



**Zukunft
Gewissheit geben**

GUTACHTEN

Nr. T 7428

Geräuschprognose nach TA Lärm zu Schallemissionen und -immissionen des geplanten Vorhabens:

Vorhaben „380-kV-Netzverstärkung Reicheneck-Rommelsbach“



Messstelle nach § 29b
(ehemals § 26) Bundes-
Immissionsschutzgesetz
(BImSchG)



VMPA-SPG-134-97-HE

Auftraggeber: TransnetBW GmbH
Heilbronner Straße 51-55
70191 Stuttgart

Unsere Zeichen:
UT-F/PS

Dokument:
T7428.docx

Ausgestellt am: 03. November 2025

Das Dokument besteht aus
38 Seiten
Seite 1 von 38

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung zu
Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV Technische
Überwachung Hessen GmbH.

Bearbeiter: M. Sc. Pascal Sames

Die Prüfergebnisse beziehen sich
ausschließlich auf die untersuchten
Prüfgegenstände.

Managementsystem
ISO 9001 / ISO14001
zertifiziert durch:



Handelsregister Darmstadt HRB 4915
USt-IdNr. DE 111665790
Informationen gem. §2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuev-hessen.de/impressum
Bankverbindung:
Commerzbank AG
BIC DRESDEFFXXX
IBAN DE23 5008 0000 00971005 00

Aufsichtsratsvorsitzende:
Sabine Nitzsche
Geschäftsführung:
Thomas Walkenhorst (CEO)
Susanne Krawinkel (CFO)

Telefon: +49 69 7916-0
Telefax: +49 69 7916-190
www.tuev-hessen.de



Beteiligungsgesellschaft
von:



TÜV Technische
Überwachung Hessen GmbH
Industrie Service
Lärm- und
Erschütterungsschutz
Am Römerhof 15
60486 Frankfurt am Main



Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Rechts- und Beurteilungsgrundlagen	4
3	Projekt- und Betriebsbeschreibung	6
4	Beurteilungsgrundlagen nach TA Lärm	8
4.1	Allgemeine Bestimmungen der TA Lärm	8
4.2	Richtwerte nach TA Lärm	9
4.3	Seltene Ereignisse	10
4.4	Zusatzbelastung / Vorbelastung	10
5	Beurteilungsgrundlagen für Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen	11
5.1	Entstehung von Koronageräuschen	11
5.2	Richtwerte und Zumutbarkeitsprüfung	12
5.3	Vorgehensweise.....	13
5.3.1	Nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche	13
5.3.2	Witterungsbedingte Anlagengeräusche	13
6	Immissionsorte und Schutzbedürftigkeiten	15
7	Ausbreitungsberechnung	17
8	Emissionsdaten und -ansätze	18
8.1	Emissionsdaten.....	18
8.2	Emissionsansatz – witterungsbedingte Emissionen	18
9	Zusatzbelastung	19
9.1	Witterungsbedingte Anlagengeräusche	20
9.2	Tieffrequente Geräusche.....	21
10	Qualität der Ergebnisse	22
11	Zusammenfassung	23
	Anhangsverzeichnis	25



1 Aufgabenstellung

Die TransnetBW GmbH plant eine Netzverstärkungsmaßnahme an einer bestehenden 380-kV-Höchstspannungsfreileitung zwischen den Reutlinger Stadtteilen Reicheneck und Rommelsbach. Die Netzverstärkungsmaßnahme ermöglicht dem NOVA-Prinzip (Netz-Optimierung vor Verstärkung vor Ausbau) folgend eine Erhöhung der Übertragungskapazität auf einem bestehenden Freileitungsgestänge. Seit dem Bau der Bestandsleitung „Reicheneck – Rommelsbach“ im Jahr 2008 liegen zwei Stromkreise auf, zum einen ein 380-kV-Stromkreis, zum anderen ein 110-kV-Stromkreis der NetzeBW GmbH.

Der Gestängeplatz des 110-kV-Stromkreises wird zukünftig durch einen neuen 380-kV-Stromkreis belegt. Zur Umsetzung dieser Netzverstärkung ist ein Ersatz für den bestehenden Stromkreis erforderlich. Dieser wird überwiegend entlang von bestehenden Wegeinfrastrukturen als Erdkabel verlegt.

Im Rahmen des Vorhabens werden darüber hinaus die Leiterseile des bestehenden 380-kV-Stromkreises gegen leistungsstärkere Leiterseile ausgetauscht.

Die Maßnahme dient der überregionalen Steigerung der Übertragungskapazität im Übertragungsnetz. Rund um die Metropolregion Stuttgart verläuft ein ringförmiges Übertragungsnetz, welches zwischen Reicheneck und Rommelsbach bislang lediglich durch einen Stromkreis geschlossen ist. Der zweite Stromkreis ermöglicht einen Lückenschluss.

Die TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH, im Folgenden TÜV Hessen genannt, wurde im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens beauftragt, die durch das Planvorhaben zu erwartende Geräuschbelastung zu untersuchen. Eine 380-kV-Freileitung stellt gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) eine nicht genehmigungsbedürftige Anlage dar und fällt in den Anwendungsbereich der TA Lärm. Für die Beurteilung der Geräuschbelastung ist vorliegend ebenfalls § 49 Abs. 2b des EnWG mit den hier genannten Zusatzregelungen für witterungsbedingte Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen heranzuziehen. Als Grundlage für die Geräuschprognose dienen berechnete Schalleistungspegel nach den Vorgaben der DIN VDE V 0210-30:2025-02 sowie Erkenntnisse aus Emissionsmessungen durch den TÜV Hessen an vergleichbaren 380-kV-Freileitungen und Literatur zur Entstehung von Koronageräuschen.

2 Rechts- und Beurteilungsgrundlagen

- 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 12. August 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 189) geändert worden ist
- Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 51) geändert worden ist
- Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 27. Oktober 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 257) geändert worden ist
- 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 Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 1. Juni 2017 (BAnz AT 08.06.2017B5) geändert worden ist
- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz: LAI-Hinweise zur Auslegung der TA Lärm (Fragen und Antworten zur TA Lärm) in der Fassung des UMK-Umlaufbeschlusses 13/2023, Stand 24.02.2023
- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz: Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren, Stand 27.01.2022
- DIN ISO 9613-2: „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, Oktober 1999
- Bötsch, D., Hettig, Ch., Junghänel, Th., Lehner, M., Lusiewicz, A., Möllenbeck, S., Ottink, M., Porsch, W. Sames, P., Schröder, B., Tausend, W.: „Beurteilung witterungsbedingter Koronageräusche von Höchstspannungsfreileitungen im Zusammenhang mit der Änderung des EnWG 2022“, Lärmbekämpfung 18. Jahrgang 2023 Nr.5, ISSN 1863-4672
- DIN VDE V 0210-30: „Freileitungen – Teil 30: Koronageräusche von Hochspannungsfreileitungen mit einer Nennspannung größer oder gleich 220 kV“, Februar 2025
- DIN 45680: „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“, März 1997
- Beiblatt 1 zu DIN 45680: „Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen“, März 1997
- Schulze, C., Eckert, L. & Hübelt, J.: „Untersuchungen zur Schallimmissionsprognose bei tieffrequenten Geräuschen“, Schriftenreihe des LfULG, Heft 9/2021
- Fritzsche, C.: „Verfahren der Schallimmissionsprognose bei tieffrequenten Geräuschen“, Schriftenreihe des LfULG, Heft 10/2021
- Müller-BBM GmbH: „Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche gemäß TA Lärm in Genehmigungs-, Planfeststellungs- und Baugenehmigungsverfahren“, Mustergutachten und Handlungsanleitung, angefertigt für das Staatliche Umweltamt Kiel, Bericht Nr. 44 932 / 7 vom 13.02.2001
- Feldhaus / Tegeder, Kommentierung der TA Lärm, erschienen im C. F. Müller Verlag 2014, ISBN 978-3-8114-4723-3



- 3D-Gebäudemodelle (LoD1) und Geländedaten DGM1 für den Untersuchungsbereich, bezogen über das Open GeoData Portal des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL)
- Bebauungspläne der jeweiligen Städte und Gemeinden (siehe Anhang 6)
- folgende Plan- und Projektunterlagen wurden durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt:
 - Vorhabenbeschreibung
 - Verlauf der Freileitungen im Shp-Format
 - Profilpläne
 - Übersichtspläne
 - und digitale Daten der Freileitungen inkl. Schallleistungspegeln als QSI-Export aus der Software Winfield (erstellt durch die TÜV SÜD Industrie Service GmbH)
- Schallausbreitungsberechnungsprogramm LimA der Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH Dortmund mit Rechenkernen LimA 7 in der Version 2024.1

Berechnungsparameter des Ausbreitungsprogramms:

- | | | | |
|--|------|---------------|-------|
| - Anzahl der Reflexionen: | 2 | - Temperatur: | 10 °C |
| - Radius der Reflexionen: | 50 m | - Feuchte: | 70 % |
| - C ₀ : | 0 dB | - DBFEHLER: | 0 dB |
| - A _{gr} nach Alternativgleichung 10 der DIN ISO 9613-2 | | | |

3 Projekt- und Betriebsbeschreibung

Teil des vorliegend schalltechnisch untersuchten Planfeststellungsantrages sind zwei Maßnahmen des bestätigten Netzentwicklungsplans 2037/2045.

Die erste Maßnahme ist die Netzverstärkung Reicheneck Rommelsbach. Zwischen den Punkten Reicheneck und Rommelsbach wird ein weiterer 380-kV-Stromkreis auf die bestehende Leitungsanlage 0344 aufgelegt, im Netzentwicklungsplan ist die Maßnahme als P420 bestätigt.

Darüber hinaus werden die Leiterseile des bestehenden 380-kV-Stromkreises gegen neue Leiterseile ausgetauscht, um die Übertragungskapazität zu erhöhen. Letztere Maßnahme ist als M859 (Pkt. Rommelsbach – Metzingen) ein Teil des Vorhabens P676 (Netzverstärkung Stuttgart West-/Ostumfahrung) und wird zwischen den Punkten Rommelsbach und Reicheneck umgesetzt.

Der aktuell auf der Anlage 0344 noch bestehende 110-kV-Stromkreis wird zukünftig entlang von bestehenden Wegeinfrastrukturen als Erdkabel verlegt

Nachfolgend sind die geplanten Maßnahmen in einem Lageplan skizziert:

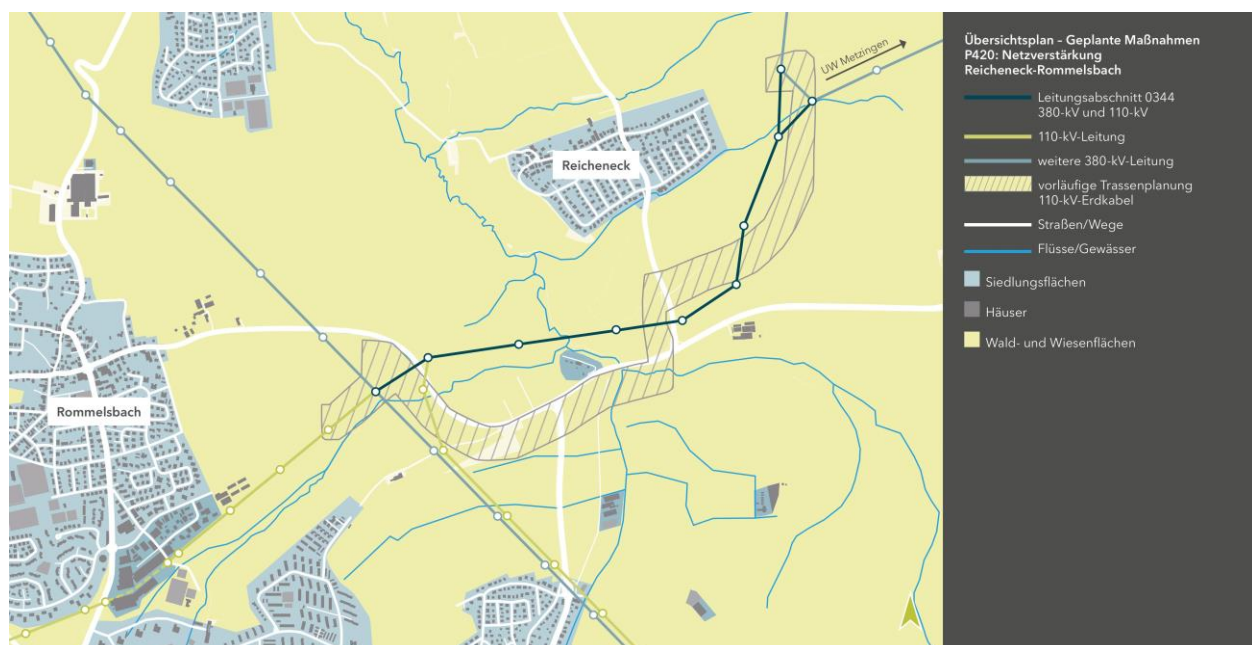


Abb. 1: Übersichtsplan mit den geplanten Maßnahmen des Projekts P420 „Netzverstärkung Reicheneck-Rommelsbach“ (Quelle: Auftraggeber)

Ein detaillierter Übersichtsplan findet sich im Anhang 1.

Gegenstand des vorliegenden Gutachtens sind die Geräuschimmissionen ausgehend vom geplanten Betrieb der Freileitungen. Für Erdkabel sind aufgrund des technischen Aufbaus keine schalltechnisch relevanten Emissionen zu erwarten.



Für die 380-kV-Stromkreise werden Bündelleiter vom Typ **264-AT1-34-A20SA**, bestehend aus vier Teilleitern verwendet (**Viererbündel**), mit einem Leiterdurchmesser von 22,4 mm. Die einzelnen Teilleiter eines Viererbündels werden in einem gegenseitigen Abstand von 400 mm angebracht. Der Abstand wird durch den Einbau von Bündelabstandshaltern gewährleistet.

Die Leitungsbelegung mit Mastbild und Betriebsweisen in den jeweiligen Abschnitten der Freileitungen kann im Detail dem Anhang 4 entnommen werden.

