



**Zukunft  
Gewissheit geben**

## GUTACHTEN

**Nr. T 6684**

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

**Vorhaben 19 Abschnitt Süd-2**

**Rheinau – Philippsburg**



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:  
T6684.docx

**Ausgestellt am:** 17. Dezember 2024

Das Dokument besteht aus  
69 Seiten  
Seite 1 von 69

**Bearbeiter:** M. Sc. Pascal Sames

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

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](http://www.tuev-hessen.de/impressum)  
Bankverbindung:  
Commerzbank AG  
BIC DRESDEFFXXX  
IBAN DE23 5008 0000 00971005 00

Aufsichtsratsvorsitzender:  
Dr. Johannes Bußmann  
Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. (FH) Henning Stricker  
Dipl.-Kfm. Thomas Walkenhorst

Telefon: +49 69 7916-0  
Telefax: +49 69 7916-190  
[www.tuev-hessen.de](http://www.tuev-hessen.de)



Beteiligungsgesellschaft  
von:



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

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Rechts- und Beurteilungsgrundlagen</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Projektbeschreibung</b>	<b>7</b>
3.1	Lagebeschreibung	7
3.2	Maßnahmen und Betriebsbeschreibung	8
<b>4</b>	<b>Beurteilungsgrundlagen nach TA Lärm</b>	<b>10</b>
4.1	Allgemeine Bestimmungen der TA Lärm	10
4.2	Richtwerte nach TA Lärm	11
4.3	Seltene Ereignisse	12
4.4	Zusatzbelastung / Vorbelastung	12
<b>5</b>	<b>Beurteilungsgrundlagen für Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen</b>	<b>13</b>
5.1	Entstehung von Koronageräuschen	13
5.2	Anwendung EnWG und TA Lärm – Diskussionspunkte und Ermessensfragen	14
5.2.1	Beurteilungsrelevante Betriebszustände	14
5.2.2	Richtwerte und Zumutbarkeitsprüfung	16
5.2.3	Berücksichtigung der Vorbelastung	18
5.2.4	Maßgeblicher Betriebszustand bei witterungsbedingten Anlagengeräuschen	19
5.3	Vorgehensweise	21
5.3.1	Nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche	21
5.3.2	Witterungsbedingte Anlagengeräusche	21
<b>6</b>	<b>Immissionsorte und Schutzbedürftigkeiten</b>	<b>23</b>
6.1	Maßgebliche Immissionsorte aus Voruntersuchungen	23
6.2	Vorliegend untersuchte maßgebliche Immissionsorte	23
<b>7</b>	<b>Ausbreitungsberechnung</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>Emissionsdaten und -ansätze</b>	<b>27</b>
8.1	Emissionsdaten	27
8.1.1	Methode nach EPRI	27
8.1.2	Genauigkeit der Methode nach EPRI	27
8.2	Emissionsansatz – nicht witterungsbedingte Emissionen	28
8.3	Emissionsansatz – witterungsbedingte Emissionen	29
8.3.1	Allgemeines	29
8.3.2	Gealterte Leiterseile	30
<b>9</b>	<b>Zusatzbelastung</b>	<b>31</b>
9.1	Witterungsbedingte Anlagengeräusche	31
9.2	Tieffrequente Geräusche	33
<b>10</b>	<b>Vor- und Gesamtbelastung</b>	<b>34</b>
10.1	Vorbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche	34
10.2	Gesamtbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche	35
<b>11</b>	<b>Zumutbarkeitsprüfung</b>	<b>36</b>
11.1	Allgemeine Aspekte	38

11.1.1	Potenzielle Gesundheitsgefahren .....	38
11.1.2	Stand der Technik zur Lärminderung .....	38
11.1.3	Dauer & Häufigkeit.....	39
11.1.4	Soziale Adäquanz.....	39
11.1.5	Akzeptanz.....	40
11.1.6	Schutzbedürftigkeit .....	40
11.2	Immissionsortspezifische Aspekte.....	41
11.2.1	Immissionsort IO1.....	41
11.2.2	Immissionsort IO2.....	42
11.3	Fazit Zumutbarkeitsprüfung.....	43
<b>12</b>	<b>Qualität der Ergebnisse .....</b>	<b>44</b>
<b>13</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>46</b>
	<b>Anhangsverzeichnis .....</b>	<b>48</b>

## 1 Aufgabenstellung

Im Rahmen des Netzausbaus für die Energiewende ist geplant, die Übertragungskapazität in der durch hohe Lasten geprägten Region zwischen Frankfurt und Karlsruhe von 220 kV auf 380 kV (Wechselstrom) zu erhöhen. Das Vorhaben, das in der Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) als Vorhaben Nr. 19 geführt wird, soll dabei als eine Netzverstärkung auf der Strecke zwischen Urberach, südlich von Frankfurt am Main (Hessen) und Karlsruhe-Daxlanden (Baden-Württemberg) erfolgen. Das Vorhaben führt durch zwei Bundesländer und ist im Bundesbedarfsplan als länderübergreifende Leitung gekennzeichnet. Es handelt sich um eine länderübergreifende Höchstspannungsleitung i.S.d. § 2 Abs. 1 Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz (NABEG). Im Zuge der Bundesfachplanung wurde das Vorhaben in einen nördlichen und einen südlichen Abschnitt untergliedert.

Der südliche Abschnitt (Abschnitt Süd oder V19 Süd) verläuft vom UW Weinheim über die UWs Mannheim (G380), Rheinau und Altlußheim bis hin zum Netzverknüpfungspunkt Daxlanden (Karlsruhe) mit einer Länge von ca. 76 Kilometern. Die Zuständigkeit für diesen Abschnitt obliegt der Vorhabenträgerin TransnetBW GmbH (TransnetBW), bei der geplanten Maßnahme handelt es sich um Neubeseilung, Neubau und Ersatzneubau. Das Vorhaben Nr. 19, Abschnitt Süd wird hierbei in drei Planfeststellungsabschnitte aufgeteilt:

- Abschnitt Süd-1 Philippsburg – Daxlanden,
- **Abschnitt Süd-2 Rheinau – Philippsburg,**
- Abschnitt Süd-3 Weinheim – Rheinau.

Die vorliegende Geräuschprognose bezieht sich auf den ca. 27 km langen Abschnitt Süd-2 von Rheinau bis Philippsburg. Die TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH, im Folgenden TÜV Hessen genannt, wurde im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens beauftragt, die durch das Planvorhaben im Abschnitt Süd-2 zu erwartende Geräuschbelastung zu untersuchen. Das Planvorhaben 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 Schallleistungspegel auf Basis von semiempirischen Formeln nach EPRI (Electric Power Research Institute) 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 3. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 225) geändert worden ist
- Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 41 des Gesetzes vom 23. Oktober 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 323) geändert worden ist
- Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394) geändert worden ist
- 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
- Gooßens, M., Sames, P.: „Messtechnische Felduntersuchungen zu Koronageräuschen“, erstellt im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Schriftenreihe „Umwelt und Geologie – Lärmschutz in Hessen, Heft Nr.5, März 2015, ISBN987-389026-576-6; ISSN 1610-594X (im Folgenden kurz „HLUG Studie“)
- Schröder, B., Möllenbeck, S.: „Zur neuen DIN SPEC 8987 Koronageräusche von Hochspannungsfreileitungen, Teil I - theoretischer Teil“, Schriftbeitrag zur Referenz-Nr. DAGA2016/502 der 42. Jahrestagung für Akustik in Aachen - DAGA 2016
- Gooßens, M., Tausend, W.: „Zur neuen DIN SPEC 8987 Koronageräusche von Hochspannungsfreileitungen, Teil II - praktischer Teil“, Schriftbeitrag zur Referenz-Nr. DAGA2016/506 der 42. Jahrestagung für Akustik in Aachen - DAGA 2016
- Comber, M.; Nigbor, R. J.; Zaffanella, L. E.: „Transmission line reference book - 345 kV and above“, Chapter 6, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, Second Edition, 1982 (beschreibt EPRI-Methodik)
- 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 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 tief-frequenten 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), sowie Flächennutzungspläne
- 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 LTB Leitungsbau GmbH)
- Schallausbreitungsberechnungsprogramm LimA der Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH Dortmund mit Rechenkernen LimA 7 in der Version 2021.01

Berechnungsparameter des Ausbreitungsprogramms:

- |  |      |               |       |
|--|------|---------------|-------|
| - Anzahl der Reflexionen:  | 2    | - Temperatur: | 10 °C |
| - Radius der Reflexionen:  | 50 m | - Feuchte:    | 70 %  |
| - C <sub>0</sub> :   | 0 dB | - DBFEHLER:   | 0 dB  |
| - A <sub>gr</sub> nach Alternativgleichung 10 der DIN ISO 9613-2 |      |               |       |

### 3 Projektbeschreibung

#### 3.1 Lagebeschreibung

Das Vorhaben, das in der Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) als Vorhaben Nr. 19 geführt wird, soll als eine Netzverstärkung auf der Strecke zwischen Urberach, südlich von Frankfurt am Main (Hessen) und Karlsruhe-Daxlanden (Baden-Württemberg) erfolgen. Für das Genehmigungsverfahren wurde das Vorhaben bereits ins der Bundesfachplanung in einen nördlichen und einen südlichen Abschnitt untergliedert. Der nördliche Abschnitt (nachfolgend Abschnitt Nord oder V19 Nord) wird vom Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) Amprion durchgeführt. Die Zuständigkeit für den südlichen Abschnitt (Abschnitt Süd oder V19 Süd) obliegt der Vorhabenträgerin TransnetBW GmbH (TransnetBW). Bei der geplanten Maßnahme handelt es sich um Neubesei- lung, Neubau und Ersatzneubau. Das Vorhaben Nr. 19, Abschnitt Süd (Weinheim – G380 – Alt- lußheim – Daxlanden) wird in drei Planfeststellungsabschnitte aufgeteilt:

- Abschnitt Süd-1 Philippsburg – Daxlanden,
- **Abschnitt Süd-2 Rheinau – Philippsburg,**
- Abschnitt Süd-3 Weinheim – Rheinau.

Gegenstand der vorliegenden Geräuschprognose ist der ca. 27 km langen **Abschnitt Süd-2** von Rheinau bis Philippsburg. Der Verlauf der verschiedenen Abschnitte des Vorhabens Nr. 19 kann der nachfolgenden Skizze entnommen werden sowie für den Abschnitt Süd-2 im Detail den Über- sichtsplänen im Anhang 1:



**Abb. 1:** Abschnittsbildung bei Vorhaben 19 (Quelle: Auftraggeber)

### 3.2 Maßnahmen und Betriebsbeschreibung

In der nachfolgenden Tabelle sind die geplanten Maßnahmen für das Vorhaben Nr. 19 im Abschnitt Süd-2 zusammengefasst. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird vorliegend auf die Darstellung der zahlreichen Folgemaßnahmen verzichtet, da diese nur 110-kV-Freileitungen betreffen, welche hinsichtlich der Geräuschemissionen nicht relevant sind (vgl. Erläuterungen in 5.1). Bei allen angeführten Stromkreisen handelt es sich um Wechselstromkreise.

**Tab. 1:** Übersicht geplante Maßnahmen im Trassenverlauf, ohne Folgemaßnahmen (Quelle: Auftraggeber)

LEITUNGSABSCHNITT		MAßNAHMEN
<b>RHEINAU - BRÜHL</b>		
Anlage 7100	Mast 164A - 159B	Neubau der Anlage 7100 von Mast 163B bis 159B mit zwei 380-kV Stromkreisen und Rückbau der Anlage 5100 Mast 164 bis 161. Keine bauliche Änderung an Mast 164A; neue Beseilung von Mast 164A über 163B bis 159B.
Anlage 7100	Mast 159B - 156B-01	Neubau der Anlage 7100 Mast 158B bis 156B-01 mit zwei 380-kV Stromkreisen in Bündelung mit der Autobahn sowie Rückbau der Bestandstrasse 5100 Mast 160 bis 156.
Anlage 7100	Mast 156B-01 - 153A	Ersatzneubau als Anlage 7100 mit zwei 380-kV Stromkreisen zwischen Mast 156B-01 bis 153A inkl. Rückbau der Bestandsanlage 5100 von Mast 156 bis 153.
<b>BRÜHL - SCHWETZINGEN</b>		
Anlage 7100	Mast 153A - 144A	Neubau der Anlage 7100 Mast 153A bis 144A mit zwei 380-kV Stromkreisen gebündelt mit der Autobahn sowie Rückbau der Bestandstrasse 5100 von Mast 153 bis 144.
<b>KETSCH (ÖSTLICH AUTOBAHN)</b>		
Anl. 7100	Mast 143A - 137A	Neubau der Anlage 7100 als Gemeinschaftsanlage mit zwei 380-kV-Stromkreisen und zwei 110-kV-Stromkreisen (in Bündelung mit der Autobahn) sowie Rückbau der Bestandstrasse 5100/143 bis 5100/137.
<b>KETSCH - HOCKENHEIM (UMGEHUNG GEWERBEGEBIET KETSCH SÜD)</b>		
Anl. 7100	Mast 137A – 127A	Neubau der Anlage 7100 als Gemeinschaftsanlage mit zwei 380-kV-Stromkreisen und zwei 110-kV-Stromkreisen sowie Rückbau der Bestandstrasse Anl. 5100/136 bis 5100/127.
<b>HOCKENHEIM - ALTLUßHEIM</b>		
Anl. 7100	Mast 127A -113A	Neubau der Anlage 7100 als Gemeinschaftsanlage mit zwei 380-kV-Stromkreisen und zwei 110-kV-Stromkreisen sowie Rückbau der Bestandstrasse Anl. 5100/127 bis 5100/113.
<b>EINFÜHRUNG UW ALTLUßHEIM</b>		
Anl. 7100	Mast 113A bis 380-kV Portal UW Altlußheim	Neubau von Mast 7100/113A und Mast 7100/112A, dann Einführung auf das nördliche 380-kV Portal des UW. Rückbau der Bestandstrasse Anl. 5100/113 bis 5100/112.
Anl. 7100	380-kV Portal UW Altlußheim - Mast 111A - 110A	Ab dem südlichen 380-kV Portal des UWs Ersatzneubau für zwei 380-kV Stromkreise Anl. 7100 Mast 111A und 110A inkl. Rückbau von Mast 5100/1111 und 5100/110.



#### ALTLUßHEIM – WAGBACHNIEDERUNG

Anl. 7100	Mast 109A - 100A	Neubau von Anlage 7100 als Gemeinschaftsanlage mit zwei 380-kV-Stromkreisen und zwei 110-kV-Stromkreisen sowie Rückbau der Bestandstrasse Anl. 5100/109A bis 5100/100.
-----------	------------------	--

#### WAGHÄUSEL UND OBERHAUSEN-RHEINHAUSEN

Anl. 7100	Mast 100A - 093A	Neubau der Anlage 7100 als Gemeinschaftsanlage mit zwei 380-kV-Stromkreisen und zwei 110-kV-Stromkreisen sowie Rückbau der Bestandstrasse Anl. 5100/100 bis 5100/093.
-----------	------------------	---

#### PHILIPPSBURG

Anl. 7100	Mast 093A - 091A	Neubau der Anlage 7100 als Gemeinschaftsanlage mit zwei 380-kV-Stromkreisen und zwei 110-kV-Stromkreisen sowie Rückbau der Bestandstrasse Anl. 5100/093 bis 5100/091.
Anl. 7100	Anl. 7100 Mast 091A - Anl. 0337 Mast 010A	Neubau Anlage 0337 Mast 010A, Rückbau Mast 0337/010 und Anbindung (neue Beseilung) von zwei 380-kV-Stromkreisen zwischen 0337/010A und 7100/091A.
Anl. 0337	Mast 010A - 008	Neubeseilung von vier 380-kV-Stromkreisen und Rückbau der beiden bestehenden 380-kV-Stromkreise.
Anl. 0337	Mast 008 - 002B	Leiterseilaufgabe (Zubeseilung) von zwei 380-kV-Stromkreisen auf bestehendes Gestänge.
Anl. 0337	Mast 002B - Anl. 7520 Mast 002A	Neue Beseilung (Zubeseilung) mit zwei 380-kV-Stromkreisen.

In den Bereichen, in denen ein Ersatzneubau geplant ist, werden Bündelleiter, bestehend aus vier Teilleitern verwendet (Viererbündel), nämlich Stahl-Aluminium-Verbundseile vom Typ 562-AL1/49-ST1A, d. h. einer Querschnittsfläche von rund 562 mm<sup>2</sup> Aluminium zu 49 mm<sup>2</sup> Stahl und einem Leiterdurchmesser von 32,2 mm. Die einzelnen Teilleiter eines Viererbündels werden in einem gegenseitigen Abstand von 400 mm angebracht. Der Abstand wird durch den Einbau von Bündelabstandshaltern gewährleistet.

Im Bereich der Zubeseilung der Anlage 0337 ist es notwendig, hochtemperaturbeständige Seile (maximale Betriebstemperatur 100 °C) zu verwenden, wobei diese aus statischen Gründen nicht als Vierer- sondern als Dreierbündel mit dem Seiltyp 562-AT1/49-A20SA geplant sind.

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 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:

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

### 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.

Der Umgang mit der in § 49 Abs. 2b des EnWG genannten Zusatzregelung wird in Abschnitt 5.2 und 5.3 näher erläutert.

### 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. Verkehrsgerausche 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 bewegendem Ionen ein Brummen 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. Des Weiteren sind die Oberflächeneigenschaften der Leiterseile maßgeblich. Durch Störstellen auf der Leiterseiloberfläche kommt es zu lokal überhöhten Randfeldstärken, wodurch die für das Auftreten von Korona-Entladungen relevante Einsatzrandfeldstärke in der Regel überhaupt erst erreicht bzw. überschritten wird. Bei AC-Systemen stellen Wassertropfen z.B. durch Regen oder Schnee etc. die maßgeblichen Störstellen als Ursache für Koronageräusche dar. Bei DC-Systemen sind neben Wassertropfen zudem Partikel als maßgebliche Störstellen zu nennen, die sich bei niederschlagsfreiem Wetter an den Leiterseilen anhaften können.

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 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 Hoch- und Mittelspannungsleitungen 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  $\geq 220$  kV bzw. für die gesamte Leiteranordnung zu berücksichtigen.

## 5.2 Anwendung EnWG und TA Lärm – Diskussionspunkte und Ermessensfragen

Mit dem Gesetz zur Änderung des Energiewirtschaftsrechts im Zusammenhang mit dem Klimaschutz-Sofortprogramm und zu Anpassungen im Recht der Endkundenbelieferung vom 19. Juli 2022 wurde das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) geändert. Die Neuregelung unter § 49 Abs. 2b des EnWG behandelt maßgeblich den Umgang mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen von Höchstspannungsnetzen und modifiziert dabei die Anwendung des BImSchG und der TA Lärm, welche bisher den alleinigen Bewertungsmaßstab bei der Frage darstellte, ob Anlagengeräusche zu schädlichen Umwelteinwirkungen führen oder nicht.

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.“

Durch die Zusatzregelung des EnWG ergeben sich verschiedene Fragestellungen hinsichtlich der anzuwendenden Prüfkriterien nach TA Lärm. Im Folgenden werden diese Fragestellungen näher diskutiert, um daraus eine Vorgehensweise zur sachgerechten Beurteilung der Geräuschimmissionen durch das Planvorhaben ableiten zu können.

### 5.2.1 Beurteilungsrelevante Betriebszustände

Für die Geräuschbelastung durch Hochspannungsfreileitungen sind aufgrund der gesetzlich festgelegten Zusatzregeln in § 49 Abs. 2b des EnWG in Verbindung mit der in obigem Abschnitt 5.1 beschriebenen Problematik und Komplexität grundsätzlich verschiedene Betriebs- bzw. Emissionszustände zu beschreiben und zu diskutieren. Hierbei ist nunmehr zwischen nicht witterungsbedingten Geräuschen und witterungsbedingten Geräuschen zu unterscheiden.

