822-8612088

e-mail mail@jans-schallschutz.de

GUTACHTLICHE STELLUNGNAHME

Nr. 6793/902A vom 14.03.2025

"Solarpark Oberbränd" auf den Flurstücken Nr. 140 und 141 der Gemarkung
Oberbränd

- Prognose und Beurteilung der Betriebslärmwirkung auf die schutzbedürftige
Nachbarschaft

Auftraggeber

E3 Energie GmbH
Kleiner Weilerberg 14

77955 Ettenheim

INHALTSVERZEICHNIS

1. VORBEMERKUNGEN	1
1.1 Aufgabenstellung	1
1.2 Ausgangsdaten	1
1.3 Quellen	1
2. AUSGANGSSITUATION	2
2.1 Örtliche und planungsrechtliche Gegebenheiten	2
2.2 Geplanter Solarpark Oberbränd	2
3. SCHALLTECHNISCHE BEURTEILUNGSKRITERIEN	3
3.1 Schalltechnische Größen	3
3.2 Schalltechnische Anforderungen, allgemein	4
3.3 Schalltechnische Anforderungen im vorliegenden Fall	6
4. SCHALLEMISSIONEN	7
5. SCHALLAUSBREITUNG	8
5.1 Rechenverfahren	8
5.2 Randbedingungen	9
5.3 Lärmeinwirkungsorte	10
6. SCHALLIMMISSIONEN	10
6.1 Beurteilungspegel	10
6.2 Spitzenpegel	12
7. SCHALLSCHUTZMASSNAHMEN	12
8. FEHLERABSCHÄTZUNG	13
9. ZUSAMMENFASSUNG	14

Anlagen: 7

1. VORBEMERKUNGEN

1.1 Aufgabenstellung

Auf den Flurstücken Nr. 140 und 141 der Gemarkung Oberbränd, Gemeinde Eisenbach, ist auf einer Fläche von ca. 8 Hektar die Errichtung einer Photovoltaik-Anlage ("Solarpark Oberbränd") geplant. Da sich in der Nachbarschaft dieser Anlage schutzbedürftige Wohnbebauung befindet, ist in einer schalltechnischen Untersuchung nachzuweisen, dass der geplante Betrieb des Solarparks keine unzulässige Lärmeinwirkung auf diese Bebauung verursachen wird.

1.2 Ausgangsdaten

Von der E3 Energie GmbH, Herrn Bold, wurden u. a. folgende Unterlagen jeweils als pdf-Datei überlassen:

- von der iAccess Energy GmbH, Freiburg, gefertigter Lageplan "PV-Anlage EISENBACH 3 Panel Layout" im Maßstab 1 : 750 (Stand: 19.11.2024); per e-mail vom 05.12.2024
- Systemhandbuch der SMA Solar Technology AG, Niestetal, zum Wechselrichter "MEDIUM VOLTAGE POWER STATION mit SUNNY CENTRAL STORAGE US für AC-gekoppelte Speicherlösungen" (Stand: 27.10.2022); per e-mail vom 05.12.2024
- technisches Datenblatt zum "Sunny Central Storage UP-XT" (Batterie-Wechselrichter für große Speichersysteme) der SMA Solar Technology AG; per e-mail vom 05.12.2024
- "White Paper BU-LS004: Sunny Central Storage UP" mit Kurzdarstellung der Messergebnisse zur Schallemission des SMA-Wechselrichters SCS 3950 UP-XT; per e-mail vom 24.02.2025
- Prüfbericht "Testreport TR_EMC_SCS3950UP-XT_Acoustic_1.1 E1624" vom 07.05.2025 zur Schallemission des SMA-Wechselrichters SCS 3950 UP-XT ohne bzw. mit Schalldämmset; per e-mail vom 24.02.2025
- Testberichte No. CZ24WW1E26051 und No. CZ24WW2E26051 des CATARC Automotive Test Center (Changzhou) Co. Ltd. vom 19.08.2024 zur Schallemission des "Rechargeable Li-ion Battery System", Modell TSMG4073-H-E der Trina Energy Storage Solutions (Jiangsu) Co., Ltd.; der Bericht CZ24WW1E26051 untersucht den Batteriespeicher mit zusätzlichem Schalldämmset, der Bericht CZ24WW2E26051 den Batteriespeicher ohne Schalldämmset; als pdf-Dateien per e-mail vom 28.01.2025

1.3 Quellen

- [1] BImSchG (2013-05/2025-02)
"Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz)"
- [2] TA Lärm (2017-06)
"Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
(Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)"
- [3] DIN ISO 9613-2 (1999-10)
"Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien;
Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren"

2. AUSGANGSSITUATION

2.1 Örtliche und planungsrechtliche Gegebenheiten

In Anlage 1 ist ein Lageplan mit Eintragung des auf den Flurstücken Nr. 140 und 141 geplanten Solarparks sowie der benachbarten Bebauung wiedergegeben. Das Baugrundstück und die benachbarten, bebauten Flächen sind nicht durch einen Bebauungsplan überplant; für das Baugrundstück ist aber zur Realisierung des Solarparks die Aufstellung eines Bebauungsplans vorgesehen.

Die bebaute Nachbarschaft befindet sich laut Flächennutzungsplan im Außenbereich bzw. innerhalb einer geplanten "gemischten Baufläche". Die Schutzbedürftigkeit vor Lärmeinwirkung wird für alle benachbarten Grundstücke wie für Flächen in einem "Mischgebiet" angesetzt.

2.2 Geplanter Solarpark Oberbränd

Die geplante Photovoltaik-Anlage ist in Anlage 1 dargestellt; ein Detail der Anlage mit Eintragung von Wechselrichtern, Speichern, Trafos und zentralen Anschlusskästen (ZAK) ist aus Anlage 2 ersichtlich. Vorgesehen ist die Aufstellung von 2 SMA-Wechselrichtern mit jeweils zugehörigem Trafo ("Trafo-Kombistation" in Anlage 2) sowie von 4 Trina-Batteriespeichern.

Zum A-bewerteten Schall-Leistungspegel L_W der maßgeblich lärmemittierenden technischen Anlagen liegen folgende Informationen vor:

SMA-Wechselrichter SCS 3950 UP-XT mit den Abmessungen $L \times B \times H = 281,5 \times 158,8 \times 231,8 \text{ cm}^3$:

ohne Schalldämmset:

Speicher laden mit 100 % Leistung (4129 kVA): $L_W = 90,6 \text{ dB(A)}$

Netzeinspeisung mit 100 % Leistung (4600 kVA): $L_W = 91,9 \text{ dB(A)}$

mit Schalldämmset:

Speicher laden mit 100 % Leistung (4129 kVA): $L_W = 85,9 \text{ dB(A)}$

Netzeinspeisung mit 100 % Leistung (4600 kVA): $L_W = 83,2 \text{ dB(A)}$

Trina-Batteriespeicher TSMG4073-H-E mit den Abmessungen $L \times B \times H = 605,8 \times 243,8 \times 289,6 \text{ cm}^3$:

ohne Schalldämmset: bei maximaler Leistung $L_W = 101,6 \text{ dB(A)}$

mit Schalldämmset: bei maximaler Leistung $L_W = 90,4 \text{ dB(A)}$

In Anlage 3 sind Spektren des SMA-Wechselrichters und des Trina-Batteriespeichers jeweils für die Ausführung mit Schalldämmset wiedergegeben. Der relative, spektrale Verlauf des Schalldruckpegels jeweils ohne Schalldämmset stimmt näherungsweise mit den jeweiligen Spektren mit Schalldämmset überein.

Laut Mitteilung des Auftraggebers sind die Geräusche des Trafos im Vergleich zu den Geräuschen des Wechselrichters vernachlässigbar gering.

