



**Zukunft
Gewissheit geben**



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



VMPA-SPG-134-97-HE

GUTACHTEN

Nr. T 6079

**Geräuschprognose
nach TA Lärm
zu**

**Schallemissionen und -immissionen
des geplanten Vorhabens**

**„Höchstspannungsleitung Osterath – Philippsburg;
Gleichstrom“ (Ultranet)**

Abschnitt: Landesgrenze NRW/RLP – Pkt. Koblenz

Auftraggeberin: Amprion GmbH
Robert-Schuman-Straße 7
44263 Dortmund

Unsere Zeichen:
UT-F/Zi

Dokument:
T6079.docx

Das Dokument besteht aus
103 Seiten
Seite 1 von 103

Ausgestellt am: 29. Mai 2024

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

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Johannes Zinken

Die Prüfergebnisse beziehen sich
ausschließlich auf die untersuchten
Prüfgegenstände.

Managementsystem
ISO 9001 / ISO14001
zertifiziert durch:



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

Aufsichtsratsvorsitzender:
Prof. Dr. Matthias J. Rapp
Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. (FH) Henning Stricker
Dipl.-Kfm. Thomas Walkenhorst

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



Beteiligungsgesellschaft
von:



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

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | Aufgabenstellung..... | 4 |
| 2 | Rechts- und Beurteilungsgrundlagen..... | 4 |
| 3 | Projektbeschreibung..... | 7 |
| 3.1 | Lagebeschreibung..... | 7 |
| 3.2 | Betriebsbeschreibung..... | 9 |
| 4 | Beurteilungsgrundlagen nach TA Lärm | 9 |
| 4.1 | Allgemeine Bestimmungen der TA Lärm | 9 |
| 4.2 | Richtwerte nach TA Lärm..... | 10 |
| 4.3 | Seltene Ereignisse | 11 |
| 4.4 | Zusatzbelastung / Vorbelastung | 12 |
| 5 | Beurteilungsgrundlagen für Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen..... | 13 |
| 5.1 | Entstehung von Koronageräuschen | 13 |
| 5.1.1 | Dreh-/Wechselstrombetrieb (AC) | 14 |
| 5.1.2 | Gleichstrombetrieb (DC) | 14 |
| 5.2 | Anwendung EnWG und TA Lärm – Diskussionspunkte und Ermessensfragen | 14 |
| 5.2.1 | Beurteilungsrelevante Betriebszustände | 15 |
| 5.2.2 | Richtwerte und Zumutbarkeitsprüfung | 16 |
| 5.2.3 | Berücksichtigung der Vorbelastung..... | 19 |
| 5.2.4 | Maßgeblicher Betriebszustand bei witterungsbedingten Anlagengeräuschen..... | 20 |
| 5.3 | Vorgehensweise..... | 22 |
| 5.3.1 | Nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche | 22 |
| 5.3.2 | Witterungsbedingte Anlagengeräusche | 23 |
| 6 | Immissionsorte und Schutzbedürftigkeiten | 24 |
| 7 | Ausbreitungsberechnung..... | 28 |
| 8 | Emissionsdaten und -ansätze | 29 |
| 8.1 | Emissionsdaten..... | 29 |
| 8.1.1 | Emissionen von HVAC-Freileitungen – Methode nach EPRI..... | 30 |
| 8.1.2 | Emissionen von HVDC-Freileitungen – Methode nach BPA..... | 30 |
| 8.1.3 | Genauigkeit der Methoden nach EPRI und BPA..... | 31 |
| 8.2 | Emissionsansatz – nicht witterungsbedingte Emissionen | 32 |
| 8.3 | Emissionsansatz – witterungsbedingte Emissionen | 33 |
| 8.4 | Berücksichtigung projektspezifischer Leiterseil-Konstellationen | 33 |
| 9 | Zusatzbelastung..... | 34 |
| 9.1 | Nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche..... | 35 |
| 9.2 | Witterungsbedingte Anlagengeräusche..... | 36 |
| 9.3 | Tieffrequente Geräusche..... | 37 |
| 10 | Vor- und Gesamtbelastung..... | 38 |
| 10.1 | Vorbelastung..... | 38 |
| 10.1.1 | Vorbelastung Regelzustand – nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche..... | 38 |
| 10.1.2 | Vorbelastung Sonderzustand – witterungsbedingte Anlagengeräusche | 39 |
| 10.2 | Gesamtbelastung | 40 |

| | |
|---|-----------|
| 10.2.1 Gesamtbelastung Regelzustand – nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche..... | 40 |
| 10.2.2 Gesamtbelastung Sonderzustand – witterungsbedingte Anlagengeräusche..... | 41 |
| 11 Zumutbarkeitsprüfung..... | 43 |
| 11.1 Allgemeine Aspekte | 44 |
| 11.1.1 Potenzielle Gesundheitsgefahren | 44 |
| 11.1.2 Stand der Technik zur Lärminderung | 44 |
| 11.1.3 Dauer & Häufigkeit..... | 45 |
| 11.1.4 Soziale Adäquanz..... | 45 |
| 11.1.5 Akzeptanz..... | 46 |
| 11.1.6 Schutzbedürftigkeit | 46 |
| 11.2 Immissionsortspezifische Aspekte..... | 47 |
| 11.2.1 Immissionsort IO1..... | 47 |
| 11.2.2 Immissionsort IO2..... | 48 |
| 11.2.3 Immissionsort IO3..... | 49 |
| 11.2.4 Immissionsort IO6 & IO7..... | 50 |
| 11.2.5 Immissionsort IO8..... | 51 |
| 11.3 Fazit Zumutbarkeitsprüfung..... | 52 |
| 12 Qualität der Ergebnisse | 53 |
| 13 Zusammenfassung..... | 54 |
| Anhangsverzeichnis | 56 |

1 Aufgabenstellung

Die Amprion GmbH plant die Errichtung und den Betrieb einer ± 380 -kV-Freileitung in Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik (HGÜ) sowie den temporären Drehstrombetrieb in dem ca. 43,7 km langen Abschnitt „Landesgrenze NRW/RLP – Pkt. Koblenz“ des Gesamtvorhabens „Höchstspannungsleitung Osterath – Philippsburg; Gleichstrom“ gemäß Nr. 2 der Anlage zu § 1 Abs. 1 BBPlG, auch als „Ultranet“ oder „Korridor A (Süd)“ bezeichnet. Innerhalb dieses Abschnitts ist geplant, zwischen der Landesgrenze NRW/RLP (Nordrhein-Westfalen / Rheinland-Pfalz) und dem Punkt (Pkt.) Koblenz bestehende Anlagen (Bestandsleitungen) zu nutzen und die damit verbundenen Änderungen vorzunehmen.

Die TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH, im Folgenden TÜV Hessen genannt, wurde im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens beauftragt, die durch das Planvorhaben zu erwartende Geräuschbelastung zu untersuchen. 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 Gleichungen sowie Literatur zu diesem Thema in Verbindung mit Erkenntnissen aus Emissionsmessungen durch den TÜV Hessen an 380-kV-Drehstrom-Freileitungen und Laboruntersuchungen an Hochspannungsleiterseilen im Gleichstrombetrieb.

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 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist
- Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970; 3621), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. Mai 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 151) geändert worden ist
- Baugesetzbuch (BauGB) 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

- Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Rundschreiben vom 30.03.2010, „Vollzug der Technischen Anleitung für Lärm -TA Lärm-, hier: Randbedingungen schalltechnischer Prognosen“, Aktenzeichen Je/Bg
- 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)
- Chartier, V.L., Stearns, R.D.: „Formulas for Predicting Audible Noise from Overhead High Voltage AC and DC Lines“, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-100, No. 1, Januar 1981 (beschreibt BPA-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
- 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
- Möllenbeck, S.; et al.: DAGA-Beitrag „Laboruntersuchungen zur Entwicklung prognostischer Geräuschemissionsansätze an einer hybriden Freileitung“, DAGA 2019 Rostock, ISBN-13: 978-3-939296-14-0
- DIN 45680: „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft“, März 1997
- Beiblatt 1 zu DIN 45680: „Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen“, März 1997
- Schulze, C., Eckert, L. & Hübelt, J.: „Untersuchungen zur Schallimmissionsprognose bei tieffrequenten Geräuschen“, Schriftenreihe des LfULG, Heft 9/2021
- Fritzsche, C.: „Verfahren der Schallimmissionsprognose bei tieffrequenten Geräuschen“, Schriftenreihe des LfULG, Heft 10/2021
- Müller-BBM GmbH: „Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche gemäß TA Lärm in Genehmigungs-, Planfeststellungs- und Baugenehmigungsverfahren“, Mustergutachten und Handlungsanleitung, angefertigt für das Staatliche Umweltamt Kiel, Bericht Nr. 44 932 / 7 vom 13.02.2001
- Feldhaus / Tegeder, Kommentierung der TA Lärm, erschienen im C. F. Müller Verlag 2014, ISBN 978-3-8114-4723-3
- 3D-Gebäudedaten LoD1 für den Untersuchungsbereich in Rheinland-Pfalz, bezogen über das Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz

- Bebauungspläne der jeweiligen Städte und Gemeinden (siehe Anhang 6), sowie Flächennutzungspläne i.V.m. Auskunft über die Gebietseinstufung durch die jeweils zuständigen Behörden
- folgende Plan- und Projektunterlagen wurden durch die Auftraggeberin zur Verfügung gestellt:
 - Erläuterungsbericht zum geplanten Vorhaben (Register 1 der Antragsunterlagen)
 - Übersichtspläne (Register 2 der Antragsunterlagen)
 - Lagepläne (Register 6 der Antragsunterlagen)
 - Angaben zur Beseilung des Planvorhabens
 - Profilpläne und digitale Daten der Freileitungen als kmz-Datei
 - digitale Daten der Freileitungen inkl. Schallleistungspegeln als qsi-Export aus der Software Winfield
 - Geländedaten DGM1 für den Untersuchungsbereich
- Schallausbreitungsberechnungsprogramm LimA der Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH Dortmund mit Rechenkernen Lima 7 in der Version 2021.1

Berechnungsparameter des Ausbreitungsprogramms:

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

3 Projektbeschreibung

Antragsgegenstand sind die Errichtung und der Betrieb einer ± 380 -kV-Freileitung in Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik (HGÜ) sowie der temporäre Drehstrombetrieb (sogenannte Umschaltoption) in dem Abschnitt „Landesgrenze NRW/RLP – Pkt. Koblenz“ des Gesamtvorhabens „Höchstspannungsleitung Osterath – Philippsburg; Gleichstrom“. Innerhalb dieses (Genehmigungs-) Abschnitts zwischen der Landesgrenze NRW/RLP und dem Punkt (Pkt.) Koblenz ist geplant, einen bestehenden Drehstromkreis der unten angeführten Bestandsanlagen zukünftig als ± 380 -kV Gleichstromkreis zu nutzen und die dafür notwendigen technischen Anpassungen vorzunehmen. Der vorliegende Genehmigungsabschnitt unterteilt sich in folgende Teilabschnitte:

Teilabschnitt „Landesgrenze Mast 99 – Weißenthurm West“ (Bl. 4197):

Zwischen der Landesgrenze NRW/RLP, Mast 99, und Weißenthurm West, Mast 323 der Bl. 4502, (Länge ca. 32,4 km) ist geplant, einen 380-kV-AC-Stromkreis der bestehenden Höchstspannungsfreileitung „Weißenthurm – Sechtem“ (Bl. 4197) zukünftig als ± 380 -kV Gleichstromkreis zu nutzen und die dafür notwendigen technischen Anpassungen vorzunehmen.

Teilabschnitt „Weißenthurm West – Weißenthurm“ (Bl. 4502):

Zwischen Weißenthurm West und der Umspannanlage (UA) Weißenthurm (Länge ca. 0,7 km) ist geplant, einen 380-kV-AC-Stromkreis der bestehenden Höchstspannungsfreileitung „Pkt. Neuenahr – Koblenz“ (Bl. 4502) zukünftig als ± 380 -kV Gleichstromkreis zu nutzen und die dafür notwendigen technischen Anpassungen vorzunehmen.

Teilabschnitt „Weißenthurm – Pkt. Kettig West“ (Bl. 4130):

Zwischen der UA Weißenthurm und dem Pkt. Kettig West (Länge ca. 0,5 km) ist geplant, einen 380-kV-AC-Stromkreis der bestehenden Höchstspannungsfreileitung „Weißenthurm – KKW Kärlich“ (Bl. 4130) zukünftig als ± 380 -kV Gleichstromkreis zu nutzen und die dafür notwendigen technischen Anpassungen vorzunehmen.

Teilabschnitt „Pkt. Kettig West – Pkt. Koblenz“ (Bl. 4511):

Zwischen dem Pkt. Kettig West, Mast 267, und dem Pkt. Koblenz, Mast 298, (Länge ca. 10,1 km) ist geplant, einen 380-kV-AC-Stromkreis der bestehenden Höchstspannungsfreileitung „Brauweiler – Koblenz“ (Bl. 4511) zukünftig als ± 380 -kV Gleichstromkreis zu nutzen und die dafür notwendigen technischen Anpassungen vorzunehmen.

3.1 Lagebeschreibung

Der ca. 43,7 km lange (Genehmigungs-) Abschnitt „Landesgrenze NRW/RLP – Pkt. Koblenz“ verläuft ausgehend von der Landesgrenze NRW/RLP durch die Gebiete der rheinland-pfälzischen Städte und Gemeinden Grafschaft, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Sinzig, Bad Breisig, Gönnersdorf, Brohl-Lützing, Burgbrohl, Andernach, Kettig, Mülheim-Kärlich und Koblenz.

Der Trassenverlauf ist in nachfolgender Abbildung 1 sowie in den Übersichtsplänen in Anhang 1 dargestellt und kann im Detail dem Erläuterungsbericht zum Planvorhaben entnommen werden.