#### 5.2.1.1 Nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Die im EnWG gewählte Formulierung der „witterungsbedingten Anlagengeräusche“ und folglich demgegenüber der nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche enthält einen auslegungsbedürftigen unbestimmten Rechtsbegriff. In der Praxis sind Freileitungen nie frei von jeglichen Witterungsbedingungen, da hierzu ebenfalls Luftdruck oder Temperatur etc. zählen. Daher ist diese Kategorisierung in witterungsbedingte und nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche aus hieriger Sicht hinsichtlich der für Koronageräusche maßgeblichen Witterungsparameter zu interpretieren. Da vor allem das Vorhandensein von Wassertropfen als Störstellen am Leiterseil einen

maßgeblichen Einfluss auf die Höhe von Koronaemissionen hat, sind folglich als witterungsbedingte Emissionen jene zu verstehen, die durch eine Benetzung der Leiterseile mit Wasser verursacht werden können. Hierzu zählen z.B. Regen- oder Schneeniederschlag, Nebel, Raureif, hohe Luftfeuchtigkeit etc. Somit wäre der Begriff der nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche praxisbezogen auf einen Zustand mit niederschlagsfreiem und trockenem Wetter mit vergleichsweise geringer Luftfeuchtigkeit anzuwenden.

Dem EnWG (§ 49 Abs. 2b) folgend sind für die Beurteilung dieses Zustandes mit den hierbei einhergehenden zu erwartenden Geräuschemissionen – als dauerhaft anliegender Grundpegel – im Ausgangspunkt die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm heranzuziehen (vgl. Abschnitt 5.2.2 „Richtwerte und Zumutbarkeitsprüfung“). Dieser Zustand mit Geräuschemissionen, welche nicht durch Wetterschwankungen hervorgerufen werden, stellt den zeitlich vorherrschenden Betriebszustand dar und wird im Folgenden als „Regelzustand“ bezeichnet. Ausgenommen sind hierbei vereinzelt und lokal möglicherweise vorliegende Verunreinigungen der Leiterseile (Störstellen), z.B. durch Getreidestaub o.ä., welche zu Koronaemissionen führen können. Solche Ereignisse sind zwar witterungsunabhängig, treten i.d.R. allerdings nur lokal und selten auf, weshalb diese nicht unter den Begriff des Regelzustandes gefasst werden können.

#### 5.2.1.2 Witterungsbedingte Anlagengeräusche

Witterungsbedingte Anlagengeräusche umfassen alle Geräusche, die durch Wetterschwankungen hervorgerufen werden, wobei sich dies hier v.a. auf Niederschläge, hohe Luftfeuchtigkeiten etc. bezieht (s.o.). Vorliegend wird dieser Zustand als „Sonderzustand“ bezeichnet, da das Auftreten der Geräuschemissionen bei Niederschlag keiner betrieblichen Steuerung unterliegt, sondern abhängig von äußeren Umständen ist. Der Betreiber hat also keine Möglichkeit hierauf betrieblich in Form einer organisatorischen Maßnahme o.ä. steuernd Einfluss zu nehmen, da witterungsbedingte Anlagengeräusche willkürlich nach dem Zufall des Auftretens von bestimmten Wetterlagen erfolgen. Für einen solchen Fall der Witterungsabhängigkeit gibt es in der TA Lärm keine Regelungen. Mit der Festlegung in § 49 Abs. 2b des EnWG, dass witterungsbedingte Emissionen als seltene Ereignisse gemäß 7.2 in Verbindung mit 6.3 der TA Lärm anzusehen sind, wird nun eine Vorgabe zur Handhabung dieses Sonderzustandes getroffen.

Bei Zuständen mit Nebel oder hoher Luftfeuchtigkeit werden v.a. bei Wechselstrom-Leitungen i.d.R. deutlich geringere Koronageräusche hervorgerufen als z.B. bei Regenniederschlag, weshalb sich im vorliegenden Gutachten v.a. auf Niederschlagsereignisse bezogen wird, die in der Lage sind, erhöhte Koronaemissionen hervorzurufen. Der Sonderzustand für Betriebszustände mit Niederschlag hat zeitlich einen deutlich geringeren Anteil im Jahresmittel, jedoch werden hierbei größere Emissionen als in der niederschlagsfreien Zeit hervorgerufen. Auf Basis von semiempirischen Berechnungsformeln nach EPRI (Electric Power Research Institute) können für verschiedene Leiterseilkonstellationen in Abhängigkeit von der Niederschlagsintensität und elektrischen Randfeldstärken die längenbezogenen Schallleistungspegel je Phase eines Stromkreises berechnet werden. Es stellt sich hierbei die Frage nach der zu untersuchenden Niederschlagsrate für einen maßgeblichen Emissionsansatz (vgl. Abschnitt 5.2.4 „Maßgeblicher Betriebszustand bei witterungsbedingten Anlagengeräuschen“).

### 5.2.2 Richtwerte und Zumutbarkeitsprüfung

Aufgrund der unterschiedlichen zu untersuchenden Emissionsansätze für nicht witterungsbedingte bzw. witterungsbedingten Anlagengeräusche sind für die Beurteilung der jeweiligen Geräuschbelastung unterschiedliche Immissionsrichtwerte heranzuziehen.

#### 5.2.2.1 Nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Für nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche sind die regulären Richtwerte in Abhängigkeit der Schutzbedürftigkeit des jeweiligen Gebietes nach Nr. 6.1 in Verbindung mit Nr. 6.7 für Gemengelagen zugrunde zu legen. Da dieser Regelzustand für die vorliegend zu beurteilende Höchstspannungsfreileitung im AC-Betrieb keine akustisch relevanten Korona-Aktivitäten verursacht, wird hier von einer detaillierten Untersuchung und somit der detaillierten Darstellung von zugrunde zu legenden Immissionsrichtwerten abgesehen (vgl. Abschnitt 8.2 „Emissionsansatz – nicht witterungsbedingte Emissionen“).

#### 5.2.2.2 Witterungsbedingte Anlagengeräusche

Für witterungsbedingte Anlagengeräusche gelten 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.

Die Gesetzesänderung des EnWG wurde zum Zweck der Beschleunigung des Netzausbaus und der Vereinfachung in den Planungs- und Genehmigungsverfahren umgesetzt. Vor diesem Hintergrund ist es daher fraglich, ob eine einzelfallbezogene Zumutbarkeitsprüfung bzgl. witterungsbedingten Anlagengeräuschen zur Beschleunigung oder Vereinfachung von Verfahren führt. Dies insbesondere hinsichtlich der räumlichen Ausdehnung von Höchstspannungsanlagen in Verbindung mit der vorliegend zu berücksichtigenden Vielzahl an Abwägungskriterien. Die Begründung zu § 49 Abs. 2b des EnWG steht nach hiesigem Verständnis einer regelmäßigen einzelfallbezogenen Zumutbarkeitsprüfung entgegen, da hier auf die Immissionsrichtwerte von seltenen Ereignissen als zugrunde zu legende Richtwerte abgestellt wird und demgegenüber die Richtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm keine Gültigkeit mehr haben: *„Die Änderung im neuen § 49 Absatz 2b führt dazu, dass witterungsbedingte Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen [...] als seltenes Ereignis im Sinne des TA Lärm gelten. Als Konsequenz gelten die höheren Grenzwerte<sup>1</sup> der Nummer 6.3 der TA Lärm. Die bislang für Anlagen geltenden Grenzwerte<sup>1</sup> nach Nummer 6.1 der TA Lärm müssen durch die Änderungen für Höchstspannungsnetze entsprechend nicht mehr eingehalten werden.“* (BT-Drs. 20/2402, S. 46 unten).

Aus der Neuregelung in § 49 Abs. 2b EnWG geht somit nicht eindeutig hervor, ob die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.3 der TA Lärm als oberer Anhaltspunkt für die Abwägung der Zumutbarkeit der Geräuschbelastung im Einzelfall anzusehen sind oder aber als maßgebliche Richtwerte

---

<sup>1</sup> Hinweis: Da in der TA Lärm keine Grenzwerte sondern Richtwerte festgelegt sind, können hiermit nur die Richtwerte gemeint sein.



heranzuziehen sind, welche regelmäßig durch witterungsbedingte Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen ausgeschöpft werden dürfen.

Ob eine generelle einzelfallbezogene Zumutbarkeitsprüfung letztlich dem Willen des Gesetzgebers entspricht oder ob eine Zumutbarkeitsprüfung entfallen kann oder beispielsweise nur auf atypische Fälle zu beschränken ist, geht aus der Neuregelung des EnWG nicht eindeutig hervor. Aufgrund der Ermangelung einer eindeutigen Regelung hierzu wird im Hinblick auf die Prüfkriterien der TA Lärm eine solche Prüfung zumindest nicht ausgeschlossen und daher im vorliegenden Gutachten berücksichtigt (vgl. Abschnitt 5.3 „Vorgehensweise“).

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 Zwischenwerts (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.).

### 5.2.3 Berücksichtigung der Vorbelastung

Nach Nr. 4.2 c) der TA Lärm ist „eine Berücksichtigung der Vorbelastung [...] nur erforderlich, wenn aufgrund konkreter Anhaltspunkte absehbar ist, dass die zu beurteilende Anlage im Falle ihrer Inbetriebnahme relevant im Sinne von Nummer 3.2.1 Abs. 2 zu einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 beitragen wird [...]“. Relevant heißt hier, dass die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte um weniger als 6 dB(A) unterschreitet.

Sind im Regelzustand mit nicht witterungsbedingten Anlagengeräuschen relevante Geräuschimmissionen gemäß TA Lärm zu erwarten, ist für diesen Betriebszustand die Vorbelastung durch Anlagen, die in den Anwendungsbereich der TA Lärm fallen, zu untersuchen.

Für den Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen gelten die Anforderungen für seltene Ereignisse nach TA Lärm. Für diesen Fall werden hinsichtlich der Berücksichtigung der Vorbelastung keine konkreten Regelungen vorgegeben. Da die TA Lärm grundsätzlich einen Akzeptorbezug vorsieht, ist aus gutachterlicher Sicht auch bei seltenen Ereignissen auf die Gesamtgeräuschbelastung abzustellen, weshalb die Berücksichtigung der Vorbelastung bei Vorliegen bestimmter Gegebenheiten somit mit einzubeziehen ist.

So dürfen gemäß § 49 Abs. 2b des EnWG die in Nummer 6.3 der TA Lärm genannten Richtwerte nicht überschritten werden. Dies ist beim Vorliegen weiterer Freileitungstrassen im Umfeld des Planvorhabens zu prüfen, sofern diese aufgrund ihrer technischen Auslegung dazu geeignet sind, relevante Geräuschvorbelastungen im Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen hervorzurufen. Da die Emissionen von verschiedenen Freileitungen i. d. R. eine vergleichbare Frequenzcharakteristik aufweisen und zeitgleich auftreten, erscheint es sinnvoll, im Rahmen einer möglichen Zumutbarkeitsprüfung von witterungsbedingten Anlagengeräuschen deren Gesamtbelastung zu beurteilen. Hierbei werden Geräuschvorbelastungen durch Freileitungen im Sonderzustand mit Niederschlag nur dann berücksichtigt, sofern die Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm in Verbindung mit 6.7 der TA Lärm<sup>2</sup> um weniger als 6 dB unterschreitet. Andernfalls sind keine Überschreitungen der Richtwerte nach Nr. 6.1 (ggf. in Verbindung mit 6.7 der TA Lärm) aufgrund der Zusatzbelastung zu erwarten, wodurch sich eine Zumutbarkeitsprüfung auch ohne Untersuchungen zur Vorbelastung erübrigen würde (vgl. Abschnitt 5.2.2.2 zur Zumutbarkeitsprüfung).

Andere Anlagen als Freileitungen, welche unter den Anwendungsbereich der TA Lärm fallen und geeignet sind, Geräuschvorbelastungen hervorzurufen, unterliegen den einzuhaltenden Vorgaben bzgl. der Geräuschemissionen und -immissionen. Die Vorgaben nach TA Lärm beziehen sich auf den Regelbetrieb, weshalb für eine Vorbelastung i.d.R. die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm heranzuziehen sind. Die durch die Vorbelastung einzuhaltenden Richtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm liegen, insbesondere in Wohn- und Mischgebieten, mindestens 10 dB(A) unterhalb der Richtwerte für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm. Ein relevanter Beitrag,

---

<sup>2</sup> Vgl. BVerwG 4 A 5.17, Urteil vom 14. März 2018, Rn. 63 zur Anwendung der Irrelevanzschwelle in Bezug auf die erhöhten Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.7 der TA Lärm

welcher zu einer Erhöhung der Gesamtbelastung über die in Nummer 6.3 der TA Lärm genannten Richtwerte führen könnte, ist somit, mit Ausnahme von Gewerbegebieten, nicht zu erwarten.

Weiterhin wird in § 49 Abs. 2b des EnWG Nummer 7.2 Absatz 2 Satz 3 der TA Lärm explizit von der Anwendung ausgeschlossen. Dieser Satz bezieht sich auf das Zusammenwirken mehrerer Anlagen im Rahmen von seltenen Ereignissen. Nach hiesiger Einschätzung soll die Zumutbarkeit von witterungsbedingten Anlagengeräuschen von Höchstspannungsnetzen daher nicht durch das Einwirken weiterer Anlagen eingeschränkt werden, insofern die Richtwerte nach Nr. 6.3 der TA Lärm nicht überschritten werden.

Somit ist bezogen auf den Sonderzustand des Planvorhabens von der Berücksichtigung einer möglicherweise vorhandenen Vorbelastung durch andere Anlagen als Freileitungen in der Regel abzusehen. Eine Ausnahme bilden hierbei Immissionsorte in Gewerbegebieten, da sich in diesen Gebieten die Richtwerte nach Nr. 6.1 und Nr. 6.3 der TA Lärm um nur 5 dB unterscheiden und bei einer möglichen Richtwertausschöpfung durch die Vorbelastung eine Überschreitung der Richtwerte nach Nr. 6.3 nicht mehr ausgeschlossen werden kann.

#### 5.2.4 Maßgeblicher Betriebszustand bei witterungsbedingten Anlagengeräuschen

§ 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. Vorliegend könnte hierfür der Maximalfall mit Betriebszuständen bei extremen Starkregenereignissen zugrunde gelegt werden, da hier die höchsten Koronaemissionen zu erwarten sind. Unabhängig davon, dass das Auftreten dieser Betriebszustände aufgrund der Witterungsabhängigkeit durch den Anlagenbetreiber nicht steuerbar ist, gehen diese selten auftretenden Extremwittersituationen jedoch mit erhöhten verdeckenden Nebengeräuschen einher (Wind-, Regengeräusche, Gewitter etc.). Zudem dauern diese Ereignisse tendenziell nur kurze Zeit an, was durch eine Zeitkorrektur über die Beurteilungszeit zu verminderten Beurteilungspegeln führt. Aufgrund der dominanten und die Anlagengeräusche verdeckenden Fremdgeräusche in Verbindung mit der kurzen Zeitdauer sind zusätzliche schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage bei extremen Starkregenereignissen daher nicht zu erwarten, weshalb dieser Maximalfall für eine sachgerechte Beurteilung der Geräuschbelastung nicht herangezogen werden kann.

Ein noch sinnvoll zu beurteilender Maximalansatz kann sich daher nicht auf Extremwetterereignisse beziehen, sehr wohl jedoch auf witterungsbedingte Betriebszustände, welche geeignet sind, erhöhte Geräuschemissionen hervorzurufen, welche zudem auch mangels Fremdgeräuschüberdeckung wahrnehmbar sein können. Diese können vorliegen bei z.B. erhöhten Niederschlagsraten (ohne Extremwittersituationen), bei starkem Schneefall oder durch möglicherweise vereinzelt auftretende Besonderheiten. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Gegebenheiten und Randbedingungen, welche u.a. im Hinblick auf Fremdgeräuschverdeckung bzw. des Auftretens schädlicher Umwelteinwirkungen einen noch sinnvoll zu beurteilenden Maximalansatz beschreiben, die Ausnahme darstellen und nur vereinzelt auftreten.

Ob mit den Vorgaben des § 49 Abs. 2b des EnWG die vorliegend beschriebenen Maximalfälle als beurteilungsrelevant anzusehen sind, kann diskutiert werden. Aus gutachterlicher Sicht kann ein solcher Ansatz zumindest nicht als maßgeblicher Betriebszustand für eine sachgerechte Beurteilung der Anlagengeräusche herangezogen werden, da es sich nach bisherigem Kenntnisstand um besondere Fälle handelt, welche in Langzeituntersuchungen durch den TÜV Hessen nur an einzelnen wenigen Untersuchungsstandorten auftraten und Prognosemodelle hierzu in

der einschlägigen Literatur kaum oder gar nicht beschrieben werden. Auch im Hinblick auf eine Zumutbarkeitsprüfung ist es fraglich, ob diese Fälle als beurteilungsrelevantes bzw. maßgebliches Szenario zugrunde gelegt werden können, da aufgrund des vereinzelten Auftretens dieser Maximalfälle auch eine höhere Zumutbarkeit zugesprochen werden kann. Zudem können die beschriebenen Maximalfälle nicht allgemeingültig für Hochspannungsfreileitungen als „voraussehbare Besonderheiten“ eingestuft werden. Der Umstand, dass es sich um „voraussehbare Besonderheiten“ handeln muss, ist jedoch gemäß Nr. 7.2 der TA Lärm als Voraussetzung für seltene Ereignisse angeführt.

Dem gegenüber können durchaus häufiger auftretende Witterungsbedingungen mit leichten bis mittleren Niederschlagsraten, bei welchen es zu witterungsbedingten Geräuschemissionen kommen kann, als „voraussehbare Besonderheiten“ eingestuft werden. Für eine sachgerechte Beurteilung der Geräuschbelastung nach TA Lärm wird daher vorliegend auf den Betriebszustand bei einer jährlich häufiger zu erwartenden Niederschlagsrate von  $\leq 3,5$  mm/h eingegangen.

Die Betriebssituation Niederschlag (mit einer Intensität von bis zu 3,5 mm/h) deckt für Deutschland hinsichtlich der Höhe der Geräuschemissionen der Hochspannungs-Wechselstrom-Freileitungen mindestens 99,5 % der Nachtstunden mit jeglichen Witterungsbedingungen ab. Die Betriebssituation mit Niederschlag stellt weiterhin einen besonderen Fall dar, da die Koronageräusche nachweislich (mit Ausnahme des Schneefalls) praktisch immer an ein gleichzeitiges Regenfremdgeräusch gekoppelt auftreten. Das Regenfremdgeräusch weist mit Ausnahme der auftretenden tonalen Komponenten (100 Hz und höhere Harmonische) ein mit dem Koronageräusch nahezu identisches Spektrum auf und hat dadurch mit Zunahme der Entfernung von der Anlage schnell eine maskierende bzw. sogar verdeckende Wirkung. Bei Niederschlagsereignissen mit 3,5 mm/h liegen die Regenfremdgeräusche als umgebungsabhängige Hintergrundsummenpegel  $L_{pAF95}$  bei einer Ortsrandlage bereits bei ca. 46 dB (siehe Anhang 5).

Höhere Niederschlagsmengen ( $> 3,5$  mm/h) treten durchschnittlich in Deutschland in weniger als 0,5 % der Nachtstunden auf und können anhand der Häufigkeit des Auftretens aus hiesiger Sicht nicht als maßgeblicher Zustand betrachtet werden (siehe oben). Die Aussage bzgl. der Häufigkeit der Niederschlagsintensitäten wurde anhand von Wetterstatistiken geprüft und verifiziert (siehe Lärmbekämpfung 18 (2023) Nr. 5 – „Beurteilung witterungsbedingter Koronageräusche von Höchstspannungsfreileitungen im Zusammenhang mit der Änderung des EnWG 2022“). An dieser Stelle sei zudem darauf hingewiesen, dass bei einer um 1,0 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. Tabelle A.3.1 in Anhang 3), wohingegen die Regenfremdgeräusche  $L_{pAF95}$  bei einer Ortsrandlage bereits um ca. 1,5 dB ansteigen (vgl. Anhang 5) und somit die Verdeckungswahrscheinlichkeit erhöht wird.

Unabhängig von der gewählten maßgeblichen Niederschlagsrate ist zu berücksichtigen, dass ein messtechnischer Nachweis von rechnerisch ermittelten Immissionspegeln entsprechend den Vorgaben der DIN 45645-1 Kapitel 6.4 bei stärkerem Regen, Schneefall sowie größeren Windgeschwindigkeiten nicht mehr normgerecht möglich ist. Mit zunehmender Regenintensität ist dies zudem aufgrund von Fremdgeräuschüberdeckungen des zu untersuchenden Anlagengeräuschs auch generell messtechnisch nicht mehr möglich. Die gewählte Niederschlagsintensität von 3,5 mm/h erscheint somit hinsichtlich der Niederschlagsverteilung innerhalb Deutschlands für den Großteil der Flächen als sachgerechte und pragmatische Konvention für einen maßgeblichen Betriebszustand, welcher hinsichtlich einer Zumutbarkeitsprüfung näher untersucht werden sollte.