3. SCHALLTECHNISCHE BEURTEILUNGSKRITERIEN

3.1 Schalltechnische Größen

Als wichtigste Größe für die rechnerische Prognose, die messtechnische Erfassung und/oder die Beurteilung einer Lärmeinwirkung auf den Menschen dient der A-bewertete Schalldruckpegel - meist vereinfachend als "Schallpegel" (L) bezeichnet.

Um auch zeitlich schwankende Schallvorgänge mit einer Einzahlangabe hinreichend genau kennzeichnen zu können, wurde der "Mittelungspegel" (L_m bzw. L_{Aeq}) definiert,

der durch Integration des momentanen Schalldruckpegels über einen bestimmten Zeitraum gewonnen wird.

Die in verschiedenen Regelwerken definierten Immissionsrichtwerte für den durch fremde Verursacher hervorgerufenen Lärm beziehen sich meist auf einen "Beurteilungspegel" (L_r) am Ort der Lärmeinwirkung (Immissionspegel).

Der Beurteilungspegel wird in aller Regel rechnerisch aus dem Mittelungspegel bestimmt, wobei zusätzlich eine eventuelle erhöhte Störwirkung von Geräuschen (wegen ihres besonderen Charakters oder wegen des Zeitpunkts ihrer Einwirkung) durch entsprechend definierte Zuschläge berücksichtigt wird.

Außerdem werden meist Anforderungen an den momentanen Schalldruckpegel in der Weise gestellt, dass auch durch kurzzeitig auftretende Schallereignisse hervorgerufene Momentan- oder Spitzenpegel den jeweiligen Immissionsrichtwert nur um einen entsprechend vorgegebenen Betrag überschreiten dürfen.

Der "Schall-Leistungspegel" (L_w) gibt die gesamte von einem Schallemitenten ausgehende Schall-Leistung an.

3.2 Schalltechnische Anforderungen, allgemein

Gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG [1] sind "Anlagen" im Sinne dieses Gesetzes derart zu errichten und zu betreiben, dass keine Immissionen auftreten, die *"... nach Art, Ausmaß und Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft ..."* herbeizuführen. Als Maß für die im BImSchG als *"schädliche Umwelteinwirkungen"* beschriebenen Geräusche sind bei gewerblichen Anlagen die in der TA Lärm [2] definierten Immissionsrichtwerte heranzuziehen.

Die in der Nachbarschaft von lärmemittierenden Anlagen einzuhaltenden *"Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden"* sind abhängig von der Art der

baulichen Nutzung am betrachteten Lärmeinwirkungsort. In der TA Lärm, Abschnitt 6.1, werden u. a. folgende Immissionsrichtwerte angegeben:

Gebietskategorie	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
	tags	nachts
b) Gewerbegebiete	65	50
c) urbane Gebiete	63	45
d) Kern-, Dorf- und Mischgebiete	60	45
e) allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55	40
f) reine Wohngebiete	50	35

Diese Immissionsrichtwerte sind an den *"maßgeblichen Immissionsorten"* einzuhalten, welche in Abschnitt A.1.3 der TA Lärm definiert werden:

- "a) bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes nach DIN 4109, Ausgabe November 1989;*
- b) bei unbebauten Flächen oder bebauten Flächen, die keine Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen enthalten, an dem am stärksten betroffenen Rand der Fläche, wo nach dem Bau- und Planungsrecht Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen erstellt werden dürfen; ..."*

Zur Ermittlung der Beurteilungspegel ist gemäß TA Lärm [2] das nachfolgend verkürzt dargestellte Verfahren heranzuziehen:

- Der Beurteilungspegel "tags" ist auf einen Zeitraum von 16 Stunden während der Tageszeit (6.00 bis 22.00 Uhr) zu beziehen. Eine eventuell erhöhte Störwirkung von Geräuschen während Ruhezeiten findet u. a. in "Mischgebieten" rechnerisch keine Berücksichtigung.
- Als Bezugszeitraum für den Beurteilungspegel "nachts" ist *"... die volle Nachtstunde (z. B. 1.00 bis 2.00 Uhr) mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt ..."*, zu berücksichtigen.
- *"Für die Teilzeiten, in denen in den zu beurteilenden Geräuschimmissionen ein oder mehrere Töne hervortreten oder in denen das Geräusch informationshaltig ist, ist für den Zuschlag K_T je nach Auffälligkeit der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen"*.
- Der Störwirkung von Impulsgeräuschen ist ggf. durch einen Zuschlag K_i Rechnung zu tragen; dieser ist entweder pauschal mit einem Wert von 3 oder

6 dB zu berücksichtigen oder durch Differenzbildung aus Messwerten für den Taktmaximal-Mittelungspegel L_{AFTeq} und den Mittelungspegel L_{Aeq} zu ermitteln.

Hinsichtlich der Beurteilung kurzdauernd auftretender Geräuschspitzen wird in der o. a. TA Lärm ergänzend ausgeführt:

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

Die Immissionsrichtwerte sind akzeptorbezogen; dies bedeutet, dass der durch die Gesamtheit aller (auch fremder) "Anlagen" im Sinne der TA Lärm am jeweils schutzbedürftigen Einwirkungsort verursachte Immissionspegel den dort maßgebenden Immissionsrichtwert nicht übersteigen darf. Ein auf eine einzelne Anlage beschränkter Nachweis des durch diese verursachten Immissionspegels ist nur dann ausreichend, wenn eine nennenswerte Lärmvorbelastung am betreffenden Einwirkungsort ausgeschlossen werden kann oder

"... 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 ... am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet." (TA Lärm, Nummer 3.2.1, Absatz 2)

Ergänzend wird in Absatz 6 von Abschnitt 3.2.1 der TA Lärm zu dem oben auszugsweise zitierten Absatz 2 ausgeführt:

"Die Bestimmung der Vorbelastung kann im Hinblick auf Absatz 2 entfallen, wenn die Geräuschimmissionen der Anlage die Immissionsrichtwerte... um mindestens 6 dB(A) unterschreiten."

3.3 Schalltechnische Anforderungen im vorliegenden Fall

In den Lageplan in Anlage 1 sind maßgebliche Immissionsorte in der Nachbarschaft des geplanten Solarparks eingetragen. An diesen Einwirkungsorten ist zumindest teilweise von einer relevanten Lärmvorbelastung durch die Metzgerei Fritz, Oberbränder Straße 89, auszugehen. Da diese Lärmvorbelastung nicht bekannt ist, wird unter Berücksichtigung der obigen Zitate aus Abschnitt 3.2.1 der TA Lärm

gefordert, dass der Immissionsanteil des Solarparks die in der Nachbarschaft maßgebenden Immissionsrichtwerte der TA Lärm um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

4. SCHALLEMISSIONEN

Wie in Abschnitt 2.2 ausgeführt, sind folgende Schallemissionen anzusetzen:

SMA-Wechselrichter

ohne Schalldämmset:

Speicher laden mit 100 % Leistung (4129 kVA): $L_W = 90,6 \text{ dB(A)}$

Netzeinspeisung mit 100 % Leistung (4600 kVA): $L_W = 91,9 \text{ dB(A)}$

mit Schalldämmset:

Speicher laden mit 100 % Leistung (4129 kVA): $L_W = 85,9 \text{ dB(A)}$

Netzeinspeisung mit 100 % Leistung (4600 kVA): $L_W = 83,2 \text{ dB(A)}$

Rechnerisch wird folgende schalltechnisch extrem ungünstige Annahme getroffen:

Innerhalb des Tagzeitraums wird ständig mit 100 % Leistung der Speicher entweder beladen oder entladen; berücksichtigt wird jeweils der schalltechnisch ungünstigere Zustand (d. h. ohne Schalldämmset die Netzeinspeisung, mit Schalldämmset der Ladevorgang). "Nachts" erfolge die Netzeinspeisung, und zwar innerhalb der ungünstigsten Nachtstunde mit ebenfalls 100 % Leistung.