4 Beurteilungsgrundlagen nach TA Lärm

Im Folgenden wird auf die allgemeinen und insbesondere auf die für die vorliegende Beurteilung relevanten Bestimmungen der TA Lärm eingegangen. Die projektspezifische Anwendung der Regelungen in Verbindung mit § 49 Abs. 2b des EnWG für das Planvorhaben ist in Abschnitt 5.2 dargestellt.

4.1 Allgemeine Bestimmungen der TA Lärm

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche von genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen, die den Anforderungen des 2. Teils des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) unterliegen.

Für den Betrieb von nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen nach BImSchG gilt die allgemeine Grundpflicht aus § 22 Abs. 1 des BImSchG bzw. aus Nr. 4.1 der TA Lärm. Hiernach sind nicht genehmigungsbedürftige Anlagen *„so zu errichten und zu betreiben, dass a) schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche verhindert werden, die nach dem Stand der Technik zur Lärminderung vermeidbar sind, und b) nach dem Stand der Technik zur Lärminderung unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche auf ein Mindestmaß beschränkt werden.“* Die Bestimmung dieses Mindestmaßes erfordert eine Berücksichtigung und Abwägung der Umstände des Einzelfalls insbesondere hinsichtlich des nachbarlichen Interessenausgleichs. Im Umkehrschluss ergibt sich aus Nr. 4.3 der TA Lärm sowie § 22 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 des BImSchG, dass unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen unter gewissen Umständen hinzunehmen sind.

Bei der immissionsschutzrechtlichen Prüfung im Rahmen der öffentlich-rechtlichen Zulassung einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage ist grundsätzlich die vereinfachte Regelfallprüfung i.S.v. Nr. 4.2 (i.V.m. Nr. 3.2.1) der TA Lärm durchzuführen. Hier ist im Ausgangspunkt insbesondere zu prüfen, ob die Geräuschimmissionen der zu beurteilenden Anlage die Immissionsrichtwerte (IRW) nach Nr. 6 der TA Lärm nicht überschreiten. Dabei werden die in der TA Lärm genannten IRW als im Grundsatz zutreffende Konkretisierung des Begriffs der schädlichen Umwelteinwirkung im Sinne des BImSchG angesehen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer dazu geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder für die Nachbarschaft herbeizuführen. Welche Beeinträchtigungen als erheblich einzustufen sind, richtet sich nach der Zumutbarkeit, welche im Grundsatz im Wege dieser Regelfallprüfung nach Nr. 4.2 i.V.m. Nr. 3.2.1 der TA Lärm zu ermitteln ist. Dabei ist auf die konkrete Betroffenheit, also den jeweiligen Immissionsort, abzustellen, die insofern umgebungsabhängig ist.

Die Immissionsorte sind gemäß Nr. 6.6 TA Lärm im ersten Schritt entsprechend der Festsetzungen in den Bebauungsplänen oder anhand der vorliegenden Bebauungssituation (tatsächliche Nutzung) und ihrer Schutzbedürftigkeit den Gebietsarten zuzuordnen. In einem zweiten Schritt kann die Prüfung einer Gemengelage nach Nr. 6.7 der TA Lärm erfolgen. Sie liegt vor, wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Geräuscheinwirkungen vergleichbar genutzte Gebiete und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen. Ist dies der Fall, können gemäß Nr. 6.7 Abs. 1 der TA Lärm *„die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinandergrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist.“* Neben diesen zwei Schritten kommt zudem eine Ermittlung des Richtwertes nach der Nr. 6.3 TA Lärm in Betracht, wenn es sich um sog. seltene Ereignisse nach Nr. 7.2 der TA Lärm handelt, wie dies etwa bei witterungsbedingten Anlagengeräuschen von

Höchstspannungsnetzen gemäß § 49 Abs. 2b EnWG der Fall ist (vgl. Abschnitt 5.2.2 „Richtwerte und Zumutbarkeitsprüfung“).

4.2 Richtwerte nach TA Lärm

Die Immissionsrichtwerte (IRW) sind gemäß Nr. 6.1 der TA Lärm – für den Fall, dass es keine Besonderheiten zu beachten gibt – wie folgt festgelegt:

Immissionsrichtwerte	Tag / Nacht	
a) In Industriegebieten	70 / 70	dB(A)
b) in Gewerbegebieten	65 / 50	dB(A)
c) in urbanen Gebieten	63 / 45	dB(A)
d) in Kern-, Dorf- und Mischgebieten	60 / 45	dB(A)
e) in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	55 / 40	dB(A)
f) in reinen Wohngebieten	50 / 35	dB(A)
g) in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45 / 35	dB(A)

Die IRW für die Nachtzeit sind im Vergleich zu den Richtwerten für die Tageszeit deutlich niedriger. Für die Bewertung der Geräuschbelastung durch das Planvorhaben als kontinuierlich betriebene Anlage sind daher vorliegend insbesondere die Nacht-Richtwerte von Bedeutung.

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Die Nachtzeit verläuft von 22.00 – 06.00 Uhr. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt.

Der mit den Richtwerten zu vergleichende Beurteilungspegel wird nach Nr. A.1.4 des Anhangs der TA Lärm ermittelt. Die Basisgröße ist hierbei der Mittelungspegel L_{Aeq} , der bei impulshaltigen Geräuschen noch durch einen Impulzzuschlag K_I und bei einzeltonhaltigen Geräuschen durch einen Zuschlag K_T beaufschlagt wird.

Der Zuschlag für Impulshaltigkeit beträgt $K_I = L_{AFTeq} - L_{Aeq}$. Hierbei ist der L_{AFTeq} der sogenannte Taktmaximal-Mittelungspegel. Der Taktmaximalpegel ist der Maximalwert des Schalldruckpegels während der zugehörigen Taktzeit, wobei die Taktzeit 5 sec beträgt.

Für die Teilzeiten, in denen bei den zu beurteilenden Geräuschimmissionen ein oder mehrere Töne hervortreten, ist für den Zuschlag K_T je nach Auffälligkeit der Wert 3 dB(A) oder 6 dB(A) anzusetzen.

Da die niedrigeren Immissionsrichtwerte für die Nachtzeit durch das in diesem Zeitabschnitt verstärkte Ruhe- und Schlafbedürfnis begründet sind, finden Sie nur Anwendung, wenn sich im Wirkungsbereich der Anlage schutzbedürftige, auch zum Schlafen bestimmte Räume befinden. Sind dagegen ausschließlich Büroräume oder sonstige schutzbedürftige Arbeitsräume vorhanden, kommen die Nacht-Immissionsrichtwerte nicht zur Anwendung. Dem Schutzbedürfnis ist in solchen Fällen ausreichend Rechnung getragen, wenn die höheren Tages-Immissionsrichtwerte eingehalten werden (vgl. Niedersächsisches OVG, Beschluss vom 17.09.2007 - 12 ME 38/07, Rn. 27 sowie LAI-Hinweisen zur Auslegung der TA Lärm).

4.3 Seltene Ereignisse

Gemäß Nr. 7.2 der TA Lärm kann eine Überschreitung der maßgeblichen Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm zugelassen werden, wenn wegen voraussehbarer Besonderheiten beim Betrieb einer Anlage zu erwarten ist, dass in seltenen Fällen an nicht mehr als zehn Tagen oder Nächten eines Kalenderjahres und nicht an zwei aufeinander folgenden Wochenenden die Immissionsrichtwerte auch bei Einhaltung des Standes der Technik zur Lärminderung nicht eingehalten werden können. Folgende Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.3 der TA Lärm dürfen dabei nicht überschritten werden (Industriegebiete ausgenommen):

70 dB(A) tags und
55 dB(A) nachts.

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte für seltene Ereignisse in Misch-, Wohn- und Kurgebieten am Tage um nicht mehr als 20 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 10 dB(A) überschreiten. In Gewerbegebieten dürfen diese Werte am Tage kurzzeitig um nicht mehr als 25 dB(A) und in der Nachtzeit um nicht mehr als 15 dB(A) überschritten werden.

Nach § 49 Abs. 2b des EnWG gelten witterungsbedingte Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen bei der Beurteilung des Vorliegens schädlicher Umwelteinwirkungen als seltene Ereignisse im Sinne der TA Lärm, unabhängig von der Häufigkeit und Zeitdauer der sie verursachenden Wetter- und insbesondere Niederschlagsgeschehen. Hierbei kann der Nachbarschaft eine höhere als die nach Nummer 6.1 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm zulässige Belastung zugemutet werden. Die oben genannten Werte nach Nr. 6.3 der TA Lärm dürfen nicht überschritten werden.

4.4 Zusatzbelastung / Vorbelastung

Die Gesamtbelastung ist die Belastung am Immissionsort, die von allen Anlagen hervorgerufen wird, für die die TA Lärm gilt. Die Zusatzbelastung ist die Geräuschbelastung am Immissionsort, die durch die zu beurteilende Anlage hervorgerufen wird. Die Vorbelastung ist die Belastung durch die Geräuschimmissionen aller Anlagen, für die die TA Lärm gilt, ohne den Immissionsbeitrag der zu beurteilenden Anlage. Verkehrsgeräusche von öffentlichen Straßen gelten in diesem Sinne nicht als gewerbliche oder anlagenbezogene Vorbelastung nach TA Lärm.

Befinden sich in einem Gebiet neben den geplanten oder zu ändernden Höchstspannungsfreileitungen schon bestehende Freileitungen, ist die Frage zu klären, in welcher Weise diese Trassen als Zusatz- bzw. Vorbelastung im Sinne der TA Lärm zu betrachten sind. Häufig handelt es sich um Anlagen desselben Betreibers, die Trassen hängen aber nicht wechselseitig voneinander ab. Dieser spezielle Fall bzgl. der Auslegung des Anlagenbegriffes bei Freileitungen wird in der TA Lärm nicht definiert. Nach dem Urteil des BVerwG 4 A 5.17 vom 14.03.2018 (Rn. 56 ff.) findet § 1 Abs. 3 der 4. BImSchV auf die Bewertung der Immissionen von parallel verlaufenden Höchstspannungsfreileitungen als linienförmige, immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Infrastruktureinrichtung keine entsprechende Anwendung, da es an einer Vergleichbarkeit der Interessenlage fehlt. Die verschiedenen Trassen sind somit nicht als gemeinsame Anlage zu betrachten.

Im vorliegenden Fall sind die geplanten bzw. zu ändernden Freileitungen als Zusatzbelastung im Sinne der TA Lärm zu bewerten. Parallel verlaufende oder weitere im Einwirkungsbereich der untersuchten Immissionsorte befindliche bestehende Trassen, sofern vorhanden, stellen gewerbliche Vorbelastungen dar.

5 Beurteilungsgrundlagen für Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen

5.1 Entstehung von Koronageräuschen

Die Geräuschemissionen von Höchstspannungsleitungen werden durch das Auftreten von Koronageräuschen verursacht. Koronageräusche entstehen durch Unregelmäßigkeiten bzw. Störstellen an Leiterseiloberflächen (z.B. Wassertropfen, Beschädigungen, Schmutzteilchen etc.), welche zu einer lokalen Überhöhung des elektrischen Feldes führen und dadurch Teilentladungen in der Umgebungsluft hervorrufen können. Diese sogenannten Korona-Entladungen können bei Wechselstrom (AC) und Gleichstrom (DC) als breitbandiges Knistern oder Prasseln wahrgenommen werden. Bei AC-Systemen kann zusätzlich aufgrund sich um den Leiter periodisch bewogender Ionen ein Brummtönen bei zweifacher Netzfrequenz auftreten (in Europa folglich bei 100 Hz). Die Pegelhöhe von Koronageräuschen ist dabei von verschiedenen Einflussfaktoren abhängig. Wesentlich ist dabei die elektrische Randfeldstärke, welche maßgeblich von der Höhe der Spannung und der Leiterseilkonstellation (Durchmesser der Teilleiter, Anzahl und Abstand der Teilleiter im Bündel) abhängt.

Bei dem vorliegenden Vorhaben handelt es sich um eine Hochspannungs-Wechselstrom-(HVAC)-Freileitung, weshalb im Folgenden v.a. auf die Zusammenhänge bei AC-Betrieb eingegangen wird.

Bei AC-Systemen stellen Wassertropfen z.B. durch Regen oder Schnee etc. die maßgeblichen Störstellen als Ursache für Koronageräusche dar. Bei hohem Niederschlag sind die Koronageräusche erfahrungsgemäß lauter als bei geringem Niederschlag, Nebel, Raureif oder ähnlichen Witterungsbedingungen. Geringere elektrische Randfeldstärken der Leiterseile führen zu verminderten Koronageräuschen. Durch einen größeren Seildurchmesser oder durch die Bündelung mehrerer Seile (z.B. 3er oder 4er-Bündel) wird die elektrische Randfeldstärke reduziert, wodurch die Geräuschemissionen verringert werden. Ebenfalls verringern sich die Geräuschemissionen durch die natürliche Alterung der Seile, da sich deren Oberflächenbeschaffenheit zugunsten einer Geräuschsenkung (bei Benetzung der Seile mit Wasser) verändert. Dieser Effekt der natürlichen Geräuschreduzierung kann künstlich durch Erzeugung von hydrophilen Leiterseiloberflächen vorweggenommen werden. Welche geräuschmindernden Maßnahmen an Freileitungen konkret zur Anwendung kommen können, ist dabei projektspezifisch zu prüfen und auszulegen, abhängig von den jeweiligen Randbedingungen, von der Notwendigkeit und Verhältnismäßigkeit (vgl. Grundpflichten des Betreibers von nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen gem. Nr. 4.1 TA Lärm) sowie von der generellen technischen Umsetzbarkeit z.B. hinsichtlich Statik oder Übertragungsleistung.