### 5.3 Vorgehensweise

Anhand der aufgezeigten Parameter und Fragestellungen, die bei der Beurteilung der Geräuschbelastung durch das Planvorhaben zu beachten sind, wird die im Folgenden dargestellte Vorgehensweise abgeleitet. Diese stellt nach Einschätzung des Sachverständigen hinsichtlich der Komplexität des Sachverhaltes und der offenen Anwendungsfragen, welche sich aktuell noch aus TA Lärm und EnWG ergeben, eine sachgerechte Prüfung zur Beurteilung der Geräuschbelastung durch Koronageräusche dar. Mit dem vorliegenden Vorgehen werden aus hiesiger Sicht alle prüf-relevanten Kriterien behandelt, die es der Genehmigungsbehörde ermöglicht, eine abschließende Bewertung der Geräuschbelastung vorzunehmen.

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 Niederschlagsgeschehen 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. Es 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 (vgl. Abschnitt 5.2.1.1 und 5.2.2.1).

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 Abschnitt 8.2).

#### 5.3.2 Witterungsbedingte Anlagengeräusche

Das Auftreten von witterungsbedingten Anlagengeräuschen unterliegt keiner betrieblichen Steuerung, sondern ist abhängig von äußeren Umständen und nachweislich für die überwiegenden Witterungssituationen an Regenfremdgeräusche gekoppelt (Sonderzustand). Anhand der in Abschnitt 5.2.4 beschriebenen Aspekte, wird ein Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag vorliegend als sinnvoller Zustand für eine sachgerechte Beurteilung von witterungsbedingten Geräuschemissionen gemäß TA Lärm angesehen und dementsprechend als maßgeblicher Betriebszustand untersucht, welcher ebenfalls hinsichtlich einer Zumutbarkeitsprüfung näher betrachtet werden sollte. Höhere Niederschlagsintensitäten stellen aufgrund der Randbedingungen und Seltenheit des Auftretens aus gutachterlicher Sicht nicht den beurteilungsrelevanten bzw. maßgeblichen Betriebszustand dar. Aus gutachterlicher Sicht ist für solche Niederschlagsereignisse zudem eine höhere Zumutbarkeit im Vergleich zu den Beurteilungspegeln bei Niederschlagsintensitäten von 3,5 mm/h gegeben (selteneres Auftreten, höhere Verdeckungswahrscheinlichkeit durch Fremdgeräusche).



Eine Ausweitung der Zumutbarkeitsprüfungen auf verschiedene Niederschlagsintensitäten würde daher nach gutachterlicher Einschätzung zu keinem anderen Prüfungsergebnis gelangen, weshalb sich hinsichtlich der Aspekte der Zumutbarkeitsprüfung vorliegend auf die hergeleitete Intensität von 3,5 mm/h beschränkt wird. Vereinzelt auftretende höhere Beurteilungspegel aufgrund höherer Regenintensitäten werden aufgrund der grundsätzlich höheren Zumutbarkeit bei einer positiven Zumutbarkeitsprüfung für die Beurteilungspegel bei 3,5 mm/h in der Regel als ebenfalls zumutbar erachtet, insofern die Richtwerte nach Nr. 6.3 der TA Lärm nicht überschritten werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich sowohl bei den Emissionsansätzen für 3,5 mm/h als auch bei höheren Regenintensitäten um identische anlagenseitige Betriebszustände handelt und die höheren Emissionen lediglich durch vom Betreiber nicht steuerbare äußere Umstände auftreten. Unterschiedliche Prüfungsergebnisse hinsichtlich der Frage, ob die Beurteilungspegel in beiden Zuständen zumutbar sind, erscheinen daher ebenfalls nicht als sachgerecht, da der Betreiber keine witterungsabhängigen Maßnahmen treffen kann und theoretisch mögliche Maßnahmen den Betreiber bei allen Witterungszuständen betreffen würden. Maßnahmen, welche somit ausschließlich aufgrund der Berechnungsergebnisse für vereinzelte Niederschlagsereignisse getroffen werden, würden den Anlagenbetreiber für den überwiegenden Teil der Betriebszeiten mit Ausnahme weniger einzelner Stunden pro Jahr unverhältnismäßig stark beeinträchtigen.

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.

Im Hinblick auf eine möglicherweise durchzuführende Zumutbarkeitsprüfung im Rahmen von Nr. 7.2 der TA Lärm wird aus der Vielzahl an untersuchten potenziellen Immissionsorten eine Auswahl der maßgeblichen Immissionsorte getroffen (siehe Abschnitt 6), anhand derer eine Zumutbarkeitsprüfung unter Berücksichtigung der in Abschnitt 11 genannten Kriterien repräsentativ möglich ist.

## **6 Immissionsorte und Schutzbedürftigkeiten**

### **6.1 Maßgebliche Immissionsorte aus Voruntersuchungen**

Die zu erwartenden Geräuschemissionen und -immissionen ausgehend von dem Planvorhaben V19 Süd wurden durch den TÜV Hessen bereits im Rahmen der Bundesfachplanung in Voruntersuchungen geprüft (TÜV Hessen Gutachten Nr. T 1742 vom 02.12.2020 sowie T 1742-1 vom 27.05.2021). Hierbei wurden auch die für dieses Vorhaben maßgeblichen Immissionsorte festgelegt. Da sich im Vergleich zu den im Rahmen der Bundesfachplanung vorliegenden und untersuchten Trassenverläufen nur geringfügige Änderungen zum aktuell geplanten Trassenverlauf ergeben haben, können die maßgeblichen Immissionsorte sowie die Einschätzungen hinsichtlich der Gebietseinstufungen und den daraus resultierenden Richtwerten für das vorliegende Planfeststellungsverfahren größtenteils analog aus den o.g. Gutachten übernommen werden. Hierbei handelt es sich um gutachterliche Einschätzungen, welche im Rahmen der Festlegung des Untersuchungsumfangs im Planfeststellungsverfahren durch die Genehmigungsbehörde geprüft werden.

Auf Basis einer erneuten Überprüfung der maßgeblichen Immissionsorte in dem untersuchten Abschnitt ergibt sich vorliegend eine Streichung (IO9 aus Gutachten Nr. T 1742 – vormals als MI eingestuft, gem. rechtskräftigem B-Plan aber als GE einzustufen) und eine Ergänzung (IO1, vgl. Tab. 2) der als maßgeblich einzustufenden Immissionsorte. Die Untersuchungsergebnisse für den nicht mehr als maßgeblich eingestuften Immissionsort werden informativ im Anhang 6 dargestellt.

### **6.2 Vorliegend untersuchte maßgebliche Immissionsorte**

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 Rahmen einer sowohl pragmatischen als auch sachlich begründeten Vorgehensweise für die Beurteilung der Geräuschbelastung durch das Planvorhaben und insbesondere im Hinblick auf eine Zumutbarkeitsprüfung nach Nr. 7.2 der TA Lärm wurde eine Auswahl an maßgeblichen Immissionsorten getroffen, anhand derer nach gutachterlicher Einschätzung eine repräsentative Zumutbarkeitsprüfung unter Berücksichtigung der hierzu in Abschnitt 11 genannten Prüfkriterien möglich ist. 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 bzw. eine zumutbare Geräuschbelastung hervorgerufen wird, gilt dies – basierend auf den in Abschnitt 11 genannten Prüfkriterien – somit auch für alle anderen potenziell maßgeblichen Immissionsorte.

Die maßgeblichen Immissionsorte sind in Tab. 2 dargestellt. Deren genaue Lage kann den Lageplänen in Anhang 2 entnommen werden.

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). Die in Tab. 2 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. Insofern ein offensichtlich geminderter Schutzanspruch, z.B. aufgrund der Lage der Gebäude in erster Reihe zum Außenbereich nach § 35 Abs. 1 BauGB oder aufgrund einer Gemengelage (z.B. aufgrund der bestehenden Freileitungen) bereits in früheren Voruntersuchungen diskutiert und berücksichtigt wurde, werden diese erhöhten Richtwerte nachfolgend ebenfalls berücksichtigt. Im Hinblick auf eine Zumutbarkeitsprüfung werden diese Aspekte zudem in Abschnitt 11 näher diskutiert. Nähere Erläuterungen zur Schutzbedürftigkeit und zu den zugrunde gelegten Richtwerten sind ausführlich in Abschnitt 5.2.2.2 dargestellt.

Die in Tab. 2 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 jedoch den zuständigen Behörden.



**Tab. 2:** Maßgebliche Immissionsorte im Einwirkungsbereich des Planvorhabens

IO-Nr.	Adresse, Fenster	Mastbereich Anlage/Mast	horizontaler Abstand zur Trassen- achse	Gebietsausweisung nach B-Plan bzw. tatsächli- cher Nutzung	IRW für Regelzustand <sup>3</sup> Tag / Nacht [dB(A)]
IO1	Altlußheimer Str. 59-61, 68809 Neulußheim, Senioren-Zentrum, WNW-Fassade, 3.OG	7100/112A	ca. 165 m	Analog Pflegeanstalten	45 / 35 <sup>4</sup>
IO2	Tullastraße 102, 68809 Neu- lußheim, Whs., WNW-Fassade, 1.OG	7100/110A	ca. 75 m	WA (B-Plan)	55 / 40 <sup>3</sup>
IO3	Am Erlengewann 1, 68794 Oberhausen-Rheinhausen, Whs., O-Fassade, 1. OG	7100/99A	ca. 45 m	kein B-Plan; analog WA (tatsächliche Nutzung)	55 / 40 <sup>3</sup>
IO4	Am Altrhein 1, 76661 Philippsburg, Whs, NO-Fassade, 1.OG	0337/004	ca. 285 m	WA (B-Plan)	55 / 40 <sup>3</sup>
IO5	Rheinschanzen-Mittelhof, 76661 Philippsburg, Whs., S-Fassade, 2.OG	0337/004	ca. 95 m	kein B-Plan; Außenbereich, analog MI	60 / 45

Für die Bereiche mit einem Neubau oder Ersatzneubau der Anlage 7100 repräsentieren IO1 bis IO3 die am stärksten belasteten Immissionsorte mit einer Schutzbedürftigkeit analog zu einem Allgemeinen Wohngebiet oder im Falle von IO1 einer Pflegeanstalt (Richtwerte nachts analog zu einem WR). Immissionsorte mit einer Schutzwürdigkeit analog zu einem MI oder GE weisen im Bereich des Neubaus / Ersatzneubaus jeweils vergleichbare oder höhere Abstände zu den Leiterseilen auf als IO1 bis IO3. Aufgrund des höheren Schutzanspruchs von IO1 bis IO3 gegenüber einem MI oder GE erübrigen sich daher nähere Untersuchungen für Aufpunkte in einem MI oder GE.

Für die Bereiche mit Zubeseilungen der bestehenden Anlage 0337 repräsentieren IO4 und IO5 die am stärksten belasteten Immissionsorte in einem Allgemeinen Wohngebiet (IO4) bzw. im Außenbereich (IO5).

Die Beurteilungsgrundlagen hinsichtlich der Schutzbedürftigkeiten (B-Pläne, FNP, Auskunft der Behörden) sind für die jeweiligen maßgeblichen Immissionsorte sowie die weiteren im Vorfeld untersuchten potentiell maßgeblichen Immissionsort im Anhang 6 aufgelistet.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> Ohne Berücksichtigung eines möglichen geminderten Schutzanspruchs, 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.

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  $C_{\text{met}}$  heranzuziehen ist. Im Sinne eines konservativen Ansatzes wird  $C_0 = 0$  gewählt. Somit wird vorliegend 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  $L_{\text{Aeq}}$  gem. TA Lärm abzüglich der meteorologischen Korrektur  $C_{\text{met}}$  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 Spannungsfeldabschnitt wurden hierfür in digitaler Form über einen QSI-Export aus der Software Winfield durch die LTB Leitungsbau 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](http://www.lgl-bw.de)). Die Lage und Höhe der Fenster wurde anhand von 3D-Luftbildern (Google Earth), frei zugänglichen Fotos („Street View“-Ansichten) oder über Ortstermine ermittelt.

## **8 Emissionsdaten und -ansätze**

Die Emissionen von Höchstspannungsleitungen wurden in diversen Gutachten und Studien bereits untersucht, weisen jedoch aufgrund der vielen Einflussgrößen und der hohen Schwankungsbreite unterschiedliche Emissionsdaten auf, wodurch die Prognose der Geräuschbelastung von Freileitungen erschwert wird. Zudem sind die Emissionen von Koronageräuschen witterungsabhängig. So werden bei AC-Leitungen die höchsten Emissionspegel bei Witterungsbedingungen mit Niederschlag erreicht, während die Geräuschemissionen im Betriebszustand ohne Niederschlag deutlich geringere Pegel aufweisen (vgl. Abschnitt 5.1 „Entstehung von Koronageräuschen“). Basierend auf § 49 Abs 2b des EnWG wird daher zwischen nicht witterungsbedingten und witterungsbedingten Geräuschemissionen unterschieden.

### **8.1 Emissionsdaten**

#### **8.1.1 Methode nach EPRI**

Bei Leiterseilen handelt es sich um linienförmige Schallquellen. Als Kenngröße dient der A-bewertete, längenbezogene Schallleistungspegel  $L'_{WA}$  pro Meter Leiterseilbündel bzw. pro Phase eines Stromkreises. Die Emissionsdaten für die vorliegende Geräuschprognose resultieren aus semiempirischen Formeln nach EPRI (Electric Power Research Institute) in Verbindung mit Erkenntnissen aus Emissionsmessungen an vergleichbaren Freileitungen und mit Literatur zur Entstehung von Koronageräuschen.

Die Methode nach EPRI basiert auf Ergebnissen aus Laborversuchen mit bestimmten Leiterkonfigurationen und Felduntersuchungen an verschiedenen Versuchsfreileitungen. Mit einer Basisformel können zunächst Werte für Regen mit einer zugehörigen Intensität von 0,8 mm/h berechnet werden. Messdaten von Labor- und Felduntersuchungen zeigen eine Abhängigkeit von der Regenrate. Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass der Pegel der längenbezogenen Schallleistung mit steigender Regenrate zunimmt. EPRI bietet daher eine Anpassung des zuvor berechneten Emissionspegels an verschiedene Niederschlagsraten an. Tab. A.3.1 in Anhang 3 zeigt den Zusammenhang zwischen Regenrate und Regenkorrektur.

Der entsprechende Korrekturterm der maßgeblichen Regenintensität ist direkt auf den Ergebniswert aus der Formel (1) bzw. (2) im Anhang 3 aufzuschlagen. Beispielsweise lässt sich für die vorliegend prognostisch gewählte Niederschlagsintensität von 3,5 mm/h der Korrekturterm + 2,06 dB ablesen. An dieser Stelle sei zudem darauf hingewiesen, dass 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.

Der Pegel der längenbezogenen Schallleistung lässt sich für jeden einzelnen Außenleiter eines Stromkreises berechnen. Die semiempirischen Formeln, welche in der Software Winfield implementiert sind und zur Berechnung der Schallleistungspegel berücksichtigt wurden, sind in Anhang 3 dargestellt.

#### **8.1.2 Genauigkeit der Methode nach EPRI**

Die semiempirischen Formeln nach EPRI wurden auf Basis moderat gealterter Leiterseile ohne Vorbehandlung (Alter ca. 1 bis 2 Jahre) entwickelt. Oberflächenbehandlungen von Leiterseilen können dazu führen, dass die verbesserten akustischen Eigenschaften durch die natürliche Alterung vorweggenommen werden und bereits zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme vergleichbare Schallleistungspegel wie nach moderater Alterung erreicht werden. Je nach Produktionsqualität

der Leiterseile ist dennoch nicht sicher auszuschließen, dass einzelne Leiterseiltypen kurz nach Inbetriebnahme höhere Schallleistungspegel erreichen, als dies prognostisch nach EPRI zu erwarten wäre. Aufgrund der natürlichen Alterung ist aber auch für vorbehandelte Leiterseile nach spätestens 2 Jahren damit zu rechnen, dass die Leiterseile akustisch vergleichbar sind mit moderat gealterten Leiterseilen ohne Vorbehandlung (Alter ca. 1 bis 2 Jahre).

Auf Basis aktueller messtechnischer Erkenntnisse ist je nach Seilalter von folgenden Genauigkeiten der EPRI-Berechnungsergebnisse auszugehen:

**Tab. 3:** Geschätzte Genauigkeiten für nach EPRI berechnete Schallleistungspegel von HVAC-Freileitungen (Vertrauensgrad 95 %)

Seilalter / Vorbehandlung	Neue vorbehandelte Leiterseile (ca. 0,5 Jahre nach Inbetriebnahme)	Neue vorbehandelte Leiterseile (ca. 2 Jahre nach Inbetriebnahme)	Gealterte Leiterseile ohne Vorbehandlung (> 30 Jahre)
<b>Geschätzte Genauigkeit</b> (Vertrauensgrad 95 %)	+2,5 / -1,0 dB	+0,5 / -2,5 dB	-1,5 bis -8,0 dB

Die geschätzten Genauigkeiten in Tab. 3 zeigen auf, dass die messtechnisch nachweisbaren Schallleistungspegel kurz nach Inbetriebnahme tendenziell eher höher liegen, im Vergleich zu nach EPRI berechneten Schallleistungspegeln. Nach ca. 2 Jahren Betrieb liegen die Berechnungen nach EPRI eher auf der sicheren Seite und mit zunehmendem Alter sinken die Schallleistungspegel weiter, sodass bei gealterten Leiterseilen in den meisten Fällen durch die EPRI-Berechnungen eine deutliche Überbewertung stattfindet. Für neue vorbehandelte Leiterseile werden daher die Emissionsdaten nach EPRI herangezogen.

Voraussetzung für die Einhaltung der o.g. Genauigkeiten der neuen vorbehandelten Leiterseile ist eine geeignete Oberflächenbehandlung zur Erzielung möglichst hydrophiler Oberflächeneigenschaften. Ohne Oberflächenbehandlungen oder nicht vorab auf ihre Eignung hin geprüfte Oberflächenbehandlungen (z.B. mittels Laboruntersuchungen) sind im Zeitraum kurz nach Inbetriebnahme Abweichungen nach oben zu erwarten.

## 8.2 Emissionsansatz – nicht witterungsbedingte Emissionen

Als nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche sind alle dauerhaft zu erwartenden Geräuschemissionen zu verstehen, welche nicht durch Wetterschwankungen hervorgerufen werden. Da bei AC-Systemen insbesondere das Vorhandensein von Wassertropfen als Störstelle am Leiterseil einen maßgeblichen Einfluss auf die Höhe von Koronaemissionen hat, bezieht sich dieser Emissionsansatz auf einen Zustand mit niederschlagsfreiem und trockenem Wetter mit vergleichsweise geringer Luftfeuchtigkeit. Dieser zeitlich deutlich vorherrschende Betriebszustand bei „trockenem Wetter“ stellt den Regelzustand dar, bei welchem im Sinne der TA Lärm i.V.m. der DIN 45645-1 geeignete Wetterbedingung für einen messtechnischen Nachweis vorliegen.

Bei dieser Witterung ohne Niederschlag und mit geringer Luftfeuchtigkeit konnten während den bisherigen Dauermessungen durch den TÜV Hessen an Höchstspannungsfreileitungen keine oder nur geringe und kaum hörbare Koronaemissionen festgestellt werden. Hierbei handelte es sich um Emissionsmessungen im idealisierten Umfeld mit einer geringen Fremdgeräuschbeeinflussung bzw. mit niedrigen Umgebungsgeräuschpegeln. Teilweise aufgetretene und subjektiv noch wahrnehmbare Koronageräusche lagen im Bereich des Hintergrundrauschens und konnten

messtechnisch auch unter idealisierten Bedingungen nicht separat festgestellt werden. Aufgrund der niedrigen Emissionspegel liegen messtechnisch ermittelte Emissionsdaten für nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche bisher nicht vor.

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) liegen die Koronaemissionen bei Schönwetter somit insgesamt 27 dB unterhalb der Emissionen für den im folgenden Abschnitt 8.3 beschriebenen maßgeblichen Betriebszustand mit einer Niederschlagsrate von 3,5 mm/h.