Folgende Schall-Leistungspegel werden deshalb für jeden der beiden in Anlage 2 eingetragenen Wechselrichter (inklusive Trafo) angenommen:

Ausführung des Wechselrichters	Schall-Leistungspegel in dB(A)	
	"tags"	"nachts"
ohne Schalldämmset	91,9	91,9
mit Schalldämmset	85,9	83,2

Trina-Batteriespeicher

Pro Speicher gilt bei jeweils maximaler Leistung ein Schall-Leistungspegel von $L_W = 101,6 \text{ dB(A)}$ ohne Schalldämmset und von $L_W = 90,4 \text{ dB(A)}$ mit Schalldämmset;

den aus Anlage 2 ersichtlichen 4 Batteriespeichern wird deshalb insgesamt folgender Schall-Leistungspegel L_W zugeordnet:

Ausführung des Speichers	Schall-Leistungspegel für alle 4 Speicher zusammen: L_W in dB(A)	
	"tags"	"nachts"
ohne Schalldämmset	107,6	107,6
mit Schalldämmset	96,4	96,4

Anmerkung:

Ob an ungünstigen Tagen innerhalb einer vollen Nachtstunde sowie im Tagzeitraum ständig alle 4 Batteriespeicher mit maximaler Leistung betrieben werden, kann nicht beurteilt werden. Sicherheits- halber wird hier jedoch die schalltechnisch ungünstigste Situation mit Maximalbetrieb aller 4 Speicher angenommen.

Die hier berücksichtigten Emissionsdaten für den Wechselrichter wurden ermittelt bei einer Außentemperatur von 25 °C, die Emissionsdaten des Batteriespeichers bei Temperaturen zwischen 35 und 45 °C. Beim Batteriespeicher ist zu vermuten, dass bei geringeren Außentemperaturen, d. h. insbesondere auch in der Nachtzeit, ein wesentlich geringerer Schall-Leistungspegel vorliegt als oben angegeben. Da aber zur Temperaturabhängigkeit der Schallemission des Batteriespeichers keine Informationen vorliegen, bleibt diese zu erwartende Pegelminderung außer Betracht.

5. SCHALLAUSBREITUNG

5.1 Rechenverfahren

Der durch einen lärmemittierenden Vorgang an einem bestimmten Einwirkungsort hervorgerufene Immissionspegel ist abhängig vom jeweiligen Emissionspegel und den Schallausbreitungsbedingungen auf der Ausbreitungsstrecke zwischen den Schallquellen und dem betrachteten Einwirkungsort. Einflussgrößen auf die Schallausbreitungsbedingungen im allgemeinen Fall sind:

- Länge des Schallausbreitungsweges
- Luft- und Bodenabsorption sowie Witterung
- Schallabschirmung durch Bebauung auf dem Schallausbreitungsweg
- Schallreflexionen an Gebäudefassaden in der Umgebung des Schallausbreitungsweges

Die Berechnung der Schallausbreitung erfolgt mit Hilfe des entsprechend den Rechenvorschriften der DIN ISO 9613-2 [3] von der SoundPLAN GmbH, Backnang, entwickelten Rechenprogramms SOUNDPLAN.

Linien- und Flächenschallquellen werden mit diesem Programm in Teile zerlegt, deren Abmessungen klein gegenüber ihrem Abstand zum nächstgelegenen interessierenden Immissionsort sind. Anhand der entsprechend den vorliegenden Plänen in den Rechner eingegebenen Koordinaten wird dort ein Geländemodell simuliert. Für jeden zu untersuchenden Immissionsort werden zunächst die maßgeblich zur Lärmeinwirkung beitragenden Schallquellen erfasst und anschließend die durch Direktschallausbreitung verursachten und durch Beugung bzw. Reflexionen beeinflussten Immissionsbeiträge dieser Schallquellen bestimmt. Durch Aufsummieren dieser Immissionsanteile ergibt sich jeweils der am Einwirkungsort durch die berücksichtigten Schallquellen verursachte Immissionspegel.

5.2 Randbedingungen

Bei der vorliegenden Untersuchung werden die nachfolgend skizzierten Randbedingungen vereinfachend festgelegt:

- Für alle Gebäudefassaden wird in Anlehnung an die Angaben in Tabelle 4 der DIN ISO 9613-2 [3] ein Reflexionsgrad von $\rho = 0,8$ angesetzt.
- Die in den Plan in Anlage 2 eingetragene potentielle Lärmschutzwand bleibt unberücksichtigt.
- Zur Ermittlung der Bodendämpfung A_{gr} wird das in DIN ISO 9613-2 beschriebene "allgemeine Berechnungsverfahren" angewandt. Die Aufstellfläche von Speicher und Wechselrichter, asphaltierte Flächen sowie weitere Flächen mit "hartem Boden" sind in Anlage 4 gekennzeichnet und werden mit einem Bodenfaktor von $G = 0$ ("harter Boden") berücksichtigt. Alle sonstigen Flächen, insbesondere auch die Wiese unter den Solarpaneelen, werden als "poröser Boden" im Sinne von Abschnitt 7.3.1 der DIN ISO 9613-2 angesetzt. D. h., diesen Flächen wird ein Bodenfaktor von $G = 1$ zugeordnet.
- Die maßgebliche Emissionsorthöhe h der betrachteten Schallquellen über Boden wird wie folgt angenommen:

SMA-Wechselrichter: $h = 2,0$ m

Trina-Batteriespeicher: $h = 2,5$ m

- Der spektrale Verlauf der Schall-Leistungspegel von Wechselrichter und Batteriespeicher wird entsprechend den Angaben in den vorliegenden Unterlagen berücksichtigt. Speziell für die jeweilige Ausführung mit Schalldämm-Set wird auf die Spektren in Anlage 3 zurückgegriffen.
- In Anlage 3 sind A-bewertete Emissionsspektren des Wechselrichters und des Batteriespeichers wiedergegeben. Der Wechselrichter weist gemäß Anlage 3, oben, Einzeltöne bei $f_{\text{Terz}} = 3150$ und 6300 Hz auf, der Batteriespeicher einen Einzelton im Terzband $f_{\text{Terz}} = 400$ Hz und (eventuell) 800 Hz. Aufgrund dieser Tonhaltigkeit wird am jeweiligen Immissionsort ein Tonzuschlag von $K_T = 3$ dB berücksichtigt.

Anmerkung:

Im Nahfeld der jeweiligen Anlage wäre auch ein Zuschlag von $K_T = 6$ dB gerechtfertigt; bei den vorliegenden Abständen von $s \geq 270$ m zwischen Wechselrichter bzw. Speicher und nächstbenachbartem Einwirkungsort ist aber von einer deutlich reduzierten Tonhaltigkeit der Geräusche auszugehen; deshalb wird hier ein Wert von $K_T = 3$ dB in Ansatz gebracht.

Die im Rahmen der schalltechnischen Untersuchung berücksichtigten Schallquellen und Immissionsorte sowie die die Schallausbreitung mutmaßlich beeinflussenden Objekte sind im Lageplan in Anlage 4 grafisch dargestellt.

5.3 Lärmeinwirkungsorte

Die durch den Betrieb des Solarparks verursachte Lärmeinwirkung auf die schutzbedürftige Nachbarschaft wurde an den in Anlage 4 eingetragenen Immissionsorten ermittelt. Die Immissionsorte wurden jeweils ungefähr in Höhe der Fenstermitte der einzelnen Geschosse definiert.