Bei Mittelspannungs- und Hochspannungsleitungen bis einschließlich 110 kV sind wahrnehmbare Koronageräusche in der Regel nicht zu erwarten, da hier die elektrischen Ausgangsfeldstärken auf den Leiterseilen auch bei Vorhandensein von Störstellen erfahrungsgemäß zu gering sind, um relevante Koronaentladungen zu verursachen. Als Teil einer Mehrfachleitung sind 110-kV-Stromkreise aber bei der Randfeldstärkenberechnung für Stromkreise ≥ 220 kV bzw. für die gesamte Leiteranordnung zu berücksichtigen.

5.2 Richtwerte und Zumutbarkeitsprüfung

Nach § 49 Abs. 2b des EnWG gelten witterungsbedingte Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen *„unabhängig von der Häufigkeit und Zeitdauer der sie verursachenden Wetter- und insbesondere Niederschlagsgeschehen bei der Beurteilung des Vorliegens schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne von § 3 Absatz 1 und § 22 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes als seltene Ereignisse im Sinne der Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm). Bei diesen seltenen Ereignissen kann der Nachbarschaft eine höhere als die nach Nummer 6.1 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm zulässige Belastung zugemutet werden. Die in Nummer 6.3 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm genannten Werte dürfen nicht überschritten werden. Nummer 7.2 Absatz 2 Satz 3 der TA Lärm ist nicht anzuwenden.“*

Für witterungsbedingte Anlagengeräusche gelten somit gemäß § 49 Abs. 2b des EnWG die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.3 der TA Lärm für seltene Ereignisse. Hiernach betragen die Richtwerte 70 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts (ausgenommen Industriegebiete, vgl. Abschnitt 4.3 „Seltene Ereignisse“).

Gemäß den Bestimmungen für seltene Ereignisse (§ 49 Abs. 2b des EnWG i.V.m. Nr. 7.2 der TA Lärm) ist im Einzelfall zu prüfen, ob und in welchem Umfang der Nachbarschaft eine höhere als die nach Nr. 6.1 der TA Lärm zulässige Belastung zugemutet werden kann, wobei die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.3 der TA Lärm in der Regel einen oberen Anhaltspunkt für diese Abwägung darstellen.

Für die Ermittlung der Schutzbedürftigkeit eines Immissionsorts im Hinblick auf die Zumutbarkeit von Geräuschen ist zunächst der Gebietscharakter, aber auch das Vorliegen einer Gemengelage, sowie die Lage in erster Reihe zum Außenbereich nach BauGB zu berücksichtigen. Denn *„bei der maßgeblichen "wertenden Gesamtbetrachtung" der Immissionssituation bemisst sich der Schutzstandard [...] nicht allein nach der bauplanungsrechtlichen Gebietsart. Er wird vielmehr durch die Besonderheiten des nachbarschaftlichen Verhältnisses mitbestimmt.“* (vgl. VGH Baden-Württemberg, Beschl. v. 08.06.1998, 10 S 3300/96, Rn. 6).

Die gewerbliche Nutzung einer Stromtrasse entspricht einem Gewerbegebiet gemäß Nr. 6.1 b) der TA Lärm. Grenzt diese Nutzung unmittelbar an eine bestehende Wohnnutzung an, stellt dies eine Gemengelage im Sinne von Nr. 6.7 der TA Lärm dar (vgl. BVerwG, Urt. v. 14.03.2018, 4 A 5.17, Rn. 62). Dabei ist für die Gemengelage ein unmittelbares Aneinandergrenzen der unterschiedlichen Gebiete nicht erforderlich. Die eine Gemengelage kennzeichnende Nähe wird letztlich durch die (räumliche) Reichweite des Rücksichtnahmegebotes bestimmt. In diesem Sinne liegt ein Aneinandergrenzen vor, wenn die Nutzung des einen Gebiets noch prägenden Einfluss auf die Nutzung des anderen Gebiets hat. In der Folge können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinandergrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden. Für die Höhe des Zwischenwerts ist die konkrete Schutzbedürftigkeit des betroffenen Gebiets maßgeblich, die sich anhand der Prägung des Einwirkungsgebiets in Form des jeweiligen Umfangs der Bebauung und der Ortsüblichkeit eines Geräuschs bemisst sowie anhand der Frage, welche der unverträglichen Nutzungen zuerst verwirklicht wurde (vgl. Nr. 6.7 Abs. 2 TA Lärm). Die Immissionsrichtwerte für Kern-, Dorf- und Mischgebiete (45 dB(A)) sollen dabei nicht überschritten werden.

Unabhängig davon ist nach allgemeiner Rechtsauffassung die Schutzwürdigkeit von Grundstücken, die unmittelbar an den Außenbereich nach § 35 Abs. 1 des BauGB grenzen (1. Reihe),

insbesondere gegenüber außenbereichsprivilegierten Nutzungen herabgesetzt. In diesem Fall ist der maßgebliche Immissionsrichtwert nach Nr. 6.7 der TA Lärm („Gemengelage“) zu ermitteln. Konsequenterweise kann allein aus diesem Grund bereits im Fall einer unmittelbaren Angrenzung an den Außenbereich im Sinne des § 35 BauGB selbst für reine Wohngebiete (WR) ein um 10 dB(A) erhöhter Nachtrichtwert anzusetzen sein (vgl. u.a. BVerwG, Urt. v. 17.12.2013, 4 A 1/13, Rn 55; VGH Kassel, Urt. v. 30.10.2009, 6 B 2668/09, Rn. 12; VGH Mannheim, Urt. v. 23.04.2002, 10 S 1502/01, Rn. 29; OVG Münster, Beschl. v. 04.11.1999, 7 B 1339/99; BGH, Urt. v. 05.02.1993, V ZR 62/91). Die Bedeutung der zeitlichen Priorität von außenbereichsgeprägter Wohnnutzung gegenüber der außenbereichsprivilegierten Nutzung relativiert sich zudem bei der Bildung eines Zwischenwertes (vgl. OVG NRW, Urt. v. 20.04.2022, 8 A 1575/19, Rn. 170). Bei Immissionsorten, welche sich nicht mehr in der ersten, sondern z.B. in der zweiten Reihe zum Außenbereich befinden, liegt bei Vorhandensein von bestehenden Freileitungen ebenfalls eine Gemengelage vor, aufgrund des prägenden Einflusses durch die Anlage im Außenbereich auf die Wohnbauflächen (vgl. u.a. OVG NRW, Urt. v. 20.04.2022, 8 A 1575/19, Rn. 179; OVG NRW, Beschl. v. 29.01.2013, 8 A 2016/11, Rn. 17 ff.).

5.3 Vorgehensweise

Aufgrund der gesetzlich festgelegten Zusatzregeln in § 49 Abs. 2b des EnWG in Verbindung mit den in Abschnitt 5.1 („Entstehung von Koronageräuschen“) beschriebenen Randbedingungen wird vorliegend unterschieden zwischen nicht witterungsbedingten Anlagengeräuschen (Regelzustand) und witterungsbedingten Anlagengeräuschen (Sonderzustand). Letztere sind vor allem abhängig vom Niederschlaggeschehen und gelten nach § 49 Abs. 2b des EnWG bei der Beurteilung der Geräuschbelastung als seltene Ereignisse gemäß TA Lärm unabhängig von der Häufigkeit und Zeitdauer der sie verursachenden Witterungsbedingungen. Im Einklang mit der DIN VDE V 0210-30 („Freileitungen – Teil 30: Koronageräusche von Hochspannungsfreileitungen mit einer Nennspannung größer oder gleich 220 kV“, Februar 2025) werden dementsprechend die in den folgenden Kapiteln beschriebenen Betriebs- bzw. Emissionszustände untersucht.

5.3.1 Nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Die nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche im Zustand mit niederschlagsfreiem und trockenem Wetter mit vergleichsweise geringer Luftfeuchtigkeit werden vorliegend als Regelzustand definiert, für dessen Beurteilung die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm heranzuziehen sind.

Durch die elektrische Dimensionierung von AC-Freileitungen ist bei sauberen und unbeschädigten Leiterseiloberflächen, d.h. ohne Störstellen wie z.B. Wassertropfen oder Partikel etc., keine hinsichtlich der Geräusche relevante Korona-Aktivität zu erwarten. Alle bisherigen Untersuchungen bestätigen dies, da auch hierbei festgestellt wurde, dass bei einem Zustand mit niederschlagsfreiem und trockenem Wetter keine relevanten wahrnehmbaren oder messbaren Geräusche von AC-Freileitungen ausgehen. Eine detaillierte Untersuchung nicht witterungsbedingter Anlagengeräusche kann daher gemäß der vereinfachten Regelfallprüfung nach Nr. 4.2 der TA Lärm vorliegend entfallen (nähere Erläuterung siehe Anhang 3.2 „Emissionen sowie Beurteilung von nicht witterungsbedingten Anlagengeräuschen“).

5.3.2 Witterungsbedingte Anlagengeräusche

§ 49 Abs. 2b des EnWG definiert alle witterungsbedingten Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen als seltene Ereignisse im Sinne der TA Lärm. Gemäß Anhang A.1.2 a) der TA Lärm ist der Betriebszustand zu betrachten, welcher die höchsten Beurteilungspegel hervorruft, was im

Fälle von witterungsbedingten Anlagengeräuschen mit extremen Starkregenereignissen verbunden wäre. Aufgrund verschiedener Faktoren (Fremdgeräuschüberdeckung, verkürzte Einwirkzeiten bei Starkregen) können solche Extremfälle jedoch nicht als maßgeblicher Betriebszustand zur Beurteilung herangezogen werden. Vorliegend wird daher im Einklang mit den Empfehlungen der DIN VDE V 0210-30 (Informativer Anhang E) sowie einschlägigen Fachartikeln (Lärmbekämpfung 18 (2023) Nr. 5 – „Beurteilung witterungsbedingter Koronageräusche von Höchstspannungsfreileitungen im Zusammenhang mit der Änderung des EnWG 2022“) eine Niederschlagsintensität von 3,5 mm/h als maßgeblicher Betriebszustand zur Beurteilung von witterungsbedingten Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen herangezogen. Dieser Betriebszustand wird vorliegend als Sonderzustand definiert. Das Auftreten von witterungsbedingten Anlagengeräuschen unterliegt keiner betrieblichen Steuerung, sondern ist abhängig von äußeren Umständen und nachweislich für die überwiegenden Witterungssituationen an Regenfremdgeräusche gekoppelt.

Die Geräuschbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche wird vorliegend mittels detaillierter Prognose (gemäß TA Lärm Anhang A.2.3) rechnerisch ermittelt. Die Emissionsansätze und Berechnungsmethodik sind in Abschnitt 8 dargestellt.

Die Beurteilungspegel werden in einem ersten Schritt mit den Richtwerten nach Nr. 6.1 der TA Lärm verglichen. Sofern diese niedrigeren Richtwerte für den Regelzustand nicht überschritten werden, erübrigen sich zusätzliche Untersuchungen hinsichtlich der Zumutbarkeit von seltenen Ereignissen im Sinne von Nr. 7.2 der TA Lärm. Im Falle von Überschreitungen der Richtwerte nach Nr. 6.1 ist im Einzelfall zu prüfen, ob und in welchem Umfang der Nachbarschaft eine höhere als die nach Nr. 6.1 der TA Lärm zulässige Belastung zugemutet werden kann, wobei die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.3 der TA Lärm in der Regel einen oberen Anhaltspunkt für diese Abwägung darstellen (vgl. Abschnitt 4.3).

6 Immissionsorte und Schutzbedürftigkeiten

Für die Beurteilung der Geräuschimmissionen maßgeblicher Immissionsort ist nach TA Lärm der Ort im Einwirkungsbereich der Anlage, an dem eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte durch die Gesamtbelastung (d.h. ggf. unter Berücksichtigung der Vorbelastung) am ehesten zu erwarten ist. Der Einwirkungsbereich einer Anlage ist in Nr. 2.2 der TA Lärm definiert als „*Flächen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche a) einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt, oder b) Geräuschspitzen verursachen, die den für deren Beurteilung maßgebenden Immissionsrichtwert erreichen.*

Die maßgeblichen Immissionsorte liegen nach TA Lärm 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes nach DIN 4109. Schutzbedürftige Räume sind Schlaf- und Aufenthaltsräume sowie Büros und vergleichbare Arbeitsräume, nicht aber Produktions- oder Lagerräume.

Im vorliegenden Untersuchungsbereich wurde im Vorfeld anhand von Übersichtsplänen und Luftbildern mehrere potenziell maßgebliche Immissionsorte ausgemacht und in einer Ausbreitungsberechnung hinsichtlich der Geräuschbelastung durch das geplante Vorhaben untersucht. In Anhang 6 sind alle untersuchten Immissionsorte dargestellt. Im Zweifelsfall wurden mehrere Immissionsorte an einer Fassade berechnet und derjenige mit dem höchsten errechneten Pegel ausgewählt.

Für die Auswahl der maßgeblichen Immissionsorte wurden einerseits immissionsseitige Aspekte berücksichtigt, nämlich Schutzbedürftigkeit und Höhe der Geräuschbelastung und andererseits emissionsseitige Aspekte, wie technische Abschnitte oder unterschiedliche Leiterseilkonstellationen. Zusätzliche Kriterien, wie z.B. Vorbelastungen durch andere Hochspannungsfreileitungen oder weitere für eine sachgerechte Beurteilung relevante Umstände finden bei der Auswahl der hier dargestellten maßgeblichen Immissionsorte ebenfalls Berücksichtigung.

An den maßgeblichen Immissionsorten sind jeweils die höchsten Beurteilungspegel durch das Planvorhaben innerhalb der jeweiligen technischen Abschnitte und unterschiedlichen Gebietsausweisungen bzw. Schutzbedürftigkeiten zu erwarten. An allen anderen Immissionsorten innerhalb der jeweiligen Teilabschnitte bzw. Schutzbedürftigkeiten werden geringere Immissionspegel hervorgerufen (vgl. Anhang 6). Sofern an den maßgeblichen Immissionsorten keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden, gilt dies somit auch für alle anderen potenziell maßgeblichen Immissionsorte.

Die maßgeblichen Immissionsorte sind in Tab. 1 dargestellt. Deren genaue Lage kann den Lageplänen in Anhang 2 entnommen werden. Die jeweiligen Koordinaten sind in Anhang 6 angeführt.