Auffälligkeiten, welche als Zuschläge bei der Beurteilung der Geräusche gemäß TA Lärm zu berücksichtigen wären (Ton- und Informationszuschlag, Impulzzuschlag etc.) sind bei nicht witterungsbedingten Anlagengeräuschen von AC-Systemen nicht zu erwarten.

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 lauterer 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.

## **8.3 Emissionsansatz – witterungsbedingte Emissionen**

### **8.3.1 Allgemeines**

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 5.2.4 „Maßgeblicher Betriebszustand bei witterungsbedingten Anlagengeräuschen“ und 5.3 „Vorgehensweise“).



Die **Schallleistungspegel** werden nach den EPRI-Formeln 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).

### 8.3.2 Gealterte Leiterseile

Wie in Abschnitt 8.1.2 („Genauigkeit der Methode nach EPRI“) beschrieben, verringern sich die Geräuschemissionen von AC-Systemen mit zunehmendem Seilalter, sodass bei gealterten Leiterseilen in den meisten Fällen durch die EPRI-Berechnungen eine deutliche Überbewertung stattfindet. Vorliegend findet im Bereich der Anlage 0337 von Mast 002B bis Mast 008 (Bereich mit IO4 und IO5) eine Zubeseilung statt, bei der zwei von vier Stromkreisen unverändert weiterbetrieben werden. Die Leiterseile der zwei unverändert weiterbetriebenen Stromkreise erreichen ein Seilalter > 30 Jahre. Im Bereich mit den untersuchten Immissionsorten IO4 und IO5 verläuft zudem die als Vorbelastung zu berücksichtigende 380-kV-AC/DC-Hochspannungsfreileitung mit der Bezeichnung Anlage 7570 („Ultraset“) parallel zur Anlage 0337. Die Leiterseile des südlichen AC-Stromkreises erreichen ebenfalls ein Seilalter > 30 Jahre.

Die in Tab. 3 angegebene Genauigkeit für gealterte Leiterseile ohne Vorbehandlung (> 30 Jahre) für nach EPRI berechnete Schallleistungspegel von -1,5 dB bis -8,0 dB stellt eine statistisch ermittelte Genauigkeit dar. Bei allen bisher vom TÜV Hessen durchgeführten umfangreichen Messkampagnen zur Seilalterung wurden für gealterte Leiterseile (> 30 Jahre, ohne Vorbehandlung) Schallleistungspegel ermittelt, welche im Mittel ca. 5 dB aber stets mindestens 3 dB unterhalb der berechneten Pegel nach EPRI liegen.

Für die gealterten Leiterseile der Anlage 0337 im Bereich der Immissionsorte IO4 und IO5 wird daher ein pauschaler Abschlag von 3 dB(A) auf die berechneten Schallleistungspegel nach EPRI für AC-Stromkreise angewendet. Dieser Abschlag basiert auf den messtechnischen Erkenntnissen durch den TÜV Hessen und kann als auf der sicheren Seite liegend im Hinblick auf die vorliegende Seilalterung angesehen werden.

## 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 „Emissionsdaten und -ansätze“).

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.

Da für die Bewertung der Geräuschbelastung durch das Planvorhaben als kontinuierlich betriebene Anlage die kritischeren Nacht-Richtwerte relevant sind, werden die Tagesrichtwerte in den folgenden Tabellen nicht mehr dargestellt.

### 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. Die Höhe der zumutbaren Beurteilungspegel für den Sonderzustand ist in einer umfangreichen Zumutbarkeitsprüfung zu ermitteln (siehe Abschnitt 11).

**Tab. 4:** 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 $L_{AT}(L_T) + K_T = L_r$ [dB(A)]
I01	Altlußheimer Str. 59-61, 68809 Neulußheim	35 <sup>4</sup>	55	33,6 + 3 = 37
I02	Tullastraße 102, 68809 Neulußheim	40 <sup>5</sup>	55	38,8 + 3 = 42
I03	Am Erlengewann 1, 68794 Oberhausen-Rheinhausen	40 <sup>4</sup>	55	35,3 + 3 = 38
I04	Am Altrhein 1, 76661 Philippsburg,	40 <sup>4</sup>	55	33,3 + 3 = 36
I05	Rheinschanzen-Mittelhof, 76661 Philippsburg,	45	55	41,8 + 3 = 45

Die zu erwartende Geräuschzusatzbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in dem für die Beurteilung maßgeblichen Betriebszustand erreicht für das untersuchte Planvorhaben Beurteilungspegel von maximal 45 dB(A). Die Immissionsrichtwerte für den Regelzustand werden hierbei an allen maßgeblichen Immissionsorten um weniger als 6 dB unterschritten oder z.T. auch überschritten, weshalb die Vorbelastungen mit zu berücksichtigen sind.

Die Untersuchung der Geräuschvorbelastungen sowie die resultierende Gesamtbelastungen für diesen Sonderzustand sind in Abschnitt 10 dargestellt. In Abschnitt 11 wird die Zumutbarkeit der witterungsbedingten Anlagengeräusche für die betroffenen maßgeblichen Immissionsorte diskutiert.

<sup>5</sup> Ohne Berücksichtigung eines möglichen geminderten Schutzanspruchs, z.B. aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach §35 BauGB oder aufgrund Gemengelage.



## 9.2 Tieffrequente Geräusche

Im Hinblick auf tonale Geräusche bei 100 Hz wurde in Anlehnung an die in der TA Lärm datierte DIN 45680 vom März 1997 der Versuch einer Prognose von tieffrequenten Geräuschen durchgeführt. Anzumerken ist, dass die in der TA Lärm datierte DIN 45680 inkl. der Hinweise des Beiblattes 1 nur für den „messtechnischen Nachweis“ tieffrequenter Geräusche innerhalb betroffener schutzbedürftiger Räume gilt. 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) geprüftes Regelwerk, so dass die hier vorliegend durchgeführte Untersuchung lediglich orientierenden Charakter haben kann.

Für die prognostische Beurteilung von tieffrequenten Geräuschen wurden terzspektrale Ausbreitungsberechnungen für jeweils „freie“ Aufpunkte durchgeführt. 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. Für die so berechneten Außenpegel erfolgt einerseits eine auf der sicheren Seite liegende Umrechnungen der Außenpegel auf Innenraumpegel (Verfahren nach LfULG Heft 10/2021 – Pegeldifferenz mit Index  $D_{190,W}$ ) sowie andererseits ein Vergleich mit Grenzkurven für den Außenpegel (Verfahren nach Müller-BBM GmbH Bericht Nr. 44932/7 - Grenzkurven aus Abb. 11a). In beiden Verfahren erfolgt ein Vergleich des prognostisch berechneten Terzpegels (Innen- oder Außenpegel) mit der Hörschwelle nach DIN 45680 sowie den Anhaltswerten des Beiblatts 1 der DIN 45680.

Die vorliegende prognostische Untersuchung kam zu dem Ergebnis, dass keine erheblichen Belästigungen durch tieffrequente Geräusche, ausgehend von dem Planvorhaben, an den hier untersuchten Immissionsorten zu erwarten sind.

## **10 Vor- und Gesamtbelastung**

### **10.1 Vorbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche**

Im Hinblick auf eine Zumutbarkeitsprüfung wird für alle maßgeblichen Immissionsorte für den Sonderzustand der witterungsbedingten Anlagengeräusche die Vorbelastung durch weitere im Umfeld des Planvorhabens befindliche Hochspannungsfreileitungen untersucht.

Im näheren Umfeld des **IO1** befinden sich 110-kV-Freileitungen sowie das Umspannwerk Altlußheim. Aufgrund der niedrigen Randfeldstärken von 110-kV-Freileitungen sind keine schalltechnischen relevanten Vorbelastungen durch diese zu erwarten. Für die Ermittlung der Vorbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche ausgehend von Umspannwerken werden vorliegend nur die Geräusche der Schaltfelder berücksichtigt. Gemäß den Erläuterungen und Begründungen in Abschnitt 5.2.3 werden die witterungsunabhängigen Vorbelastungen von Umspannwerken, hier also die Emissionen der Transformatoren, nicht berücksichtigt. Da es sich bei dem Umspannwerk Altlußheim um eine gasisolierte Schaltanlage (GIS) handelt, sind von der Schaltanlage keine für die Gesamtbelastung relevanten witterungsabhängigen Anlagengeräusche zu erwarten. Auf eine Nähere Untersuchung der Vorbelastung am IO1 kann daher verzichtet werden.

Im näheren Umfeld des **IO2** befinden sich nur 110-kV-Freileitungen. Aufgrund der niedrigen Randfeldstärken von 110-kV-Freileitungen kann auf eine nähere Untersuchung der Vorbelastung am IO2 verzichtet werden.

Im Bereich des **IO3** verläuft eine 110-kV-Freileitung parallel zur Anlage 7100. Aufgrund der niedrigen Randfeldstärken auf den Leitern von 110-kV-Freileitungen sind keine schalltechnischen relevanten Vorbelastungen zu erwarten. Die 380-kV-AC/DC-Hochspannungsfreileitung mit der Bezeichnung Anlage 7570 („Ultranet“) ist ca. 300 m vom IO3 entfernt. In diesem Abstand ist mit keiner relevanten Vorbelastung mehr zu rechnen. Auf eine detaillierte Berechnung und Berücksichtigung der Vorbelastung im Bereich des IO3 wird daher verzichtet.

Im Bereich mit den untersuchten Immissionsorten **IO4 und IO5** verläuft die zu berücksichtigende 380-kV-AC/DC-Hochspannungsfreileitung mit der Bezeichnung Anlage 7570 („Ultranet“) parallel zur Anlage 0337. Die Anlage 7570 wird für IO4 und IO5 als Vorbelastung untersucht. Die ebenfalls parallel verlaufende 110-kV-Freileitung (Anlage 3306) kann vernachlässigt werden.

Eine messtechnische immissionsseitige Untersuchung der Geräuschvorbelastung durch bestehende Freileitungen ist aufgrund der Witterungsabhängigkeit der Koronageräusche nicht zielführend. Im Betriebszustand mit Niederschlag treten erhöhte Fremdgeräusche durch Regen auf, wodurch die Messergebnisse erheblich beeinflusst werden. Immissionsmessungen bei dieser Witterung entsprechen zudem nicht den Vorgaben der DIN 45645-1. Daher wurden bestehende vorbelastende Hochspannungsfreileitungen für den Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag rechnerisch untersucht. Die Schallleistungspegel der vorbelastenden Anlage 7570 wurden analog zur Zusatzbelastung durch die LTB Leitungsbau GmbH als QSI-Export aus der Software Winfield bereitgestellt.

Die Berechnungsergebnisse sind in den Berechnungstabellen in den Anhängen 7 bis 9 dargestellt. Für gealterte Leiterseile der Bestandsleitungen wurde ein pauschaler Abschlag für den geräuschmindernden Effekt durch Alterungsprozesse berücksichtigt (vgl. Abschnitt 8.3).

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.

In der folgenden Tab. 5 sind die Beurteilungspegel  $L_r$  dargestellt, die bei 3,5 mm/h Niederschlag als maßgeblicher Betriebszustand für witterungsbedingte Anlagengeräusche durch die vorbelastenden HVAC-Freileitungen hervorgerufen werden. Mögliche auftretende tonale Einflüsse durch die Freileitungen 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. Der Vergleich mit Richtwerten entfällt an dieser Stelle und erfolgt in Tab. 6 hinsichtlich der Gesamtbelastung.

**Tab. 5:** Berechnete Beurteilungspegel  $L_r$  der Vorbelastung (Anlage 7570) bei 3,5 mm/h Niederschlag (witterungsbedingte Anlagengeräusche, Sonderzustand)

IO-Nr.	Immissionsort	Vorbelastung $L_{AT}(LT) + K_T = L_r$ [dB(A)]
I01	Altlußheimer Str. 59-61, 68809 Neulußheim	Keine VB
I02	Tullastraße 102, 68809 Neulußheim	Keine VB
I03	Am Erlengewann 1, 68794 Oberhausen-Rheinhausen	Keine VB
I04	Am Altrhein 1, 76661 Philippsburg,	$23,3 + 3 = 26$
I05	Rheinschanzen-Mittelhof, 76661 Philippsburg,	$35,1 + 3 = 38$

## 10.2 Gesamtbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche

Die Gesamtgeräuschbelastung ist die Summe aus der Zusatzbelastung durch das Planvorhaben und der bestehenden gewerblichen Vorbelastungen nach TA Lärm. Zur Bildung der Gesamtbelastung ist dabei der Immissionspegel der Vorbelastung mit dem Immissionspegel der Zusatzbelastung (ohne Zuschläge) zu addieren. Mögliche Zuschläge (z.B. Tonzuschläge) werden im Anschluss auf den Immissionspegel der Gesamtbelastung aufaddiert. Vorliegend werden die witterungsbedingten Anlagengeräusche im Untersuchungsgebiet durch Hochspannungsfreileitungen (Bestand und geplant) hervorgerufen. Die Untersuchung der Zusatz- und der Vorbelastung erfolgt rechnerisch für den, für diese Art von Anlagen maßgeblichen, Betriebszustand mit Niederschlag (vgl. Abschnitt 5.2.4).

Die folgende Tabelle zeigt die Vor- und Zusatzbelastung, sowie die resultierende Gesamtgeräuschbelastung für den Sonderzustand der seltenen Ereignisse gemäß § 49 Abs. 2b des EnWG an den maßgeblichen Immissionsorten. Alle weiteren untersuchten Immissionsorte und die ermittelten Beurteilungspegel sind in Anhang 6 ausführlich dargestellt.

**Tab. 6:** Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche von Freileitungen bei 3,5 mm/h Niederschlag (Sonderzustand – seltene Ereignisse)

IO-Nr.	IRW Nacht für Regelzustand [dB(A)]	IRW Nacht für Sonderzustand [dB(A)]	Zusatzbelastung $L_{AT}(LT) + K_T = L_r$ [dB(A)]	Vorbelastung $L_{AT}(LT) + K_T = L_r$ [dB(A)]	Gesamtbelastung $L_r$ [dB(A)]
IO1	35 <sup>5</sup>	55	33,6 + 3 = 37	Keine VB	<b>37</b>
IO2	40 <sup>6</sup>	55	38,8 + 3 = 42	Keine VB	<b>42</b>
IO3	40 <sup>5</sup>	55	35,3 + 3 = 38	Keine VB	<b>38</b>
IO4	40 <sup>5</sup>	55	33,3 + 3 = 36	23,3 + 3 = 26	<b>37</b>
IO5	45	55	41,8 + 3 = 45	35,1 + 3 = 38	<b>46</b>

Die zu erwartende Gesamtbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in dem für die Beurteilung maßgeblichen Betriebszustand erreicht Beurteilungspegel von bis zu 46 dB(A). Für den IO3 und IO4 wird bereits der niedrigere Richtwert für den Regelzustand um mind. 2 dB unterschritten, weshalb keine Zumutbarkeitsprüfung erforderlich wird.

Am IO5 wird der Richtwert durch die Zusatzbelastung ausgeschöpft. In Summe mit der Vorbelastung wird der Richtwert um 1 dB überschritten. Für den IO5 ist demnach anzuführen, dass nach Ziff. 3.2.1 Absatz 3 TA Lärm für die zu beurteilende Anlage die Genehmigung wegen einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung auch dann nicht versagt werden soll, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass die Überschreitung nicht mehr als 1 dB beträgt. Insofern in diesem Bereich keine weiteren Freileitungen geplant sind, sind weitergehende Überschreitung der Richtwerte nicht zu erwarten und somit bereits die Anforderungen für den Regelzustand erfüllt. Eine Zumutbarkeitsprüfung erübrigt sich daher auch für den IO5.

Für die Immissionsorte IO1 und IO2 wird die Zumutbarkeit der Geräuschbelastung in diesem Sonderzustand mit seltenen Ereignissen in Abschnitt 11 diskutiert.

## 11 Zumutbarkeitsprüfung

Da an den Immissionsorten IO1 und IO2 die Nacht-Richtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm durch witterungsbedingte Anlagengeräusche überschritten werden, wird für diese Immissionsorte die Zumutbarkeit der Geräuschimmissionen durch das Planvorhaben nach § 49 Abs. 2 des EnWG i.V.m. Nr. 7.2 Abs. 1 der TA Lärm diskutiert. Im Rahmen einer Zumutbarkeitsprüfung für die Geräuschbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche gilt es eine Vielzahl an Aspekten abzuwägen, welche im Folgenden näher beschrieben und diskutiert werden.

Da es sich bei witterungsbedingten Koronageräuschen um Umwelteinwirkungen handelt, welche keiner betrieblichen Steuerung unterliegen, stellen diese Geräusche einen besonderen Fall dar. Im Rahmen einer Zumutbarkeitsprüfung, ähnlich wie bei der ergänzenden Sonderfallprüfung nach Nr. 3.2.2 der TA Lärm, sind alle besonderen Umstände zu berücksichtigen, die nach Art und Gewicht wesentlichen Einfluss auf die Beurteilung haben können. Die Abwägung, ob eine Geräuschbelastung zumutbar ist, „stellt eine wertende Gesamtbetrachtung dar und richtet sich nach der durch die Gebietsart und die tatsächlichen Verhältnisse bestimmten Schutzwürdigkeit und

<sup>6</sup> Ohne Berücksichtigung eines möglichen geminderten Schutzanspruchs, z.B. aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB oder aufgrund Gemengelage.

*Schutzbedürftigkeit, wobei wertende Elemente der Herkömmlichkeit, die soziale Adäquanz und die allgemeine Akzeptanz mitbestimmend sein können. Dabei bestimmt nicht nur der notwendige Schutz der betroffenen Nachbarn, sondern auch der Nutzen des beanstandeten Betriebs der Anlage für die Allgemeinheit die Zumutbarkeit der Belästigung“ (vgl. VGH Baden-Württemberg, Beschl. v. 08.06.1998, 10 S 3300/96, Rn. 5; VGH Baden-Württemberg, Urt. v. 08.11.2000, 10 S 2317/99, Rn. 32).*

Notwendige Voraussetzung für eine Prüfung der Zumutbarkeit des konkret erreichten Beurteilungspegels stellt hierbei zum einen gem. TA Lärm die Erfüllung des Standes der Technik dar. Zum anderen darf gem. Nr. 7.2 Absatz 3 der TA Lärm („Nummer 4.3 bleibt unberührt.“) in Verbindung mit Nr. 4.3 Satz 4 der TA Lärm („§ 25 Abs. 2 BImSchG ist zu beachten.“) die Anlage keine Geräuschbelastungen hervorrufen, welche das Leben oder die Gesundheit von Menschen gefährdet. Beide Voraussetzungen werden nach gutachterlicher Einschätzung vorliegend erfüllt (vgl. Abschnitt 11.1.1 „Potenzielle Gesundheitsgefahren“ und 11.1.2 „Stand der Technik zur Lärminderung“).

Gemäß Nr. 7.2 Absatz 2 Satz 1 der TA Lärm, ohne Berücksichtigung des § 49 Abs. 2b EnWG, werden insbesondere folgende Aspekte für eine Zumutbarkeitsprüfung hervorgehoben: *„Dabei ist im Einzelfall unter Berücksichtigung der Dauer und der Zeiten der Überschreitungen, der Häufigkeit der Überschreitungen durch verschiedene Betreiber insgesamt sowie von Minderungsmöglichkeiten durch organisatorische und betriebliche Maßnahmen zu prüfen, ob und in welchem Umfang der Nachbarschaft eine höhere als die nach den Nummern 6.1 und 6.2 zulässige Belastung zugemutet werden kann.“* Auch wenn nach § 49 Abs. 2b des EnWG die Häufigkeit und Dauer als Eingangskriterien für witterungsbedingte Anlagengeräusche als seltene Ereignisse nicht heranzuziehen sind, sind diese beiden Kriterien im Rahmen einer Zumutbarkeitsprüfung dennoch zu berücksichtigen. Gemäß Nr. 7.2 der TA Lärm sind somit vorliegend als Prüfkriterien die Dauer und Zeiten der Überschreitungen sowie die Minderungsmöglichkeiten durch organisatorische und betriebliche Maßnahmen zu beachten. Darüber hinaus sind weitere Prüfkriterien, wie sie u.a. in Nr. 3.2.2 der TA Lärm angeführt werden, mit einzubeziehen.