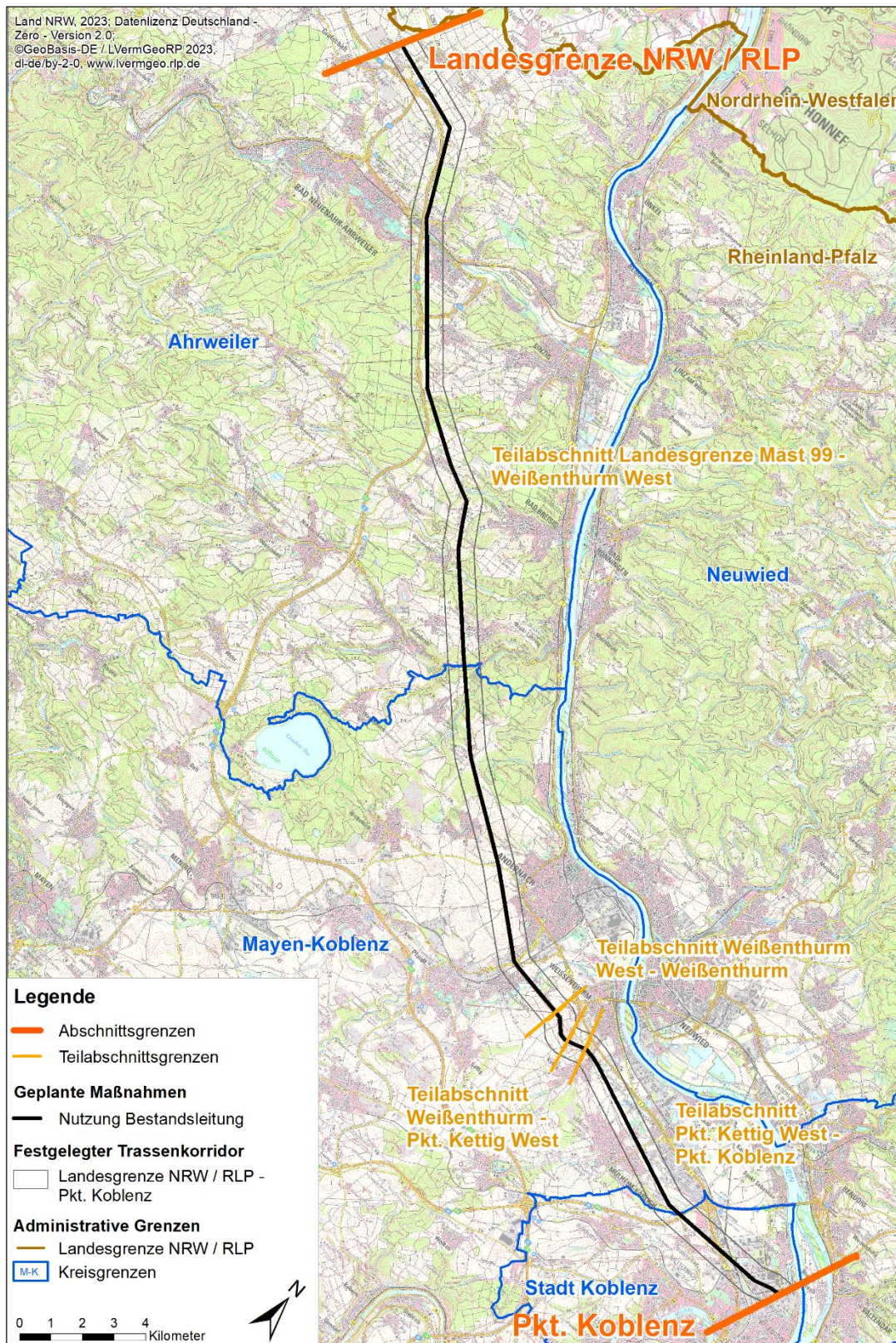


Abbildung 1: Leitungsverlauf Abschnitt „Landesgrenze NRW/RLP – Pkt. Koblenz“

3.2 Betriebsbeschreibung

Im vorliegend zu untersuchenden Genehmigungsabschnitt „Landesgrenze NRW/RLP – Pkt. Koblenz“ mit den bestehenden und zu ändernden Freileitungen Bl. 4197, Bl. 4502, Bl. 4130 und Bl. 4511 ist jeweils ein Stromkreis im 380-kV-Wechselstrom(AC)-Betrieb und ein Stromkreis im 380-kV-Gleichstrom(DC)-Betrieb geplant. Auf dem Teilabschnitt „Landesgrenze Mast 99 – Weißenthurm West“ befinden sich auf der bestehenden Bl. 4197 zudem zwei 110-kV-AC-Stromkreise.

Bei den 380-kV-Stromkreisen handelt es sich vorwiegend um eine Standard-Beseilung mit Leiterseilen des Typs AL/ST oder AL/ACS 265/35 ($d = 22,4 \text{ mm}$). Die 380-kV-Seile sind jeweils standardmäßig als 4er Bündel mit einem Teilleiterabstand $400 \times 400 \text{ mm}$ ausgeführt. Bei den teilweise vorhandenen 110-kV-Stromkreisen handelt es sich um Leiterseile des Typs AL/ST 265/35, welche als Einfachseil ausgeführt sind.

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

Bei neuen – also noch nicht im Betrieb natürlich gealterten – zum Einsatz kommenden Seilen sollen durch geeignete Maßnahmen hydrophile Oberflächen erzeugt werden, um für den Wechselstrom-Betrieb eine künstliche Vorwegnahme der natürlichen Geräuschreduzierung durch Alterung der Leiterseile zu erreichen (vgl. Abschnitt 5.1 „Entstehung von Koronageräuschen“). Dies betrifft vorliegend v.a. die 380-kV-Leiterseile in den Teilabschnitten von der UA Weißenthurm bis zum Pkt. Koblenz (Bl. 4130 und Bl. 4511).

Die bestehenden Leitungen sollen im Planzustand als kombinierte Drehstrom-/ Gleichstromleitung im sogenannten Hybridbetrieb betrieben werden. Dabei wird vorliegend ein Stromkreis als Gleichstromkreis (DC, direct current) betrieben. Die restlichen Stromkreise der bestehenden Leitungen werden weiterhin als Wechsel- bzw. Drehstromkreise (AC, alternating current) betrieben. Da ein temporärer Drehstrombetrieb des Gleichstromkreises Teil des Planfeststellungsantrages ist, wird dieser reine AC-Betrieb als sogenannte Umschaltoption ebenfalls mit untersucht.

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 Lärm-minderung vermeidbar sind, und b) nach dem Stand der Technik zur Lärm-minderung unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche auf ein Mindestmaß beschränkt werden.“ Die Bestimmung dieses Mindestmaßes erfordert eine Berücksichtigung und Abwägung der Umstände des Einzelfalls insbesondere hinsichtlich des nachbarlichen Interessenausgleichs. Im Umkehrschluss ergibt sich aus Nr. 4.3 der TA Lärm sowie § 22 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 des BImSchG, dass unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen unter gewissen Umständen hinzunehmen sind.

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

Die Immissionsorte sind gemäß Nr. 6.6 TA Lärm im ersten Schritt entsprechend der Festsetzungen in den Bebauungsplänen oder anhand der vorliegenden Bebauungssituation (tatsächliche Nutzung) und ihrer Schutzbedürftigkeit den Gebietsarten zuzuordnen. In einem zweiten Schritt kann die Prüfung einer Gemengelage nach Nr. 6.7 der TA Lärm erfolgen. Sie liegt vor, wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Geräuscheinwirkungen vergleichbar genutzte Gebiete und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen. Ist dies der Fall, können gemäß Nr. 6.7 Abs. 1 der TA Lärm „die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinandergrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist.“ Neben diesen zwei Schritten kommt zudem eine Ermittlung des Richtwertes nach der Nr. 6.3 TA Lärm in Betracht, wenn es sich um sog. seltene Ereignisse nach Nr. 7.2 der TA Lärm handelt, wie dies etwa bei witterungsbedingten Anlagengeräuschen von Höchstspannungsnetzen gemäß § 49 Abs. 2b EnWG der Fall ist (vgl. Abschnitt 5.2.2 „Richtwerte und Zumutbarkeitsprüfung“).

4.2 Richtwerte nach TA Lärm

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

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

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

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

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

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

Der Zuschlag für Impulsartigkeit 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. Verkehrsgeräusche von öffentlichen Straßen gelten in diesem Sinne nicht als gewerbliche oder anlagenbezogene Vorbelastung nach TA Lärm.

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

Im vorliegenden Fall sind die zu ändernden Bestandsleitungen Bl. 4197, Bl. 4502, Bl. 4130 und Bl. 4511 in den Abschnitten mit den geplanten Maßnahmen als Zusatzbelastung im Sinne der TA Lärm zu bewerten. Weitere bestehende Abschnitte dieser Freileitungen, welche nicht geändert werden und nicht Teil der Antragsunterlagen sind (betrifft die Bl. 4197 ab der Landesgrenze NRW/RLP in nordwestliche Richtung), sind im Sinne des o.g. Urteils des Bundesverwaltungsgerichts nicht als Zusatzbelastung, sondern als Vorbelastung zu bewerten. Weitere im Einwirkungsbereich des Planvorhabens bestehende Freileitungen stellen gewerbliche Vorbelastungen dar.

5 Beurteilungsgrundlagen für Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen

5.1 Entstehung von Koronageräuschen

Die Geräuschemissionen von Höchstspannungsleitungen werden durch das Auftreten von Koronageräuschen verursacht. Koronageräusche entstehen durch Unregelmäßigkeiten bzw. Störstellen an Leiterseiloberflächen (z.B. Wassertropfen, Beschädigungen, Schmutzteilchen etc.), welche zu einer lokalen Überhöhung des elektrischen Feldes führen und dadurch Teilentladungen in der Umgebungsluft hervorrufen können. Diese sogenannten Korona-Entladungen können bei Wechselstrom (AC) und Gleichstrom (DC) als breitbandiges Knistern oder Prasseln wahrgenommen werden. Bei AC-Systemen kann zusätzlich aufgrund sich um den Leiter periodisch bewogender Ionen ein Brummton 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. Geringere elektrische Randfeldstärken der Leiterseile führen zu verminderten Koronageräuschen. 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.

Durch einen größeren Seildurchmesser oder durch die Bündelung mehrerer Seile (z.B. 4er-Bündel) wird die elektrische Randfeldstärke reduziert, wodurch die Geräuschemissionen verringert werden. Auch eine Verringerung des Bündel-Teilleiterabstandes kann sich geräuschemindernd auswirken. Welche geräuschemindernden 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 ≥ 220 kV bzw. für die gesamte Leiteranordnung zu berücksichtigen.

Bei dem vorliegenden Vorhaben sind AC-Stromkreise und DC-Stromkreise geplant. Im Folgenden wird auf die jeweiligen Zusammenhänge hinsichtlich Koronageräusche näher eingegangen.

5.1.1 Dreh-/Wechselstrombetrieb (AC)

Im AC-Betrieb werden Koronageräusche v.a. durch Störstellen in Form von Wassertropfen infolge von Niederschlag (Regen, Schnee) erzeugt. Bei hohem Niederschlag sind die Koronageräusche erfahrungsgemäß lauter als bei geringem Niederschlag, Nebel, Raureif oder ähnlichen Witterungsbedingungen. Die Geräuschemissionen von AC-Systemen verringern sich 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.

Bei Betriebszuständen ohne Niederschlag treten bei AC-Systemen in der Regel keine oder nur geringe Koronaemissionen auf, z.B. wenn Inhomogenitäten durch Staubbablagerung (aus Landwirtschaft, z.B. Getreidestaub) oder sonstigen Störstellen, wie Seildefekte oder Schmutzablagerungen gegeben sind.

5.1.2 Gleichstrombetrieb (DC)

Bei DC-Systemen treten die höchsten Geräuschemissionspegel bei trockenem Sommerwetter auf und werden meist durch anhaftende Schmutzpartikel oder Insekten erzeugt. Aufgrund der gleichbleibenden Polarität der Leiterseile mit einer negativen und einer positiven Spannung, welche sich im Gegensatz zum AC-Betrieb nicht frequenzabhängig umkehrt, können sich in der Luft befindliche Partikel mit der jeweils entgegengesetzten Polarität auf den Leiterseilen ablagern. Diese Effekte treten überwiegend an dem Leiterseil mit der positiven Spannung auf, aufgrund der überwiegend negativ geladenen, in der Luft befindlichen Partikel. Auch im Gleichstrombetrieb werden Koronageräusche durch die Benetzung der Leiterseile mit Wasser hervorgerufen. Bei niederschlagsbedingt starkem Regentropfenbesatz und der daraus resultierenden Überschreitung einer bestimmten kritischen Dichte von Störstellen je Längeneinheit des Leiters, führen die durch Koronaentladungen erzeugten Raumladungen jedoch durch gegenseitige Abschirmung der Störstellen zu geringeren Entladungsamplituden. Diese durch die Raumladung bedingte Selbstabschirmung hat einen niedrigeren Pegel der hörbaren Geräusche zur Folge (vgl. DIN IEC/TR 62681, Abschnitt 6.2.3.5).

Im Betriebszustand ohne Niederschläge (trockene Witterungsbedingungen) werden folglich im Gleichstrombetrieb – hierbei vor allem bei der positiven Spannung – die höchsten Emissionspegel erreicht, während die Geräuschemissionen im Betriebszustand mit Niederschlag geringere Pegel erreichen (vgl. Abschnitt 8.1.2 „Emissionen von HVDC-Freileitungen“).

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 Geräuschemissionen 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 als organisatorische 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 Schalleistungspegel 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. witterungsbedingte Anlagengeräusche sind für die Beurteilung der jeweiligen Geräuschbelastung unterschiedliche Immissionsrichtwerte heranzuziehen.

5.2.2.1 Nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Für AC-Systeme ist der Regelzustand mit nicht witterungsbedingten Anlagengeräuschen untergeordnet, da hierbei keine akustisch relevanten Korona-Aktivitäten verursacht werden. Für DC-Systeme dagegen stellt der Regelzustand mit trockenem Sommerwetter den maßgeblichen Betriebszustand dar, bei welchem die höchsten Schallemissionen zu erwarten sind. Es handelt sich dabei um nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche. Für diesen Regelzustand sind die regulären Richtwerte in Abhängigkeit der Schutzbedürftigkeit des jeweiligen Gebietes nach Nr. 6.1 der TA Lärm in Verbindung mit Nr. 6.7 für Gemengelagen zugrunde zu legen.

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.).

Im vorliegenden Untersuchungsbereich werden bei allen Immissionsorten im Umfeld des Planvorhabens die oben beschriebenen Kriterien hinsichtlich eines geminderten Schutzanspruches erfüllt, weshalb der maßgebliche Immissionsrichtwert nach Nr. 6.7 der TA Lärm („Gemengelage“) zu ermitteln ist.