Die zugrunde zu legenden Immissionsrichtwerte (IRW) für den Regelzustand ohne Niederschlag richten sich nach der Schutzbedürftigkeit des jeweiligen Gebietes (vgl. Abschnitt 4.1 und 4.2 bzgl. der allgemeinen Bestimmungen und Richtwerte nach TA Lärm). Die in Tab. 1 und Anhang 6 aufgezeigte Schutzbedürftigkeit wurde vorliegend im ersten Schritt anhand der Gebietsausweisung gemäß der Bebauungspläne oder, falls nicht vorhanden, einer gutachterlichen Einschätzung auf Basis von Flächennutzungsplänen in Verbindung mit der tatsächlichen Nutzung getroffen. Bei Gebäuden bzw. Wohnhäusern, welche im Außenbereich liegen, handelt es sich vorliegend um einzeln liegende Gehöfte bzw. einzelnstehende Wohnhäuser außerhalb eines Dorfverbandes. Damit wird für diese Immissionsorte der Schutzanspruch analog eines Mischgebietes angesetzt.

Die in Tab. 1 angeführten Richtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm gelten nur für den Regelzustand der nicht witterungsbedingten Emissionen. Ausgehend von diesen Richtwerten nach Nr. 6.1 – ggf. i.V.m. Nr. 6.7 der TA Lärm – kann anschließend geprüft werden, inwiefern eine mögliche Überschreitung dieser Richtwerte im Sonderzustand der witterungsbedingten Anlagengeräusche als zumutbar einzustufen ist. In Anhang 6 sind alle weiteren, im Vorfeld untersuchten potenziell maßgeblichen Immissionsorte im Umfeld des Planvorhabens mit jeweiliger Gebietsausweisung, dem Beurteilungspegel und weiteren Informationen dargestellt. Die Beurteilungsgrundlagen hinsichtlich der Schutzbedürftigkeiten (B-Pläne, FNP) sind für die maßgeblichen Immissionsorte sowie die weiteren im Vorfeld untersuchten potenziell maßgeblichen Immissionsorte ebenfalls in Anhang 6 aufgelistet. Eine abschließende Bewertung der tatsächlichen Nutzung bzw. des tatsächlichen Schutzanspruches obliegt den zuständigen Behörden.

Tab. 1: Maßgebliche Immissionsorte im Einwirkungsbereich des Planvorhabens

IO-Nr.	Adresse, Fenster	Mastbereich Anlage/Mast	horizontaler Abstand zur Trassen- achse	Gebietsausweisung nach B-Plan bzw. tat- sächlicher Nutzung	IRW für Regelzustand ¹ Tag / Nacht [dB(A)]
IO1	Ihmenfeldstraße 28, 72766 Reutlingen, O-Fassade, 1.OG	0343/053 – 0344/001 0344/001-002	ca. 210 m	WA (B-Plan)	55 / 40 ²
IO2	Seewiesen (Gewand) 2, 72766 Reutlingen, NNW-Fassade, 1.OG	0344/001-002	ca. 100 m	kein B-Plan; Außenbereich, analog MI	60 / 45

IO1 stellt den maßgeblichen Immissionsort innerhalb eines Allgemeinen Wohngebiets dar. Immissionsorte mit einer höheren Schutzwürdigkeit (WR oder Kurgebiete o.ä.) befinden sich nicht im Einwirkungsbereich des Planvorhabens. IO2 stellt den maßgeblichen Immissionsort im Außenbereich bzw. mit der Schutzwürdigkeit analog zu einem Mischgebiet dar.

¹ Für den Sonderzustand der witterungsbedingten Anlagengeräusche gelten die höheren Richtwerte für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm. Eine mögliche Überschreitung der in Tabelle 1 genannten IRW ist im Rahmen einer Zumutbarkeitsprüfung zu untersuchen.

² Ohne Berücksichtigung eines möglichen geminderten Schutzanspruches, z.B. aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach §35 BauGB oder aufgrund Gemengelage.

7 Ausbreitungsberechnung

Die Berechnung der Schallausbreitung erfolgt auf Grundlage der DIN ISO 9613-2, welche die Zusammenhänge zwischen der Schallemission (Schallleistungspegel) und Schallimmission durch die Anlage (ausgedrückt durch den Schalldruckpegel) aufzeigt. Dabei orientiert sich die vorliegende Vorgehensweise zur Ausbreitungsberechnung am informativen Anhang der DIN VDE V 0210-30:2025-02.

Gemäß Punkt A.1.4. des Anhangs der TA Lärm ist zur Ermittlung der Beurteilungspegel die meteorologische Korrektur nach Punkt 8 der DIN ISO 9613-2 zu berücksichtigen. Dabei ist auf der Grundlage der örtlichen Wetterstatistiken und nach deren Analyse ein Faktor C_0 zu bestimmen bzw. abzuschätzen, der als Basis für die Bestimmung der meteorologischen Korrektur C_{met} heranzuziehen ist. Im Sinne eines konservativen Ansatzes wird $C_0 = 0$ gewählt. Somit wird gewürdigt, dass in dem vorliegend kritischeren Beurteilungszeitraum nachts häufig eine Temperaturinversion vorliegt und bei geringen Windgeschwindigkeiten, unabhängig von der Windrichtung, eine schallausbreitungsgünstige Situation vorliegen kann. Die Bodendämpfung wurde nach der Alternativformel entsprechend Gleichung 10 in DIN ISO 9613-2 ermittelt. Der unter Berücksichtigung der Dämpfungsterme und meteorologischen Korrektur gemäß DIN ISO 9613-2 ermittelte A-bewertete Immissionspegel ist als Langzeit-Mittelungspegel $L_{\text{AT}}(\text{LT})$ definiert. Im Folgenden wird sich u.a. auf diesen Pegel bezogen, welcher dem Mittelungspegel L_{Aeq} gem. TA Lärm abzüglich der meteorologischen Korrektur C_{met} entspricht und unter Berücksichtigung von Zuschlägen als Basis für den Beurteilungspegel gemäß TA Lärm dient.

Mit der Schallausbreitungssoftware LimA wurde zunächst ein dreidimensionales digitales akustisches Modell erstellt, in dem die schallabstrahlenden, schallabsorbierenden, schallreflektierenden Objekte und die geometrischen Gegebenheiten berücksichtigt werden, wie z.B. Gelände, Gebäude, Hindernisse etc. In den Berechnungen wurde eine zweifache Reflexion berücksichtigt. Die Geräuschquellen der Trasse wurden als Linienquellen digitalisiert, wobei jeweils ein Leiterseil-Bündel (eine Phase) eines Stromkreises eine Quelle darstellt. Die georeferenzierten Leiterseilkurvenverläufe inkl. der phasengenauen Schallleistungspegel je Spannfeldabschnitt wurden hierfür in digitaler Form über einen QSI-Export aus der Software Winfield durch die durch die TÜV SÜD Industrie Service GmbH zur Verfügung gestellt. Die im QSI-Export aufgeführten Schallleistungspegel wurden seitens TÜV Hessen jeweils auf Plausibilität geprüft. Nähere Ausführungen zu den Schallleistungspegeln finden sich in Abschnitt 8 des Gutachtens.

Die Geländedaten sowie das Gebäudemodell wurden über das Open GeoData Portal des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) als DGM1- bzw. LoD1-Datensatz bezogen (Datenquelle: LGL, www.lgl-bw.de, dl-de/by-2-0). Die Lage und Höhe der Fenster wurde anhand von 3D-Luftbildern (Google Earth) sowie frei zugänglichen Fotos („Street View“-Ansichten) ermittelt.

8 Emissionsdaten und -ansätze

Für die vorliegenden Emissionsansätze wird die DIN VDE V 0210-30:2025-02, Abschnitt 5, zur Berechnung von Koronageräuschen herangezogen. Nachfolgend werden die wesentlichen Punkte dargestellt.

8.1 Emissionsdaten

Bei Leiterseilen handelt es sich um linienförmige Schallquellen. Als Kenngröße dient der A-bewertete, längenbezogene Schalleistungspegel L'_{WA} pro Meter Leiterseilbündel bzw. pro Phase eines Stromkreises. Die Emissionsdaten für die vorliegende Geräuschprognose wurden nach den Vorgaben der DIN VDE V 0210-30:2025-02, Abschnitt 5.4 „Witterungsbedingte Schallemission von HVAC-Freileitungen“ ermittelt. Wie in Abschnitt 5.3.2 des vorliegenden Gutachtens erläutert, wurde zur Ermittlung der Emissionsdaten eine Regenintensität von 3,5 mm/h zugrunde gelegt.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass beispielweise bei einer um 1 mm/h höheren Niederschlagsintensität von 4,5 mm/h lediglich eine Pegeldifferenz von ca. 0,5 dB im Vergleich zum gewählten Emissionsansatz mit 3,5 mm/h zu erwarten ist (vgl. DIN VDE V 0210-30:2025-02, Abschnitt 5.4.3 „Einfluss der Niederschlagsintensität“).

Der Pegel der längenbezogenen Schalleistung lässt sich für jeden einzelnen Außenleiter eines Stromkreises berechnen. Die hierbei berücksichtigten semiempirischen Formeln nach der EPRI-Methode (EPRI: Electric Power Research Institute) sind in Anhang 3 dargestellt. Nähere Infos zum Emissionsansatz ohne Niederschlag (nicht witterungsbedingte Emissionen) finden sich ebenfalls im Anhang 3.2. Da diese nicht beurteilungsrelevant sind, wird auf eine detaillierte Beschreibung im vorliegenden Kapitel 8 verzichtet.

8.2 Emissionsansatz – witterungsbedingte Emissionen

Witterungsbedingte Anlagengeräusche umfassen alle Geräusche, die durch Wetterschwankungen hervorgerufen werden, wobei sich dies hier v.a. auf Niederschläge, hohe Luftfeuchtigkeiten etc. bezieht. Es handelt sich um eine Besonderheit, da das Auftreten der Geräuschemissionen bei Niederschlag keiner betrieblichen Steuerung unterliegt, sondern abhängig von äußeren Umständen ist.

Der Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag wird vorliegend für eine sinnvolle Beurteilung der Geräuschbelastung von witterungsbedingten Anlagengeräuschen als maßgeblicher zu beurteilender Betriebszustand im Sinne der TA Lärm angesehen (vgl. Abschnitt 5.3.2 „Maßgeblicher Betriebszustand bei witterungsbedingten Anlagengeräuschen“ und 5.3 „Vorgehensweise“ sowie Abschnitt 4.7.2 der DIN VDE V 0210-30:2025-02).

Die **Schalleistungspegel** werden nach DIN VDE V 0210-30:2025-02, Abschnitt 5.4, je Spannungsfeld und je Phase eines Stromkreises berechnet und können im Detail für die Bereiche der maßgeblichen Immissionsorte dem Anhang 4 entnommen werden.

Die **Einwirkzeit** der Geräuschemissionen geht als auf der sicheren Seite liegend mit **einer ganzen Stunde** für den Beurteilungszeitraum der lautesten Nachstunde in die Berechnungen mit ein und stellt dabei einen prognostisch maximalen Emissionsansatz im Sinne von Nr. A.1.2 a) der TA Lärm dar.

Im Rahmen verschiedener Langzeitmessungen an Hochspannungswechselstrom-Freileitungen wurde festgestellt, dass es durch die Leitungsgeräusche / Koronageräusche, insbesondere in Verbindung mit den üblichen Hintergrundgeräuschen an den Immissionsorten, zu keinen zusätzlichen Auffälligkeiten (impulshaltige Geräusche im Sinne der TA Lärm) kommt, die die Anwendung eines Impulzzuschlages rechtfertigen würden. Daher wird bei den Emissionsansätzen hier **kein Impulzzuschlag** berücksichtigt.

Da Koronageräusche nicht informationshaltig sind, wird hinsichtlich des Zuschlages für Ton- und Informationshaltigkeit vor allem die teilweise auftretende Tonalität berücksichtigt.

Mögliche auftretende tonale Einflüsse durch die HVAC-Freileitung werden gemäß TA Lärm mit einem **Tonzuschlag** von $K_T = 3 \text{ dB(A)}$ berücksichtigt. Dieser Zuschlag ist abhängig von der Situation am Immissionsort. Bei geringen sonstigen Umgebungsgeräuschen und geringem Abstand zur Leitung kann von der deutlichen Wahrnehmbarkeit eines Einzeltones, nach subjektivem Eindruck, ausgegangen werden. In diesen Fällen ist ein Tonzuschlag $K_T = 3 \text{ dB(A)}$ gerechtfertigt. Bei größeren Entfernungen wird dieser Einzelton der Freileitungen wahrscheinlich nicht mehr deutlich oder überhaupt nicht mehr wahrnehmbar sein. Hierbei ist das an den prognostisch zugrunde gelegten Niederschlag von 3,5 mm/h simultan gekoppelte Regenfremdgeräusch zu berücksichtigen (vgl. Anhang 5). Die genannten Zuschläge wurden im Einklang mit dem informativen Anhang A.2 „Beurteilung von Koronageräuschen nach TA Lärm“ der DIN VDE V 0210-30:2025-02 gewählt.

9 Zusatzbelastung

Gemäß Nr. 2.4 der TA Lärm ist die Zusatzbelastung *„der Immissionsbeitrag, der an einem Immissionsort durch die zu beurteilende Anlage voraussichtlich (bei geplanten Anlagen) oder tatsächlich (bei bestehenden Anlagen) hervorgerufen wird“*.

Die Beurteilungspegel für die jeweiligen Immissionsorte errechnen sich nach Nr. A.1.4 der TA Lärm aus dem Mittelungspegel durch – soweit erforderlich – Addition von Zuschlägen. Für die Bewertung der Geräuschbelastung von witterungsbedingten Anlagengeräuschen (Sonderzustand) wurden vorliegend Tonzuschläge für auftretende tonale Ereignisse berücksichtigt. Da Koronageräusche im Sinne der TA Lärm keine weiteren Auffälligkeiten aufweisen, bleiben weitere Zuschläge unberücksichtigt (vgl. Abschnitt 8.2 „Emissionsansatz – witterungsbedingte Emissionen“).