Auf die allgemeinen Voraussetzungen und Hauptaspekte im Rahmen einer Zumutbarkeitsprüfung wird im folgenden Abschnitt 11.1 näher eingegangen, die konkrete Zumutbarkeit an den einzelnen maßgeblichen Immissionsorten wird im Anschluss daran diskutiert.

An dieser Stelle sei hinsichtlich einer generellen Zumutbarkeit von witterungsbedingten Koronageräuschen auf das Gerichtsurteil des BVerwG zum Planfeststellungsbeschluss für den Neubau der 380-kV-Höchstspannungsfreileitung Kruckel – Dauersberg, Bl. 4319, Abschnitt Kruckel – Garenfeld (BVerwG, Urteil vom 12. November 2020 – 4 A 13/18) verwiesen. Hierin wurde witterungsbedingten seltenen Ereignissen eine erhöhte Zumutbarkeit zugesprochen, da für diese Ereignisse im Urteil die Richtwerte nach Nr. 6.3 der TA Lärm angeführt wurden. Es handelte sich bei dem Projekt um einen Ersatzneubau. Aus dem genannten Urteil kann abgeleitet werden, dass den Immissionen durch Höchstspannungsfreileitungen insbesondere bei bestehenden Gemengelagen eine höhere Zumutbarkeit zugesprochen werden kann. Dieser Sachverhalt ist im Rahmen der Zumutbarkeitsprüfung ebenfalls zu würdigen.

## 11.1 Allgemeine Aspekte

### 11.1.1 Potenzielle Gesundheitsgefahren

Bei witterungsbedingten Anlagengeräuschen ist zu berücksichtigen, dass es sich hierbei nicht um eine dauerhaft anliegende Geräuschbelastung handelt. Die Betriebszustände treten weder tagsüber noch nachts kontinuierlich auf und sind zudem betrieblich nicht steuerbar. Zusätzlich ist die Häufigkeit des Auftretens der Geräuschbelastung zu berücksichtigen. Niederschläge treten langfristig und über alle Orte in Deutschland gemittelt durchschnittlich in nur etwa 7 % der Nachtstunden auf und deren Auftretenshäufigkeit nimmt mit zunehmender Niederschlagsintensität und somit folglich für Zustände mit zunehmenden Geräuschemissionen deutlich ab.

Obwohl höchstrichterlich noch nicht abschließend geklärt ist, bei welcher Höhe die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung anzusetzen ist, wird diese u.a. vom BVerwG und vom BGH bei einem Dauerschallpegel von etwa 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts angesetzt (vgl. u.a. BVerwG, Urteil v. 23.02.2005, 4 A 5.04; BVerwG, Urteil v. 20.05.1998, 11 C 3.97). Hierbei ist zu beachten, dass regelmäßig von einem Dauerschallpegel ausgegangen wird, welcher bei den vorliegenden witterungsbedingten Anlagengeräuschen im Sinne einer dauerhaft anliegenden Geräuschbelastung nicht zu erwarten ist (s.o.). Basierend auf der vorliegend bekannten Rechtsliteratur und Rechtsprechung ist nach Einschätzung des Sachverständigen davon auszugehen, dass die vorliegend nicht permanent auftretenden Lärmimmissionen somit keine Gefährdung der Gesundheit hervorrufen (vgl. VGH Baden-Württemberg, Beschl. v. 08.06.1998, 10 S 3300/96, Rn. 2 & Rn. 7; VGH Baden-Württemberg, Urt. v. 08.11.2000, 10 S 2317/99, Rn. 30).

### 11.1.2 Stand der Technik zur Lärminderung

Konkrete Hinweise zum Stand der Technik zur Lärminderung für Hochspannungsfreileitungen lassen sich aktueller Fachliteratur entnehmen (Lärmbekämpfung 18 (2023) Nr. 5 – „Beurteilung witterungsbedingter Koronageräusche von Höchstspannungsfreileitungen im Zusammenhang mit der Änderung des EnWG 2022“). Für 380-kV-Bestandsleitungen werden hier i. d. R. Konstruktionen mit Dreier- oder Viererbündelleitungen dem aktuellen Stand der Technik zur Lärminderung zugewiesen, deren Immissionen für den maßgeblichen Betriebszustand mit 3,5 mm/h direkt unterhalb der Leitung Mittelungspegel  $L_{Aeq}$  von ca. 48 bis 49 dB(A) nicht überschreiten. Dies gilt aus statischen Gründen gleichermaßen für Zu- oder Umbeseilungen auf Bestandsmasten und nur für Konstellationen mit 2 Stromkreisen. Bei Konstellationen mit einer erhöhten Anzahl an Stromkreisen, können sich die Immissionen entsprechend erhöhen.

Im Bereich der Anlage 0337 handelt es sich um Zubeseilungen auf Bestandsmasten. Im Bereich der Anlage 0337 sind daher die Anforderungen an Bestandsleitungen heranzuziehen. Bei den bestehenden Leitungen und den Zubeseilungen handelt es sich jeweils um Dreierbündel-Anordnungen. Die Einhaltung der o.g. genannten Kriterien hinsichtlich der Immissionspegel unterhalb der Leitung wurde über Ausbreitungsberechnungen im Modell überprüft, weshalb die vorliegenden Leiterseilkonstellationen in den Bereichen ohne Neubau dem Stand der Technik zur Lärminderung zugeordnet werden können.

Für Neubauleitungen – unabhängig davon, ob es sich um einen Ersatz-, Parallel- oder sonstigen Neubau handelt – werden Konstellationen mit einem Leiterseildurchmesser  $\geq 30$  mm im Viererbündel mit einem Teilleiterabstand von 400 mm als Stand der Technik zur Lärminderung angesehen. Der Einsatz dieser vergleichsweise dicken und schweren Beseilung hätte bei Bestandsleitungen, deren Maste auf eine Beseilung mit einem geringerem Leiterseildurchmesser ausgelegt wurden, aus statischen Gründen zwingend einen Mastneubau und damit einen aus hiesiger



Sicht unverhältnismäßigen Mehraufwand mit umfangreichen Umwelteingriffen zur Folge, weshalb dies in der Regel nicht als Stand der Technik zur Lärminderung für Bestandsleitungen anzusehen ist.

Bei dem Planvorhaben handelt es sich im Bereich der Anlage 7100 um einen Neubau oder Ersatzneubau. Hier kommen in allen Abschnitten Leiterseile mit einem Durchmesser von 32,85 mm in Viererbündel-Anordnung und einem Teilleiterabstand von 400 mm zum Einsatz. Die geplanten Leiterseilkonstellationen entsprechen somit dem Stand der Technik zur Lärminderung.

Aus Sicht des Sachverständigen kommt der Anlagenbetreiber seinen Grundpflichten nach Nr. 4.1 in Verbindung mit Nr. 4.3 der TA Lärm daher nach.

#### 11.1.3 Dauer & Häufigkeit

Wie bereits eingangs unter Abschnitt 11.1.1 beschrieben, ist bei der Zumutbarkeitsprüfung zu berücksichtigen, dass es sich bei witterungsbedingten Anlagengeräuschen nicht um eine dauerhaft anliegende Geräuschbelastung handelt. Die Betriebszustände treten weder tagsüber noch nachts kontinuierlich auf und sind zudem betrieblich nicht steuerbar. Zusätzlich ist die vergleichsweise geringe Häufigkeit des Auftretens der Geräuschbelastung im Rahmen einer Ermittlung der Zumutbarkeit zu berücksichtigen. Niederschläge treten in Deutschland durchschnittlich in nur etwa 7 % der Nachtstunden auf und deren Auftretenshäufigkeit nimmt mit zunehmender Niederschlagsintensität und somit folglich für Zustände mit zunehmenden Geräuschemissionen deutlich ab. Bei Witterungsbedingungen, welche z.B. besonders selten auftreten, kann den witterungsbedingten Anlagengeräuschen daher eine höhere Zumutbarkeit zugesprochen werden als es beispielsweise bei einem Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag der Fall ist.

#### 11.1.4 Soziale Adäquanz

Als weiterer zu berücksichtigender Umstand ist für die Beurteilung der Geräuschbelastung von Stromtrassen das Kriterium bzgl. des gesellschaftlich wünschenswerten Zwecks zu nennen, da Stromtrassen der Stromversorgung bzw. der Energieinfrastruktur dienen. Dieses Kriterium spiegelt sich in Nr. 3.2.2 d) der TA Lärm unter dem Begriff der sozialen Adäquanz wider. *„Der Begriff der sozialen Adäquanz beschreibt Verhaltensweisen oder Zustände, die sich im sozialen Zusammenleben ergeben und die sich möglicherweise für den Einzelnen sogar nachteilig auswirken, jedoch von der Bevölkerung insgesamt hingenommen werden, weil sich die Verhaltensweisen oder Zustände noch in den Grenzen des als sozial Üblichen und Tolerierbaren halten“* (vgl. Feldhaus/Tegeder, Kommentar zur TA Lärm, Kommentar 3.2.2, Rn. 68).

In Anbetracht des „überragenden öffentlichen Interesses“ (vgl. u.a. § 1 Abs. 2 Satz 2 EnLAG und § 1 Satz 3 NABEG) an einem funktionsfähigen Übertragungsnetz bzw. einer sicheren Stromversorgung und mit Hinblick auf die gesetzlich festgestellte Notwendigkeit und des vordringlichen Bedarfs des vorliegenden Vorhabens (vgl. § 1 Absatz 1 BBPlG), ist das Kriterium der sozialen Adäquanz nach Einschätzung des Sachverständigen für das Planvorhaben als erfüllt anzusehen (vgl. zu dem Sachverhalt der sozialen Adäquanz im Rahmen einer Zumutbarkeitsprüfung auch VGH Baden-Württemberg, Beschl. v. 08.06.1998, 10 S 3300/96, Rn. 5; VGH Baden-Württemberg, Ur. v. 08.11.2000, 10 S 2317/99, Rn. 32).

#### 11.1.5 Akzeptanz

Des Weiteren ist das – unter Nr. 3.2.2 b) der TA Lärm genannte – Kriterium der Akzeptanz der Geräuschemissionen zu nennen. Unter anderem im Feldhaus/Tegeder, Kommentar zur TA Lärm, Kommentar 3.2.2, Rn. 58 ff. wird dieser Gesichtspunkt näher beschreiben. Dabei wird auch auf besondere betriebstechnischen Erfordernisse eingegangen. Diese *„können Einfluss auf die Akzeptanz haben, wenn für den Betroffenen (verständigen Durchschnittsmenschen) ersichtlich ist, dass in der besonderen Situation Abhilfemaßnahmen gegen Geräuscheinwirkungen nicht möglich oder unverhältnismäßig sind und die Geräuscheinwirkungen deshalb von ihm als tolerierbar hingenommen werden“* (vgl. Feldhaus/Tegeder, Kommentar zur TA Lärm, Kommentar 3.2.2, Rn. 61). Dieses Kriterium ist insbesondere relevant, da es sich bei Koronageräuschen von Wechselstromfreileitungen um Umwelteinwirkungen handelt, welche i.d.R. erst durch nicht betrieblich steuerbare Witterungsbedingungen, nämlich bei Niederschlag, hervorgerufen werden (vgl. zu dem Sachverhalt der Akzeptanz im Rahmen einer Zumutbarkeitsprüfung auch VGH Baden-Württemberg, Beschl. v. 08.06.1998, 10 S 3300/96, Rn. 5; VGH Baden-Württemberg, Urt. v. 08.11.2000, 10 S 2317/99, Rn. 32).

#### 11.1.6 Schutzbedürftigkeit

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 Aspekte der Schutzbedürftigkeit wurden bereits in Abschnitt 5.2.2.2 ausführlich beschrieben und werden hier lediglich im Kern zusammengefasst:

Im vorliegenden Untersuchungsbereich werden bei einer Vielzahl der untersuchten Immissionsorte im Umfeld des Planvorhabens die Kriterien hinsichtlich eines geminderten Schutzanspruches erfüllt (Gemengelage, Lage in erster Reihe zum Außenbereich), weshalb der maßgebliche Immissionsrichtwert nach Nr. 6.7 der TA Lärm („Gemengelage“) zu ermitteln ist. Die abschließende Prüfung und Festlegung der Schutzbedürftigkeit obliegt der Genehmigungsbehörde.

Auf die konkrete Schutzbedürftigkeit an den hier näher zu betrachtenden Immissionsorten IO1 und IO2 wird in den folgenden Abschnitten bzgl. der immissionsortspezifischen Aspekte nochmals näher eingegangen.



## 11.2 Immissionsortspezifische Aspekte

### 11.2.1 Immissionsort IO1

Bei dem maßgeblichen Immissionsort IO1 handelt es sich um ein Seniorenzentrum außerhalb des Geltungsbereichs von Bebauungsplänen. Gem. der „1. Fortschreibung Flächennutzungsplan 2020“ der VVG Hockenheim handelt es sich bei dem Bereich mit IO1 um Wohnbauflächen. Hinsichtlich der Schutzbedürftigkeit stellt sich die Frage, ob das Seniorenzentrum als Pflegeanstalt im Sinne von Nr. 6.1 Buchstabe g) der TA Lärm einzustufen ist. Der Bayer. Verwaltungsgerichtshof vertritt hierzu in seinem Beschluss vom 4. Mai 2011, 22 AS 10.40045, die Auffassung, dass ein „Altenheim und Pflegeheim“ nicht ohne weiteres eine „Pflegeanstalt“ darstellt, sondern nur dann, wenn der Pflegecharakter überwiegt und nicht hauptsächlich alte Menschen zur Beherbergung aufgenommen werden. Inwieweit diese Anforderung durch das Seniorenzentrum in der Altlußheimer Str. 59-61, 68809 Neußheim, erfüllt wird, kann nicht durch den Sachverständigen geklärt werden. Vorliegend wurde daher auf der sicheren Seite liegend ein nächtlicher Schutzanspruch analog zu einer Pflegeanstalt berücksichtigt. Die abschließende Prüfung und Festlegung der Schutzbedürftigkeit auch unter Berücksichtigung der Gemengelage mit den bereits bestehenden Freileitungen, obliegt der Genehmigungsbehörde.

Für den Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen im maßgeblichen Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag ist eine Gesamtbelastung von 37 dB(A) zu erwarten. Der sich zunächst aus Nr. 6.1 der TA Lärm ableitende Nacht-Richtwert für Pflegeanstalten von 35 dB(A) wird durch witterungsbedingte Anlagengeräusche somit um 2 dB überschritten, weshalb auf die Zumutbarkeit der Immissionen nach § 49 Abs. 2b des EnWG i.V.m. Nr. 7.2 Abs. 1 der TA Lärm näher einzugehen ist.

Aus Sicht des Sachverständigen sprechen die in Abschnitt 11.1 beschriebenen Aspekte, wie z.B. Akzeptanz und soziale Adäquanz, zeitliche Aspekte und der Umstand, dass die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung sicher unterschritten wird, dafür, dass die an IO1 zu erwartende Geräuschbelastung mit bis zu 37 dB(A) durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in dem als maßgeblich eingestuften Betriebszustand als zumutbar einzustufen ist, zumal der Richtwert für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm um 18 dB(A) unterschritten wird. 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.

Unabhängig der Zumutbarkeit der Gesamtbelastung kommt es an IO1 bei dem untersuchten Sonderzustand mit Niederschlag  $\leq 3,5$  mm/h zu einer Verdeckung der Koronageräusche des Planvorhabens durch Regengeräusche. Typisierende Messungen in dörflichem Umfeld bestätigen dies und zeigen, dass selbst bei geringen Niederschlägen eine Unterscheidung zwischen Koronageräuschen bei Regen und der durch Regen verstärkten Fremdgeräusche (Plätschern an Regenrinnen, Aufprallgeräusch auf harten Flächen/Dächern etc.) nur erschwert möglich ist. Bei einer Regenintensität von 3,5 mm/h liegen die erzeugten Regenfremdgeräusche in urbanem oder dörflichem Umfeld bereits bei Hintergrundsummenpegel  $L_{pAF95}$  zwischen ca. 44 dB(A) und 46 dB(A) (vgl. Anhang 5). Der zu erwartende Immissionspegel (ohne Tonzuschlag) der Gesamtbelastung liegt an IO3 bei 34 dB(A) und somit deutlich unterhalb der üblichen Regenfremdgeräuschpegel. Das reine Koronageräusch des Planvorhabens wird hier sehr wahrscheinlich subjektiv und auch messtechnisch nicht mehr oder nur erschwert vom Regengeräusch unterscheidbar sein. Dies gilt erst recht für vergleichbare Immissionsorte, an welchen geringere Immissionspegel hervorgeru-

fen werden (vgl. Anhang 6). Die tonale Komponente hingegen kann möglicherweise noch wahrgenommen werden, jedoch ist der Immissionsanteil der 100 Hz Komponente untergeordnet im Vergleich zum Summenpegel der Koronageräusche.

### 11.2.2 Immissionsort IO2

Bei dem maßgeblichen Immissionsort IO2 handelt es sich um ein Wohnhaus innerhalb eines Allgemeinen Wohngebiets. IO2 stellt den am stärksten belasteten Immissionsort mit der Schutzbedürftigkeit eines Allgemeinen Wohngebiets im Bereich der Anlage 7100 dar.

Für den Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen im maßgeblichen Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag ist eine Gesamtbelastung von 42 dB(A) zu erwarten. Der sich zunächst aus Nr. 6.1 der TA Lärm abzuleitende Nacht-Richtwert von 40 dB(A) wird durch witterungsbedingte Anlagengeräusche somit um 2 dB überschritten, weshalb auf die Zumutbarkeit der Immissionen nach § 49 Abs. 2b des EnWG i.V.m. Nr. 7.2 Abs. 1 der TA Lärm näher einzugehen ist.

Bezüglich der Schutzbedürftigkeit sind die in den Abschnitten 5.2.2.2 und 11.1.6 ausführlich dargestellten Aspekte zu beachten. Der Schutzanspruch an IO2 ist verringert, da es sich um Wohnbebauung in erster Reihe zum Außenbereich handelt. Zusätzlich liegt für IO2 aufgrund des Nebeneinanders von Wohnbauflächen und gewerblich genutzter Flächen der bestehenden Trassen eine Gemengelage vor. Bei weiteren potenziellen Immissionsorten, welche sich nicht mehr in der ersten, sondern z.B. in der zweiten Reihe zum Außenbereich befinden, liegt aufgrund des prägenden Einflusses durch die bestehenden Freileitungen auf die Wohnbauflächen ebenfalls eine Gemengelage vor. Diese Wohnbebauung ist anhand der größeren Entfernung zum Planvorhaben jedoch weniger stark belastet als die Wohnbebauung in erster Reihe mit dem hier untersuchten maßgeblichen Immissionsort IO2, wodurch es zu geringeren Beurteilungspegeln kommt. Die abschließende Prüfung und Festlegung der Schutzbedürftigkeit obliegt der Genehmigungsbehörde.

Aus Sicht des Sachverständigen sprechen die in Abschnitt 11.1 beschriebenen Aspekte, wie z.B. Akzeptanz und sozialen Adäquanz, zeitliche Aspekte und der Umstand, dass die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung sicher unterschritten wird, dafür, dass die an IO2 zu erwartende Geräuschbelastung mit bis zu 42 dB(A) durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in dem als maßgeblich eingestuften Betriebszustand als zumutbar einzustufen ist, zumal der Richtwert für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm um 13 dB(A) unterschritten wird. 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.

Unabhängig der Zumutbarkeit der Gesamtbelastung kommt es an IO2 bei dem untersuchten Sonderzustand mit Niederschlag  $\leq 3,5$  mm/h sehr wahrscheinlich zu einer Verdeckung der Koronageräusche des Planvorhabens durch Regengeräusche. Der zu erwartende Immissionspegel (ohne Tonzuschlag) der Zusatzbelastung liegt an IO2 bei 39 dB(A) und somit deutlich unterhalb der üblichen Regenfremdgeräuschpegel (siehe Ausführungen in Abschnitt 11.2.2 zu IO3 i.V.m. Anhang 5).

### 11.3 Fazit Zumutbarkeitsprüfung

Gemäß § 49 Abs. 2b des EnWG bzw. Nr. 7.2 der TA Lärm sollen die Immissionsrichtwerte für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm durch witterungsbedingte Anlagengeräusche nicht überschritten werden. Mit der rechnerisch ermittelten zu erwartenden Geräuschbelastung durch witterungsbedingte Geräuschimmissionen des Planvorhabens wird dieses Kriterium unabhängig von einer Zumutbarkeitsprüfung erfüllt.