6. SCHALLIMMISSIONEN

6.1 Beurteilungspegel

Mit den zuvor beschriebenen Ausgangsdaten, Randbedingungen und Rechenverfahren wurde die Betriebslärmeinwirkung auf die in Anlage 4 eingetragenen Immissionsorte rechnerisch bestimmt. In den Immissionstabellen in den Anlagen 5 und 6 werden die ermittelten Beurteilungspegel für das jeweils schalltechnisch ungünstigste Geschoss rechnerisch nachgewiesen. Dabei werden folgende 3 Varianten unterschieden:

Variante 1: Wechselrichter und Batteriespeicher jeweils ohne Schalldämmset

Variante 2: Wechselrichter ohne Schalldämmset, Batteriespeicher mit Schalldämmset

Variante 3: Wechselrichter und Batteriespeicher jeweils mit Schalldämmset

Eine vierte Variante mit Schalldämmset beim Wechselrichter, nicht aber beim Batteriespeicher ist schalltechnisch nicht sinnvoll, da der Batteriespeicher die wesentlich lautere Anlage darstellt und deshalb zum Schutz der Nachbarschaft vor allem die 4 Speicher mit einem Schalldämmset versehen werden sollten.

Bei den Berechnungen wird außerdem davon ausgegangen, dass die maßgeblich lärmemittierenden Anlagen des Solarparks, d. h. Wechselrichter und Speicher, die in Abschnitt 4 jeweils angegebene Schall-Leistung während des gesamten Tagzeitraums und zumindest während einer (1) vollen Nachtstunde emittieren.

Nachfolgend werden die für das jeweils ungünstigste (oberste) Geschoss ermittelten Beurteilungspegel "tags" ($L_{r,t}$) und "nachts" ($L_{r,n}$) dem jeweils maßgebenden Immissionsrichtwert "tags" (IRW_t) bzw. Immissionsrichtwert "nachts" (IRW_n) der TA Lärm gegenübergestellt:

Immissionsort	Oberbränder Straße			
	85	88	89	91
$L_{r,t} / L_{r,n}$ in dB(A)				
- Variante 1	39,9 / 39,9	44,8 / 44,8	47,5 / 47,5	46,7 / 46,7
- Variante 2	30,5 / 30,5	35,3 / 35,3	37,4 / 37,4	36,6 / 36,6
- Variante 3	29,5 / 29,4	34,2 / 34,1	36,5 / 36,4	35,6 / 35,4
IRW_t / IRW_n in dB(A)	60 / 45			

Der jeweils maßgebende Immissionsrichtwert "tags" von 60 dB(A) wird eingehalten und - wie in Abschnitt 3.3 gefordert - auch um mindestens 6 dB(A) unterschritten.

"Nachts" ist bei der Variante 1, d. h. bei Verzicht auf Schalldämmsets bei Batteriespeicher und Wechselrichter, eine Überschreitung des Immissionsrichtwerts "nachts" von 45 dB(A) möglich. Insbesondere wird auch die geforderte Unterschreitung des Immissionsrichtwerts "nachts" um mindestens 6 dB(A) nicht sichergestellt.

Bei der Variante 2 (Batteriespeicher mit Schalldämmset, Wechselrichter ohne Schalldämmset) und bei Variante 3 (Batteriespeicher und Wechselrichter mit Schalldämmset) wird der Immissionsrichtwert "nachts" eingehalten und - wie gefordert - auch um mindestens 6 dB(A) unterschritten.

Anmerkung:

Für den schalltechnisch ungünstigsten Immissionsort Oberbränder Straße 89 könnte eventuell auf die Forderung nach Unterschreitung des Immissionsrichtwerts um mindestens 6 dB(A) verzichtet werden, da dort die maßgebliche Lärmvorbelastung durch den eigenen Betrieb (Metzgerei Fritz) verursacht wird.

6.2 Spitzenpegel

Maßgebliche Pegelspitzen werden durch den Betrieb des Solarparks nicht verursacht. Deshalb kann auf eine Ermittlung und Beurteilung der durch Einzelereignisse verursachten Geräuschspitzen verzichtet werden.

7. SCHALLSCHUTZMASSNAHMEN

In den Plan in Anlage 7 ist eine potentielle Lärmschutzwand eingetragen, welche die geplante Technikstation dreiseitig umschließt. Gemäß hier nicht dokumentierten Untersuchungen wird mit dieser Wand an den maßgeblichen Immissionsorten Oberbränder Straße 88, 89 und 91 eine Pegelreduzierung um ca. 2 dB(A) erreicht, wenn die Wand mit einer Höhe von 3,5 m (relativ zum Niveau des Aufstellungsorts der Batteriespeicher und der Wechselrichter) errichtet wird. Da mit den zur Verfügung stehenden Schalldämmsets aber eine deutliche höhere Pegelminderung erzielt wird, wird die Variante mit Lärmschutzwand nicht weiter verfolgt.

Anmerkung:

Die in den Plan in den Anlagen 2 und 7 ebenfalls eingetragenen Wände zwischen den Batteriespeichern dienen lediglich dem Brandschutz. Ein schalltechnisch relevanter Einfluss dieser Wände ist nicht zu erwarten. Je nach betrachtetem Immissionsort werden zwar die Immissionsanteile der jeweils nordseitig angeordneten Speicher reduziert, die Immissionsanteile der jeweils südseitig angeordneten Speicher werden aber aufgrund ungünstiger Schallreflexionen erhöht. In erster Näherung kompensieren sich diese beiden Effekte. Deshalb bleiben diese Wände rechnerisch außer Betracht.

Gemäß den Ergebnissen in Abschnitt 6.1 ist folgende Schallschutzmaßnahme erforderlich:

Die 4 Batteriespeicher sind jeweils mit dem vom Hersteller angebotenen Schalldämmset auszustatten. Mit diesem Schalldämmset wird die Schallemission jedes einzelnen Speichers um ca. 11 dB reduziert (Schallleistungspegel des Speichers mit Schalldämmset: $L_w = 90,4 \text{ dB(A)}$ laut Herstellerangabe bei 100 % Leistung).

Eine Schalldämmset für die SMA-Wechselrichter ist in schalltechnischer Hinsicht zwar sinnvoll, aber nicht zwingend erforderlich. Unter Berücksichtigung der o. g. Schallschutzmaßnahme liegt entweder die Variante 2 (nur Batteriespeicher mit Schalldämmset) oder die Variante 3 (Batteriespeicher und Wechselrichter mit Schalldämmset) vor. Für beide Varianten wurde in Abschnitt 6.1 nachgewiesen, dass die Immissionsrichtwerte von 60 dB(A) "tags" und 45 dB(A) "nachts" um rechnerisch mehr als 7 dB(A) unterschritten werden. Die in Abschnitt 3.3 aufgestellte Forderung nach einer Unterschreitung der Immissionsrichtwerte um mindestens 6 dB(A) wird somit erfüllt.

8. Fehlerabschätzung

In den vorliegenden Prüfberichten zur Schallemission der Trina-Batteriespeicher und der SMA-Wechselrichter werden für die jeweils ermittelte Schallemission folgende Messunsicherheiten ("extended measurement uncertainty") angegeben:

Batteriespeicher: $\pm 3,5 \text{ dB}$

Wechselrichter: $\pm 2 \text{ dB}$

Werden diese Messunsicherheiten als Standardabweichung σ_i der jeweiligen Eingangsgrößen $L_{w,i}$ berücksichtigt, so errechnen sich für die ermittelten Beurteilungspegel am betrachteten Immissionsort folgende Werte der Standardabweichung σ :

Variante 2 (alle 4 Speicher mit Schalldämmset, die beiden Wechselrichter ohne Schalldämmset):

$\sigma = 1,3 \text{ bis } 1,4 \text{ dB}$ abhängig vom Immissionsort

Variante 3 (alle 4 Speicher und die beiden Wechselrichter mit Schalldämmset):

$\sigma = 1,6 \text{ bis } 1,7 \text{ dB}$ abhängig von Immissionsort und Beurteilungszeitraum

Auch die um diese Standardabweichung σ erhöhten Beurteilungspegel unterschreiten noch den jeweils maßgebenden Immissionsrichtwert um mindestens 6 dB(A). D. h., auch unter Berücksichtigung der jeweiligen Messunsicherheiten bei den vorliegenden Emissionsdaten zu den 4 Batteriespeichern und den 2 Wechselrichtern liegt ein hinreichend geringer Immissionsanteil des Solarparks vor.