An den hier maßgeblichen Immissionsorten werden durch das Planvorhaben die höchsten Immissionspegel für die jeweiligen technischen Abschnitte und Schutzbedürftigkeiten hervorgerufen. An allen anderen umliegenden Wohngebäuden bzw. potenziell maßgeblichen Immissionsorten werden durch das Planvorhaben niedrigere zu erwartende Immissionspegel hervorgerufen. Alle untersuchten Immissionsorte und die ermittelten Beurteilungspegel sind in Anhang 6 ausführlich dargestellt.

Die detaillierten Emissionsansätze können dem Abschnitt 8 in Verbindung mit Anhang 3 und 4, die Berechnungsergebnisse den Berechnungstabellen in den Anhängen 7 bis 9 entnommen werden.

9.1 Witterungsbedingte Anlagengeräusche

In der folgenden Tabelle sind die Beurteilungspegel L_r dargestellt, die durch witterungsbedingte Anlagengeräusche im Betriebszustand bei 3,5 mm/h Niederschlag hervorgerufen werden. Mögliche auftretende tonale Einflüsse durch die HVAC-Freileitung wurden mit einem Tonzuschlag von $K_T = 3$ dB auf der sicheren Seite liegend an allen Immissionsorten berücksichtigt und auf den errechneten Immissions- bzw. Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$ addiert. Zum Vergleich werden sowohl die niedrigeren Richtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm für den Regelzustand der nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche, als auch die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.3 der TA Lärm für den Sonderzustand der witterungsbedingten Anlagengeräusche (seltene Ereignisse) dargestellt. Da für die Bewertung der Geräuschbelastung durch Hochspannungsfreileitungen als kontinuierlich betriebene Anlagen die kritischeren Nacht-Richtwerte relevant sind, werden die Tagesrichtwerte in den folgenden Tabellen nicht mehr dargestellt.

Tab. 2: Berechnete Beurteilungspegel L_r Zusatzbelastung durch das Planvorhaben bei 3,5 mm/h Niederschlag

IO-Nr.	Immissionsort	IRW Nacht für Regelzustand [dB(A)]	IRW Nacht für Sonderzustand [dB(A)]	Zusatzbelastung $L_{AT}(LT) + K_T = L_r$ [dB(A)]
IO1	Ihmenfeldstraße 28, 72766 Reutlingen	40 ³	55	32,2 + 3 = 35
IO2	Seewiesen (Gewand) 2, 72766 Reutlingen	45	55	38,2 + 3 = 41

Es sei darauf hingewiesen, dass bei der Berechnung der oben angeführten Beurteilungspegel nur die Spannfelder berücksichtigt wurden, welche Teil der Maßnahme sind. Die an die Maßnahmen anschließenden Spannfelder der Anlage 0343 liegen bereits mehr als 400 m von den maßgeblichen Immissionsorten entfernt. Ein relevanter Einfluss auf die Beurteilungspegel kann daher ohne weitere Berechnungen sicher ausgeschlossen werden, da es sich bei den Seilkonstellationen der Folgespannfelder um sonst übliche und dem Stand der Technik entsprechende Konstellationen handelt.

Die zu erwartende Geräuschzusatzbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in dem für die Beurteilung maßgeblichen Betriebszustand erreicht für das untersuchte Planvorhaben Beurteilungspegel von maximal 41 dB(A). Die Immissionsrichtwerte für den Regelzustand werden hierbei an den beiden maßgeblichen Immissionsorten um weniger als 6 dB unterschritten, weshalb Vorbelastungen mit zu berücksichtigen sind.

Da sich im näheren Umfeld des Vorhabens keine weiteren Freileitungen befinden, erübrigen sich weitere Untersuchungen zur Vorbelastung. Konkrete Anhaltspunkte, die eine Untersuchung anderer gewerblicher Geräuschvorbelastungen für den Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen rechtfertigen würden (v.a. für den hier maßgeblichen Beurteilungszeitraum nachts), konnten nicht festgestellt werden. Somit entspricht an IO1 und IO2 die Gesamtbelastung der Zusatzbelastung. Durch die Gesamtbelastungen werden bereits die niedrigeren Richtwerte für den Regelzustand um mind. 4 dB unterschritten. Ob darüber hinaus auch höhere Immissionen

³ Ohne Berücksichtigung eines möglichen geminderten Schutzanspruchs, z.B. aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach §35 BauGB oder aufgrund Gemengelage.

von bis zu 55 dB(A) für die untersuchten Betriebszustände zumutbar sein können, kann mangels Relevanz daher offengelassen werden.

9.2 Tieffrequente Geräusche

Gemäß Nr. 7.3 der TA Lärm ist zu prüfen, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche auftreten, deren vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz liegen (tieffrequente Geräusche). Für die Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche verweist die TA Lärm auf die DIN 45680 vom März 1997. Geräuschemissionen von Hochspannungsfreileitungen weisen unterhalb von 90 Hz keine Geräuschanteile auf, welche geeignet wären, Belästigungen durch tieffrequente Geräusche hervorzurufen. Der DIN 45680 folgend kann die vorliegende tonale Geräuschkomponente bei 100 Hz allerdings als Sonderfall berücksichtigt werden, auch wenn der Wortlaut in Nr. 7.3 der TA Lärm diese Frequenz strenggenommen ausschließt.

Für das Planvorhaben kann eine Ermittlung der zu erwartenden tieffrequenten Geräuschimmissionen nur prognostisch erfolgen. Die in der TA Lärm datierte DIN 45680 inkl. der Hinweise des Beiblattes 1 gilt jedoch nur für den messtechnischen Nachweis tieffrequenter Geräusche innerhalb betroffener schutzbedürftiger Räume. Aufgrund der Schwierigkeiten bzw. widrigen Randbedingungen für eine prognostische Berechnung (Abschätzung der Raumantwort) gibt es derzeit kein gültiges, öffentlich anerkanntes oder vom LAI (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz) geprüfetes Regelwerk, so dass eine solche Untersuchung lediglich orientierenden Charakter haben kann. Ein vorliegend durchgeführter Versuch einer Prognose für den Sonderfall der tonalen Komponente bei 100 Hz kommt zu dem Ergebnis, dass erhebliche Belästigungen durch tieffrequente Geräusche, ausgehend von dem Planvorhaben, nicht zu erwarten sind (siehe Anhang 10).

10 Qualität der Ergebnisse

Die Aussageunsicherheit der Ausbreitungsberechnung liegt gemäß Tabelle 5 der DIN ISO 9613-2 anhand der geometrischen Gegebenheiten bei ± 3 dB.

Die Berechnungen der Zusatzbelastungen gehen für alle Leiterseile vom zeitlich simultanen, maximalen Auftreten über eine volle Nachtstunde und über die gesamten digitalisierten Längen aus. Bei den teils beobachteten Emissionsmessungen traten hier durchaus Schwankungen auf, so dass der Ansatz der höchsten Pegel über die volle Nachtstunde als maximaler rechnerischer Emissionsansatz betrachtet werden kann und somit auf der sicheren Seite liegt. So ergibt die Reduzierung der maximal angesetzten Einwirkzeit von 1 h nach dem in der TA Lärm verankerten Halbierungsparameter $q = 3$, im Falle einer Einwirkzeithalbierung auf eine halbe Stunde, eine Reduzierung um 3 dB(A) des Beurteilungspegels und bei weiterer Reduzierung auf nur eine viertel Stunde eine Zeitkorrektur um 6 dB(A) bezogen auf die angegebenen maximalen Angaben. Ein beispielhaftes Korona-Ereignis mit der Dauer von 5 min, gekoppelt an höheren Niederschlag, ist hiernach mit einem Abzug von 10,8 dB(A) zu bewerten. Bereits ab einer verkürzten Einwirkzeit von ca. 50 min reduziert sich der Beurteilungspegel um 1 dB.

Im vorliegenden Fall stellt zudem die pauschale Berücksichtigung der Tonzuschläge bei den vorliegenden Entfernungen zwischen den Immissionsorten und den Freileitungen ($d > 100$ m) in Verbindung mit der zu erwartenden Überdeckung durch die Regenfremdgeräusche (vgl. Anhang 5 zu Regenfremdgeräuschen) eine Bewertung auf der sicheren Seite dar.

Für die o.g. Unsicherheitsparameter ist daher in Summe davon auszugehen, dass diese sich (auch bei konservativer Berücksichtigung der Unsicherheiten aus der Ausbreitungsberechnung) i. d. R. im Mittel mindestens ausgleichen, sodass hinsichtlich der Gesamtunsicherheit der vorliegenden Prognose als maßgeblicher Unsicherheitsfaktor die Eingangsdaten der Schalleistungspegel verbleiben.

Bezüglich der Genauigkeiten der Eingangsdaten der Schalleistungspegel wird im Detail auf die DIN VDE V 0210-30:2025-02, Abschnitt 7.3 „Geschätzte Genauigkeiten bei der Berücksichtigung von Berechnungsergebnissen“ verwiesen. Beim Einsatz neuer Seile ist vorliegend der Einsatz von oberflächenbehandelten Leiterseilen geplant, sodass hinsichtlich der geschätzten Genauigkeiten der im Emissionsansatz für witterungsbedingte Anlagengeräusche berücksichtigten Schalleistungspegel auf die dort angeführte Tabelle 5 verwiesen werden kann.

Die in DIN VDE V 0210-30:2025-02 genannten Genauigkeiten zeigen auf, dass die messtechnisch nachweisbaren Schalleistungspegel kurz nach Inbetriebnahme tendenziell eher höher liegen als die berechneten Schalleistungspegel. Nach ca. 2 Jahren Betrieb liegen die Berechnungen eher auf der sicheren Seite und mit zunehmendem Alter sinken die Schalleistungspegel weiter, sodass bei gealterten Leiterseilen in den meisten Fällen durch die Berechnungen eine deutliche Überbewertung stattfindet. Vorliegend wird davon ausgegangen, dass anfänglich möglicherweise leicht erhöhte Pegel, welche zudem aufgrund der Witterungsabhängigkeit zahlenmäßig nur sehr begrenzt auftreten, nicht abwägungsrelevant sind (vgl. hierzu TA Lärm Nr. 3.2.1 Abs. 4 hinsichtlich möglicher Sanierungszeiträume zur Einhaltung der Richtwerte in Verbindung mit Feldhaus / Tegeuder, Kommentierung der TA Lärm Nr. 3, Rn. 36), sofern die Einhaltung der prognostizierten Pegel innerhalb von max. 3 Jahren sichergestellt ist. Für die Beurteilung des Vorhabens sind somit sachgerecht die mittel- und langfristig zu erwartenden Beurteilungspegel und Genauigkeiten zu berücksichtigen. Die Genauigkeiten sind daher gem. DIN VDE V 0210-30:2025-02, Tabelle 5, vorliegend mit + 0,5 dB / - 2,5 dB zu berücksichtigen.

11 Zusammenfassung

Die TransnetBW GmbH plant eine Netzverstärkungsmaßnahme an einer bestehenden 380-kV-Höchstspannungsfreileitung zwischen den Reutlinger Stadtteilen Reicheneck und Rommelsbach. Die Netzverstärkungsmaßnahme ermöglicht dem NOVA-Prinzip (Netz-Optimierung vor Verstärkung vor Ausbau) folgend eine Erhöhung der Übertragungskapazität auf einem bestehenden Freileitungsgestänge. Seit dem Bau der Bestandsleitung „Reicheneck – Rommelsbach“ im Jahr 2008 liegen zwei Stromkreise auf, zum einen ein 380-kV-Stromkreis, zum anderen ein 110-kV-Stromkreis der NetzeBW GmbH.

Der Gestängeplatz des 110-kV-Stromkreises soll zukünftig durch einen neuen 380-kV-Stromkreis belegt werden. Zur Umsetzung dieser Netzverstärkung ist ein Ersatz für den dort installierten Stromkreis erforderlich. Dieser soll überwiegend entlang von bestehenden Wegeinfrastrukturen als Erdkabel verlegt werden.

Im Rahmen des Vorhabens werden darüber hinaus die Leiterseile des bereits bestehenden 380-kV-Stromkreises gegen leistungsstärkere Hochtemperatur-Leiterseile gleichen Querschnitts ausgetauscht.

Die TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH wurde beauftragt, die durch das Planvorhaben zu erwartende Geräuschbelastung im Sinne der TA Lärm für nächstliegende bzw. maßgebliche Immissionsorte zu untersuchen. Als Grundlage für die Geräuschprognose dienen berechnete Schalleistungspegel nach den Vorgaben der DIN VDE V 0210-30:2025-02 sowie Literatur zu diesem Thema in Verbindung mit Erkenntnissen aus Emissionsmessungen durch den TÜV Hessen an 380-kV-Drehstrom-Freileitungen.

In Abschnitt 6 in Verbindung mit Anhang 6 sind die untersuchten Immissionsorte dargestellt. Die hier untersuchten Immissionsorte stellen im Hinblick auf die zu erwartende Geräuschbelastung durch das Planvorhaben in Verbindung mit der Schutzbedürftigkeit (Gebietsausweisung) i. S. der Nr. 2.3 der TA Lärm die maßgeblichen Aufpunkte im Bereich des Planvorhabens dar. An allen anderen Immissionsorten werden innerhalb der jeweiligen Gebietsausweisungen niedrigere zu erwartende Beurteilungspegel hervorgerufen. Sofern an den maßgeblichen Immissionsorten keine schädlichen Umwelteinwirkungen bzw. zumutbare Geräuschbelastungen hervorgerufen werden, gilt dies somit auch für alle anderen potenziellen Immissionsorte.

Zur Beurteilung der zu erwartenden Geräuschbelastung durch das Planvorhaben wurden verschiedene Emissionsansätze untersucht, welche unterschiedliche Betriebszustände in Abhängigkeit der Witterungsbedingungen beschreiben. Dabei ist zu unterscheiden in nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche (Regelzustand) und witterungsbedingte Anlagengeräusche (Sonderzustand). Letztere sind vor allem abhängig vom Niederschlaggeschehen und gelten nach § 49 Abs. 2b des EnWG bei der Beurteilung der Geräuschbelastung als seltene Ereignisse gemäß TA Lärm unabhängig von der Häufigkeit und Zeitdauer der sie verursachenden Witterungsbedingungen.