Die vorliegend durchgeführte Zumutbarkeitsprüfung für die Immissionsorte IO1 und IO2 kommt zu dem Ergebnis, dass die durch das Planvorhaben zu erwartende Geräuschbelastung für den Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen in Anbetracht der hier diskutierten Umstände und anhand der umfänglichen Prüfung und Beurteilung des Planvorhabens aus gutachterlicher Sicht an allen Immissionsorten als zumutbar einzustufen ist. Dies vor allem basierend auf der angeführten Rechtsprechung und Rechtsliteratur zu diesem Prüfkomplex.

Die Prüfung bezieht sich vor allem auf Aspekte und Kriterien, die aus fachlicher Sicht im Rahmen einer schalltechnischen Untersuchung zu berücksichtigen sind. Auf weitere, darüber hinaus gehende Aspekte und Umstände, welche im Rahmen einer Zumutbarkeitsprüfung berücksichtigt werden können, wird hier nicht näher eingegangen. Diese können bei der abschließenden wertenden Gesamtbetrachtung durch die Genehmigungsbehörde mit einbezogen werden.

Die in Abschnitt 6 dargestellte Auswahl der maßgeblichen Immissionsorte ermöglicht eine hinsichtlich der vorliegend gewählten Prüfkriterien repräsentative Zumutbarkeitsprüfung, da diese Immissionsorte die für die Beurteilung relevanten emissionsseitigen und immissionsseitigen Umstände, welche im Umfeld des Planvorhabens sowie in den Eigenschaften der Koronageräusche selbst vorliegen, ausreichend umfänglich abdecken und zudem die am stärksten belasteten Immissionsorte darstellen. Alle anderen Immissionsorte entlang des Planvorhabens (siehe Anhang 6) sind weniger stark belastet. Es bedarf hier aus gutachterlicher Sicht keiner gesonderten Zumutbarkeitsprüfung, sofern die Geräuschbelastung an den maßgeblichen Immissionsorten als zumutbar anzusehen ist.

## 12 Qualität der Ergebnisse

Die Aussageunsicherheit der Ausbreitungsberechnung liegt gemäß Tabelle 5 der DIN ISO 9613-2 anhand der geometrischen Gegebenheiten je nach Immissionsort systembedingt bei  $\pm 1$  dB (Abstand  $d$  zwischen IO und Freileitung  $< 100$  m) bzw.  $\pm 3$  dB ( $d > 100$  m).

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 insbesondere bei den weiter entfernten Immissionsorten ( $d > 100$  m) in Verbindung mit der zu erwartenden Überdeckung durch die Regenfremdgeräusche 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 Schallleistungspegel verbleiben.

Bezüglich der Eingangsdaten der Schallleistungspegel nach EPRI wird im Detail auf Abschnitt 8.1.2 i.V.m. Anhang 3 verwiesen. Vorliegend ist für den Bereich der Anlage 7100, Portal UW Altlußheim Richtung Süden (Mast 111A-091A bzw. 0337/010A) zwischen dem Zeitpunkt des Seilzugs und der Inbetriebnahme in 380 kV mit einer Zeitspanne von mindestens 2 Jahren zu rechnen. Für die Leiterseile ist in diesem Bereich daher bereits von einer moderaten Alterung zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme in 380 kV auszugehen (entspricht dem Leiterseilzustand des EPRI-Formelwerks, vgl. Abschnitt 8.1). Dies betrifft die Bereiche mit IO2 und IO3.

In den Bereichen mit IO1, IO4 und IO5 kann aufgrund des Bauzeitenplans nicht sicher ausgeschlossen werden, dass die neu verlegten Leiterseile abschnittsweise auch ein Alter  $< 1$  Jahr bei der Inbetriebnahme in 380 kV erreichen. Bei einem Seilalter  $< 1$  Jahr zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme in 380 kV können die Leiterseilemissionen zunächst von den EPRI-Berechnungen nach oben abweichen. Die Höhe der Abweichungen lässt sich für die vorliegend eingeplanten Leiterseilkonstellationen jedoch nicht genauer quantifizieren, da keine belastbaren Untersuchungsergebnisse für Leiterseile ohne Oberflächenbehandlungen kurz nach Inbetriebnahme vorliegen. Die Abweichungen lassen sich für den Zeitraum unmittelbar nach Verlegung der Leiterseile (wenige Wochen) auf Basis von Laboruntersuchungen mit maximal + 10 dB abschätzen. Anschließend ist aufgrund der fortschreitenden Alterung mit kontinuierlich sinkenden Emissionen zu rechnen, bis nach ca. 1 bis 2 Jahren die Schallleistungspegel gem. EPRI-Formelwerk und die vorliegend prognostizierten Beurteilungspegel erreicht werden.

Eine zusätzliche Würdigung der ggf. anfänglich erhöhten Beurteilungspegel im Rahmen der Zumutbarkeitsprüfung ist aus Sicht des Sachverständigen nicht erforderlich. Hierbei sei darauf hingewiesen, dass gem. TA Lärm Nr. 3.2.1 Abs. 4 *„die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage wegen einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 aufgrund der Vorbelastung auch dann nicht versagt werden [soll], wenn durch eine Auflage sichergestellt ist, dass in der Regel spätestens drei Jahre nach Inbetriebnahme der Anlage Sanierungsmaßnahmen (Stilllegung, Beseitigung oder Änderung) an bestehenden Anlagen des Antragstellers durchgeführt sind, welche die Einhaltung der Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 gewährleisten.“* Konkret zielt diese Regelung zwar auf Minderungsmaßnahmen an vorbelastenden Anlagen ab. Allerdings ist in der Regel auch davon auszugehen, dass die Zusatzbelastung bereits emissionsarm geplant wird, sodass nachträgliche Maßnahmen an der Zusatzbelastung im Sinne des Immissionsschutzes nicht zielführend sind. Vorliegend werden die geplanten Leiterseile bereits nach dem Stand der Technik installiert (vgl. Abschnitt 11.1.2). Weitere Pegelminderungen sind aufgrund der natürlichen Alterung in einem absehbaren Zeitrahmen sicher zu erwarten. Aus Sicht des Sachverständigen handelt es sich hierbei um einen vergleichbaren Sachverhalt, bei dem auf Basis der Erfahrungswerte darauf geschlossen werden kann, dass innerhalb eines Zeitraums von spätestens 2 Jahren die Einhaltung der nach EPRI prognostizierten Beurteilungspegel sichergestellt ist und anfänglich noch erhöhte Beurteilungspegel, welche zudem nur in wenigen Nachtstunden innerhalb eines Jahres zu erwarten sind, einer Genehmigung nicht entgegenstehen. So auch in Feldhaus / Tegeder, Kommentierung der TA Lärm: *„Im Übrigen wäre es unverhältnismäßig, eine Genehmigung für eine Neuinvestition zu versagen, wenn sichergestellt ist, dass in absehbarer Zeit die Immissionsrichtwerte eingehalten werden“* (Nr. 3, Rn. 36).

Für die Beurteilung und die Zumutbarkeitsprüfung des Vorhabens sind somit sachgerecht die mittel- und langfristig zu erwartenden Beurteilungspegel zu berücksichtigen, zumal auch unter Berücksichtigung der o.g. Unsicherheiten eine Überschreitung der Richtwerte nach Nr. 6.3 der TA Lärm sicher ausgeschlossen werden kann.

Basierend auf den genannten Parametern ist für den Bereich mit IO2 und IO3 unmittelbar damit zu rechnen, dass die prognostizierten Pegel auf der sicheren Seite liegen. Für die Bereiche mit IO1, IO4 und IO5 können die prognostizierten Beurteilungspegel aufgrund eines geringeren Seilalters zunächst nach oben abweichen. Spätestens nach einem Zeitraum von 2 Jahre nach Seilzug liegen die prognostizierten Beurteilungspegel am IO1, IO4 und IO5 ebenfalls auf der sicheren Seite.



### 13 Zusammenfassung

Die TransnetBW GmbH plant eine Netzverstärkung (Neubeseilung, Ersatzneubau) auf dem ca. 27 km langen Abschnitt „Rheinau – Philippsburg“. Hierbei handelt es sich um den Abschnitt Süd-2 des Vorhabens Nr. 19 gem. Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG).

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. Vorliegend sind bei dieser Untersuchung zwei unterschiedliche Betriebszustände zu unterscheiden – witterungsbedingte und nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche. Als Grundlage für die Geräuschprognose dienen berechnete Schalleistungspegel auf Basis von semiempirischen Formeln (EPRI) sowie Literatur zu diesem Thema in Verbindung mit Erkenntnissen aus Emissionsmessungen durch den TÜV Hessen an 380-kV-Drehstrom-Freileitungen. Hinsichtlich der maßgeblichen Immissionsorte konnte auf Erkenntnisse aus Voruntersuchungen im Rahmen der Bundesfachplanung für dieses Vorhaben zurückgegriffen werden (TÜV Hessen Gutachten Nr. T 1742 vom 02.12.2020 sowie T 1742-1 vom 27.05.2021).

In Abschnitt 6 in Verbindung mit Anhang 6 sind die untersuchten Immissionsorte dargestellt. Im Hinblick auf eine Zumutbarkeitsprüfung von witterungsbedingten Anlagengeräuschen wurden maßgebliche Immissionsorte gewählt. Ebenso stellen diese Immissionsorte die am stärksten betroffenen Immissionsorte für den Regelzustand mit nicht witterungsbedingten Anlagengeräuschen dar. An den maßgeblichen Immissionsorten sind jeweils die höchsten Beurteilungspegel durch das Planvorhaben zu erwarten. An allen anderen Wohngebäuden, welche sich im Einwirkungsbereich der geplanten Maßnahmen befinden, werden niedrigere Beurteilungspegel erwartet (vgl. Anhang 6). 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 8.2).

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 5.2.4 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 Hinblick auf eine Zumutbarkeitsprüfung wurde vorliegend neben der Zusatzbelastung durch das Planvorhaben auch die Geräuschvorbelastung witterungsbedingter Anlagengeräusche durch weitere bestehende Hochspannungsfreileitungen im Umfeld des Planvorhabens untersucht und die daraus resultierende Gesamtbelastung für diesen Sonderzustand ermittelt (vgl. Abschnitt 10.2 bzgl. der Gesamtbelastung).

Die prognostizierte Zusatz- bzw. Gesamtbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche unterschreitet dabei sicher die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.3 für seltene Ereignisse an allen Immissionsorten, auch unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheiten (vgl. Abschnitt 12). Zum Teil werden bereits die niedrigeren Richtwerte nach Nr. 6.1 sicher unterschritten. Für alle weiteren Immissionsorte wurde eine Zumutbarkeitsprüfung durchgeführt.

Die vorliegend gemäß Nr. 7.2 der TA Lärm umfänglich durchgeführte Zumutbarkeitsprüfung, welche jedoch nicht den Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich der hierbei zu berücksichtigenden Aspekte und Umstände erhebt, kommt zu dem Ergebnis, dass nach Einschätzung des Sachverständigen die zu erwartende Geräuschbelastung im Sonderzustand an allen Immissionsorten als zumutbar einzustufen ist. Eine abschließende Zumutbarkeitsprüfung mit wertender Gesamtbeurteilung und Abwägung unter Einbeziehung aller Umstände obliegt der zuständigen Behörde.

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)

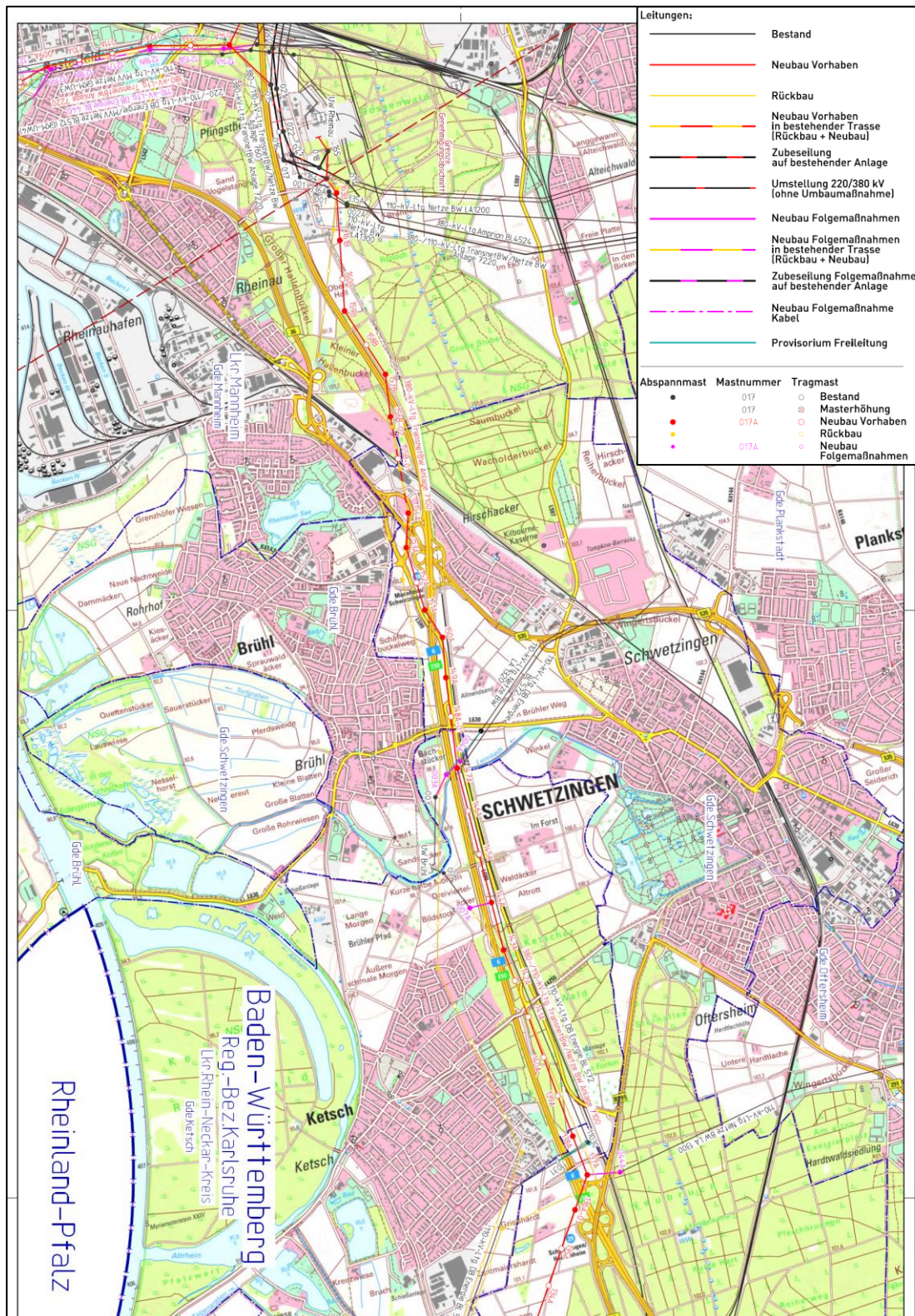
   
Niederlassung Frankfurt am Main  
notifizierte Messstelle nach § 29b BImSchG  
VMPA Schallschutzprüfstelle nach DIN 4109  
Pascal Sames  
(Stellv. fachlich Verantwortlicher)

## **Anhangsverzeichnis**

	Seite
Anhang 1: Übersichtspläne	49-51
Anhang 2: Lage der Immissionsorte	52-54
Anhang 3: Semiempirische Formeln nach EPRI	55-57
Anhang 4: Leiterseilbelegung, Mastskizzen, Schallleistungspegel	58-62
Anhang 5: Geräuschpegel von Regenfremdgeräuschen	63
Anhang 6: Untersuchte potenziell maßgebliche Immissionsorte	64-65
Anhang 7 Erläuterungen zu den Immissionstabellen	66
Anhang 8 Emissionsdaten / Oktavspektren	67
Anhang 9: Immissionstabellen IO1 – IO5	67-69