Außerdem sei darauf hingewiesen, dass die in der vorliegenden Ausarbeitung für die Batteriespeicher angesetzten Schall-Leistungspegel mutmaßlich zu hoch sind (zumindest während der Nachtzeit), da diese Werte - wie bereits in Abschnitt 4 erwähnt - bei Außentemperaturen von 35 bis 45 °C ermittelt wurden. Aufgrund der geringeren Temperaturen während der Nachtzeit wird "nachts" keine volle Lüftungsleistung erforderlich sein.

9. ZUSAMMENFASSUNG

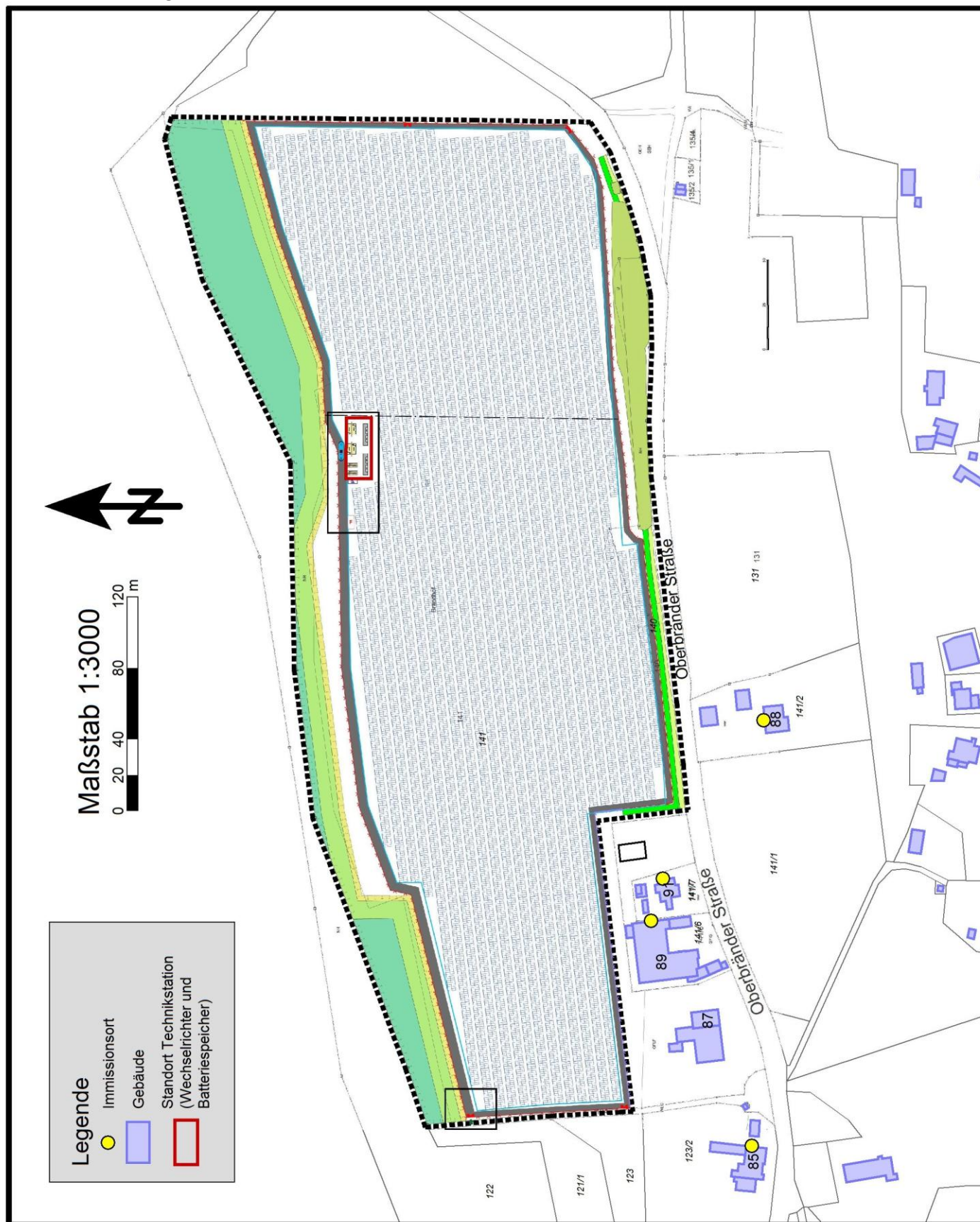
Auf den Flurstücken Nr. 140 und 141 der Gemarkung Oberbränd ist die Errichtung des Solarparks Oberbränd geplant. Da sich in der Nachbarschaft des Solarparks schutzbedürftige Wohnbebauung befindet, war in der vorliegenden Untersuchung nachzuweisen, dass der geplante Betrieb des Solarparks keine unzulässige Lärmeinwirkung auf diese Bebauung verursachen wird.

Ausgehend von den vom Auftraggeber mitgeteilten Emissionsdaten zu den zur Aufstellung vorgesehenen Wechselrichtern und Batteriespeichern wurde nachgewiesen, dass unabhängig von einer eventuell vorhandenen Lärmvorbelastung durch benachbarte, ebenfalls gemäß TA Lärm zu beurteilende Anlagen (z. B. Metzgerei Fritz) keine unzulässige Lärmeinwirkung auf die schutzbedürftige Nachbarschaft resultiert. Vorausgesetzt wird aber, dass entsprechend den Ausführungen in Abschnitt 7 die Batteriespeicher jeweils mit einem Schalldämmset ausgestattet werden.