Für den Regelzustand der **nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche** bei einer Witterung ohne Niederschlag und mit geringer Luftfeuchtigkeit werden durch das Planvorhaben keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche hervorgerufen (vgl. Abschnitt 5.3.1).

Für die zu erwartenden Geräuschbelastung durch **witterungsbedingte Anlagengeräusche** (Sonderzustand) wurde vorliegend der als maßgeblich eingestufte Betriebszustand mit 3,5 mm/h



Niederschlag untersucht (vgl. Abschnitt 5.3.2 und 9.1). Gemäß den Bestimmungen für seltene Ereignisse (§ 49 Abs. 2b des EnWG i.V.m. Nr. 7.2 der TA Lärm) ist hierbei im Einzelfall zu prüfen, ob und in welchem Umfang der Nachbarschaft eine höhere als die nach Nr. 6.1 der TA Lärm zulässige Belastung zugemutet werden kann, wobei die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.3 der TA Lärm in der Regel einen oberen Anhaltspunkt für diese Abwägung darstellen.

Im vorliegenden Fall werden für den Sonderzustand der witterungsbedingten Anlagengeräusche bereits die niedrigeren Richtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm sicher unterschritten. Ob darüber hinaus auch höhere Immissionen von bis zu 55 dB(A) für die untersuchten Betriebszustände zumutbar sein können, kann mangels Relevanz daher offengelassen werden. Eine Zumutbarkeitsprüfung der witterungsbedingten Anlagengeräusche wurde daher für die vorliegenden maßgeblichen Immissionsorte nicht durchgeführt.

Anhand der umfänglichen Prüfung und Beurteilung des Planvorhabens nach TA Lärm kommt der Betreiber nach Einschätzung des Sachverständigen den Grundpflichten gemäß Nr. 4.1 der TA Lärm nach.

Industrie Service
Geschäftsfeld Umwelttechnik
Lärm- und Erschütterungsschutz


Martin Heinig
(Fachlich Verantwortlicher)



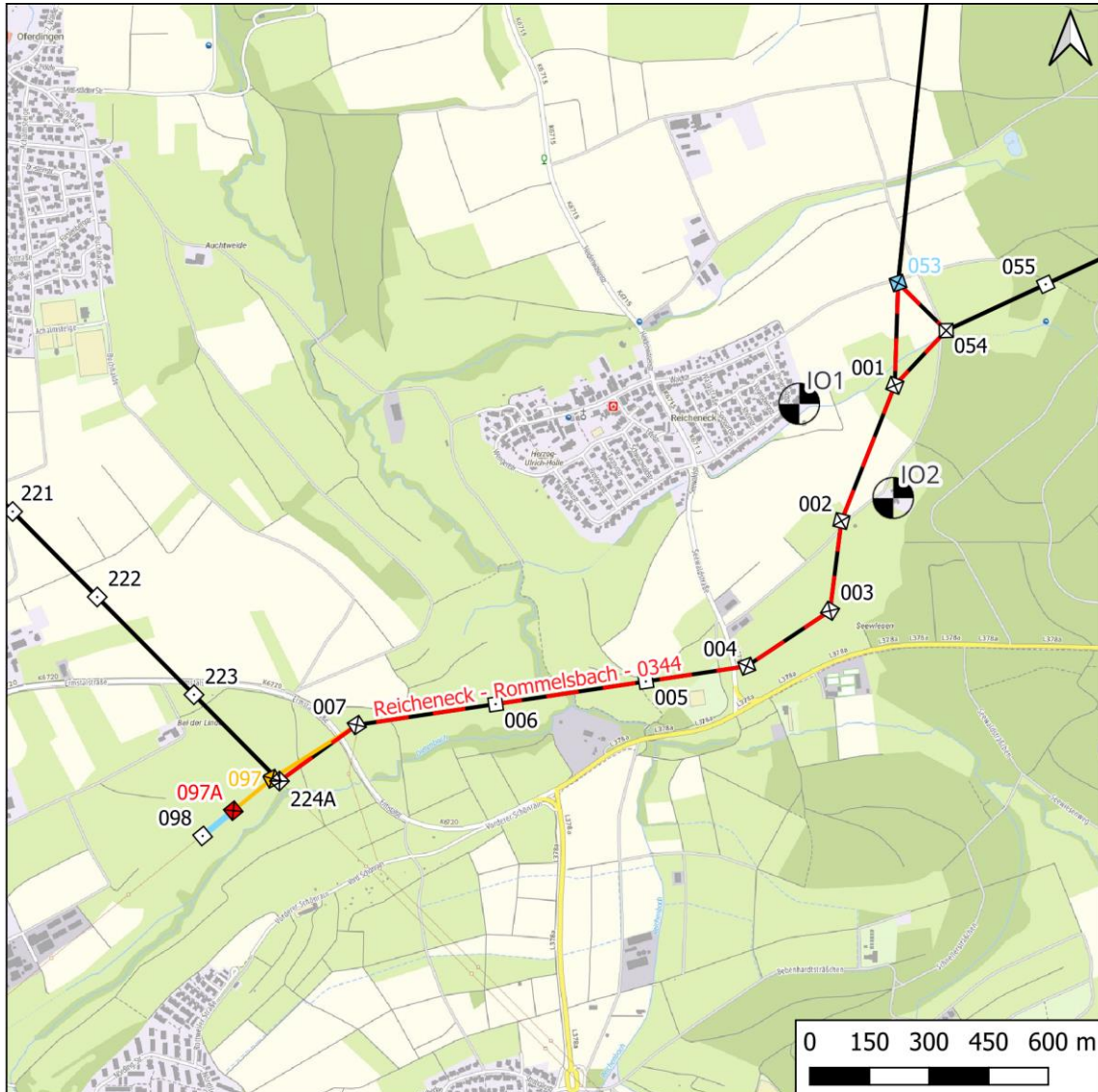

Pascal Sames
(Fachlich Verantwortlicher)



Anhangsverzeichnis

	Seite
Anhang 1: Übersichtsplan	26
Anhang 2: Lage der Immissionsorte	27
Anhang 3: Berechnungsgrundlagen für Emissionsansätze	28-30
Anhang 4: Leiterseilbelegung, Mastskizzen, Schalleistungspegel	31-32
Anhang 5: Geräuschpegel von Regenfremdgeräuschen	33
Anhang 6: Untersuchte potenziell maßgebliche Immissionsorte	34
Anhang 7 Erläuterungen zu den Immissionstabellen	35
Anhang 8 Emissionsdaten / Oktavspektren	36
Anhang 9: Immissionstabellen IO1 – IO2	36-37
Anhang 10: Prognostische Untersuchung tieffrequenter Geräusche	38

Anhang 1 – Übersichtsplan



Immissionsorte 01_Mast

00_Mastmittelpunkt

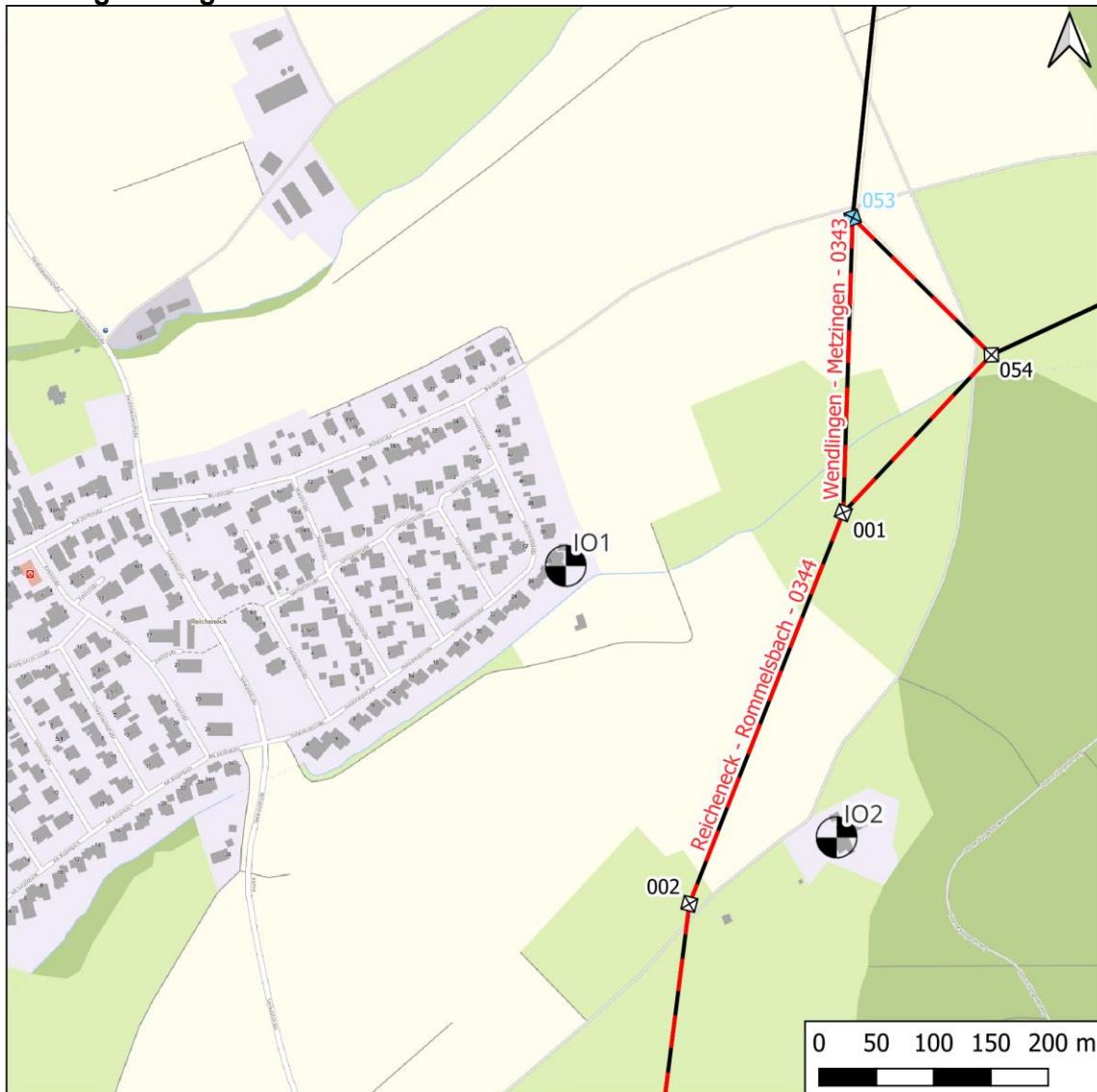
- ☒ Bestand-Abspannmast
- ☐ Bestand-Tragmast
- ☒ Neubau-Abspannmast
- Neubau-Abspannmast
- ☒ Rueckbau-Abspannmast
- Rueckbau-Abspannmast
- ☒ Sanierung-Abspannmast
- Sanierung-Abspannmast








03_Leitungsachse

01_Achse-Abspannabschnitt

- Neubau in bestehender Leitungsachse
- Sanierung
- Bestand
- Rueckbau

Anhang 2 – Lage der Immissionsorte



- | | | |
|--|-----------------------|---|
|  Immissionsorte | 01_Mast |  03_Leitungsachse |
| | 00_Mastmittelpunkt | 01_Achse-Abspannabschnitt |
|  | Bestand-Abspannmast |  Neubau in bestehender Leitungsachse |
|  | Sanierung-Abspannmast |  Bestand |
|  | Sanierung-Abspannmast | |

Anhang 3: Berechnungsgrundlagen für Emissionsansätze

Anhang 3.1: Berechnungsformeln für witterungsbedingte Schallemission von HVAC-Freileitungen gem. DIN VDE V 0210-30:2025-02

Semiempirische Formeln nach EPRI für HVAC-Systeme für den Betriebszustand mit Niederschlag:

$$L'_{WA} = 20 \lg(n) + 44 \lg(d) - 665/E + 80,9 + K_n + h/300 + \Delta A \quad \text{für } n < 3 \quad (1)$$

mit

$$K_n = 7,5 \text{ dB für } n = 1;$$

$$K_n = 2,6 \text{ dB für } n = 2$$

$$L'_{WA} = 20 \lg(n) + 44 \lg(d) - 665/E + \left[\frac{22,9(n-1)d}{D} \right] + 73,6 + h/300 + \Delta A \quad \text{für } n \geq 3 \quad (2)$$

	$\Delta A =$		$E_c =$
$n < 3$	$8,2 - 14,2 E_c/E$	$n \leq 8$	$24,4/d^{0,24}$
$n \geq 3$	$10,4 - 14,2 E_c/E + [8(n-1)d/D]$	$n > 8$	$24,4/d^{0,24} - 0,25(n-8)$

Dabei ist

d Durchmesser des Teilleiters in cm;

D Durchmesser des Leiterbündels in cm;

E Effektivwert der elektrischen Feldstärke (Mittelwert der maximalen Randfeldstärken des Leiterbündels, d.h. jeder einzelnen Teilleiter) in kV/cm;

E_c Hilfsparameter in kV/cm;

h Höhe über Meeresspiegel in m, Formeln (1) und (2) mit modifizierter, konservativer Höhenkorrektur in Winfield;

K_n Additionsterm, welcher den Einfluss der Teilleiteranzahl des Bündels gewichtet in dB;

L'_{WA} A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schalleistung bei Niederschlag mit einer Regenrate von 0,75 mm/h in dB (> 1 pW/m);

n Anzahl der Teilleiter des Bündels;

ΔA Regen-Korrekturterm in dB. (vgl. Tab. A.3.1)

Tab. A.3.1: Regenkorrektur nach EPRI

Regenrate mm/h	A-bewerteter Regen- Korrekturterm dB	Regenrate mm/h	A-bewerteter Regen- Korrekturterm dB
0,1	-2,00	4,5	2,55
0,2	-1,40	5,0	2,79
0,3	-1,01	5,5	2,98
0,4	-0,73	6,0	3,18
0,5	-0,50	6,5	3,37
0,6	-0,30	7,0	3,53
0,7	-0,14	7,5	3,72
0,8	0	7,7	3,79
0,9	0,13	8,0	3,89
1,0	0,27	8,5	4,03
1,1	0,37	9,0	4,19
1,2	0,47	9,5	4,36
1,3	0,57	10,0	4,52
1,4	0,68	11,0	4,80
1,5	0,78	12,0	5,08
1,6	0,86	13,0	5,35
1,7	0,94	14,0	5,67
1,8	1,03	15,0	5,97
1,9	1,11	16,0	6,22
2,0	1,18	17,0	6,47
2,1	1,25	18,0	6,71
2,2	1,31	19,0	6,98
2,3	1,38	20,0	7,26
2,4	1,45	21,0	7,47
2,5	1,50	22,0	7,69
2,6	1,57	23,0	7,92
2,7	1,63	24,0	8,14
2,8	1,69	25,0	8,37
2,9	1,75	26,0	8,56
3,0	1,81	27,0	8,74
3,5	2,06	28,0	8,93
4,0	2,35	29,0	9,11

Anhang 3.2 – Emissionen sowie Beurteilung von nicht witterungsbedingten Anlagengeräuschen

Der EPRI-Methodik zufolge ist für die als „fair weather“ (Schönwetter) bezeichnete Witterung, welche den Gegebenheiten für nicht witterungsbedingte Emissionen entspricht, ein Abzug von 25 dB auf die berechnete Schalleistung bei 0,8 mm/h Niederschlag vorzunehmen. Entsprechend des Korrekturterms (Tab. A.3.1 in Anhang 3.1) liegen die Koronaemissionen bei Schönwetter somit insgesamt 27 dB unterhalb der Emissionen für den im Abschnitt 8.2 beschriebenen maßgeblichen Betriebszustand mit einer Niederschlagsrate von 3,5 mm/h.