Insbesondere für Reine Wohngebiete stellt die bisherige Rechtsprechung bei dem Vorliegen der genannten Kriterien einen herabgesetzten Schutzanspruch fest. Aufgrund der diesbezüglichen ständigen Rechtsprechung werden die hierdurch bestätigten angehobenen Richtwerte für Reine Wohngebiete vorliegend berücksichtigt, sofern an den vorliegenden Immissionsorten in WR vergleichbare Bedingungen hinsichtlich einer verringerten Schutzbedürftigkeit gegeben sind. Bei Lage der Gebäude innerhalb eines WR in erster Reihe zum Außenbereich nach BauGB wird in der Rechtsprechung ein Schutzanspruch eines Allgemeinen Wohngebiets als ausreichend festgelegt (vgl. u.a. BVerwG, Urt. v. 17.12.2013, und weitere s.o.). Für Wohngebäude innerhalb eines WR, welche in zweiter Reihe zum Außenbereich liegen oder bei denen es sich um eine Gemengelage aufgrund des Aneinandergrenzens von Wohnbebauung und Freileitungstrasse handelt, wird

ein Zwischenwert von 38 dB(A) als angemessen bzw. als nicht zu hoch angesetzt erachtet (vgl. BVerwG, Urt. v. 14.03.2018, 4 A 5.17, Rn. 62; 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.).

Der Rechtsprechung folgend wird daher für Wohnbebauung in Reinen Wohngebieten im Umfeld der zu beurteilenden Freileitung(en) im ersten Schritt der angehobene Immissionsrichtwert für Allgemeine Wohngebiete herangezogen, sofern es sich hierbei um Gebäude mit Lage in erster Reihe zum Außenbereich nach § 35 Abs. 1 des BauGB handelt. Für den Fall, dass es sich bei Immissionsorten in einem WR um eine Lage in zweiter Reihe zum Außenbereich oder um eine Gemengelage aufgrund der aneinandergrenzenden unterschiedlichen Nutzungen handelt, wird – der Rechtsprechung folgend – ein Zwischenwert von 38 dB(A) zumindest als nicht zu hoch angesetzt angesehen und daher vorliegend im ersten Schritt herangezogen. Diese gutachterliche Einschätzung erfolgt auf Basis der Rechtsprechung zu vergleichbaren Gegebenheiten. Ob darüber hinaus eine weitere Anhebung der Richtwerte gerechtfertigt ist, ist im konkreten Fall unter Berücksichtigung weiterer umfänglichen Gegebenheiten zu ermitteln. Hierbei ist zu beachten, dass eine Richtwertanpassung auf die Immissionsrichtwerte für Kern-, Dorf- und Mischgebiete nach Nr. 6.7 der TA Lärm grundsätzlich möglich sein kann.

Ist eine Vergleichbarkeit zu den in der Rechtsprechung behandelten Fällen nicht gegeben, weil die maßgeblichen Kriterien an den jeweiligen zu untersuchenden Immissionsorten nicht eindeutig erfüllt sind, so wird die Anhebung der Richtwerte für Reine Wohngebiete im ersten Schritt nicht berücksichtigt. Gleiches gilt für Immissionsorte in Allgemeinen Wohngebieten oder Mischgebieten, da diese nicht explizit Gegenstand der umfänglichen angeführten Rechtsprechung sind. Auch wenn hier eine offensichtlich verringerte Schutzbedürftigkeit aufgrund der o.g. Gegebenheiten vorliegt und aus der Rechtsprechung ableitbar ist, ist eine unmittelbare Vergleichbarkeit, welche eine gutachterliche Anwendung der angehobenen Richtwerte im ersten Schritt rechtfertigt, nicht zwangsläufig gegeben. Die konkrete Zwischenwertbildung ist im Einzelfall unter Berücksichtigung der jeweiligen Gegebenheiten – inkl. weiterer, hier noch nicht genannter Umstände, die eine Richtwertanhebung rechtfertigen – durchzuführen.

Die an den Immissionsorten zugrunde zu legenden Immissionsrichtwerte nach TA Lärm für nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche werden in Abschnitt 6 dargestellt. Die abschließende Prüfung und Festlegung der Schutzbedürftigkeit obliegt der Genehmigungsbehörde.

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 Hinter-

grund 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 Grenzwerte¹ der Nummer 6.3 der TA Lärm. Die bislang für Anlagen geltenden Grenzwerte¹ 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 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 AC-Systeme stellt der Sonderzustand den Betriebszustand mit den höchsten Corona-Aktivitäten dar. Auch bei DC-Systemen werden witterungsabhängige Anlagengeräusche hervorgerufen, jedoch sind deren Emissionen geringer als bei niederschlagsfreiem Wetter. Die vorliegende Vorgehensweise für die Beurteilung der Geräuschbelastung im Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen wird in Abschnitt 5.3 beschrieben.

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.

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

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.

Dies gilt insbesondere für Freileitungstrassen im Umfeld des Planvorhabens, sofern diese aufgrund ihrer technischen Auslegung dazu geeignet sind, relevante Geräuschvorbelastungen im Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen hervorzurufen. Hinsichtlich einer möglichen Zumutbarkeitsprüfung wird vorliegend eine Geräuschvorbelastung durch Freileitungen im Sonderzustand als relevant angesehen, sofern sie die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 der TA Lärm in Verbindung mit 6.7 der TA Lärm um weniger als 6 dB unterschreitet.

Andere Anlagen, 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 i.V.m. Nr. 6.7 der TA Lärm heranzuziehen sind. Diese durch die Vorbelastung einzuhaltenden Richtwerte liegen, insbesondere in Wohn- und Mischgebieten, mindestens 10 dB(A) unterhalb der Richtwerte für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm. Somit ist bezogen auf den Sonderzustand des Planvorhabens eine möglicherweise vorhandene Vorbelastung in der Regel als nicht relevant für die Beurteilung der Geräuschsituation im Sonderzustand anzusehen. Sofern aufgrund konkreter Anhaltspunkte im Einzelfall für den vorliegenden Sonderzustand bei seltenen Ereignissen eine relevante Vorbelastung durch andere Anlagen außer Freileitungen hinsichtlich der Richtwerte für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm vorliegt, so ist diese im Sinne einer sachgerechten Beurteilung zu berücksichtigen.

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 Teilzeitkorrektur 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 witterungsabhängige 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 vereinzelt 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.

Bei dem beantragten Planvorhaben handelt es sich um einen Hybridbetrieb mit Wechsel- und Gleichstromkreisen auf einem Mastgestänge. Des Weiteren wird der temporäre reine Wechselstrombetrieb (Umschaltoption) beantragt. Es werden dementsprechend folgende 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 i.V.m. Nr. 6.7 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 in der Umschaltoption, bei welcher temporär alle Stromkreise mit Wechselstrom betrieben werden, kann daher gemäß der vereinfachten Regelfallprüfung nach Nr. 4.2 der TA Lärm vorliegend entfallen.

Im DC-Betrieb dagegen werden im Regelzustand die höchsten Emissionspegel erreicht – hierbei vor allem bei der positiven Spannung. Für den vorliegenden Hybridbetrieb bedeutet dies, dass im Regelzustand durch den geplanten DC-Stromkreis (nicht witterungsbedingte) Anlagengeräusche zu erwarten sind während gleichzeitig durch die AC-Stromkreise keine relevanten Koronaemissionen hervorgerufen werden. Daher wird die zu erwartende Geräuschbelastung durch den Hybridbetrieb im Regelzustand untersucht und mit den Immissionsrichtwerten nach Nr. 6.1 i.V.m. Nr. 6.7 der TA Lärm verglichen.

Die Geräuschbelastung durch nicht 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.

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.

Im vorliegenden Fall stellt der temporäre reine AC-Betrieb den lautesten Betriebszustand hinsichtlich witterungsbedingter Anlagengeräusche dar. Auch bei DC-Systemen werden witterungsabhängige Anlagengeräusche hervorgerufen, jedoch sind deren Emissionen geringer als bei

niederschlagsfreiem Wetter (vgl. Abschnitt 5.1.2). Der AC/DC-Hybridbetrieb erzeugt im Sonderzustand mit Niederschlag daher insgesamt etwas niedrigere Beurteilungspegel als die Umschaltoption (reiner AC-Betrieb), da der betroffene Stromkreis im DC-Betrieb (Hybridbetrieb) niedrigere Geräuschpegel verursacht als im AC-Betrieb (Umschaltoption, vgl. Abschnitt 8.1.2 „Emissionen von HVDC-Freileitungen“). Vorliegend wurde dies anhand der konkreten Schallleistungspegel für die einzelnen Leiterseile in den unterschiedlichen Betriebszuständen überprüft. Die vorliegende Vorgehensweise mit Untersuchung des Hybridbetriebes im Regelzustand und der Umschaltoption im Sonderzustand bildet damit hinsichtlich der Beurteilung der Geräuschbelastung durch das Planvorhaben die jeweiligen maßgeblichen Betriebszustände für nicht witterungsbedingte und witterungsbedingte Anlagengeräusche ab. Auch wenn der reine AC-Betrieb nur einen temporären Betriebszustand darstellt, wird dieser als lautester Betriebszustand für nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche untersucht. Ist die Geräuschbelastung hierbei als zumutbar anzusehen, gilt dies hinsichtlich der Beurteilung von Koronageräuschen nach § 49 Abs. 2b des EnWG erst recht für den Hybridbetrieb.

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

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

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

Im vorliegenden Untersuchungsbereich wurde im Vorfeld anhand von Übersichtsplänen und Luftbildern eine Vielzahl an potenziell maßgeblichen Immissionsorten ausgemacht und in einer Ausbreitungsberechnung hinsichtlich der Geräuschbelastung durch das Planvorhaben untersucht. In Anhang 6 sind alle untersuchten Immissionsorte und die hier ermittelten Beurteilungspegel der Zusatzbelastung dargestellt. Im Zweifelsfall wurden mehrere Immissionsorte an einer Fassade berechnet und derjenige mit dem am höchsten errechneten Pegel ausgewählt.

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. Ebenso stellen diese Immissionsorte die am stärksten betroffenen Immissionsorte für den Regelzustand mit nicht witterungsbedingten Anlagengeräuschen dar. 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.

Die zugrunde zu legenden Immissionsrichtwerte (IRW) für den Regelzustand ohne Niederschlag richten sich nach der Schutzbedürftigkeit des jeweiligen Gebietes (vgl. Abschnitt 4.1 und 4.2 bzgl. der allgemeinen Bestimmungen und Richtwerte nach TA Lärm). Die in Tabelle 1 und Anhang 6 aufgezeigte Schutzbedürftigkeit wurde vorliegend im ersten Schritt anhand der Gebietsausweisung gemäß den Bebauungsplänen ermittelt. Für die Immissionsorte bzw. Bereiche, für welche keine Bebauungspläne vorliegen, wurden die jeweils zuständigen Behörden hinsichtlich einer Aussage zur tatsächlichen Nutzung konsultiert. Bei Gebäuden bzw. Wohnhäusern im Außenbereich, bei welchen es sich offensichtlich um einzeln liegende Gehöfte bzw. einzelnstehende Wohnhäuser außerhalb eines Dorfverbandes handelt, wurde der Schutzanspruch analog eines Mischgebietes angesetzt. Der Rechtsprechung folgend wurde für Wohnbebauung in Reinen Wohngebieten (WR) mit einem offensichtlich verringerten Schutzanspruch ein angehobener Richtwert zugrunde gelegt. Ob darüber hinaus eine weitere Richtwertanhebung gerechtfertigt ist, ist im konkreten Fall zu ermitteln. Für Wohnbebauung in Allgemeinen Wohngebieten oder Mischgebieten (MI) wurde ein offensichtlich geminderter Schutzanspruch aufgrund der Lage in erster Reihe zum Außenbereich oder aufgrund einer Gemengelage vorerst nicht berücksichtigt. Gleiches gilt für eine Wohnbebauung in WR, sofern hier die maßgeblichen Kriterien für eine offensichtlich geminderte Schutzwürdigkeit nicht eindeutig erfüllt sind. Nähere Erläuterungen zur Schutzbedürftigkeit und zu den zugrunde gelegten Richtwerten sind ausführlich in Abschnitt 5.2.2.1 dargestellt.

Die in Tabelle 1 angeführten Immissionsrichtwerte gelten nur für den Regelzustand der nicht witterungsunabhängigen 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.

An den maßgeblichen Immissionsorten IO1 – IO9 sind jeweils die höchsten Beurteilungspegel durch das Planvorhaben hinsichtlich der unterschiedlichen Betriebszustände innerhalb der jeweiligen Teilabschnitte und unterschiedlichen Gebietsausweisungen bzw. Schutzbedürftigkeiten zu erwarten. An allen anderen Immissionsorten innerhalb der jeweiligen Teilabschnitte bzw. Schutzbedürftigkeiten werden geringere Immissionspegel hervorgerufen (vgl. Anhang 6). Für den Fall, dass die Vorbelastung aufgrund einer relevanten Zusatzbelastung zu untersuchen ist, wurde dies

bei der Auswahl der maßgeblichen Immissionsorte ebenfalls berücksichtigt. Näheres zur Vorbelastungsuntersuchung ist in Abschnitt 10 dargestellt.

Sofern an den maßgeblichen Immissionsorten keine schädlichen Umwelteinwirkungen bzw. eine zumutbare Geräuschbelastung hervorgerufen wird, gilt dies – basierend auf den in Abschnitt 11 („Zumutbarkeitsprüfung“) genannten Prüfkriterien – somit auch für alle anderen potenziell maßgeblichen Immissionsorte.

Die Nummerierung der Immissionsorte wurde aufsteigend gemäß ihrer Lage entlang des Planvorhabens von der Landesgrenze NRW/RLP bis zum Pkt. Koblenz vergeben. Die maßgeblichen Immissionsorte sind in Tabelle 1 dargestellt. Deren genaue Lage kann den Übersichts- und Lageplänen in Anhang 1 und Anhang 2 entnommen werden. Die jeweiligen Koordinaten sind in Anhang 6 und 7 angeführt.

Dabei stellen IO1 – IO5 die maßgeblichen Immissionsorte in den Teilabschnitten von der Landesgrenze NRW/RLP bis zur UA Weißenthurm dar (Bl. 4197 und Bl. 4502). IO1 und IO2 repräsentieren hinsichtlich der vorbelastenden Bestandsleitung Bl. 4511 die am stärksten belasteten Immissionsorte innerhalb der Schutzbedürftigkeit WA („Allgemeines Wohngebiet“) bzw. MI („Mischgebiet“). IO3 bis IO5 stellen hinsichtlich der Zusatzbelastung durch das Planvorhaben sowohl für den AC/DC-Hybridbetrieb als auch für den reinen AC-Betrieb (Umschaltoption) die maßgeblichen Immissionsorte für die jeweilige Schutzbedürftigkeit dar. An IO5 wird ebenfalls der höchste Beurteilungspegel durch die vorbelastende Bestandsleitung Bl. 4511 innerhalb der Gebietsausweisung WR hervorgerufen.