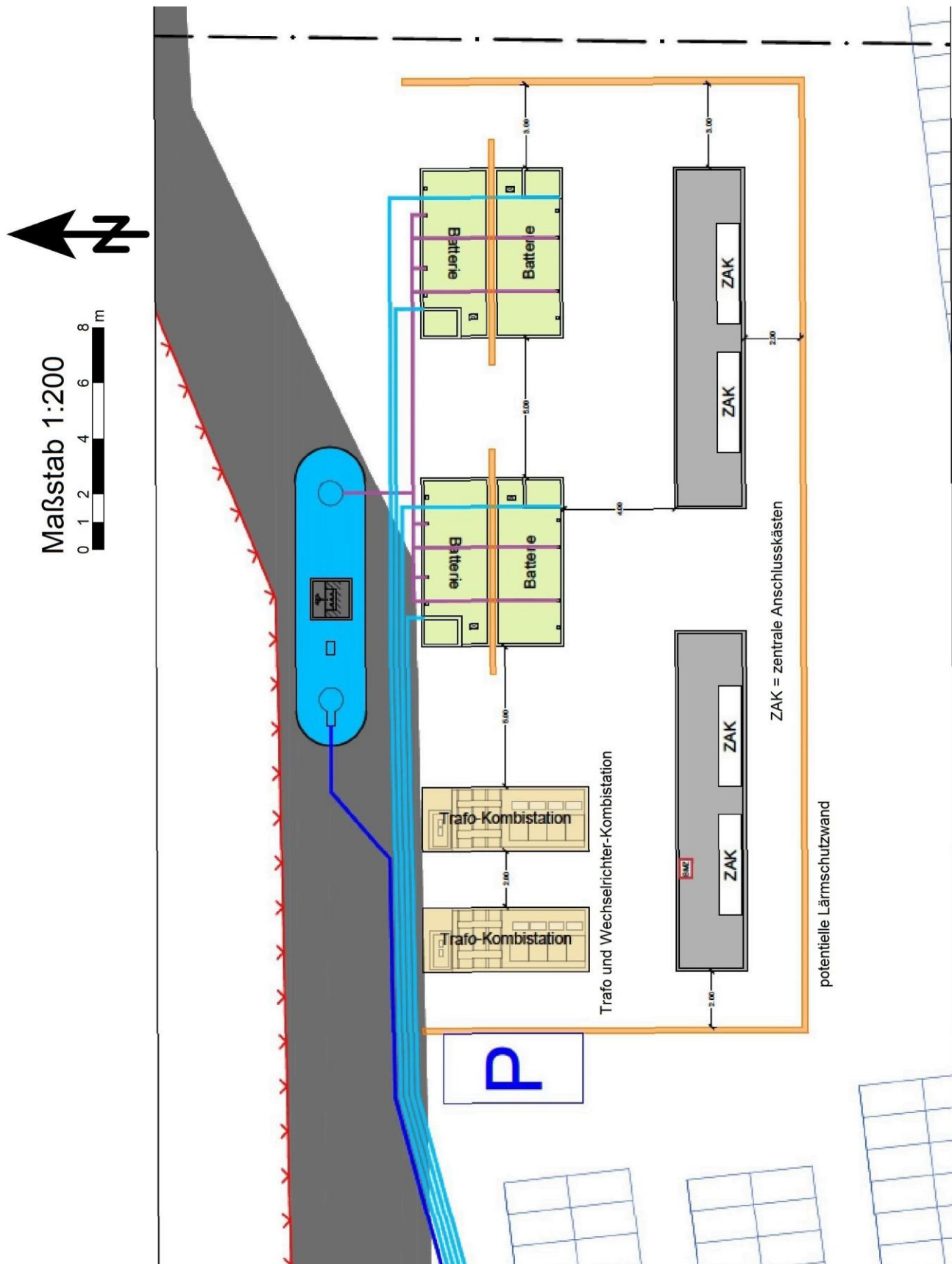
Büro für Schallschutz
Dr. Wilfried Jans

(Dr. Jans)

"Solarpark Oberbränd" auf den Flurstücken Nr. 140 und 141 der Gemarkung Oberbränd
- Übersichtslageplan mit Eintragung des geplanten Solarparks sowie der in der Nachbarschaft berücksichtigten Immissionsorte; modifizierter Auszug aus einem von der iAccess Energy GmbH, Freiburg, gefertigten Plan (Plandatum: 19.11.2024);
Erläuterungen siehe Text, Abschnitte 2.1 und 5.3

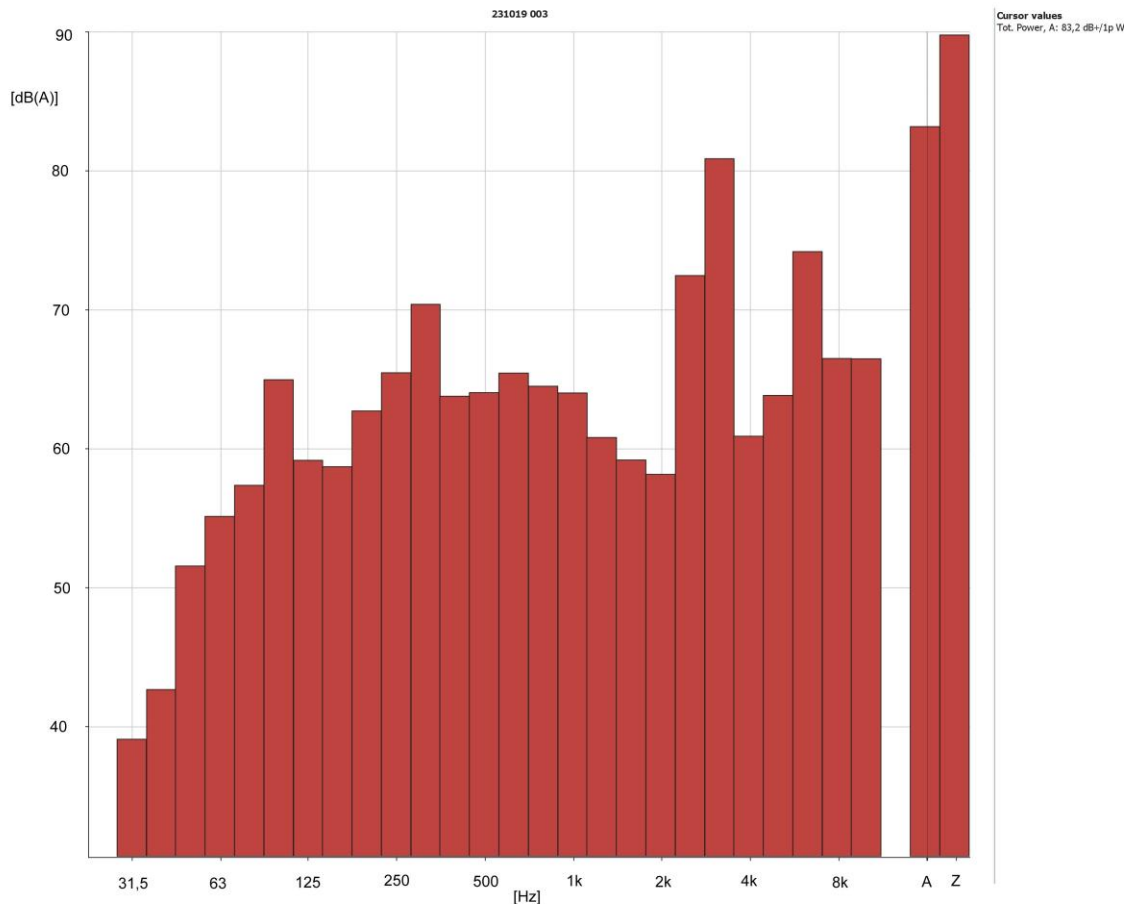


"Solarpark Oberbränd" auf den Flurstücken Nr. 140 und 141 der Gemarkung Oberbränd
- Lageplan mit Eintragung der Technikstation innerhalb des Solarparks; modifizierter Auszug aus einem von der iAccess Energy GmbH, Freiburg, gefertigten Plan (Plandatum: 19.11.2024);
Erläuterungen siehe Text, Abschnitt 2.2



"Solarpark Oberbränd" auf den Flurstücken Nr. 140 und 141 der Gemarkung Oberbränd
- Frequenzspektren; Erläuterungen siehe Text, Abschnitte 2.2 und 5.2