Die Ergebnisse verschiedener Freifeldmessungen lassen einen Unterschied der Emissionspegel zwischen berechneten und trockenen Leitern von tendenziell weniger als 25 bzw. 27 dB erkennen. Wegen der geringen absoluten Pegel, die meist nahe an denjenigen der Umweltgeräusche liegen, lassen sich jedoch zum einen meist nur Obergrenzen angeben. Zum anderen führen vor allem über längere Zeit angesammelte und später wieder abgewaschene Schmutzpartikel sowie die auch ohne Regen veränderlichen meteorologischen Bedingungen zu schwankenden Emissionen.

Entsprechend der DIN VDE V 0210-30:2025-02, Abschnitt 5.5 „Nicht witterungsbedingte Schallemission von HVAC-Freileitungen“ sind bei in Deutschland üblichen Leitungskonfigurationen somit keine sinnvollen konkreten Berechnungen für nicht witterungsbedingte Emissionen von HVAC-Freileitungen möglich.

Es handelt sich bei dem Regelzustand mit witterungsunabhängigen Anlagengeräuschen somit um einen emissionsarmen Betriebszustand, welcher im bestimmungsgemäßen Betrieb und ohne unvorhersehbare äußere Störeinflüsse keine relevanten Geräuschemissionen hervorruft. Dies begründet sich einerseits aus den bisher messtechnisch nicht ermittelbaren Geräuschemissionen aufgrund der geringen Emissionspegel. Andererseits ist der EPRI-Methodik zufolge bei diesem Betriebszustand von nicht relevanten Immissionen auszugehen gemäß Nr. 3.2.1 der TA Lärm. Legt man den Richtwert nachts für seltene Ereignisse von 55 dB(A) als oberen Anhaltspunkt im Rahmen einer möglichen Zumutbarkeitsprüfung für die lautereren bzw. maßgeblichen witterungsbedingten Geräuschemissionen von Höchstspannungsfreileitungen zugrunde, so führt ein Abzug von 27 dB für den Betriebszustand bei „Schönwetter“ zu einem maximalen Immissions- bzw. Beurteilungspegel von 28 dB(A) im Vergleich zum Betriebszustand bei 3,5 mm/h Regenniederschlag. Selbst in dieser Maximalbetrachtung liegt die Geräuschbelastung durch nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche bereits 7 dB(A) unterhalb des strengsten Nacht-Immissionsrichtwertes der TA Lärm für Reine Wohngebiete von 35 dB(A) und ist somit nicht relevant im Sinne von Nr. 3.2.1 der TA Lärm.

Folglich werden durch die Emissionen einer AC-Freileitungen im vorliegenden Emissionsansatz (Regelzustand) bei einer Witterung ohne Niederschlag und mit geringer Luftfeuchtigkeit keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche hervorgerufen. Gemäß der vereinfachten Regelfallprüfung nach Nr. 4.2 der TA Lärm kann eine detaillierte Geräuschprognose der nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche des vorliegenden Planvorhabens somit entfallen.



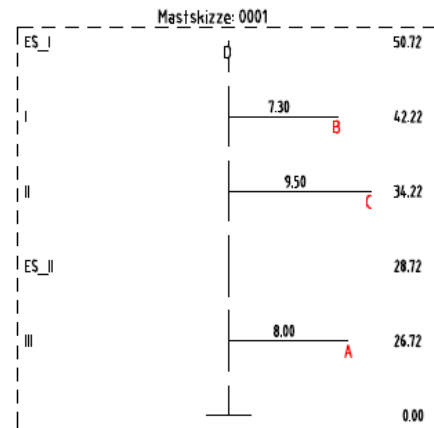
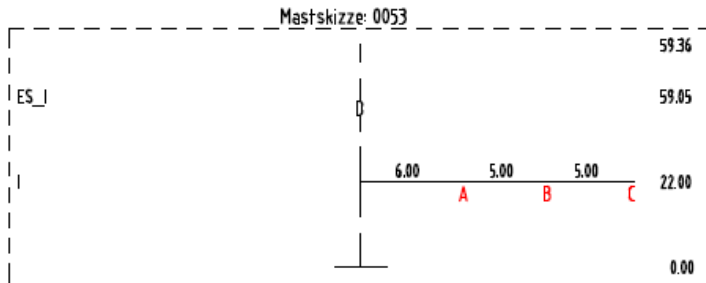
Anhang 4 – Leiterseilbelegung, Mastskizzen, Schallleistungspegel

A.4.1: Bereich mit IO1

Mastskizzen und Leiterseilbelegung Anlage 0343/053 – 0344/001

0343/053
 WA 121 22,00
 AD 73
 DA (6.20m, 228.7kg)

0344/001
 WAD 2 27,00
 D 31-02 o. SSB
 DA (6.20m, 228.7kg)



Seilkennnung	Stromkreis- bezeichnung	funktionale Belegung	Nennspannung	Seiltyp	Bündelart
			[kV]		
A	HRBTGw	L1	380	264-AT1-34-A20SA	4
B	HRBTGw	L2	380	264-AT1-34-A20SA	4
C	HRBTGw	L3	380	264-AT1-34-A20SA	4
D	-	ES	ES	264-AL1/34-ST1A	1

Spannfeld Anlage 0343/053 – 0344/001: Schallleistungspegel (L'_w) nach EPRI – berechnet mit Winfield für Volllastung:

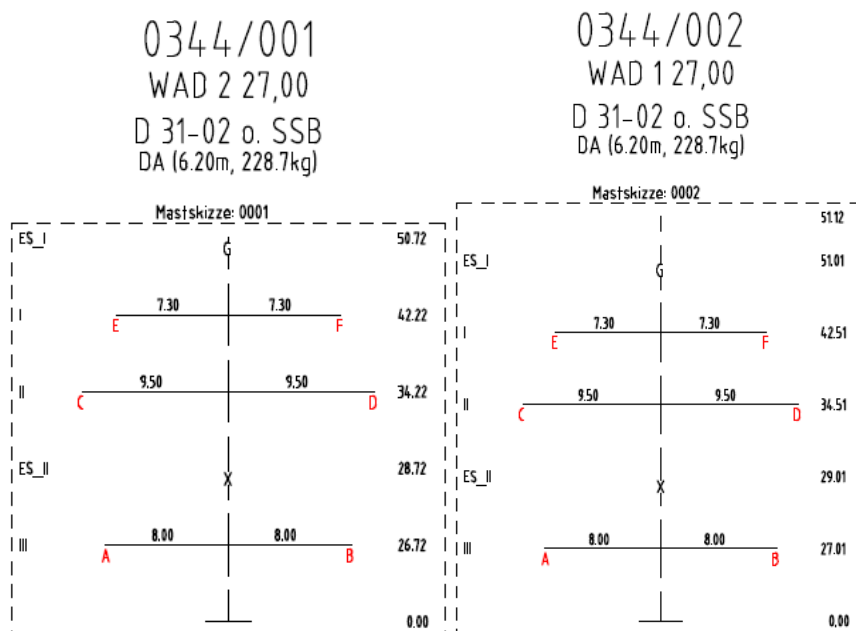
Leiter-Bezeichnung Profilplan	L'_w @ 3.5 mm/h [dB(A)/m]
A	59,1
B	63,3
C	64,8
D	Nicht relevant



Anhang 4 – Leiterseilbelegung, Mastskizzen, Schallleistungspegel

A.4.2: Bereich mit IO1 & IO2

Mastskizzen und Leiterseilbelegung Anl. 0344 / 001 – 002



Seilkennung	Stromkreis- bezeichnung	funktionale Belegung	Nennspannung (kV)	Seiltyp	Bündelart
A	855SW	L3	380	264-AT1-34-A20SA	4
B	HRBTGw	L1	380	264-AT1-34-A20SA	4
C	855SW	L1	380	264-AT1-34-A20SA	4
D	HRBTGw	L3	380	264-AT1-34-A20SA	4
E	855SW	L2	380	264-AT1-34-A20SA	4
F	HRBTGw	L2	380	264-AT1-34-A20SA	4
G	-	ES	ES	AY/AW 226/49	1
X	-	SLH	SLH	Seiltyp unbekannt	1

Spannfeld Anl. 0344 / 001 – 002: Schallleistungspegel (L'_w) nach EPRI – berechnet mit Winfield für Vollaustlastung:

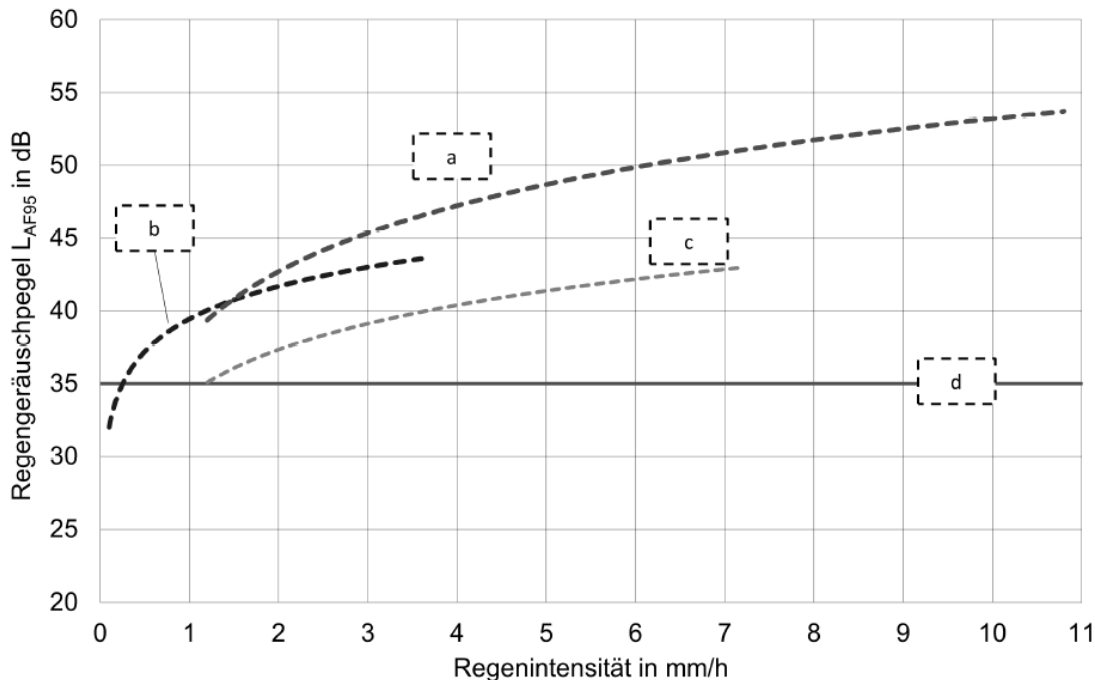
Leiter-Bezeichnung Profilplan	L'_w @ 3.5 mm/h [dB(A)/m]	Leiter-Bezeichnung Profilplan	L'_w @ 3.5 mm/h [dB(A)/m]
A	57,6	E	48,3
B	57,5	F	48,4
C	60,6	G	Nicht relevant
D	60,6	X	Nicht relevant

Anhang 5 - Geräuschpegel von Regenfremdgeräuschen

Die untenstehende Abb. A.5.1 zeigt messtechnisch untersuchte Geräuschpegel L_{AF95} von Regenfällen in unterschiedlichen Umgebungen [DIN VDE V 0210-30:2025-02, Bild A.1], die als Trendkurven dargestellt wurden. Die erzeugten Fremdgeräusche liegen beispielsweise bei Niederschlagsereignissen mit 3,5 mm/h als umgebungsabhängige Hintergrundsummenpegel L_{pAF95} zwischen ca. 40 dB (Wiese) bis 46 dB (Ortsrand). Hiermit wird veranschaulicht, dass die Betriebssituation mit Niederschlag einen Sonderzustand hinsichtlich der auftretenden Fremdgeräusche bedeutet.