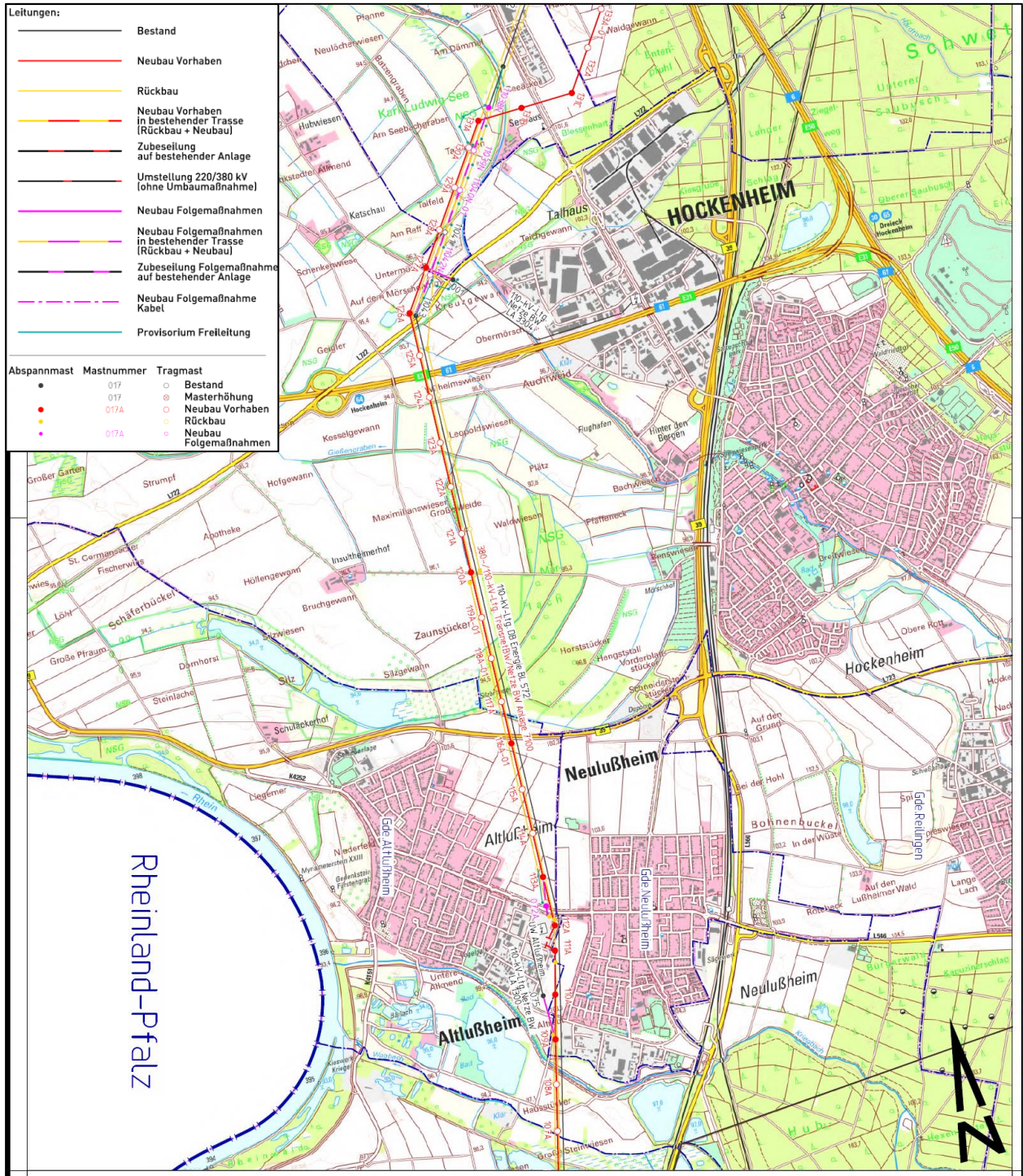
## Anhang 1 – Übersichtspläne

A.1.1: UW Rheinau - LA 7100/134A





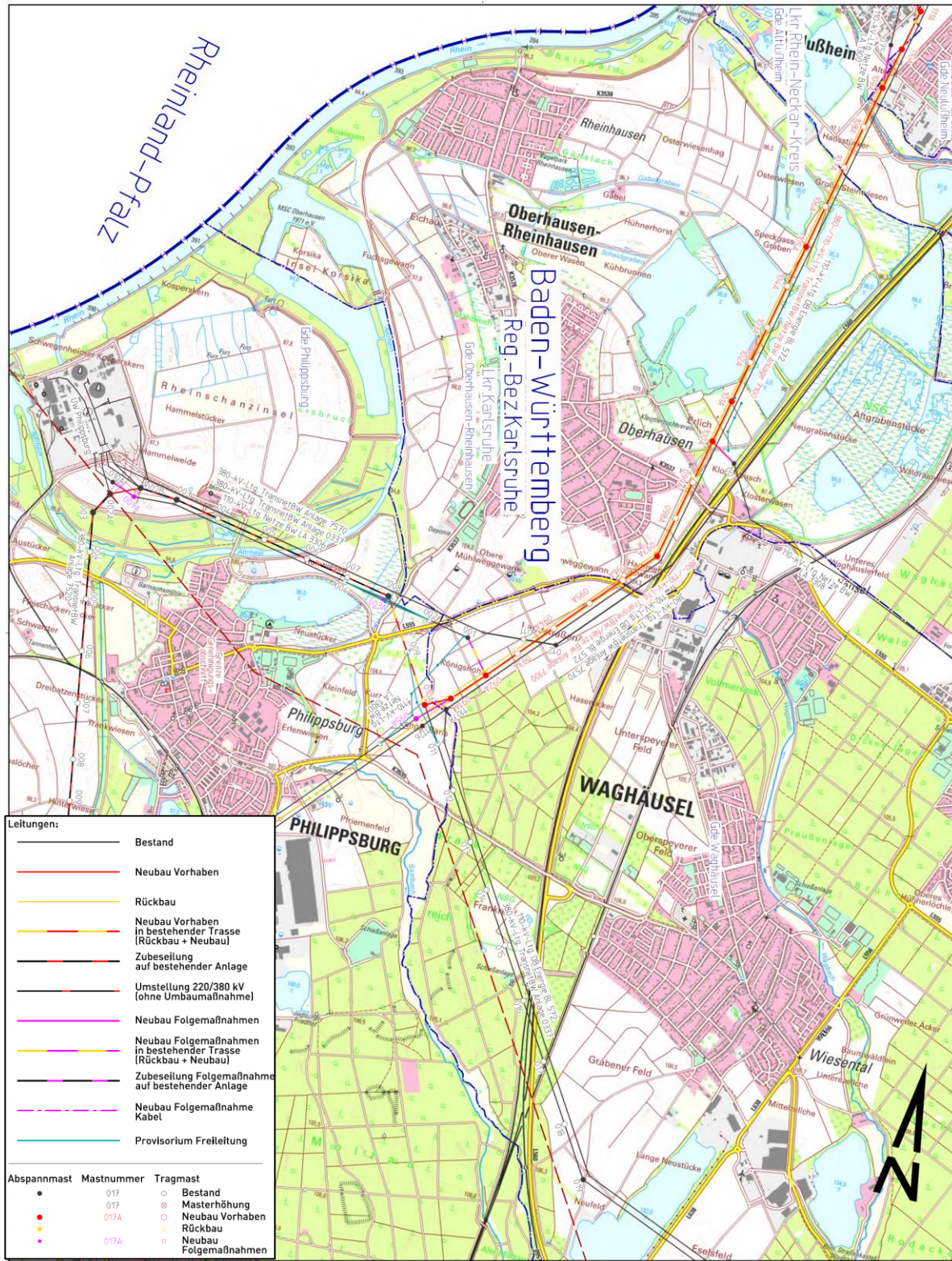
A.1.2: LA 7100/133A - 7100/107A





## Anhang 1 – Übersichtspläne

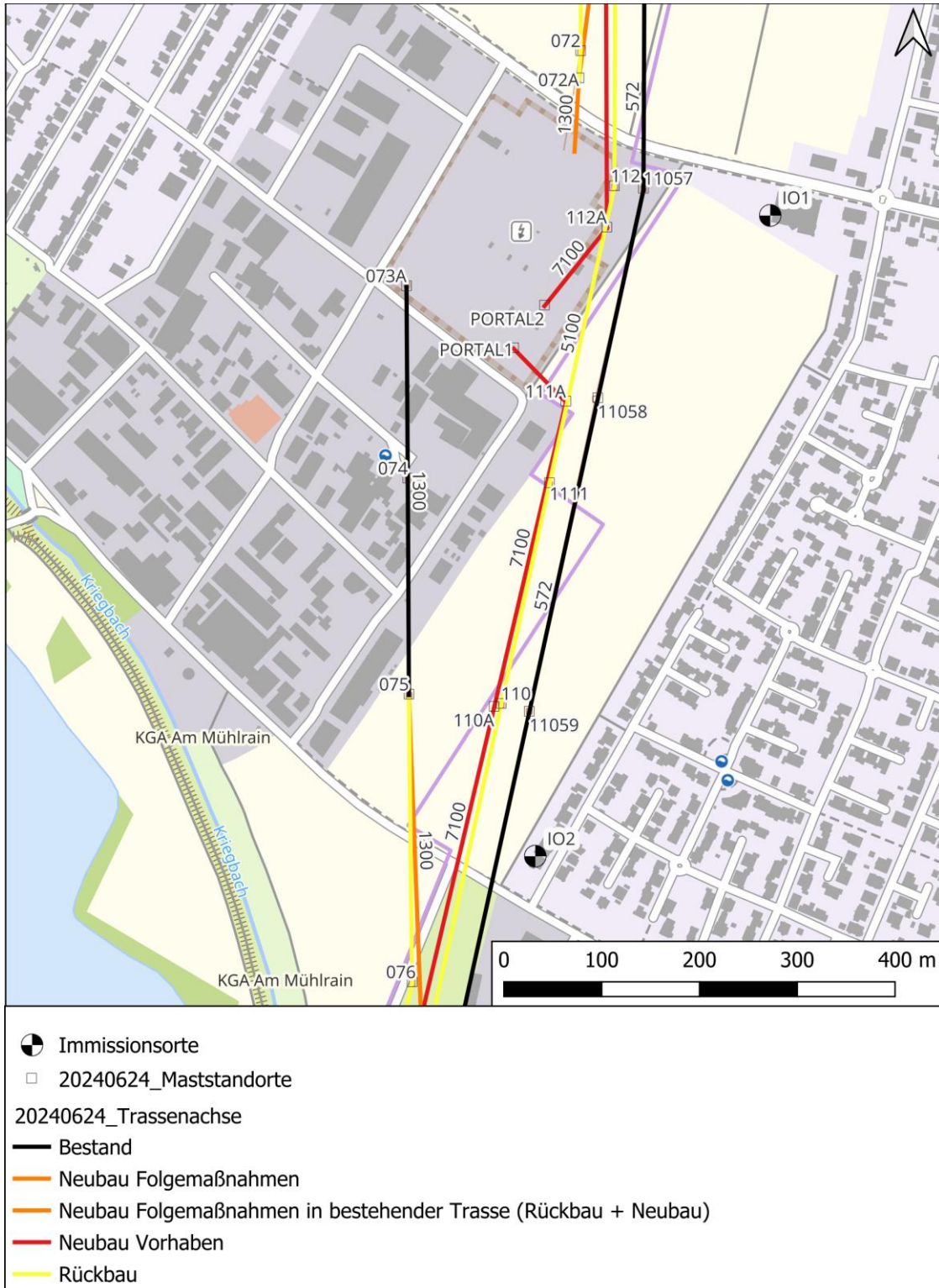
### A.1.3: LA 7100/111A – UW Philippsburg





## Anhang 2 – Lage der Immissionsorte

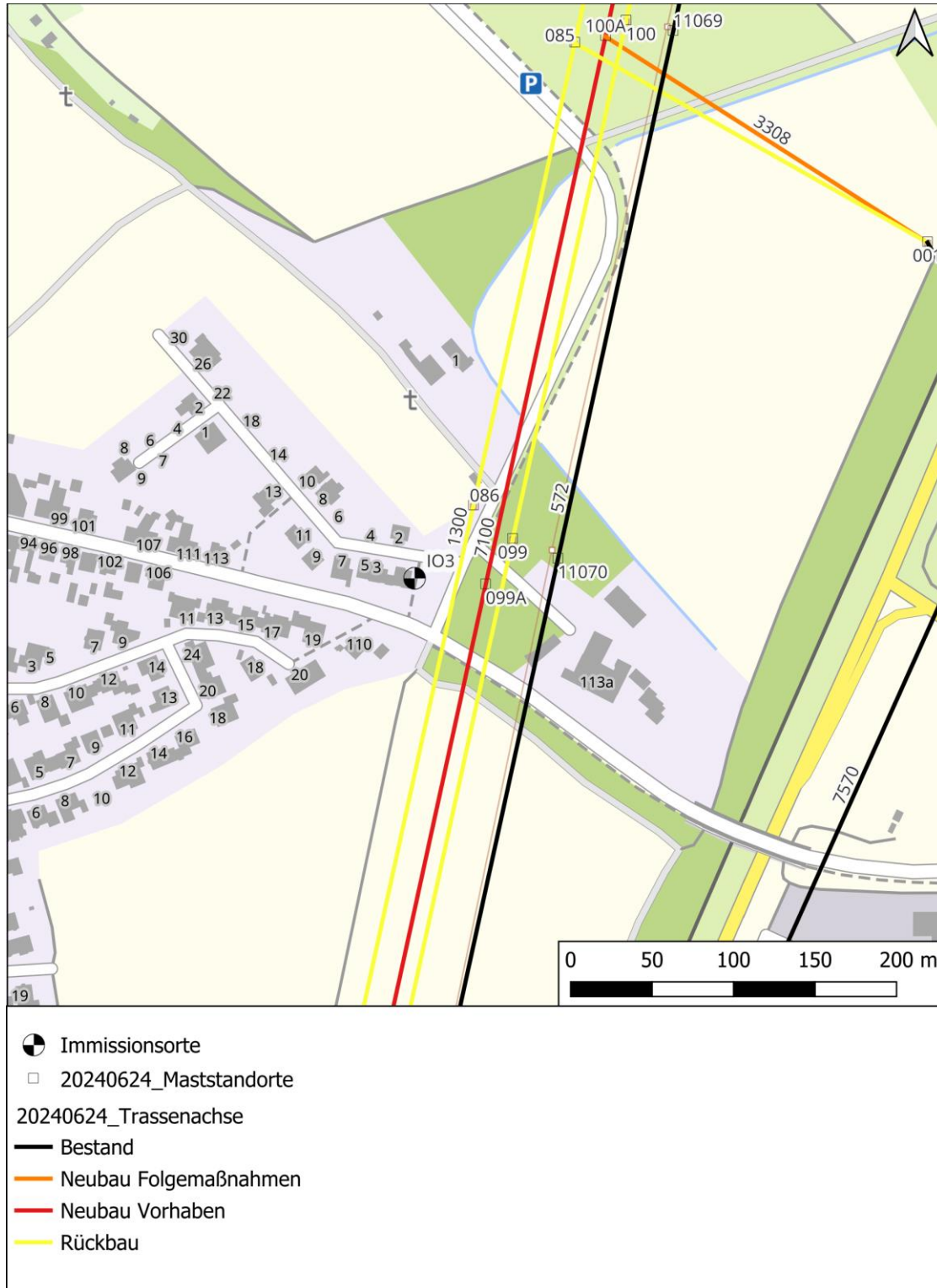
### A.2.1: Bereich mit IO1 & IO2





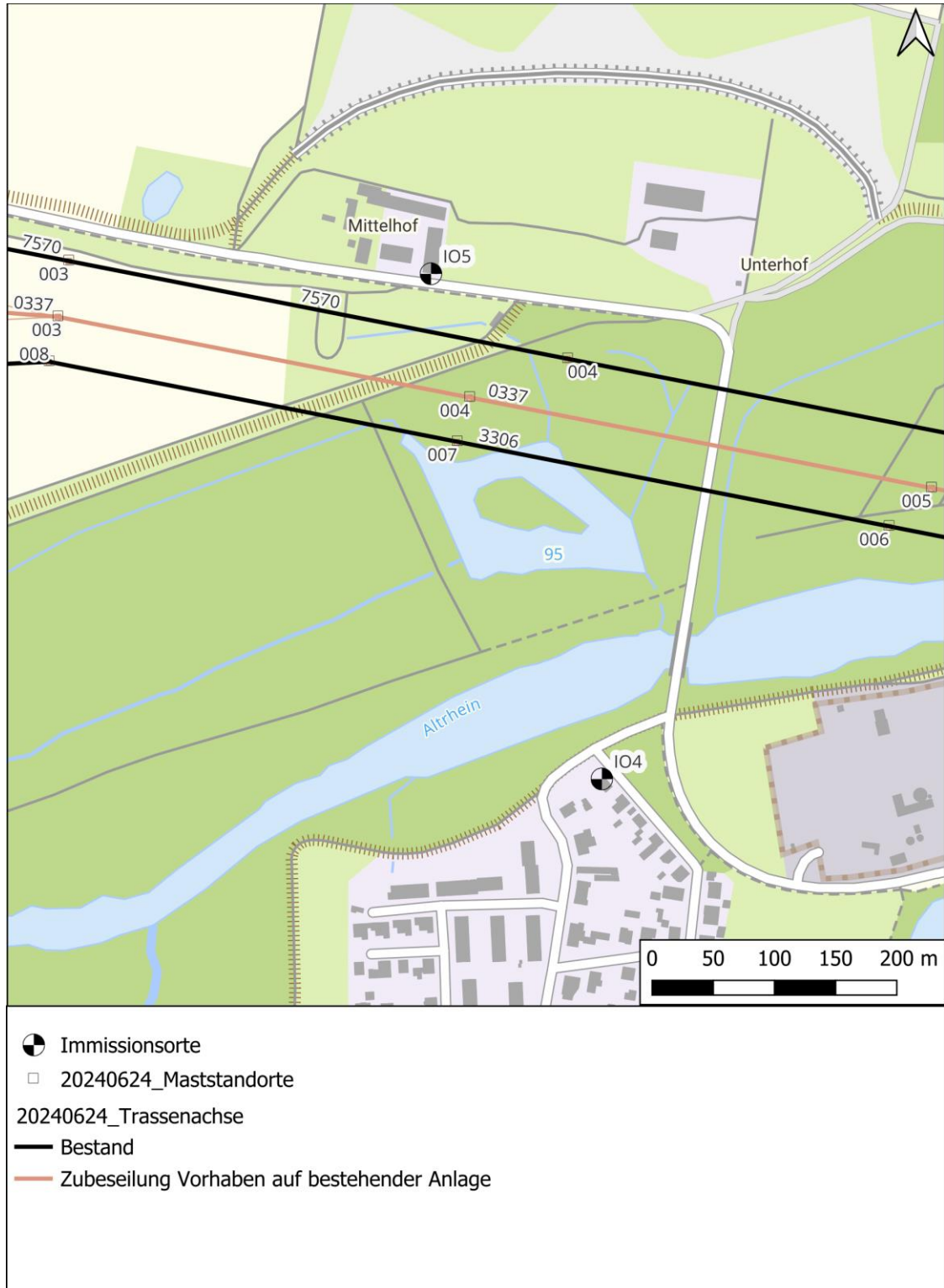
## Anhang 2 – Lage der Immissionsorte

### A.2.2: Bereich mit IO3



## Anhang 2 – Lage der Immissionsorte

### A.2.3: Bereich mit IO4 & IO5



### Anhang 3: Semiempirische Formeln nach EPRI

#### Formeln nach EPRI für HVAC-Systeme

Schallleistungspegel 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

$$K_n = 7,5 \text{ dB für } n = 1;$$

$$K_n = 2,6 \text{ dB für } n = 2$$

$$K_n = 0 \text{ dB für } n \geq 3$$

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

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

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 Schallleistung bei Niederschlag mit einer Regenrate von 0,75 mm/h in dB ( $> 1 \text{ pW/m}$ );

$n$  Anzahl der Teilleiter des Bündels;

$\Delta A$  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

## Formeln nach EPRI für HVAC-Systeme

### Schallleistungspegel für den niederschlagsfreien Betriebszustand:

Für den Schallleistungspegel bei nicht witterungsbedingtem (niederschlagsfreiem) Betriebszustand  $L'_{WA}{}^{fair}$  gibt EPRI den Abzug des festen Werts 25 dB vom  $L'_{WA}$  bei Regen vor:

$$L'_{WA}{}^{fair} = L'_{WA} - 25 \text{ dB} \quad (3)$$

Dabei ist

$L'_{WA}$  A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistung nach Formel (1) bzw. (2) in dB;

$L'_{WA}{}^{fair}$  A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistung ohne Niederschlag (fair weather) in dB  
(> 1 pW/m)

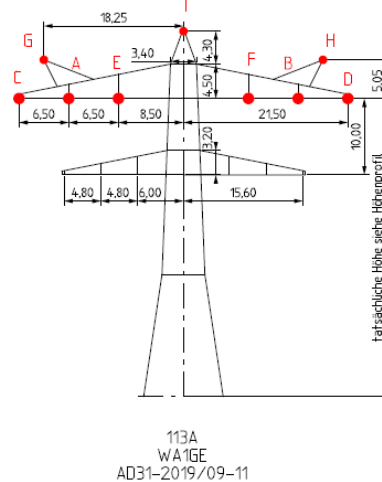
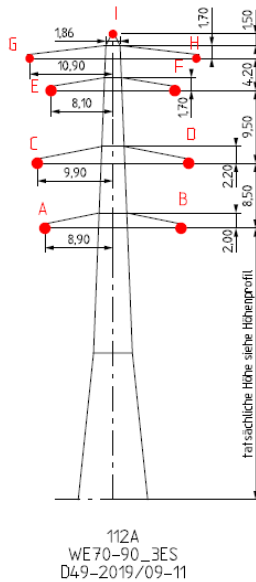
Die Ergebnisse verschiedener Freifeldmessungen lassen einen Unterschied der Emissionspegel zwischen beregneten und trockenen Leitern von tendenziell weniger als 25 dB erkennen. Wegen der geringen absoluten Pegel, die meist nahe an denjenigen der Umweltgeräusche liegen, lassen sich jedoch zum einen meist 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 an und für sich zu schwankenden Emissionen.

Bei in Deutschland üblichen Leitungskonfigurationen sind somit keine sinnvollen konkreten Berechnungen für nicht witterungsbedingte Emissionen von HVAC-Freileitungen möglich.