Die Immissionsorte IO6 – IO9 repräsentieren die am stärksten belasteten Immissionsorte in den Teilabschnitten von der UA Weißenthurm bis zum Pkt. Koblenz (Bl. 4130 und Bl. 4511). Dabei repräsentiert IO6 den durch das Planvorhaben am stärksten belasteten Immissionsort bzgl. des Betriebszustandes mit nicht witterungsbedingten Anlagengeräuschen (AC/DC-Hybridbetrieb) innerhalb der Schutzbedürftigkeit WA. IO7 stellt für diese Schutzbedürftigkeit den maßgeblichen Immissionsort bzgl. des Betriebszustandes mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen dar (reiner AC-Betrieb / Umschaltoption). Die Immissionsorte IO8 und IO9 stellen sowohl für den AC/DC-Hybridbetrieb als auch für den reinen AC-Betrieb die am stärksten belasteten Immissionsorte innerhalb der Gebietsausweisung MI bzw. WR dar. Weitere Freileitungen im Umfeld des Planvorhabens, welche dazu geeignet sind eine relevante Vorbelastung hervorzurufen, liegen in den Teilabschnitten zwischen der UA Weißenthurm und dem Pkt. Koblenz nicht vor.

Im Umfeld des Planvorhabens wurden weitere Schutzbedürftigkeiten festgestellt (GE, GI). Hier befindliche Immissionsorte wurden ebenfalls untersucht, liegen jedoch außerhalb des Einwirkungsbereiches des Planvorhabens. Daher werden sie vorliegend nicht als maßgebliche Immissionsorte angeführt, können jedoch dem Anhang 6 entnommen werden.

Tabelle 1: Maßgebliche Immissionsorte im Einwirkungsbereich des Planvorhabens

| IO-Nr. | Adresse, Fenster | Mastbereich | horiz. Abst. zur Trassenachse | Gebietsausweisung / Schutzbedürftigkeit | IRW für Regelzustand ² Tag / Nacht [dB(A)] |
|------------|---|---------------------------|-------------------------------|--|---|
| IO1 | Landskroner Str. 154, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Whs., SSO-Fassade, 2.OG | Bl. 4197, Mast 79 – 80 | ca. 60 m | kein B-Plan; analog WA (tatsächliche Nutzung) | 55 / 40 ³ |
| IO2 | Heppinger Str. 79, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Whs., SSW-Fassade, 1.OG | Bl. 4197, Mast 77 – 78 | ca. 70 m | MI (B-Plan) | 60 / 45 |
| IO3 | Heldenstr. 27, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Whs., SSW-Fassade, 1.OG | Bl. 4197, Mast 75 – 76 | ca. 50 m | kein B-Plan; analog WA (tatsächliche Nutzung) | 55 / 40 ³ |
| IO4 | Auf Wallers 1A, 53498 Bad Breisig, Whs., ONO-Fassade, 2.OG | Bl. 4197, Mast 49 – 50 | ca. 60 m | kein B-Plan; Außenbereich, analog MI | 60 / 45 |
| IO5 | Weitersfelder Str. 13, 56626 Andernach, Whs., N-Fassade, EG | Bl. 4197, Mast 6 – 7 | ca. 110 m | WR (B-Plan); Zwischenwert gemäß Rechtsprechung | 55 / 40 ⁴ |
| IO6 | Weißenthurmer Str. 37 B, 56220 Kettig, Whs., N-Fassade, 2.OG | Bl. 4511, Mast 267 – 268 | ca. 30 m | kein B-Plan; analog WA (tatsächliche Nutzung) | 55 / 40 ³ |
| IO7 | Weißenthurmer Str. 26I, 56220 Kettig, Whs., S-Fassade, 1.OG | Bl. 4511, Mast 268 – 1269 | ca. 10 m | kein B-Plan; analog WA (tatsächliche Nutzung) | 55 / 40 ³ |
| IO8 | Bahnhofstr. 86, 56218 Mülheim-Kärlich, Whs., SSW-Fassade, 2.OG | Bl. 4511, Mast 278 – 279 | ca. 5 m | kein B-Plan; Außenbereich, analog MI | 60 / 45 |
| IO9 | St. Sebastianer-Str. 10, 56070 Koblenz, Whs., SW-Fassade, EG | Bl. 4511, Mast 287 – 289 | ca. 270 m | WR (B-Plan); Zwischenwert gemäß Rechtsprechung | 53 / 38 ⁵ |

² Für den Sonderzustand der witterungsabhängigen 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.

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

⁴ Gutachterliche Einschätzung, im 1. Schritt angehobener IRW gemäß Rechtsprechung infolge eines geminderten Schutzanspruchs aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB (vgl. Abschnitt 5.2.2.1).

⁵ Gutachterliche Einschätzung, im 1. Schritt angehobener IRW gemäß Rechtsprechung infolge eines geminderten Schutzanspruchs aufgrund Lage der Gebäude in 2. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB oder aufgrund Gemengelage bzgl. der bestehenden Freileitungstrasse (vgl. Abschnitt 5.2.2.1).

7 Ausbreitungsberechnung

Die Berechnung der Schallausbreitung erfolgt auf Grundlage der DIN ISO 9613-2, welche die Zusammenhänge zwischen der Schallmission (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_{met} heranzuziehen ist. Für die hier betrachteten maßgeblichen Immissionsorte wurde ein Wert für den Faktor C_0 (bezogen auf die Schallquellen, bei denen die geometrischen Kriterien für die Berechnung der meteorologischen Korrektur C_{met} gegeben sind) mit 2 – im Einklang mit der Anmerkung 22 der DIN ISO 9613-2 sowie den Empfehlungen des HLUG vom 24.03.1999 und des LfU RLP vom 30.03.2013 zu C_{met} – berücksichtigt. 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 $L_{AT}(LT)$ definiert. Im Folgenden wird sich u.a. auf diesen Pegel bezogen, welcher dem Mittelungspegel L_{Aeq} gemäß TA Lärm abzüglich der meteorologischen Korrektur C_{met} entspricht und unter Berücksichtigung von Zuschlägen als Basis für den Beurteilungspegel gemäß TA Lärm dient.

Mit der Schallausbreitungssoftware LimA wurde zunächst ein dreidimensionales digitales akustisches Modell erstellt, in dem die schallabstrahlenden, schallabsorbierenden, schallreflektierenden Objekte und die geometrischen Gegebenheiten abgebildet werden, wie z.B. Gelände, Gebäude, Hindernisse etc. In den Berechnungen wurde eine zweifache Reflexion berücksichtigt. Die Geräuschquellen der Trasse wurden als Linienquellen digitalisiert, wobei jeweils ein Leiterseil-Bündel (eine Phase) eines Stromkreises eine Quelle darstellt. Die georeferenzierten Leiterseilkurvenverläufe inkl. der phasengenauen Schallleistungspegel je Spannfeldabschnitt wurden hierfür in digitaler Form über einen QSI-Export aus der Software Winfield durch die Auftraggeberin 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.

Für die Geländedaten wurden DGM1-Daten und für die Gebäude 3D-Gebäudedaten (LoD1) im Bezugssystem UTM32 herangezogen. Die digitalen LoD1-Daten wurden vom Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz bezogen. Die digitalen DGM1-Daten für den Untersuchungsbereich wurden durch die Auftraggeberin zur Verfügung gestellt. Die Lage und Höhe der Fenster wurde anhand eines Ortstermins in Verbindung mit 3D-Satelliten- und Luftbildern 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“). Bei DC-Systemen dagegen werden die höchsten Emissionen im Betriebszustand ohne Niederschlag hervorgerufen. Basierend auf § 49 Abs 2b des EnWG wird daher zwischen nicht witterungsbedingten und witterungsbedingten Geräuschemissionen unterschieden.

Für die Emissionsansätze und die Beurteilung der Anlagengeräusche gemäß TA Lärm werden unabhängig der Betriebszustände folgende Kriterien berücksichtigt:

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.

Der Zuschlag für Impulshaltigkeit (K_I) entfällt, da bei bisherigen Untersuchungen zu Koronageräuschen keine impulshaltigen Geräuschcharakteristiken festgestellt werden konnten. Der Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (K_R) entfällt ebenfalls, da vorliegend der maßgebliche bzw. kritischere Nachtzeitraum beurteilt wird. Da Koronageräusche nicht informationshaltig sind, wird hinsichtlich des Zuschlages für Ton- und Informationshaltigkeit (K_T) vor allem die teilweise auftretende Tonalität berücksichtigt.

8.1 Emissionsdaten

Bei Leiterseilen handelt es sich um linienförmige Schallquellen. Als Kenngröße dient der A-bewertete, längenbezogene Schalleistungspegel L'_{WA} pro Meter Leiterseilbündel bzw. pro Phase eines Stromkreises. Die Emissionsdaten für die vorliegende Geräuschprognose resultieren aus Randfeldstärken- und Schalleistungsberechnungen mittels semiempirischer Formeln nach EPRI und BPA in Verbindung mit Erkenntnissen aus Emissionsmessungen an Freileitungen im Freifeld und im Labor sowie mit Literatur zur Entstehung von Koronageräuschen.

Für die Bestimmung der Emissionspegel von Hochspannungs-Wechselstrom-Freileitungen (HVAC-Freileitungen; High Voltage Alternating Current) wird die Methode nach EPRI herangezogen, welche im Gegensatz zur BPA-Methode den Niederschlagseinfluss auf die Koronageräusche realistisch berücksichtigen kann. Die Geräuschemissionen von Hochspannungs-Gleichstrom-Freileitungen (HVDC-Freileitungen: high voltage direct current) können sowohl nach EPRI als auch nach BPA berechnet werden. Aufgrund der zu empirischen Daten besser passenden Vorhersagen der BPA-Gleichung wird diese für die Berechnung von DC-Freileitungen herangezogen, zumal die Anwendung der BPA-Methode für DC-Stromkreise in einer AC/DC-Hybridkonfiguration (wie vorliegend gegeben) hinsichtlich einer Geräuschprognose realistischere Ergebnisse liefert als die Berechnung nach EPRI (vgl. Möllenbeck, S.; et al.: DAGA-Beitrag „Laboruntersuchungen zur Entwicklung prognostischer Geräuschemissionsansätze an einer hybriden Freileitung“, DAGA 2019 Rostock).

Der Pegel der längenbezogenen Schallleistung lässt sich für jeden einzelnen Außenleiter bzw. jede Phase eines Stromkreises berechnen. Die phasengenaue Schallleistungspegel je Spannungsfeldabschnitt wurden auf Basis der o.g. semiempirischen Methoden mit der Software Winfield durch die Auftraggeberin berechnet und zur Verfügung gestellt. Mögliche gegenseitige Beeinflussungen der AC- und DC-Stromkreise in Hybridkonfiguration sind sowohl emissionsseitig als auch immissionsseitig nicht relevant, was im Rahmen einer umfangreichen methodischen Untersuchung zum schalltechnischen Verhalten von DC- bzw. Hybridleitungen durch den TÜV Hessen überprüft wurde. Die semiempirischen Gleichungen, welche in der Software Winfield implementiert sind und zur Berechnung der Schallleistungspegel berücksichtigt wurden, sind in Anhang 3 dargestellt. In Anhang 4 sind die berechneten Randfeldstärken und Schallleistungspegel in den jeweiligen Betriebszuständen für die Bereiche der maßgeblichen Immissionsorte aufgeführt. Im Folgenden werden die Methoden nach EPRI und BPA erläutert und die Emissionsansätze für die jeweiligen Betriebszustände beschrieben.

8.1.1 Emissionen von HVAC-Freileitungen – Methode nach EPRI

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.

Für HVAC-Systeme im Betriebszustand mit Niederschlag ist der entsprechende Korrekturterm der maßgeblichen Regenintensität direkt auf den Ergebniswert aus der Gleichung (1) bzw. (2) in Anhang A.3.1 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 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 Schallleistung von HVAC-Systemen bei 0,8 mm/h Niederschlag vorzunehmen (siehe Gleichung (3) in Anhang A.3.1). Entsprechend des oben beschriebenen Korrekturterms (siehe Tab. A.3.1) liegen die Koronaemissionen von HVAC-Systemen bei Schönwetter somit insgesamt 27 dB unterhalb der Emissionen für den Betriebszustand mit einer Niederschlagsrate von 3,5 mm/h.

8.1.2 Emissionen von HVDC-Freileitungen – Methode nach BPA

Das Verfahren nach BPA wurde auf der Grundlage weniger Messdaten von in Betrieb befindlichen Gleichstrom-Freileitungen sowie den Erkenntnissen aus Forschungen zu AC-Gleichungen entwickelt. Mittels BPA können die Schallleistungspegel von DC-Systemen für den niederschlagsfreien Betriebszustand in Abhängigkeit der Jahreszeiten berechnet werden.

Die nach den Gleichungen (4) bzw. (5) in Anhang A.3.2 berechneten Schallleistungspegel gelten für trockenes Wetter in Herbst und Frühjahr. Für trockenes Sommerwetter sind dabei 2 dB auf

den Ergebniswert der genannten Gleichungen aufzuschlagen. Für trockenes Wetter im Winter sind 2 dB abzuziehen.

Der maximale Geräuschpegel von HVDC-Freileitungen wird durch Niederschlag verringert, wobei für den Zustand während Regen in der Literatur zur BPA-Methode keine explizite Regenrate angegeben wird. Für die Ermittlung der Schallleistungspegel eines DC-Systems bei Niederschlag ist hierbei ein pauschaler Abschlag von 6 dB auf die rechnerisch ermittelten Emissionspegel bei niederschlagsfreiem Betriebszustand zu vergeben (siehe Gleichung (7) in Anhang A.3.2).

8.1.3 Genauigkeit der Methoden nach EPRI und BPA

EPRI – HVAC-Freileitungen:

Die semiempirischen Gleichungen 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:

Tabelle 2: 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) |
|--|---|---|---|
| Geschätzte Genauigkeit (Vertrauensgrad 95 %) | +2,5 / -1,0 dB | +0,5 / -2,5 dB | -1,5 bis -8,0 dB |

Die geschätzten Genauigkeiten in Tabelle 2 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 innerhalb der ersten Betriebsjahre deutliche Abweichungen nach oben zu erwarten.