Nach den Trendkurven kann die Einhaltung eines Richtwertanteiles z.B. für reine Wohngebiete (im Regelfall mit 35 dB – 6 dB = 29 dB (A-bewertet)) für eine Zusatzbelastung durch Koronageräusche nicht messtechnisch nachgewiesen werden, wenn der L_{pAF95} des Niederschlags bereits 10 dB oder deutlicher darüber liegt.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass sich die Hörschwelle in Gegenwart von anderen Schallquellen verändert, d.h. es entstehen Bereiche in der Umgebung der anregenden Frequenzen, in denen Schallereignisse mit geringerem Pegel nicht mehr wahrnehmbar sind (Maskierung). In unmittelbarer Frequenznähe zum „Maskierer“ (vorliegend Regenfremdgeräusche) genügt eine Pegeldifferenz von ca. 5 – 6 dB, sodass die niedrigeren Pegel nicht mehr wahrnehmbar sind [Dickreiter, M. et al.: Handbuch der Tonstudioteknik, Band 1, 8. Auflage, De Gruyter/Saur Verlag, 2014]. Aufgrund der ähnlichen pegelbestimmenden Frequenzbereiche von Regenfremdgeräuschen und Koronageräuschen (Oktavbänder von ca. 1 kHz bis 4 kHz) ist eine Maskierung bei entsprechenden Pegeldifferenzen für den überwiegenden Frequenzbereich der Koronageräusche zu erwarten. (Hinweis: die tonalen Emissionen bei 100 Hz sind von der beschriebenen Maskierung deutlich weniger betroffen).



Legende

- | | | | |
|---|---------------|---|---|
| a | Ortsrand | c | Wiese |
| b | Aussiedlerhof | d | Nächtlicher Immissionsrichtwert WR (Reines Wohngebiet), in dB |

Abb. A.5.1: Messtechnisch untersuchte Geräuschpegel L_{AF95} von Regenfällen in unterschiedlichen Umgebungen (Quelle: DIN VDE V 0210-30 (VDE V 0210-30):2025-02)



Anhang 6 – Untersuchte potenziell maßgebliche Immissionsorte

Rechnerisch untersuchte Gebäude/Immissionsorte entlang der Leitungsanlagen und zu erwartender Beurteilungspegel L_r (inkl. pauschalem Tonzuschlag von 3 dB auf der sicheren Seite liegend) bei 3,5 mm/h Niederschlag. Dargestellt sind jeweils die am stärksten betroffenen Immissionsorte/Fenster der Gebäude. Die Auflistung ist nicht abschließend, sondern stellt ebenfalls eine Auswahl von repräsentativen und am stärksten betroffenen Immissionsorten dar innerhalb eines zusammenhängenden bebauten Bereiches mit vergleichbaren Randbedingungen. Abkürzungen und Erläuterung zur Tabelle siehe unten.

Lfd. Nr.	Adresse	Koordinaten			Gebietsausweisung lt. B-Plan od. gutachterliche Einschätzung zur tatsächl. Nutz.	Repräsentiert durch	L_r Zusatzbelastung [dB(A)]	IRW für Regelzustand ⁴ nachts [dB(A)]	Kommentar
		UTM, Z: 32U, WGS84 Nord / Ost / Höhe ü.N.N.							
1/IO1	Ihmenfeldstraße 28, 72766 Reutlingen	517415,7	5376456,1	366,9	WA ¹⁾	=IO1	35	40	
2/IO2	Seewiesen (Gewand) 2, 72766 Reutlingen	517652,2	5376219,2	372,76	AU → MI*	=IO2	41	45	
3	Seewiesen (Gewand) 1, 72766 Reutlingen	517483,6	5375727,5	346,59	AU → MI*	IO2	35	45	Außerhalb. Einwirkungsbereich
4	Bei der Linde 1, 72768 Reutlingen	515822,4	5375616,7	381,07	AU → MI*	IO2	28	45	Außerhalb. Einwirkungsbereich
5	Ihmenfeldstraße 38, 72766 Reutlingen	517399,5	5376512,7	371,53	WA ¹⁾	IO1	35	40	
6	Waldstraße 28, 72766 Reutlingen	517368,0	5376598,6	374,09	WA ¹⁾	IO1	33	40	

*: Gutachterliche Einschätzung zur tatsächlichen Nutzung. Eine abschließende Bewertung der tatsächlichen Nutzung bzw. des tatsächlichen Schutzniveaus obliegt jedoch den zuständigen Behörden.

Erläuterungen zur obenstehenden Tabelle:

Abkürzungen:

AU = Außenbereich / **MI** = Mischgebiet / **WA** = Allgemeines Wohngebiet

L_r = Beurteilungspegel bei 3,5mm/h Niederschlag, inklusive Tonzuschlag $K_T = 3\text{dB}$

Erläuterung zu Spalte „Gebietsausweisung“ / Verweise:

- 1) Bebauungsplan Nr. 13_09 "Änderung und Erweiterung Südlich Waldstraße" der Stadt Reutlingen, Inkrafttreten vom 15.07.1977

⁴ Für den Sonderzustand der witterungsbedingten Anlagengeräusche gelten die höheren Richtwerte für sel-tene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm. Eine mögliche Überschreitung der in Tabelle 1 genannten IRW ist im Rahmen einer Zumutbarkeitsprüfung zu untersuchen.

Anhang 7 – Erläuterungen zu den Immissionstabellen

Die Berechnung der Immissionen erfolgt im Rechenkern einzeln für jede Phase und jedes Spannungsfeld. Innerhalb eines Spannungsfelds werden die einzelnen Phasen zudem in mehrere Segmente unterteilt, welche jeweils einzelne Linienquellen darstellen. Aufgrund der Vielzahl der sich hierdurch ergebenden Einzelquellen (Mehrere Hunderte bis Tausende) werden in den nachfolgenden Immissionstabellen je Immissionsort die Ergebnisse einzelner Phasen oder Stromkreise über mehrere Segmente und Spannungsfelder zusammengefasst dargestellt. Die einzelnen dargestellten Parameter in den Immissionstabellen geben daher nur Mittelwerte für die Vielzahl der einzelnen Segmente wieder, welche jedoch im Rechenkern jeweils einzeln normenkonform berechnet wurden.

Abkürzung (nach DIN ISO 9613-2:1999-10, falls dort aufgeführt)	Erläuterung
L'_{wa} in dB/m	= A-bewerteter längenbezogener Schalleistungspegel , Angabe in dB/m Phase oder Stromkreis
L_{wa} in dB	= A-bewerteter Schalleistungspegel , gibt den aus der Länge [m] der Quelle und dem längenbezogenen Schalleistungspegel [dB(A)/m] berechneten immissionswirksamen Schalleistungspegel an. Vorliegend für Freileitungen nicht sinnvoll anzugeben, da die Gesamtschalleistung der Freileitungen eine untergeordnete Rolle spielt und die den Immissionsorten nahegelegenen Abschnitte pegelbestimmend sind. Daher vorliegend keine Angabe zu L_w im Gutachten.
d_p in m	= Abstand Quelle - Immissionsort , wird bei Punktquellen automatisch dreidimensional ermittelt, d.h. es wird die jeweils tatsächliche, dem Abstandsmaß (dB) zugrundeliegende Entfernung, berechnet. Vorliegend bei Freileitungen als Linienquellen wird der Abstand zum nächstgelegenen Ersatzpunkt der Linienquelle dargestellt. Hierbei handelt es sich, abweichend von den weiteren Parametern, um keinen Mittelwert über alle Segmente, sondern um den tatsächlich minimalen Abstand des Aufpunkts zu den Freileitungen.
h_m in m	= mittlere Höhe , mittlere Höhe des Ausbreitungswegs über dem Boden
D_o in dB	= Raumwinkelmaß , wird von LIMA automatisch berechnet; D_o beschreibt den Einfluss von quellen-nahen Reflektoren bzw. die Reflexion des zugehörigen Gebäudes. LIMA berechnet <u>kein</u> $D_o > 6$ dB. siehe Refl.-Ant.
Refl.-Ant. in dB	= Reflexionsanteil , stattdessen wird der genauere Reflexionsanteil zusätzlich berechnet und in der Immissionstabelle angegeben. Die tatsächliche <i>Gesamtreflexion</i> für die verschiedenen IP's setzt sich aus diesem Reflexions-Anteil <u>und</u> D_o zusammen.
A_{fol} in dB	= Bewuchsdämpfung , Dämpfung aufgrund von Schallausbreitung durch Bewuchs
D_l in dB	= Richtwirkungsmaß
A_{div} in dB	= Abstandsmaß , Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung. Berechnet für Vollkugelabstrahlung ($4\pi r^2$), über den dreidimensionalen Weg.
A_{gr} in dB	= Bodendämpfung , Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts.
C_{met} in dB	= meteorologische Korrektur , zur Berücksichtigung des Langzeitmittelungspegels, wird nach Abschnitt 8 bzw. Gleichung 22 der DIN ISO 9613-2 berechnet. Kann sich für die Tag und Nachtzeit unterscheiden und wird ggf. mit einem Index N (Nacht) oder T (Tag) angegeben
A_{bar} in dB	= Einfügungsdämpfungsmaß , Dämpfung aufgrund von Abschirmung. Die Abschirmungsberechnung erfolgt frequenzabhängig in Oktavbandbreite über alle Beugungskanten (auch seitlich)
A_{atm} in dB	= Luftabsorptionsmaß
$L_{AT(LT)}$ in dB	= A-bewerteter Langzeit-Mittelungspegel , richtlinienkonform berechnete Ergebnisse für diskret definierte Einzel-Immissionspunkte (IP's), berechnet aus dem Dauerschalldruckpegel bei Mitwind abzüglich C_{met}

Anhang 10 – Prognostische Untersuchung tieffrequenter Geräusche

Für die prognostische Beurteilung von tieffrequenten Geräuschen wurden unterschiedliche Verfahren erarbeitet, wie z.B. das Verfahren nach LfULG Heft 10/2021 oder das Verfahren nach Müller-BBM GmbH Bericht Nr. 44932/7, mit deren Hilfe der Versuch einer Prognose von tieffrequenten Geräuschen durchgeführt werden kann. Hierin werden Methoden zur Ermittlung der Außenpegel und die anschließende Umrechnung auf Innenraumpegel beschrieben, anhand derer ein Vergleich des prognostisch berechneten Terzpegels (Innen- oder Außenpegel) mit der Hörschwelle nach DIN 45680 sowie den Anhaltswerten des Beiblatts 1 der DIN 45680 durchgeführt werden kann. Auf der sicheren Seite liegend sind im Rahmen einer solchen Untersuchung terzspektrale Ausbreitungsberechnungen nach LfULG Heft 10/2021 für jeweils „freie“ Aufpunkte durchzuführen. Dies bedeutet, dass Reflexionsanteile durch das eigene Gebäude in die Berechnung mit eingehen und die Immissionspegel vor dem Gebäude somit im Vergleich zu den regulären Aufpunkten nach TA Lärm – 0,5 m vor dem geöffneten Fenster und folglich ohne Reflexionsanteile des eigenen Gebäudes – auf der sicheren Seite liegen (s. Empfehlung aus LfULG, Heft 10/2021, Abschnitt 3.2).

Will man anhand der genannten Verfahren den Versuch einer Prognose tieffrequenter Geräusche durch Hochspannungsfreileitungen für den Sonderfall der tonalen Komponente bei 100 Hz durchführen, so kann dies sinnvollerweise nur für den Sonderzustand mit witterungsabhängigen Anlagengeräuschen bei Niederschlag (mit 3,5 mm/h) erfolgen. Als Ergebnis einer solchen Untersuchung kann eine belastbare Aussage nur dann erfolgen, wenn unter konservativen Annahmen und Einbeziehung der Unsicherheiten der Immissionspegel der 100-Hz-Frequenz so gering ist, dass erhebliche Belästigungen durch tieffrequente Geräusche in der Regel nicht zu erwarten sind. Dies ist unter anderem dann der Fall, wenn der berechnete Außenpegel der 100-Hz-Terzband-Mittelfrequenz kleiner als 28,0 dB(A) ist, da somit die in der Abbildung 11 des Müller-BBM Berichtes Nr. 44932/7 dargestellten Grenzkurven nicht überschritten werden. Dieser Pegel bei 100 Hz entspricht abhängig von den Gegebenheiten und Leiterseilkonstellationen bei freier Schallausbreitung zwischen den Geräuschquellen und den Immissionsorten einem korrespondierenden Summenschalldruckpegel an den Immissionsorten nach TA Lärm in 0,5 m vor dem geöffneten Fenster von ca. 43 – 45 dB(A). Bei einem Tonzuschlag von 3 dB entspricht dies Beurteilungspegeln von 46 – 48 dB(A). Bei Immissionspegeln, die oberhalb dieser Werte liegen, ist eine prognostische Betrachtung der 100 Hz Frequenz als tieffrequentes Geräusch mit zu vielen Unsicherheiten behaftet, als dass man eine valide Aussage treffen könnte. Je nach getroffenen Annahmen bzgl. der Gegebenheiten (z.B. Raumantwort, Schalldämmeigenschaften der Bauteile etc.) führen diese Prognosen zu völlig unterschiedlichen Ergebnissen. Da kein standardisiertes Prognoseverfahren zu tieffrequenten Geräuschen existiert, kann daher in der Regel kein valides Prüfergebnis ermittelt werden, sofern nicht bereits auf Basis konservativer Annahmen mit angemessener Sicherheit ausgeschlossen werden kann, dass es zu schädlichen Umwelteinwirkungen kommt.

Vorliegend ist dies der Fall, da mit einer konservativen Prognose auf Basis der o.g. Verfahren der Anhaltswert nach DIN 45680 für den Sonderfall der 100 Hz Frequenz sicher unterschritten wird. Erhebliche Belästigungen durch tieffrequente Geräusche sind somit durch das geplante Vorhaben nicht zu erwarten.

Die vorliegend durchgeführte Schallausbreitungsberechnung zur Prognose von tieffrequenten Geräuschen gemäß der o.g. Methodik erfolgte terzspektral mit dem Berechnungsprogramm LimA (Berechnungsparameter siehe Abschnitt 2, generelles Vorgehen siehe Abschnitt 7).