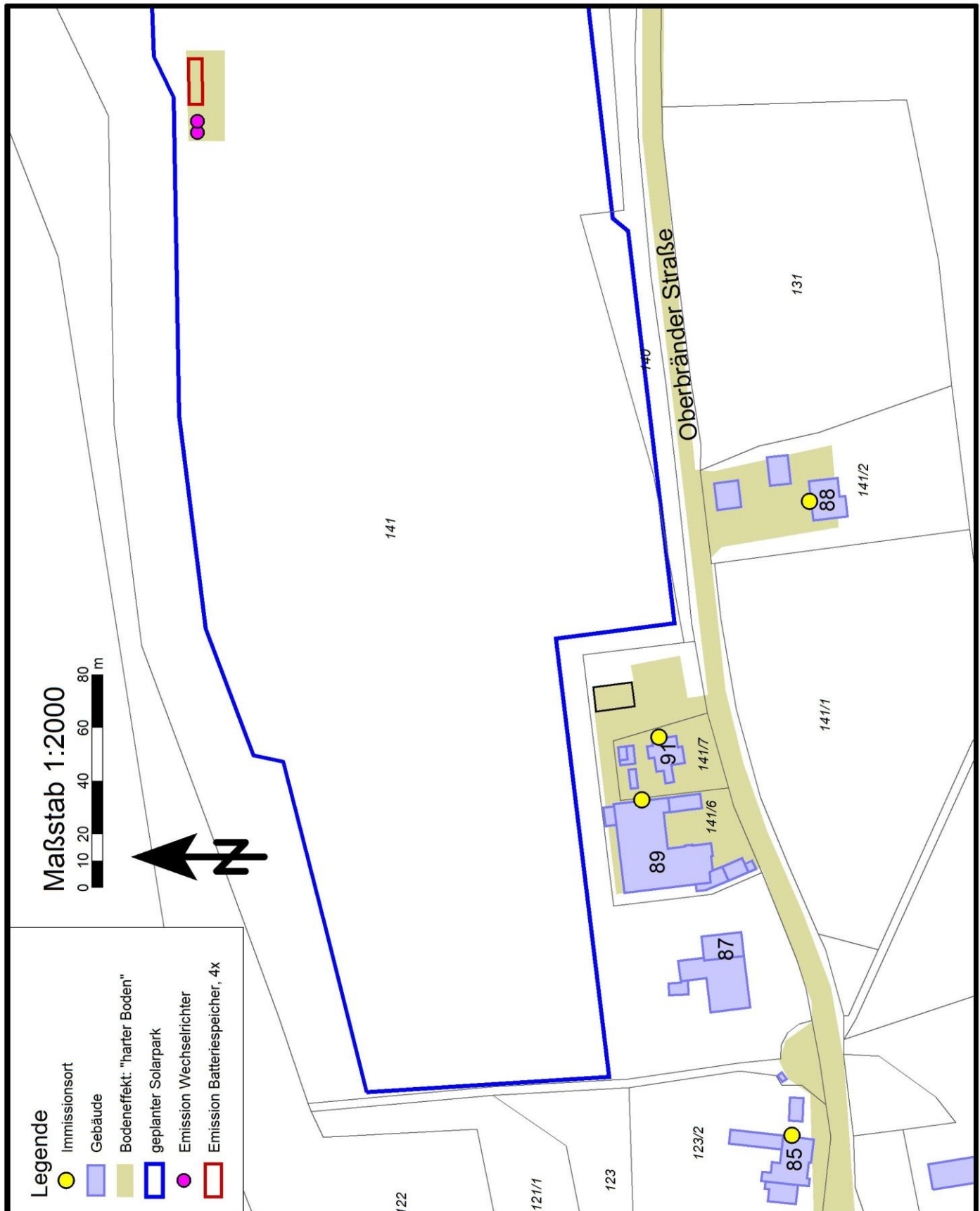
SMA-Wechselrichter SCS 3950 UP-XT mit Schalldämmset, Netzeinspeisung mit 100 % Leistung (Auszug aus dem "Testreport TR_EMC_SCS3950UP-XT_Acoustic_1.1 E1624" vom 07.05.2025)



Batteriespeicher TSMG4073-H-E der Trina Energy Storage Solutions (Jiangsu) Co., Ltd., mit Schalldämmset, 100 % Leistung (Auszug aus dem Testbericht No. CZ24WW1E26051 des CATARC Automotive Test Center (Changzhou) Co. Ltd. vom 19.08.2024

frequency band (Hz)	L_p (dBA)	frequency band (Hz)	L_p (dBA)
25	21.92	800	65.61
32	26.72	1000	58.74
40	30.53	1250	61.66
50	33.63	1600	60.58
63	36.76	2000	60.30
80	40.49	2500	57.42
100	41.43	3150	54.52
125	42.84	4000	53.89
160	44.68	5000	50.54
200	45.44	6300	46.64
250	49.26	8000	44.69
315	54.61	10000	39.92
400	68.46	12500	40.90
500	57.68	16000	30.26
630	55.98	20000	27.32

"Solarpark Oberbränd" auf den Flurstücken Nr. 140 und 141 der Gemarkung Oberbränd
- Lageplan mit Eintragung der bei der Lärm-Immissionsprognose berücksichtigten Objekte;
Erläuterungen siehe Text, Abschnitte 4 und 5



"Solarpark Oberbränd" auf den Flurstücken Nr. 140 und 141 der Gemarkung Oberbränd
- Immissionstabelle für die Varianten 1 und 2;

Erläuterungen siehe Text, Abschnitt 6.1, und Legende in Anlage 6, unten

Var. 1: Speicher und Wechselrichter ohne Schalldämmset											
Quelle	Lw dB(A)	Ko dB	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Re dB(A)	Ls dB(A)	KT dB	Lr,t dB(A)	Lr,n dB(A)
Oberbränder Str. 85 2.OG Lr,t = 39,9 dB(A) Lr,n = 39,9 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	91,9	0,0	63,8	0,3	4,2	5,2	0,0	18,3	3		21,3
SMA Wechselrichter 1, tags	91,9	0,0	63,8	0,3	4,2	5,2	0,0	18,3	3	21,3	
SMA Wechselrichter 2, nachts	91,9	0,0	63,9	0,2	4,2	5,2	0,0	18,4	3		21,4
SMA Wechselrichter 2, tags	91,9	0,0	63,9	0,2	4,2	5,2	0,0	18,4	3	21,4	
Trina Batteriespeicher, 4x	107,6	0,0	64,2	-0,4	4,6	2,5	0,0	36,8	3	39,8	39,8
Oberbränder Str. 88 1.OG Lr,t = 44,8 dB(A) Lr,n = 44,8 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	91,9	0,0	59,6	0,0	4,4	4,4	0,0	23,5	3		26,5
SMA Wechselrichter 1, tags	91,9	0,0	59,6	0,0	4,4	4,4	0,0	23,5	3	26,5	
SMA Wechselrichter 2, nachts	91,9	0,0	59,6	-0,1	4,4	4,4	0,0	23,6	3		26,6
SMA Wechselrichter 2, tags	91,9	0,0	59,6	-0,1	4,4	4,4	0,0	23,6	3	26,6	
Trina Batteriespeicher, 4x	107,6	0,0	59,9	-0,4	4,6	1,8	0,0	41,7	3	44,7	44,7
Oberbränder Str. 89 2.OG Lr,t = 47,5 dB(A) Lr,n = 47,5 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	91,9	0,0	60,6	0,3	0,3	6,0	0,0	24,7	3		27,7
SMA Wechselrichter 1, tags	91,9	0,0	60,6	0,3	0,3	6,0	0,0	24,7	3	27,7	
SMA Wechselrichter 2, nachts	91,9	0,0	60,7	0,1	0,3	6,0	0,0	24,9	3		27,9
SMA Wechselrichter 2, tags	91,9	0,0	60,7	0,1	0,3	6,0	0,0	24,9	3	27,9	
Trina Batteriespeicher, 4x	107,6	0,0	61,1	-0,5	0,5	2,1	0,0	44,4	3	47,4	47,4
Oberbränder Str. 91 1.OG Lr,t = 46,7 dB(A) Lr,n = 46,7 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	91,9	0,0	60,1	0,2	0,6	6,5	0,1	24,6	3		27,6
SMA Wechselrichter 1, tags	91,9	0,0	60,1	0,2	0,6	6,5	0,1	24,6	3	27,6	
SMA Wechselrichter 2, nachts	91,9	0,0	60,2	0,1	0,6	6,4	0,1	24,7	3		27,7
SMA Wechselrichter 2, tags	91,9	0,0	60,2	0,1	0,6	6,4	0,1	24,7	3	27,7	
Trina Batteriespeicher, 4x	107,6	0,0	60,6	-0,4	1,5	2,4	0,1	43,6	3	46,6	46,6