BPA – HVDC-Freileitungen:

Für die Prognose von HVDC-Leitungen sind in der Literatur nur wenige Messwerte vorhanden, so dass ein Vergleich zwischen Messung und Berechnung zur Ermittlung der rechnerischen Prognoseunsicherheiten, wie oben durchgeführt, nicht sinnvoll ist. Stattdessen wird die Spannweite der Abweichungen zwischen Mess- und Prognosewerten für eine Auswahl an unterschiedlichen HVDC-Leitungen angegeben (vgl. Chartier/Stearns, IEEE, Vol. PAS-100, No. 1, Januar 1981). Es wird vorausgesetzt, dass das Alter der Leiterseile hierbei keine Rolle spielt. Diese Annahme ist insofern plausibel, als dass sich die höchsten nicht witterungsbedingten Pegel durch elektrostatische Anhaftungen einstellen, die im Jahresverlauf signifikanten Schwankungen unterliegen und etwaige Alterungseffekte an der Oberfläche überlagern. Es ergibt sich dadurch eine Genauigkeit der berechneten Schallleistungspegel von +2,1 / -1,0 dB.

Im Fall von kombinierten HVAC- und HVDC-Emissionen (Hybridleitung) ist bei witterungsbedingten Emissionen die Genauigkeit der AC-Schallleistungspegel anzusetzen, bei nicht witterungsbedingten Emissionen die Genauigkeit der DC-Schallleistungspegel.

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 HVAC-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. Im Folgenden wird der Emissionsansatz für den hierfür maßgeblichen Betriebszustand (vgl. Abschnitt 5.3 „Vorgehensweise“) beschrieben.

AC/DC-Hybridbetrieb:

Im Regelzustand mit niederschlagsfreiem und trockenem Wetter mit vergleichsweise geringer Luftfeuchtigkeit und hierbei insbesondere bei trockenem Sommerwetter werden bei DC-Systemen die höchsten Koronaemissionen hervorgerufen. Dabei haben die Witterungsbedingungen zwar einen gewissen Einfluss auf die Höhe der Geräuschemissionen von DC-Leitungen, wodurch abhängig von der Jahreszeit Differenzen von bis zu 4 dB zu erwarten sind (vgl. Anhang A.3.2). Allerdings werden bei trockenem Wetter die Koronaemissionen von DC-Leitungen nicht maßgeblich durch Witterungsbedingungen verursacht, sondern durch die Anhaftung von Partikeln aus der Luft an den Leiterseilen. Daher werden die Geräuschemissionen von DC-Systemen im Regelzustand mit niederschlagsfreiem und trockenem Wetter vorliegend als nicht witterungsbedingte Emissionen angesehen und untersucht.

Im vorliegenden Hybridbetrieb stellen die Leiterseile des DC-Stromkreises somit die relevanten Schallquellen des Planvorhabens dar. Die Schallleistungspegel des DC-Stromkreises werden nach den BPA-Gleichungen je Spannungsfeld und je Phase des Stromkreises im Maximalansatz für trockenes Sommerwetter berechnet. Die AC-Stromkreise rufen auch im Hybridbetrieb bei trockenem Wetter, wie oben beschrieben, keine relevanten Emissionen hervor. Auf der sicheren Seite liegend wurden die AC-Stromkreise in diesem Betriebszustand dennoch prognostisch berücksichtigt. Dazu wurden die Schallleistungspegel nach den EPRI-Gleichungen je Spannungsfeld und je Phase des Stromkreises für den Betrieb mit 3,5 mm/h Niederschlag berechnet und ein pauschaler

Abzug gemäß EPRI von 27 dB für Schönwetter vergeben (vgl. Anhang A.3.1). Die Emissionskenndaten können im Detail dem Anhang 4 entnommen werden.

Im vorliegenden Regelzustand bei einer Witterung ohne Niederschlag und mit geringer Luftfeuchtigkeit sind tonale Geräuschkomponenten weder bei AC- noch bei DC-Systemen zu erwarten. Da Koronageräusche zudem nicht informationshaltig sind, wird somit für den Hybridbetrieb im Regelzustand kein Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit (K_T) berücksichtigt.

8.3 Emissionsansatz – witterungsbedingte Emissionen

Witterungsbedingte Anlagengeräusche umfassen alle Geräusche, die durch Wetterschwankungen hervorgerufen werden. Da 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 Niederschlägen und hohen Luftfeuchtigkeiten etc. Es handelt sich um eine Besonderheit, da das Auftreten der Geräuschemissionen bei Niederschlag keiner betrieblichen Steuerung unterliegt, sondern abhängig von äußeren Umständen ist. Im Folgenden wird der Emissionsansatz für den hierfür maßgeblichen Betriebszustand (vgl. Abschnitt 5.3 „Vorgehensweise“) beschrieben.

Reiner AC-Betrieb / Umschaltoption:

Im Sonderzustand mit Niederschlag werden bei AC-Systemen die höchsten Koronaemissionen hervorgerufen. 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 Abschnitt 5.3).

Die Schallleistungspegel der AC-Stromkreise werden nach den EPRI-Gleichungen je Spannungsfeld und je Phase eines Stromkreises berechnet und können im Detail dem Anhang 4 entnommen werden.

Mögliche auftretende tonale Einflüsse durch die Leiterseile im reinen AC-Betrieb 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).

8.4 Berücksichtigung projektspezifischer Leiterseil-Konstellationen

Gealterte Leiterseile:

Wie in Abschnitt 8.1.3 („Genauigkeit der Methoden nach EPRI und BPA“) 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 erreichen die Leiterseile der Bestandsleitungen Bl. 4197 und Bl. 4502, welche im Rahmen des Vorhabens nicht getauscht bzw. nicht erneuert werden, ein Seilalter ≥ 10 Jahre (vgl. Anhang A.4.1).

Die in Tabelle 2 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. Auf Basis der Erkenntnisse aus umfangreichen Laboruntersuchungen zur Seilalterung ist auch bei den vorliegenden Seilen mit einem Alter ≥ 10 Jahre davon auszugehen, dass die beschriebenen Minderungseffekte durch natürliche Alterung bereits eingetreten sind.

Für die gealterten Leiterseile (≥ 10 Jahre, ohne Vorbehandlung) des Planvorhabens mit den aufgrund des Seilalters fortgeschrittenen Alterungsprozessen 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.

Ursache für den Minderungseffekt bei AC-Systemen durch natürliche Alterung der Seile ist eine steigende Hydrophilie der Leiterseiloberflächen (vgl. Abschnitt 5.1.1 bzgl. der Entstehung von Koronageräuschen im AC-Betrieb). Da die Höhe der Koronaemissionen von DC-Systemen bei trockenem Wetter nicht an hydrophile Oberflächeneigenschaften gekoppelt ist, wird für die Berechnung der DC-Leiterseile kein Abschlag aufgrund des Seilalters vergeben.

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 Teilabschnitte 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 10 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 Nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Wie in Abschnitt 5.3.1 i.V.m. 8.1.1 zu der Vorgehensweise und den Emissionsansätzen beschrieben, werden durch AC-Freileitungen im Regelzustand bei einer Witterung ohne Niederschlag und mit geringer Luftfeuchtigkeit keine relevanten Geräuschemissionen hervorgerufen. Durch den temporären Drehstrombetrieb des Planvorhabens (reiner AC-Betrieb, Umschaltoption) werden somit keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch witterungsunabhängige Geräusche hervorgerufen.

Bei DC-Systemen dagegen werden bei trockenem Sommerwetter die höchsten Geräuschemissionen hervorgerufen, weshalb der geplante AC/DC-Hybridbetrieb für die Ermittlung von nicht witterungsbedingten Anlagengeräuschen untersucht wurde. Zuschläge nach Anhang A.2.5 der TA Lärm müssen für die Ermittlung der Beurteilungspegel von nicht witterungsabhängigen Anlagengeräuschen durch das Planvorhaben nicht berücksichtigt werden (vgl. Abschnitt 8.2 bzgl. des Emissionsansatzes). Somit entspricht der Beurteilungspegel L_r dem Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$. Die Berechnungsergebnisse sind in folgender Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: berechnete Beurteilungspegel L_r der Zusatzbelastung durch das Planvorhaben in AC/DC-Hybridbetrieb bei trockenem Sommerwetter (nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche, Regelzustand)

| IO-Nr. | Immissionsort | IRW Nacht für Regelzustand [dB(A)] | Zusatzbelastung L_r [dB(A)] |
|--------|--|--|-------------------------------------|
| IO1 | Landskroner Str. 154, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 40 ⁶ | 31 |
| IO2 | Heppinger Str. 79, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 45 | 31 |
| IO3 | Heldenstr. 27, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 40 ⁶ | 33 |
| IO4 | Auf Wallers 1A, 53498 Bad Breisig | 45 | 35 |
| IO5 | Weitersfelder Str. 13, 56626 Andernach | 40 ⁷ | 30 |
| IO6 | Weißenthurmer Str. 37 B, 56220 Kettig | 40 ⁶ | 37 |
| IO7 | Weißenthurmer Str. 26I, 56220 Kettig | 40 ⁶ | 36 |
| IO8 | Bahnhofstr. 86, 56218 Mülheim-Kärlich | 45 | 38 |
| IO9 | St. Sebastianer-Str. 10, 56070 Koblenz | 38 ⁸ | 20 |

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

⁷ Gutachterliche Einschätzung, im 1. Schritt angehobener IRW gemäß Rechtsprechung infolge eines geminderten Schutzanspruchs aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB (vgl. Abschnitt 5.2.2.1).

⁸ Gutachterliche Einschätzung, im 1. Schritt angehobener IRW gemäß Rechtsprechung infolge eines geminderten Schutzanspruchs aufgrund Lage der Gebäude in 2. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB oder aufgrund Gemengelage bzgl. der bestehenden Freileitungstrasse (vgl. Abschnitt 5.2.2.1).

Im Regelzustand werden die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 – ggf. i.V.m. Nr. 6.7 – der TA Lärm durch nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche des Planvorhabens an den Immissionsorten IO1 – IO5, IO8 und IO9 um mindestens 7 dB(A) unterschritten. Gemäß Nr. 3.2.1 der TA Lärm ist die zu erwartende Zusatzbelastung hier somit nicht relevant.

An den Immissionsorten IO6 und IO7 werden die zugrunde gelegten Immissionsrichtwerte – ohne Berücksichtigung eines geminderten Schutzanspruches – durch die Zusatzbelastung im Regelzustand um 3 dB unterschritten. Für diese Bereiche wird zur Bestimmung der Gesamtgeräuschbelastung die Untersuchung möglicher vorliegender Geräuschvorbelastungen durchgeführt (siehe Abschnitt 10.1.1).

9.2 Witterungsbedingte Anlagengeräusche

Für die Ermittlung von witterungsbedingten Anlagengeräuschen (Sonderzustand) stellt die Umschaltoption (reiner AC-Betrieb) im Vergleich zum AC/DC-Hybridbetrieb den lautereren Betriebszustand dar (vgl. Abschnitt 8.3 bzgl. des Emissionsansatzes). In der Tabelle 4 sind die Beurteilungspegel L_r dargestellt, die in der Umschaltoption bei 3,5 mm/h Niederschlag als maßgeblicher Betriebszustand für witterungsbedingte Anlagengeräusche hervorgerufen werden. Der AC/DC-Hybridbetrieb bei der genannten Niederschlagsrate wurde ebenfalls untersucht, wobei im Vergleich zur Umschaltoption je nach Immissionsort und Leiterseilkonstellation bis zu 4 dB geringere Immissionspegel hervorgerufen werden. Der Hybridbetrieb im Sonderzustand wird daher nicht detailliert dargestellt.

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. 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).

Der folgenden Tabelle 4 ist zu entnehmen, dass die zu erwartende Zusatzbelastung an den maßgeblichen Immissionsorten Beurteilungspegel mit bis zu 48 dB(A) erreicht, weshalb zusätzlich die Geräuschvorbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche untersucht wird (siehe Abschnitt 10.1.2). In Abschnitt 11 wird die Zumutbarkeit der witterungsbedingten Anlagengeräusche diskutiert.

Tabelle 4: berechnete Beurteilungspegel L_r der Zusatzbelastung durch das Planvorhaben in reinem AC-Betrieb (Umschaltoption) bei 3,5 mm/h Niederschlag (witterungsbedingte Anlagengeräusche, Sonderzustand)

| IO-Nr. | Immissionsort | IRW Nacht für Regelzustand [dB(A)] | IRW Nacht für Sonderzustand [dB(A)] | Zusatzbelastung $L_{AT}(LT) + K_T = L_r$ [dB(A)] |
|--------|---|------------------------------------|-------------------------------------|--|
| IO1 | Landskroner Str. 154, 53474 Bad Neuenahr-Ahrw. | 40 ⁹ | 55 | 38,3 + 3 = 41 |
| IO2 | Heppinger Str. 79, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 45 | 55 | 38,0 + 3 = 41 |
| IO3 | Heldenstr. 27, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 40 ⁹ | 55 | 40,2 + 3 = 43 |
| IO4 | Auf Wallers 1A, 53498 Bad Breisig | 45 | 55 | 40,6 + 3 = 44 |
| IO5 | Weitersfelder Str. 13, 56626 Andernach | 40 ¹⁰ | 55 | 36,0 + 3 = 39 |
| IO6 | Weißenthurmer Str. 37 B, 56220 Kettig | 40 ⁹ | 55 | 44,2 + 3 = 47 |
| IO7 | Weißenthurmer Str. 26I, 56220 Kettig | 40 ⁹ | 55 | 45,3 + 3 = 48 |
| IO8 | Bahnhofstr. 86, 56218 Mülheim-Kärlich | 45 | 55 | 45,3 + 3 = 48 |
| IO9 | St. Sebastianer-Str. 10, 56070 Koblenz | 38 ¹¹ | 55 | 27,9 + 3 = 31 |

9.3 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

⁹ Ohne Berücksichtigung eines möglichen geminderten Schutzanspruchs, z.B. aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB oder aufgrund Gemengelage.

¹⁰ Gutachterliche Einschätzung, im 1. Schritt angehobener IRW gemäß Rechtsprechung infolge eines geminderten Schutzanspruchs aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB (vgl. Abschnitt 5.2.2.1).

¹¹ Gutachterliche Einschätzung, im 1. Schritt angehobener IRW gemäß Rechtsprechung infolge eines geminderten Schutzanspruchs aufgrund Lage der Gebäude in 2. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB oder aufgrund Gemengelage bzgl. der bestehenden Freileitungstrasse (vgl. Abschnitt 5.2.2.1).