## Anhang 4 – Leiterseilbelegung, Mastskizzen, Schallleistungspegel

### A.4.1: Bereich mit IO1

#### Mastskizzen und Leiterseilbelegung



Seilkennnung	Stromkreis- bezeichnung	funktionale Belegung	Nennspannung	Seiltyp	Bündelart
			[kV]		
A	8105GE	L2	380	562-AL1/49-ST1A	4
B	880SW	L2	380	562-AL1/49-ST1A	4
C	8105GE	L1	380	562-AL1/49-ST1A	4
D	880SW	L3	380	562-AL1/49-ST1A	4
E	8105GE	L3	380	562-AL1/49-ST1A	4
F	880SW	L1	380	562-AL1/49-ST1A	4
G	ES	-	-	264-AL1/34-ST1A	1
H	ESLK	-	-	226-AL3/49-A20SA	1
I	ES	-	-	264-AL1/34-ST1A	1

Spannfeld LA 7100/112A - 7100/113A: Schallleistungspegel ( $L'_w$ ) nach EPRI – berechnet mit Winfield für Volllaastung (im Bereich des tiefsten Durchhangs):

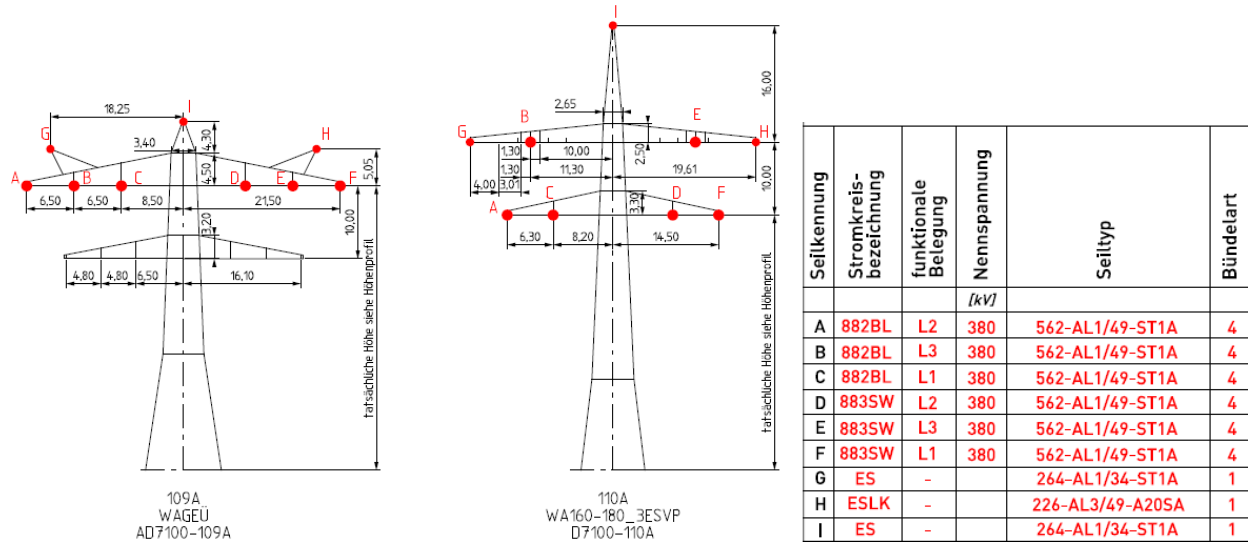
Leiter-Bezeichnung Profilplan	$L'_w$ @ 3.5 mm/h [dB(A)/m]
A	49,4
B	49,5
C	50,7
D	50,7
E	44,0
F	44,0
G	Nicht relevant
H	Nicht relevant
i	Nicht relevant



## Anhang 4 – Leiterseilbelegung, Mastskizzen, Schallleistungspegel

#### A.4.2: Bereich mit **IO2**

## Mastskizzen und Leiterseilbelegung



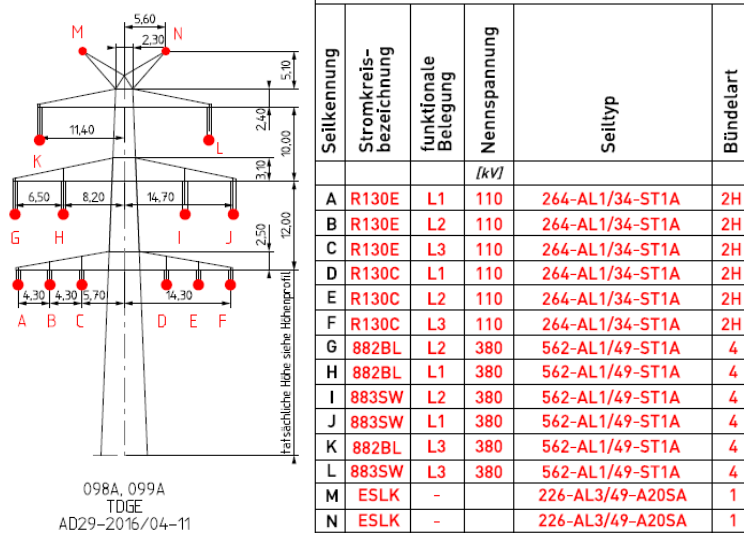
Spannfeld LA 7100/109A - 7100/110A: Schallleistungspegel ( $L'_w$ ) nach EPRI – berechnet mit Winfield für Vollaustattung:

Leiter-Bezeichnung Profilplan	L'w @ 3.5 mm/h [dB(A)/m]
A	51,6
B	61,6
C	54,6
D	54,6
E	61,6
F	51,5
G	Nicht relevant
H	Nicht relevant
I	Nicht relevant

## Anhang 4 – Leiterseilbelegung, Mastskizzen, Schallleistungspegel

### A.4.3: Bereich mit IO3

#### Mastskizzen und Leiterseilbelegung



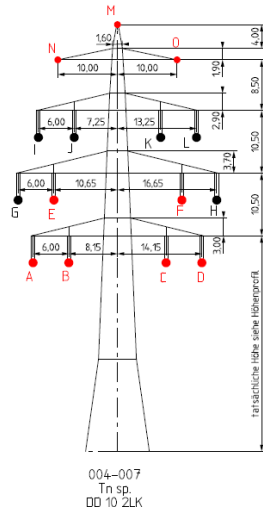
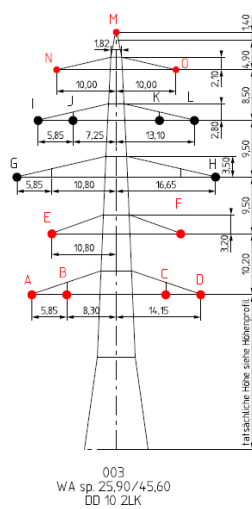
Spannfeld LA 7100/098A - 7100/099A: Schallleistungspegel ( $L'_w$ ) nach EPRI – berechnet mit Winfield für Volllastung:

Leiter-Bezeichnung Profilplan	$L'_w$ @ 3.5 mm/h [dB(A)/m]
A-F	Nicht relevant
G	49,9
H	53,5
I	53,5
J	50,8
K	39,0
L	38,4
M	Nicht relevant
N	Nicht relevant

## Anhang 4 – Leiterseilbelegung, Mastskizzen, Schallleistungspegel

#### A.4.4: Bereich mit IO4 & IO5

## Mastskizzen und Leiterseilbelegung



Seilkennung	Stromkreis- bezeichnung	funktionale Belegung	Nennspannung	Selltyp	Bündelart
			[kV]		
A	882BL	L3	380	562-AT1/49-A20SA	3
B	882BL	L2	380	562-AT1/49-A20SA	3
C	883SW	L3	380	562-AT1/49-A20SA	3
D	883SW	L2	380	562-AT1/49-A20SA	3
E	882BL	L1	380	562-AT1/49-A20SA	3
F	883SW	L1	380	562-AT1/49-A20SA	3
G	808rt	L3	380	AL/ST 490/65	3
H	809ws	L1	380	AL/ST 490/65	3
I	808rt	L2	380	AL/ST 490/65	3
J	808rt	L1	380	AL/ST 490/65	3
K	809ws	L3	380	AL/ST 490/65	3
L	809ws	L2	380	AL/ST 490/65	3
M	ES		-	264-AL1/34-ST1A	1
N	ESLK		-	121-AL3/49-A20SA	1
O	ESLK		-	121-AL3/49-A20SA	1

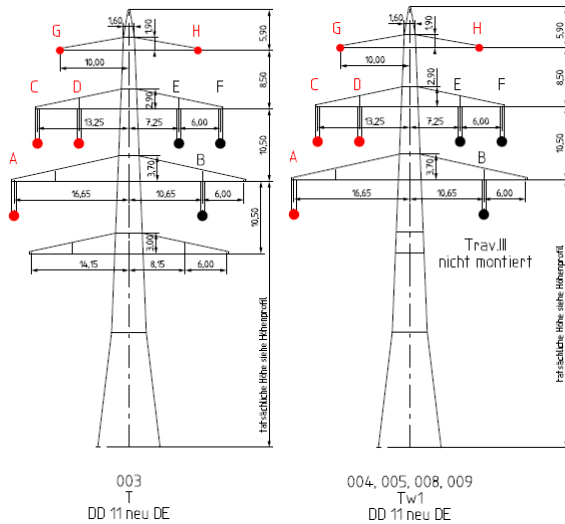
Spannfeld LA 0337/003 - 0337/004: Schallleistungspegel ( $L_w$ ) nach EPRI – berechnet mit Winfield für Volllastung:

Leiter-Bezeichnung Profilplan	L' <sub>w</sub> @ 3.5 mm/h [dB(A)/m]
A	55,3
B	61,1
C	61,1
D	58,4
E	58,2
F	43,2
G	53,9
H	42,3
I	63,3
J	57,7
K	63,1
L	61,6
M	Nicht relevant
N	Nicht relevant
O	Nicht relevant

## Anhang 4 – Leiterseilbelegung, Mastskizzen, Schallleistungspegel

### A.4.5: Vorbelastungen im Bereich mit IO4 & IO5

#### Mastskizzen und Leiterseilbelegung



Seilkennung	Stromkreis- bezeichnung	funktionale Belegung	Nennspannung	Seiltyp	Bündelart
			[kV]		
A	ULTRA	-	380 DC	562-AT1/49-A20SA	3
B	WAGBA	L3	380 AC	AL/ST 560/50	3
C	ULTRA	+	380 DC	562-AT1/49-A20SA	3
D	ULTRA	0	380 DC	562-AT1/49-A20SA	3
E	WAGBA	L1	380 AC	AL/ST 560/50	3
F	WAGBA	L2	380 AC	AL/ST 560/50	3
G	ESLK		-	226-AL3/49-A20SA	1
H	ESLK		-	226-AL3/49-A20SA	1

Spannfeld LA 7570/003 - 7570/004: Schallleistungspegel ( $L'_w$ ) nach EPRI – berechnet mit Winfield für Vollaustattung:

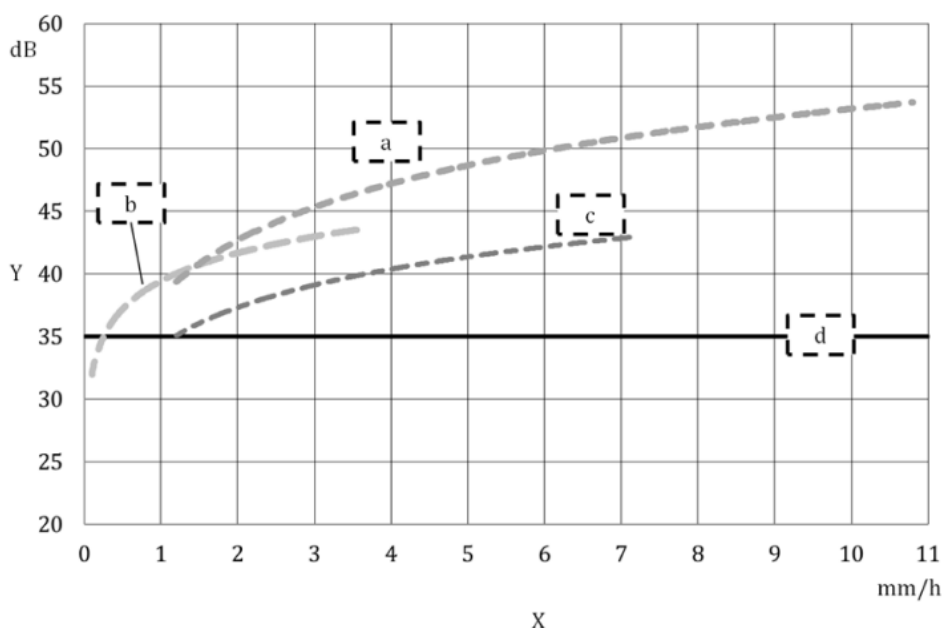
Leiter-Bezeichnung Profilplan	$L'_w$ @ 3.5 mm/h [dB(A)/m]
A	38,2
B	52,4
C	52,0
D	Nicht relevant
E	58,9
F	55,9
G	Nicht relevant
H	Nicht relevant

## Anhang 5 - Geräuschpegel von Regenfremdgeräuschen

Die Grafik zeigt den Eigengeräuschpegel  $L_{pAF95}$  des Niederschlags in Form von Regen, gemessen von 2 unabhängigen Instituten [Lärmbekämpfung Bd. 6 (2012) Nr. 4 – Juli, HLUG-Studie 2015], 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

X	Regenintensität, in mm/h	a	Ortsrand	c	Wiese
Y	A-bewerteter Regen- geräuschpegel, in dB	b	Aussiedlerhof	d	Nächtlicher Immissionsrichtwert WR (Reines Wohngebiet), in dB



## Anhang 6 – Untersuchte potenziell maßgebliche Immissionsorte

Rechnerisch untersuchte Gebäude/Immissionsorte entlang der Trassen 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 UTM, Z: 32U, WGS84 Nord / Ost / Höhe ü.N.N.			Gebietsausweisung lt. B-Plan od. gutachterliche Einschätzung zur tatsächl. Nutz.	Repräsen- tiert durch	$L_r$ Zusatz- belas- tung [dB(A)]	$L_r$ Vorbela- stung [dB(A)]	$L_r$ Gesamtbe- lastung [dB(A)]	Kommentar
1	Mannheimer Landstraße 30, 68782 Brühl	466990,6	5473330,6	106,9	G (FNP) <sup>1)</sup> → MI*	IO2/IO3	36	Nicht unter- sucht	-	
2	Seehaus 3A, 68775 Ketsch	465678,6	5465925,8	106,0	LWS (FNP) <sup>1)</sup> → MI*	IO2/IO3	32	Nicht unter- sucht	-	
3/IO1	Altlußheimer Str. 59-61, 68809 Neu- lußheim	464772,2	5460264,6	114,0	Pflegeanstalt*	=IO1	37	-	37	
4/IO2	Tullastraße 102, 68809 Neulußheim	464529,5	5459611,3	108,5	WA <sup>2)</sup>	=IO2	42	-	42	In T1742: IO8
5	Am Sandbuckel 12, 68809 Neuluß- heim	464454,1	5459348,6	107,7	GE <sup>3)</sup>	IO2/IO3	39	Nicht unter- sucht	-	In T1742: IO9
6/IO3	Am Erlengewann 1, 68794 Oberhau- sen-Rheinhausen	463663,0	5456217,3	108,8	W (FNP) <sup>4)</sup> → WA*	=IO3	38	-	38	In T1742: IO10
7/IO4	Am Altrhein 1, 76661 Philippsburg	460390,6	5454801,8	104,6	WA <sup>5)</sup>	=IO4	36	26	37	In T1742: IO12
8/IO5	Rheinschanzen-Mittelhof, 76661 Phi- lippsburg	460244,2	5455216,8	110,2	AU → analog MI*	=IO5	45	38	46	In T1742: IO11

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





### Erläuterungen zur obenstehenden Tabelle:

#### **Abkürzungen:**

**W(FNP)** = Wohnbauflächen nach FNP / **G(FNP)** = Gewerbliche Baufläche nach FNP

**LWS(FNP)** = Fläche für die Landwirtschaft / **AU** = Außenbereich

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

**L<sub>r</sub>** = Beurteilungspegel bei 3,5mm/h Niederschlag, inklusive Tonzuschlag  $K_T = 3\text{dB}$

#### **Erläuterung zu Spalte „Gebietsausweisung“ / Verweise:**

- 1) Flächennutzungsplan des Nachbarschaftsverband Heidelberg-Mannheim, Stand 20.08.2024
- 2) Bebauungsplan "Altreet 3" der Gemeinde Altlußheim
- 3) Bebauungsplan "Altreet (GE)", 1. Änderung der Gemeinde Neulußheim vom 08.12.2007
- 4) Flächennutzungsplan GVV Philippsburg, Stand 11.06.2007
- 5) Bebauungsplan "Bachwiesen - Schanzenäcker" - 10. Änderung der Stadt Philippsburg vom 23.07.2009

## Anhang 7 – Erläuterungen zu den Immissionstabellen

Die Berechnung der Immissionen erfolgt im Rechenkern einzeln für jede Phase und jedes Spannfeld. Innerhalb eines Spannfelds 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 Spannfelder 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	= <b>A-bewerteter längenbezogener Schallleistungspegel</b> , Angabe in dB/m Phase oder Stromkreis
$L_{wa}$ in dB	= <b>A-bewerteter Schallleistungspegel</b> , gibt den aus der Länge [m] der Quelle und dem längenbezogenen Schallleistungspegel [dB(A)/m] berechneten immissionswirksamen Schallleistungspegel an. Vorliegend für Freileitungen nicht sinnvoll anzugeben, da die Gesamtschallleistung 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	= <b>Abstand Quelle - Immissionsort</b> , 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	= <b>mittlere Höhe</b> , mittlere Höhe des Ausbreitungswegs über dem Boden
$D_o$ in dB	= <b>Raumwinkelmaß</b> , 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	= <b>Reflexionsanteil</b> , 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	= <b>Bewuchsdämpfung</b> , Dämpfung aufgrund von Schallausbreitung durch Bewuchs
$D_i$ in dB	= <b>Richtwirkungsmaß</b>
$A_{div}$ in dB	= <b>Abstandsmaß</b> , Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung. Berechnet für Vollkugelabstrahlung ( $4\pi r^2$ ), über den dreidimensionalen Weg.
$A_{gr}$ in dB	= <b>Bodendämpfung</b> , Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts.
$C_{met}$ in dB	= <b>meteorologische Korrektur</b> , zur Berücksichtigung des Langzeitmittlungspegels, 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	= <b>Einfügungsdämpfungsmaß</b> , Dämpfung aufgrund von Abschirmung. Die Abschirmungsberechnung erfolgt frequenzabhängig in Oktavbandbreite über alle Beugungskanten (auch seitlich)
$A_{atm}$ in dB	= <b>Luftabsorptionsmaß</b>
$L_{AT}(LT)$ in dB	= <b>A-bewerteter Langzeit-Mittelungspegel</b> , richtlinienkonform berechnete Ergebnisse für diskret definierte Einzel-Immissionspunkte (IP's), berechnet aus dem Dauerschalldruckpegel bei Mitwind abzüglich $C_{met}$

## Anhang 8 – Emissionsdaten / Oktavspektren

Die längenbezogenen Summen-Schallleistungspegel der einzelnen Spannfelder und Phasen sind den Tabellen in Anhang 4 zu entnehmen. Nachfolgend ist das hierbei hinterlegte Relativspektrum dargestellt:

Relativspektren	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Gesamt
	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
<b>L<sub>WA</sub>' Koronageräusche 3,5 mm/h AC</b>	18,1	30,4	31,1	35,4	41,3	44,8	44,7	43,3	50,0

## Anhang 9 – Immissionstabellen

### A.9.1: Immissionsort IO1

Immission, gesamt

Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag

IO1 Altlußheimer Str. 59-61, 68809 Neulußheim

Dateien: SEILE MIT ALTERUNG.BNA

T6684 HIN-10S.BNA

DGM-T6684.BNA

Berechneter Langzeit-Mittelungspegel  $L_{AT}(LT)$  nach DIN ISO 9613-2 / mögliche Zuschläge für  $K_1$ ,  $K_T$ ,  $K_R$  in Tabelle nicht enthalten

[illegible]



Immission, gesamt  
Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag  
IO2 Tullastraße 102, 68809 Neulußheim

Dateien: SEILE\_MIT\_ALTERUNG.BNA  
T6684\_HIN-IOS.BNA  
DGM-T6684.BNA

Berechneter Langzeit-Mittelungspegel  $L_{AT}(LT)$  nach DIN ISO 9613-2 / mögliche Zuschläge für  $K_1$ ,  $K_T$ ,  $K_R$  in Tabelle nicht enthalten

[illegible]

Immission, gesamt  
Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag  
IO3 Am Erlengewann 1, 68794 Oberhausen-Rheinhausen

Dateien: SEILE\_MIT\_ALTERUNG.BNA  
T6684\_HIN-IOS.BNA  
DGM-T6684.BNA

Berechneter Langzeit-Mittelungspegel  $L_{AT}(LT)$  nach DIN ISO 9613-2 / mögliche Zuschläge für  $K_1$ ,  $K_T$ ,  $K_R$  in Tabelle nicht enthalten

[illegible]

#### A.9.4: Immissionsort IO4

Immission, gesamt

Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag

IO4 Am Altrhein 1, 76661 Philippsburg

Dateien: SEILE MIT ALTERUNG.BNA

T6684 HIN-IOS.BNA

DGM-T6684.BNA

Berechneter Langzeit-Mittelungspegel  $L_{AT}(LT)$  nach DIN ISO 9613-2 / mögliche Zuschläge für  $K_1$ ,  $K_T$ ,  $K_R$  in Tabelle nicht enthalten.

[illegible]

#### A.9.5: Immissionsort IO5

Immission, gesamt

Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag

IO5 Rheinschanzen-Mittelhof, 76661 Philippsburg

Dateien: SEILE\_MIT\_ALTERUNG.BNA

T6684 HIN-IOS.BNA

DGM-T6684.BNA

Berechneter Langzeit-Mittelungspegel  $L_{AT}(LT)$  nach DIN ISO 9613-2 / mögliche Zuschläge für  $K_1$ ,  $K_T$ ,  $K_R$  in Tabelle nicht enthalten.

[illegible]