Var. 2: Speicher mit / Wechselrichter ohne Schalldämmset											
Quelle	Lw dB(A)	Ko dB	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	Re dB(A)	Ls dB(A)	KT dB	Lr,t dB(A)	Lr,n dB(A)
Oberbränder Str. 85 2.OG Lr,t = 30,5 dB(A) Lr,n = 30,5 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	91,9	0,0	63,8	0,3	4,2	5,2	0,0	18,3	3		21,3
SMA Wechselrichter 1, tags	91,9	0,0	63,8	0,3	4,2	5,2	0,0	18,3	3	21,3	
SMA Wechselrichter 2, nachts	91,9	0,0	63,9	0,2	4,2	5,2	0,0	18,4	3		21,4
SMA Wechselrichter 2, tags	91,9	0,0	63,9	0,2	4,2	5,2	0,0	18,4	3	21,4	
Trina Batteriespeicher, 4x	96,4	0,0	64,2	-0,3	4,6	1,8	0,0	26,2	3	29,2	29,2
Oberbränder Str. 88 1.OG Lr,t = 35,3 dB(A) Lr,n = 35,3 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	91,9	0,0	59,6	0,0	4,4	4,4	0,0	23,5	3		26,5
SMA Wechselrichter 1, tags	91,9	0,0	59,6	0,0	4,4	4,4	0,0	23,5	3	26,5	
SMA Wechselrichter 2, nachts	91,9	0,0	59,6	-0,1	4,4	4,4	0,0	23,6	3		26,6
SMA Wechselrichter 2, tags	91,9	0,0	59,6	-0,1	4,4	4,4	0,0	23,6	3	26,6	
Trina Batteriespeicher, 4x	96,4	0,0	59,9	-0,3	4,7	1,2	0,0	30,9	3	33,9	33,9
Oberbränder Str. 89 2.OG Lr,t = 37,4 dB(A) Lr,n = 37,4 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	91,9	0,0	60,6	0,3	0,3	6,0	0,0	24,7	3		27,7
SMA Wechselrichter 1, tags	91,9	0,0	60,6	0,3	0,3	6,0	0,0	24,7	3	27,7	
SMA Wechselrichter 2, nachts	91,9	0,0	60,7	0,1	0,3	6,0	0,0	24,9	3		27,9
SMA Wechselrichter 2, tags	91,9	0,0	60,7	0,1	0,3	6,0	0,0	24,9	3	27,9	
Trina Batteriespeicher, 4x	96,4	0,0	61,1	-0,3	0,9	1,5	0,0	33,3	3	36,3	36,3
Oberbränder Str. 91 1.OG Lr,t = 36,6 dB(A) Lr,n = 36,6 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	91,9	0,0	60,1	0,2	0,6	6,5	0,1	24,6	3		27,6
SMA Wechselrichter 1, tags	91,9	0,0	60,1	0,2	0,6	6,5	0,1	24,6	3	27,6	
SMA Wechselrichter 2, nachts	91,9	0,0	60,2	0,1	0,6	6,4	0,1	24,7	3		27,7
SMA Wechselrichter 2, tags	91,9	0,0	60,2	0,1	0,6	6,4	0,1	24,7	3	27,7	
Trina Batteriespeicher, 4x	96,4	0,0	60,6	-0,3	2,3	1,7	0,1	32,3	3	35,3	35,3

"Solarpark Oberbränd" auf den Flurstücken Nr. 140 und 141 der Gemarkung Oberbränd
- Immissionstabelle für die Variante 3;
Erläuterungen siehe Text, Abschnitt 6.1, und Legende

Var. 3: Speicher und Wechselrichter mit Schalldämmset											
Quelle	L _w dB(A)	K ₀ dB	A _{div} dB	A _{gr} dB	A _{bar} dB	A _{atm} dB	Re dB(A)	L _s dB(A)	K _T dB	L _{r,t} dB(A)	L _{r,n} dB(A)
Oberbränder Str. 85 2.OG L _{r,t} = 29,5 dB(A) L _{r,n} = 29,4 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	83,2	0,0	63,8	0,1	4,4	7,0	0,0	7,9	3		10,9
SMA Wechselrichter 1, tags	85,9	0,0	63,8	0,1	4,4	7,0	0,0	10,6	3	13,6	
SMA Wechselrichter 2, nachts	83,2	0,0	63,9	-0,1	4,4	6,9	0,0	8,0	3		11,0
SMA Wechselrichter 2, tags	85,9	0,0	63,9	-0,1	4,4	6,9	0,0	10,7	3	13,7	
Trina Batteriespeicher, 4x	96,4	0,0	64,2	-0,3	4,6	1,8	0,0	26,2	3	29,2	29,2
Oberbränder Str. 88 1.OG L _{r,t} = 34,2 dB(A) L _{r,n} = 34,1 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	83,2	0,0	59,6	-0,2	4,5	5,8	0,0	13,5	3		16,5
SMA Wechselrichter 1, tags	85,9	0,0	59,6	-0,2	4,5	5,8	0,0	16,2	3	19,2	
SMA Wechselrichter 2, nachts	83,2	0,0	59,6	-0,3	4,5	5,8	0,0	13,6	3		16,6
SMA Wechselrichter 2, tags	85,9	0,0	59,6	-0,3	4,5	5,8	0,0	16,3	3	19,3	
Trina Batteriespeicher, 4x	96,4	0,0	59,9	-0,3	4,7	1,2	0,0	30,9	3	33,9	33,9
Oberbränder Str. 89 2.OG L _{r,t} = 36,5 dB(A) L _{r,n} = 36,4 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	83,2	0,0	60,6	0,0	0,1	7,4	0,0	15,1	3		18,1
SMA Wechselrichter 1, tags	85,9	0,0	60,6	0,0	0,1	7,4	0,0	17,8	3	20,8	
SMA Wechselrichter 2, nachts	83,2	0,0	60,7	-0,1	0,1	7,4	0,0	15,1	3		18,1
SMA Wechselrichter 2, tags	85,9	0,0	60,7	-0,1	0,1	7,4	0,0	17,8	3	20,8	
Trina Batteriespeicher, 4x	96,4	0,0	61,1	-0,3	0,9	1,5	0,0	33,3	3	36,3	36,3
Oberbränder Str. 91 1.OG L _{r,t} = 35,6 dB(A) L _{r,n} = 35,4 dB(A)											
SMA Wechselrichter 1, nachts	83,2	0,0	60,1	0,0	0,4	7,8	0,1	15,0	3		18,0
SMA Wechselrichter 1, tags	85,9	0,0	60,1	0,0	0,4	7,8	0,1	17,7	3	20,7	
SMA Wechselrichter 2, nachts	83,2	0,0	60,2	-0,1	0,4	7,8	0,1	15,1	3		18,1
SMA Wechselrichter 2, tags	85,9	0,0	60,2	-0,1	0,4	7,8	0,1	17,8	3	20,8	
Trina Batteriespeicher, 4x	96,4	0,0	60,6	-0,3	2,3	1,7	0,1	32,3	3	35,3	35,3

Legende

- L_w = Schall-Leistungspegel der Quelle in dB(A)
- K₀ = Zuschlag für gerichtete Abstrahlung in dB
- A_{div} = Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung in dB
- A_{gr} = Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts in dB
- A_{bar} = Dämpfung aufgrund von Abschirmung in dB
- A_{atm} = Dämpfung aufgrund von Luftabsorption in dB
- Re = Pegelerhöhung durch Reflexionen in dB(A)
- L_s = Immissionspegel in dB(A)
- K_T = Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit in dB
- L_{r,t} = Beurteilungspegel "tags" in dB(A)
- L_{r,n} = Beurteilungspegel "nachts" in dB(A)

"Solarpark Oberbränd" auf den Flurstücken Nr. 140 und 141 der Gemarkung Oberbränd
- Lageplan mit Eintragung der bei der Lärm-Immissionsprognose berücksichtigten Emittenten
sowie der in Abschnitt 7 erwähnten potentiellen Lärmschutzwand;
Erläuterungen siehe Text, Abschnitt 7