(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 erhebliche Belästigungen durch tieffrequente Geräusche, ausgehend von dem Planvorhaben, an keinem der untersuchten Immissionsorte zu erwarten ist.

10 Vor- und Gesamtbelastung

10.1 Vorbelastung

10.1.1 Vorbelastung Regelzustand – nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Da die Zusatzbelastung des Planvorhabens im Regelzustand mit nicht witterungsbedingten Anlagengeräuschen (AC/DC-Hybridbetrieb, trockenes Sommerwetter) die Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten IO1 – IO5, IO8 und IO9 um mehr als 6 dB unterschreitet und somit nicht relevant ist, entfällt hier die Untersuchung der Vorbelastung für diesen Betriebszustand gemäß Nr. 4.2 c) der TA Lärm. Gleiches gilt für alle weiteren Immissionsorte, welche durch die o.g. maßgeblichen Immissionsorte repräsentiert werden oder an denen eine nicht relevante Zusatzbelastung hervorgerufen wird (vgl. Anhang 6).

Aufgrund der zu erwartenden relevanten Geräuschzusatzbelastung nachts durch das Planvorhaben im Regelzustand an den Immissionsorten IO6 und IO7 ist hier die Vorbelastung durch gewerbliche Geräusche zu berücksichtigen gemäß TA Lärm, Nr. 4.2 c) bzw. Nr. 3.2.1. Gleiches gilt für alle weiteren Immissionsorte, welche durch die o.g. maßgeblichen Immissionsorte repräsentiert werden und an denen eine relevante Zusatzbelastung hervorgerufen wird. Dies ist vorliegend ausschließlich im Bereich der Ortschaft Kettig der Fall (vgl. Anhang 6). Dabei wurde hinsichtlich des Relevanz-Kriteriums ein geminderter Schutzanspruch aufgrund einer Gemengelage oder der Lage in erster Reihe zum Außenbereich und die damit verbunden Anhebung der Richtwerte an den Immissionsorten IO6 und IO7 noch nicht berücksichtigt. Die Kriterien, die vorliegend eine Gemengelage begründen, sowie die daraus resultierende Diskussion hinsichtlich einer verringerten Schutzbedürftigkeit wird u.a. in Abschnitt 5.2.2.1 ausführlich dargestellt. Hierbei ist anzumerken, dass bei einer Anhebung der Nacht-Richtwerte an IO6 um 3 dB und an IO7 um 2 dB die Zusatzbelastung als nicht relevant anzusehen ist.

Da es im Beurteilungszeitraum tags aufgrund der hier höheren Immissionsrichtwerte in Verbindung mit dem kontinuierlichen Anlagenbetrieb des Planvorhabens an keinem Immissionsort zu einer relevanten Zusatzbelastung tags durch das Planvorhaben kommt, ist für die Vorbelastungsermittlung ausschließlich der Nachtzeitraum relevant. Untersucht wurde der Bereich in Kettig mit den Immissionsorten IO6 und IO7 (Bl. 4511, Mast 267 – 269) und dessen Umfeld. Die Vorbelastungsuntersuchung erfolgte dabei anhand von Luftbildern, digitalen Kartendiensten, Bebauungsplänen und Flächennutzungsplänen, welche hinsichtlich möglicher Emittenten, die unter den Anwendungsbereich der TA Lärm fallen, analysiert wurden.

Im hier untersuchten Bereich in Kettig befinden sich im näheren Umfeld südöstlich der Immissionsorte ein Einzelhandel, ein Gärtnereibetrieb, der Betriebshof Kettig sowie ein metallverarbeitender Betrieb. Östlich in mindestens 300 – 400 m Entfernung befindet sich ein Gewerbegebiet, überwiegend mit Einzelhandel. Diese im Umfeld der Immissionsorte ansässigen Betriebe wurden u.a. hinsichtlich ihrer Art und des geräuschtechnischen Charakters sowie der Öffnungs-

zeiten analysiert, so dass eine Einschätzung zu den Betriebsgeräuschen und Betriebszeiten erfolgen konnte. Zusätzlich wurde die Position der jeweiligen Wohnbebauung bzw. Immissionsorte zu den potenziellen Emittenten genauer untersucht, da die Entfernung und die Lage der Fenster relevant sind hinsichtlich einer Aussage zu möglichen Vorbelastungen.

Unter Einbeziehung der genannten Parameter und Informationen konnten keine relevanten Geräuschvorbelastungen nachts im Bereich der Immissionsorte IO6 und IO7 festgestellt werden.

10.1.2 Vorbelastung Sonderzustand – witterungsbedingte Anlagengeräusche

Für den Sonderzustand mit Niederschlag wird im Hinblick auf eine Zumutbarkeitsprüfung für witterungsbedingte Anlagengeräusche die Vorbelastung durch weitere im Umfeld des Planvorhabens befindliche Hochspannungsfreileitungen untersucht.

In den Bereichen mit den untersuchten Immissionsorten befindet sich in den Teilabschnitten von der Landesgrenze NRW/RLP bis zur UA Weißenthurm die zu berücksichtigende Hochspannungsfreileitung Bl. 4511. Bei weiteren abschnittsweise im Umfeld des Planvorhabens verlaufende Freileitungen handelt es sich v.a. um 110-kV-Freileitungen, welche schalltechnisch nicht relevant sind. Für die hier untersuchungsrelevanten Bereiche konnten keine weiteren Freileitungen im Umfeld des Planvorhabens festgestellt werden, welche geeignet wären eine relevante Geräuschbelastung hervorzurufen.

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 Hochspannungsfreileitung für den Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag rechnerisch untersucht, analog der Vorgehensweise für die Zusatzbelastung.

Bei der vorbelastenden Anlage Bl. 4511 handelt es sich um eine Hochspannungs-Wechselstrom-Freileitung (HVAC-Freileitung). Die Geräuschquellen der Freileitung wurden als Linienquellen digitalisiert (vgl. Abschnitt 8.1 „Emissionsdaten“), wobei jeweils ein Leiterseil-Bündel (eine Phase) eines Stromkreises eine Quelle darstellt. Die Lage der Masten und insbesondere die Seilkonstellationen wurden in digitaler Form durch die Auftraggeberin zur Verfügung gestellt und in das bestehende Berechnungsmodell eingepflegt. Die zugrunde gelegten Emissionsdaten und -ansätze können den Abschnitten 8.1.1 und 8.3 in Verbindung mit Anhang 3 und 4 entnommen werden. Die Berechnungsergebnisse sind in den Berechnungstabellen in den Anhängen 7 bis 10 dargestellt. Für gealterte Leiterseile der Bestandsleitung wurde ein pauschaler Abschlag für den geräuschmindernden Effekt durch Alterungsprozesse berücksichtigt (vgl. Abschnitt 8.4 „Berücksichtigung projektspezifischer Leiterseil-Konstellationen“). Die Leiterseilbelegung der vorbelastenden Bestandsleitung für die hier untersuchten Bereiche ist in Anhang 4 dargestellt.

In der folgenden Tabelle 5 sind die Beurteilungspegel L_r dargestellt, die bei 3,5 mm/h Niederschlag als maßgeblicher Betriebszustand für witterungsbedingte Anlagengeräusche durch die vorbelastende HVAC-Freileitung hervorgerufen werden. Mögliche auftretende tonale Einflüsse durch die 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. Der Vergleich mit Richtwerten entfällt an dieser Stelle und erfolgt in Tabelle 7 hinsichtlich der Gesamtbelastung.

Tabelle 5: berechnete Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$, Tonzuschlag K_T und resultierender Beurteilungspegel L_r der Vorbelastung durch bestehende HVAC-Freileitungen bei 3,5 mm/h Niederschlag (witterungsbedingte Anlagengeräusche, Sonderzustand)

| IO-Nr. | Immissionsort | Vorbelastung (Bl. 4511) $L_{AT}(LT) + K_T = L_r$ [dB(A)] |
|--------|--|--|
| IO1 | Landskroner Str. 154, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 44,3 + 3 = 47 |
| IO2 | Heppinger Str. 79, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 42,4 + 3 = 45 |
| IO3 | Heldenstr. 27, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 43,3 + 3 = 46 |
| IO4 | Auf Wallers 1A, 53498 Bad Breisig | 35,3 + 3 = 38 |
| IO5 | Weitersfelder Str. 13, 56626 Andernach | 31,6 + 3 = 35 |
| IO6 | Weißenthurmer Str. 37 B, 56220 Kettig | - |
| IO7 | Weißenthurmer Str. 26I, 56220 Kettig | - |
| IO8 | Bahnhofstr. 86, 56218 Mülheim-Kärlich | - |
| IO9 | St. Sebastianer-Str. 10, 56070 Koblenz | - |

10.2 Gesamtbelastung

Die Gesamtbelastung ist die Summe aus der Zusatzbelastung durch das Planvorhaben und der bestehenden gewerblichen Vorbelastungen nach TA Lärm.

10.2.1 Gesamtbelastung Regelzustand – nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

In der folgenden Tabelle 6 ist die Zusatzbelastung durch das Planvorhaben im AC/DC-Hybridbetrieb bei trockenem Sommerwetter (nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche, Regelzustand) an den maßgeblichen Immissionsorten dargestellt. Da keine relevanten Vorbelastungen in dem diesbezüglich untersuchten Bereich mit IO6 und IO7 festgestellt werden konnte, ist die Zusatzbelastung hier gleich der Gesamtbelastung. In Anhang 6 sind zusätzlich die Ergebnisse an allen weiteren untersuchten Immissionsorten aufgeführt.

Der folgenden Tabelle 6 ist zu entnehmen, dass im Regelzustand die Immissionsrichtwerte durch die Zusatzbelastung bzw. Gesamtbelastung an allen Immissionsorten um mindestens 3 dB unterschritten werden.

Tabelle 6: Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung im Regelzustand (nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche)

| IO-Nr. | IRW Nacht für Regelzustand [dB(A)] | Zusatzbelastung L_r [dB(A)] | Vorbelastung L_r [dB(A)] | Gesamtbelastung L_r [dB(A)] |
|--------|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| IO1 | 40 ¹² | 31 | nicht untersucht, da ZB nicht relevant | - |
| IO2 | 45 | 31 | nicht untersucht, da ZB nicht relevant | - |
| IO3 | 40 ¹² | 33 | nicht untersucht, da ZB nicht relevant | - |
| IO4 | 45 | 35 | nicht untersucht, da ZB nicht relevant | - |
| IO5 | 40 ¹³ | 30 | nicht untersucht, da ZB nicht relevant | - |
| IO6 | 40 ¹² | 37 | - | 37 |
| IO7 | 40 ¹² | 36 | - | 36 |
| IO8 | 45 | 38 | nicht untersucht, da ZB nicht relevant | - |
| IO9 | 38 ¹⁴ | 20 | nicht untersucht, da ZB nicht relevant | - |

10.2.2 Gesamtbelastung Sonderzustand – witterungsbedingte Anlagengeräusche

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 7 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. 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. Zur Bildung der Gesamtbelastung ist dabei der Immissionspegel der Vorbelastung mit dem Immissionspegel der Zusatzbelastung zu addieren. Zuschläge (hier: Tonzuschlag) werden im Anschluss auf den Immissionspegel der Gesamtbelastung aufaddiert. In der folgenden Tabelle ist der Tonzuschlag jeweils für die Zusatz- und Vorbelastung dargestellt, um deren Beurteilungspegel separat aufzuzeigen.

¹² Ohne Berücksichtigung eines möglichen geminderten Schutzanspruchs, z.B. aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB oder aufgrund Gemengelage.

¹³ Gutachterliche Einschätzung, im 1. Schritt angehobener IRW gemäß Rechtsprechung infolge eines geminderten Schutzanspruchs aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB (vgl. Abschnitt 5.2.2.1).

¹⁴ Gutachterliche Einschätzung, im 1. Schritt angehobener IRW gemäß Rechtsprechung infolge eines geminderten Schutzanspruchs aufgrund Lage der Gebäude in 2. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB oder aufgrund Gemengelage bzgl. der bestehenden Freileitungstrasse (vgl. Abschnitt 5.2.2.1).

Tabelle 7: Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche von Hochspannungsfreileitungen 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 | 40 ¹⁵ | 55 | 38,3 + 3 = 41 | 44,3 + 3 = 47 | 48 |
| IO2 | 45 | 55 | 38,0 + 3 = 41 | 42,4 + 3 = 45 | 47 |
| IO3 | 40 ¹⁵ | 55 | 40,2 + 3 = 43 | 43,3 + 3 = 46 | 48 |
| IO4 | 45 | 55 | 40,6 + 3 = 44 | 35,3 + 3 = 38 | 45 |
| IO5 | 40 ¹⁶ | 55 | 36,0 + 3 = 39 | 31,6 + 3 = 35 | 40 |
| IO6 | 40 ¹⁵ | 55 | 44,2 + 3 = 47 | - | 47 |
| IO7 | 40 ¹⁵ | 55 | 45,3 + 3 = 48 | - | 48 |
| IO8 | 45 | 55 | 45,3 + 3 = 48 | - | 48 |
| IO9 | 38 ¹⁷ | 55 | 27,9 + 3 = 31 | - | 31 |

Die zu erwartende Gesamtbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in dem für die Beurteilung maßgeblichen Betriebszustand erreicht Beurteilungspegel mit bis zu 48 dB(A).

Dabei werden an den Immissionsorten IO4, IO5 und IO9 bereits die niedrigeren Immissionsrichtwerte für den Regelzustand nach Nr. 6.1 – ggf. i.V.m. Nr. 6.7 – der TA Lärm nicht überschritten. Nähere Ausführungen hinsichtlich der Zumutbarkeit der witterungsbedingten Anlagengeräusche an diesen Immissionsorten erübrigen sich an dieser Stelle. 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.

Für die Immissionsorte IO1 – IO3 und IO6 – IO8 wird die Zumutbarkeit der Geräuschbelastung in diesem Sonderzustand mit seltenen Ereignissen im folgenden Abschnitt 11 diskutiert.

¹⁵ Ohne Berücksichtigung eines möglichen geminderten Schutzanspruchs, z.B. aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB oder aufgrund Gemengelage.

¹⁶ Gutachterliche Einschätzung, im 1. Schritt angehobener IRW gemäß Rechtsprechung infolge eines geminderten Schutzanspruchs aufgrund Lage der Gebäude in 1. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB (vgl. Abschnitt 5.2.2.1).

¹⁷ Gutachterliche Einschätzung, im 1. Schritt angehobener IRW gemäß Rechtsprechung infolge eines geminderten Schutzanspruchs aufgrund Lage der Gebäude in 2. Reihe zum Außenbereich nach § 35 BauGB oder aufgrund Gemengelage bzgl. der bestehenden Freileitungstrasse (vgl. Abschnitt 5.2.2.1).

11 Zumutbarkeitsprüfung

Da an den Immissionsorten IO1 – IO3 und IO6 – IO8 die Nacht-Richtwerte nach Nr. 6.1 – ggf. i.V.m. Nr. 6.7 – der TA Lärm durch witterungsbedingten Anlagengeräuschen 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 witterungsabhängigen 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 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).

Voraussetzung für die Zumutbarkeit des konkret erreichten Beurteilungspegels stellen 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, während die betroffenen Immissionsorte in einem allgemeinen Wohngebiet lagen. Bei dem vorliegenden Projekt handelt es sich nicht um einen Neubau sondern um die Änderung der bestehenden Freileitungen, wodurch ein wesentlich geringerer Eingriff erfolgt als bei einem Neubau. Aus dem genannten Urteil kann abgeleitet werden, dass Bestandsleitungen somit erst recht 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 witterungsabhängigen 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 langjährig 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 Zubeseilungen auf Bestandsmasten und nur für Konstellationen mit 2 Stromkreisen. Bei Konstellationen mit einer erhöhten Anzahl an Stromkreisen, können sich die Immissionen entsprechend erhöhen.

Für Neubauleitungen – unabhängig davon, ob es sich um einen Ersatz-, Parallel- oder sonstigen Neubau handelt – werden Konstellationen mit einem Leiterseildurchmesser ≥ 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 um Bestandsleitungen. Die Einhaltung der oben genannten Kriterien wurde über Ausbreitungsberechnungen im Modell überprüft, weshalb die vorliegenden Leiterseilkonstellationen dem Stand der Technik zur Lärminderung zugeordnet werden können.

Für neu verlegte Leiterseile (betrifft vorliegend v.a. die 380-kV-Stromkreise der Bl. 4130 und Bl. 4511 zwischen der UA Weißenthurm und dem Pkt. Koblenz) sind zudem Oberflächenbehandlungen eingeplant. Hierdurch werden die Oberflächen hydrophiler und es kann eine künstliche Vorwegnahme der natürlichen Geräuschreduzierung durch Alterung der Leiterseile erreicht werden. Hierbei handelt es sich um Maßnahmen, welche über den derzeitigen Stand der Technik zur Lärminderung hinausgehen.

Aus Sicht des Sachverständigen kommt der Anlagenbetreiber seinen Grundpflichten nach Nr. 4.1 i.V.m. 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 witterungsabhängigen 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, Urt. 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 beschrieben. Dabei wird auch auf besondere betriebstechnische 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 5.2.2.1 ausführlich beschrieben und werden hier lediglich im Kern zusammengefasst:

Im vorliegenden Untersuchungsbereich werden bei allen untersuchten Immissionsorten 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 – IO3 und IO6 – IO8 wird in den folgenden Abschnitten bzgl. der immissionsortspezifischen Aspekte nochmals näher eingegangen.

11.2 Immissionsortspezifische Aspekte

Die im Folgenden angeführten konkreten Beurteilungspegel und die jeweilige Bewertung der Zumutbarkeit bezieht sich v.a. auf den als maßgeblich eingestuftten Sonderzustand mit Niederschlag $\leq 3,5$ mm/h bei reinem AC-Betrieb. Dabei stellt der reine AC-Betrieb (Umschaltoption) den lauterem Betriebszustand des Planvorhabens dar. Im AC/DC-Hybridbetrieb des Planvorhabens werden bei Niederschlag je nach Immissionsort bis zu 4 dB niedrigere Beurteilungspegel hervorgerufen im Vergleich zur Umschaltoption. Sofern die witterungsbedingten Anlagengeräusche im reinen AC-Betrieb als zumutbar anzusehen sind, gilt dies somit erst recht für den AC/DC-Hybridbetrieb des Planvorhabens.

11.2.1 Immissionsort IO1

Der maßgebliche Immissionsort IO1 stellt den Immissionsort in Allgemeinen Wohngebieten im Einwirkungsbereich der zu ändernden Bestandsleitung Bl. 4197 dar, welcher insgesamt am stärksten belastet ist durch vorbelastende Freileitungen (hier: Bl. 4511). IO1 repräsentiert zudem den insgesamt am stärksten belasteten Immissionsort durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in Allgemeinen Wohngebieten im Abschnitt zwischen der Landesgrenze NRW/RLP und der UA Weißenthurm. Die folgenden Aspekte sind für alle weiteren Immissionsorte mit vergleichbaren Gegebenheiten heranzuziehen.

Für den Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen im maßgeblichen Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag ist eine Gesamtbelastung mit bis zu 48 dB(A) zu erwarten. Dabei wird die Gesamtbelastung maßgeblich durch die Koronageräusche der vorbelastenden Freileitung Bl. 4511 bestimmt, welche hier einen Beurteilungspegel von 47 dB(A) hervorruft. Der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung liegt bei 41 dB(A) und damit deutlich unterhalb der Vorbelastung. Der sich zunächst aus Nr. 6.1 der TA Lärm ableitende Nacht-Richtwert für Allgemeine Wohngebiete wird durch die Gesamtbelastung witterungsbedingter Anlagengeräusche um 8 dB überschritten.

Bezüglich der Schutzbedürftigkeit sind die in den Abschnitten 5.2.2.1 und 11.1.6 ausführlich dargestellten Aspekte zu beachten. Der Schutzanspruch an IO1 ist verringert, da es sich hier sowie bei allen weiteren untersuchten Immissionsorten, welche durch IO1 repräsentiert werden, um Wohnbebauung in erster Reihe zum Außenbereich handelt. Zusätzlich liegt 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 IO1, 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. Herkömmlichkeit, Akzeptanz und soziale Adäquanz, zeitliche Aspekte und der Umstand, dass die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung sicher unterschritten wird, für einen über die Rechtsprechung zur Gemengelage hinausgehenden zumutbaren Rahmen. Die an IO1 zu erwartende Geräuschbelastung mit bis zu 48 dB(A) durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in dem als maßgeblich eingestuftten Betriebszustand bei reinem AC-Betrieb ist daher aus gutachterlicher Sicht als zumutbar einzustufen, zumal der Richtwert für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm um 7 dB(A) unterschritten wird. Ob darüber hinaus auch höhere Immissionen mit 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 IO1 bei 38 dB(A) und somit deutlich unterhalb der üblichen Regenfremdgeräuschpegel. Das reine Koronageräusch der Bl. 4197 wird hier 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 hervorgehoben 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.

Zusätzlich wird es zu einer Verdeckung der Koronageräusche des Planvorhabens am Immissionsort IO1 durch die Koronageräusche der Vorbelastung kommen. Im Sonderzustand werden somit witterungsbedingte Anlagengeräusche des Planvorhabens an IO1 nicht mehr wahrnehmbar sein.

11.2.2 Immissionsort IO2

Der maßgebliche Immissionsort IO2 stellt den Immissionsort in Misch-, Dorf- und Kerngebieten bzw. im Außenbereich im Einwirkungsbereich der zu ändernden Bestandsleitung Bl. 4197 dar, welcher insgesamt am stärksten belastet ist durch vorbelastende Freileitungen (hier: Bl. 4511). IO2 repräsentiert zudem den insgesamt am stärksten belasteten Immissionsort durch witterungsbedingte Anlagengeräusche innerhalb dieser Schutzbedürftigkeit im Abschnitt zwischen der Landesgrenze NRW/RLP und der UA Weißenthurm. Die folgenden Aspekte sind für alle weiteren Immissionsorte mit vergleichbaren Gegebenheiten heranzuziehen.

Für den Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen im maßgeblichen Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag ist eine Gesamtbelastung mit bis zu 47 dB(A) zu erwarten. Dabei wird die Gesamtbelastung maßgeblich durch die Koronageräusche vorbelastenden Freileitung Bl. 4511 bestimmt, welche hier einen Beurteilungspegel von 45 dB(A) hervorruft. Der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung liegt bei 41 dB(A). Der sich zunächst aus Nr. 6.1 der TA Lärm ableitende Nacht-Richtwert für Mischgebiete wird durch die Gesamtbelastung witterungsbedingter Anlagengeräusche um 2 dB überschritten. Da eine Überschreitung der Mischgebietsrichtwerte in den Teilabschnitten zwischen der Landesgrenze NRW/RLP und der UA Weißenthurm jedoch ausschließlich im Bereich der Wohnbebauung in der Ortschaft Heimersheim im Mischgebiet mit IO2 zu erwarten ist, jedoch nicht an allen weiteren untersuchten Immissionsorten, die durch IO2 repräsentiert werden (siehe Anhang 6), wird im Folgenden vorwiegend auf die konkrete Situation in Heimersheim mit IO2 eingegangen. Eine Zumutbarkeitsprüfung für alle weiteren durch IO2 repräsentierten Immissionsorte, an denen die Nacht-Richtwerte für Mischgebiete durch witterungsbedingte Anlagengeräusche unterschritten werden, erübrigt sich mangels Relevanz.

Bezüglich der Schutzbedürftigkeit ist u.a. der in Abschnitt 5.2.2.1 genannte Aspekt der Gemengelage und eine daraus resultierende geminderte Schutzbedürftigkeit zu beachten. Der Immissionsort IO2 befindet sich in der Ortschaft Heimersheim in einer gemäß Bebauungsplan als Mischgebiet ausgewiesenen Fläche (B-Plan "Wiesenweg" der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler). Das Gebäude mit IO2 liegt in erster Reihe zum Außenbereich. Zusätzlich liegt aufgrund des Nebeneinanders von Wohnbauflächen und gewerblich genutzter Flächen der bestehenden Trassen eine Gemengelage vor. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass der verwendete Trassenraum mit den Freileitungen Bl. 4197 und Bl. 4511 nach Angaben der Auftraggeberin bereits seit dem 1950er Jahren genutzt wird. Die Wohnbebauung im Bereich des maßlichen Immissionsortes IO2 ist seitdem an die hier bestehende(n) Trasse(n) herangerückt (vgl. historisches Kartenmaterial von 1952 – abgerufen über www.geoportal.rlp.de). Dieser Aspekt ist im Rahmen der Gemengelagediskussion mit einzubeziehen, da gemäß Nr. 6.7 Abs. 2 der TA Lärm für die Höhe des Zwischenwertes die konkrete Schutzwürdigkeit des betroffenen Gebietes maßgeblich ist. Als wesentliche Kriterien hierfür werden u.a. die Ortsüblichkeit eines Geräusches genannt sowie die Frage, welche der unverträglichen Nutzungen zuerst verwirklicht wurde. 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. Herkömmlichkeit, Akzeptanz und soziale Adäquanz, zeitliche Aspekte und der Umstand, dass die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung sicher unterschritten wird, für einen über die Rechtsprechung zur Gemengelage hinausgehenden zumutbaren Rahmen. Die an IO2 zu erwartende Geräuschbelastung mit bis zu 47 dB(A) durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in dem als maßgeblich eingestuften Betriebszustand bei reinem AC-Betrieb ist daher aus gutachterlicher Sicht als zumutbar einzustufen, zumal der Richtwert für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm um 8 dB(A) unterschritten wird. Ob darüber hinaus auch höhere Immissionen mit 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 zu einer Verdeckung der Koronageräusche des Planvorhabens durch Regengeräusche. Der zu erwartende Immissionspegel (ohne Tonzuschlag) der Zusatzbelastung liegt an IO2 bei 38 dB(A) und somit deutlich unterhalb der üblichen Regen-fremdgeräuschpegel (siehe Ausführungen in Abschnitt 11.2.1 zu IO1 i.V.m. Anhang 5).

11.2.3 Immissionsort IO3

Der maßgebliche Immissionsort IO3 stellt den Immissionsort in Allgemeinen Wohngebieten im Einwirkungsbereich der zu ändernden Bestandsleitung Bl. 4197 dar, welcher insgesamt am stärksten belastet ist durch diese zu ändernde Freileitung. Zudem liegt an IO3 eine Vorbelastung durch die Bestandsleitung Bl. 4511 vor. Allerdings repräsentiert IO3 nicht den insgesamt am stärksten belasteten Immissionsort in Allgemeinen Wohngebieten durch witterungsabhängige Anlagengeräusche (siehe hierzu IO1). Die folgenden Aspekte sind für alle weiteren Immissionsorte mit vergleichbaren Gegebenheiten heranzuziehen.

Für den Sonderzustand mit witterungsbedingten Koronageräuschen im maßgeblichen Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag ist durch die Gesamtbelastung ein Beurteilungspegel von 48 dB(A) zu erwarten. Dabei liegt der Beurteilungspegel durch die Zusatzbelastung des Planvorhabens in der Umschaltoption bei 43 dB(A). Der sich zunächst aus Nr. 6.1 der TA Lärm ableitende Nacht-Richtwert für Allgemeine Wohngebiete wird durch witterungsbedingte Anlagengeräusche somit um 3 dB überschritten.

Die Schutzbedürftigkeit von IO3 ist verringert, u.a. aufgrund der Belegenheit in erster Reihe zum Außenbereich und einer Gemengelage. Für weitere Erläuterungen hinsichtlich der Schutzbedürftigkeit wird an dieser Stelle auf die Ausführungen zu IO1 in Abschnitt 11.2.1 bzw. auf Abschnitt 5.2.2.1 verwiesen. Aufgrund der genannten Aspekte, kann für IO3, sowie für vergleichbare Immissionsorte in Allgemeinen Wohngebieten gemäß der Rechtsprechung ein Schutzanspruch analog eines Mischgebietes gerechtfertigt sein. 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. Herkömmlichkeit, Akzeptanz und soziale Adäquanz, zeitliche Aspekte und der Umstand, dass die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung sicher unterschritten wird, für einen über die Rechtsprechung zur Gemengelage hinausgehenden zumutbaren Rahmen. Die an IO3 zu erwartende Geräuschbelastung mit bis zu 48 dB(A) durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in dem als maßgeblich eingestuften Betriebszustand bei reinem AC-Betrieb ist daher aus gutachterlicher Sicht als zumutbar einzustufen, zumal der Richtwert für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm um 7 dB(A) unterschritten wird. Ob darüber hinaus auch höhere Immissionen mit 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 IO3 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 IO3 bei 40 dB(A) und somit unterhalb der üblichen Regenfremdgeräuschpegel (siehe Ausführungen in Abschnitt 11.2.1 zu IO1 i.V.m. Anhang 5).

11.2.4 Immissionsort IO6 & IO7

Die maßgeblichen Immissionsorte IO6 und IO7 stehen repräsentativ für alle Immissionsorte in Allgemeinen Wohngebieten im Einwirkungsbereich der zu ändernden Bestandsleitung Bl. 4511. Dabei stellt IO6 den am stärksten belasteten Immissionsort für den Regelzustand im AC/DC-Hybridbetrieb dar. IO7 repräsentiert den am stärksten belasteten Immissionsort für den Sonderzustand mit reinem AC-Betrieb (Umschaltoption). Im Folgenden wird daher auf IO7 als maßgeblicher Immissionsort für den Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen eingegangen. Die folgenden Aspekte sind ebenfalls für IO6 sowie für alle weiteren Immissionsorte mit vergleichbaren Gegebenheiten heranzuziehen.

Für den Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen im maßgeblichen Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag sind Beurteilungspegel mit bis zu 48 dB(A) zu erwarten. Der sich zunächst aus Nr. 6.1 der TA Lärm ableitende Nacht-Richtwert für Allgemeine Wohngebiete wird durch die Gesamtbelastung witterungsbedingter Anlagengeräusche um 8 dB überschritten.

Der Schutzanspruch an IO7 ist dabei verringert, da hier sowie bei allen weiteren untersuchten Immissionsorten in Wohngebieten eine Gemengelage vorliegt aufgrund des Nebeneinanders von Wohnbauflächen und gewerblich genutzter Flächen der bestehenden Trassen und/oder weil diese Immissionsorte in erster Reihe zum Außenbereich liegen. Für weitere Erläuterungen hinsichtlich der Schutzbedürftigkeit wird an dieser Stelle auf die Ausführungen zu IO1 in Abschnitt 11.2.1 bzw. auf Abschnitt 5.2.2.1 verwiesen. 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. Herkömmlichkeit, Akzeptanz und soziale Adäquanz, zeitliche Aspekte und der Umstand, dass die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung sicher unterschritten wird, für einen über die Rechtsprechung zur Gemengelage hinausgehenden zumutbaren Rahmen. Die an IO7 zu erwartende Geräuschbelastung mit bis zu 48 dB(A) durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in dem als maßgeblich eingestuften Betriebszustand bei reinem AC-Betrieb ist daher aus gutachterlicher Sicht als zumutbar einzustufen, zumal der Richtwert für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm um 7 dB(A) unterschritten wird. Ob darüber hinaus auch höhere Immissionen mit bis zu 55 dB(A) für die untersuchten Betriebszustände zumutbar sein können, kann mangels Relevanz daher offengelassen werden.

11.2.5 Immissionsort IO8

Der maßgebliche Immissionsort IO8 steht repräsentativ für alle Immissionsorte in Misch-, Dorf- und Kerngebieten bzw. im Außenbereich im Einwirkungsbereich der zu ändernden Bestandsleitung Bl. 4511. IO8 stellt den hierfür am stärksten belasteten Immissionsort dar. Die folgenden Aspekte sind für alle weiteren Immissionsorte mit vergleichbaren Gegebenheiten heranzuziehen.

Für den Sonderzustand mit witterungsbedingten Anlagengeräuschen im maßgeblichen Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag sind Beurteilungspegel mit bis zu 48 dB(A) zu erwarten. Der sich zunächst aus Nr. 6.1 der TA Lärm ableitende Nacht-Richtwert für Mischgebiete wird durch die Gesamtbelastung witterungsbedingter Anlagengeräusche somit um 3 dB überschritten.

Bei IO8 sowie bei allen untersuchten Immissionsorten, welche durch IO8 repräsentiert werden und an denen es zu einer Überschreitung der Mischgebietsrichtwerte nachts durch die Gesamtbelastung witterungsbedingter Anlagengeräusche kommt, handelt es sich um Gebäude im Außenbereich bzw. um Bereiche, welche gemäß der Flächennutzungs- oder Bebauungspläne als Flächen für die Landwirtschaft ausgewiesen sind. Bezüglich der Schutzbedürftigkeit ist die tatsächliche Nutzung entscheidend, bei welcher vor allem der in Abschnitt 5.2.2.1 genannte Aspekt der Gemengelage und eine daraus resultierende geminderte Schutzbedürftigkeit zu diskutieren ist. Eine Gemengelage liegt an allen durch IO8 repräsentierten Immissionsorten vor, aufgrund des Nebeneinanders von Wohnbauflächen und gewerblich genutzter Flächen der bestehenden Trassen. 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. Herkömmlichkeit, Akzeptanz und soziale Adäquanz, zeitliche Aspekte und der Umstand, dass die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung sicher unterschritten wird, für einen über die Rechtsprechung zur Gemengelage hinausgehenden zumutbaren Rahmen. Die an IO8 zu erwartende Geräuschbelastung mit bis zu 48 dB(A) durch witterungsbedingte Anlagengeräusche in dem als maßgeblich eingestuften Betriebszustand bei reinem AC-Betrieb sind daher aus gutachterlicher Sicht als zumutbar einzustufen, zumal der Richtwert für seltene Ereignisse nach Nr. 6.3 der TA Lärm um 7 dB(A) unterschritten wird. Ob darüber hinaus auch höhere Immissionen mit bis zu 55 dB(A) für die untersuchten Betriebszustände zumutbar sein können, kann mangels Relevanz daher offengelassen werden.

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 einer Zumutbarkeitsprüfung erfüllt.

Da an den Immissionsorten IO4, IO5 und IO9 bereits die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 – ggf. i.V.m. Nr. 6.7 – der TA Lärm für den Regelzustand nicht überschritten werden, erübrigen sich nähere Ausführungen hinsichtlich der Zumutbarkeit der witterungsbedingten Anlagengeräusche an diesen Immissionsorten. 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.

Die vorliegend durchgeführte Zumutbarkeitsprüfung für die Immissionsorte IO1 – IO3 und IO6 – IO8 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 als zumutbar einzustufen ist. Dies vor allem basierend auf der angeführten Rechtsprechung und Rechtsliteratur zu diesem Prüfkomples.

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 Abwägung berücksichtigt werden können, wie z.B. Wirtschaftlichkeit o.ä., wird hier nicht näher eingegangen. Diese sind bei der abschließenden wertenden Gesamtbetrachtung durch die Genehmigungsbehörde mit einzubeziehen.

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 systembedingt bei ± 1 dB.

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

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 und BPA wird im Detail auf Abschnitt 8.1.3 i.V.m. Anhang 3 verwiesen. Bei neuen Seilen werden nach Auskunft des Betreibers oberflächenbehandelte Leiterseile eingesetzt, sodass hinsichtlich der geschätzten Genauigkeiten der im Emissionsansatz für witterungsbedingte Anlagengeräusche berücksichtigten Schallleistungspegel auf Tab. 2 verwiesen werden kann.

Des Weiteren kann aufgrund aktueller Erkenntnisse aus Laboruntersuchungen davon ausgegangen werden, dass die Steigung der Leiterseile je nach Abschnitt innerhalb eines Spannungsfeldes (in Mastnähe größere Steigung als am Durchhang) einen relevanten Einfluss auf die tatsächlichen witterungsbedingten Koronaemissionen haben kann. Die vorliegend berücksichtigten Schallleistungspegel und Genauigkeiten beziehen sich auf das Emissionsverhalten in Bereichen mit vergleichsweise geringer Steigung. Aufgrund des Abfließverhaltens von Regentropfen am Seil können die Emissionen bei größerer Steigung signifikant geringer sein.

Basierend auf den genannten Parametern wird für den Zeitraum bis max. 2 Jahre nach Inbetriebnahme neuer Leiterseile eine Aussageunsicherheit von + 2,5 dB / - 1,0 dB (vgl. Tabelle 2) für die prognostizierten Beurteilungspegel abgeschätzt. Nach spätestens 2 Jahren ist nach den vorliegenden Erkenntnissen davon auszugehen, dass die Prognose für alle Bereiche des Planvorhabens auf der sicheren Seite liegt.

13 Zusammenfassung

Die Amprion GmbH plant die Errichtung und den Betrieb einer ± 380 -kV-Freileitung in Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik (HGÜ) sowie den temporären Drehstrombetrieb in dem ca. 43,7 km langen Abschnitt „Landesgrenze NRW/RLP – Pkt. Koblenz“ des Gesamtvorhabens „Höchstspannungsleitung Osterath – Philippsburg; Gleichstrom“ gemäß Nr. 2 der Anlage zu § 1 Abs. 1 BBPlG, auch als „Ultranet“ oder „Korridor A (Süd)“ bezeichnet.

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 Schallleistungspegel auf Basis von semiempirischen Gleichungen (EPRI für AC-Systeme, BPA für DC-Systeme) sowie Literatur zu diesem Thema in Verbindung mit Erkenntnissen aus Emissionsmessungen durch den TÜV Hessen an 380-kV-Drehstrom-Freileitungen und Laboruntersuchungen an Hochspannungsleiterseilen im Gleichstrombetrieb.

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 innerhalb der verschiedenen technischen Abschnitte und unterschiedlichen Schutzbedürftigkeiten (Gebietsausweisungen) zu erwarten. An allen anderen Wohngebäuden, welche sich im Einwirkungsbereich der geplanten Maßnahmen befinden, werden niedrigere zu erwartende Beurteilungspegel hervorgerufen (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 (hier: trockenes Sommerwetter) wird durch das Planvorhaben überwiegend keine – gemäß TA Lärm – relevante Geräuschbelastung hervorgerufen. In Bereichen, in welchen eine relevante Geräuschbelastung zu erwarten ist, konnte keine relevante Geräusch-Vorbelastung für diesen Regelzustand festgestellt werden. Durch die Zusatz- respektive Gesamtbelastung im Regelzustand werden die zugrunde gelegten Immissionsrichtwerte an keinem Immissionsort überschritten. Schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche sind nicht zu erwarten (vgl. Abschnitt 10.2.1 bzgl. der Gesamtbelastung)

Für die zu erwartende 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 9.2). 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 10.2.2 bzgl. der Gesamtbelastung).

Die prognostizierte Zusatzbelastung durch witterungsbedingte Anlagengeräusche des Planvorhabens sowie auch die Gesamtbelastungen unterschreiten dabei sicher die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.3 für seltene Ereignisse an allen Immissionsorten, auch unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheiten.

Eine 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 Gesamtbetrachtung 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

Pascal Sames
(Stellv. Fachlich Verantwortlicher)

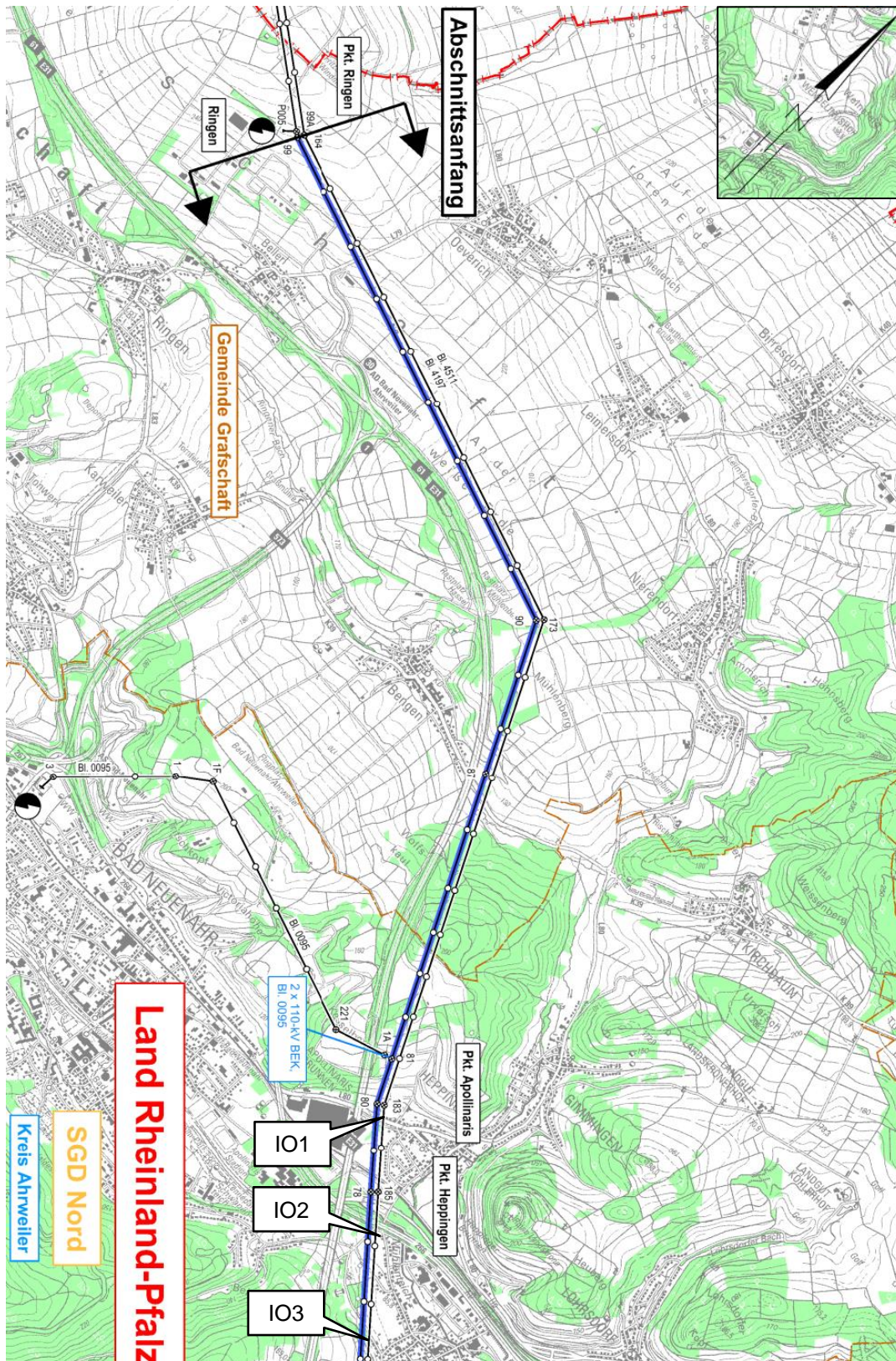


Johannes Zinken
(Sachverständiger)

Anhangsverzeichnis

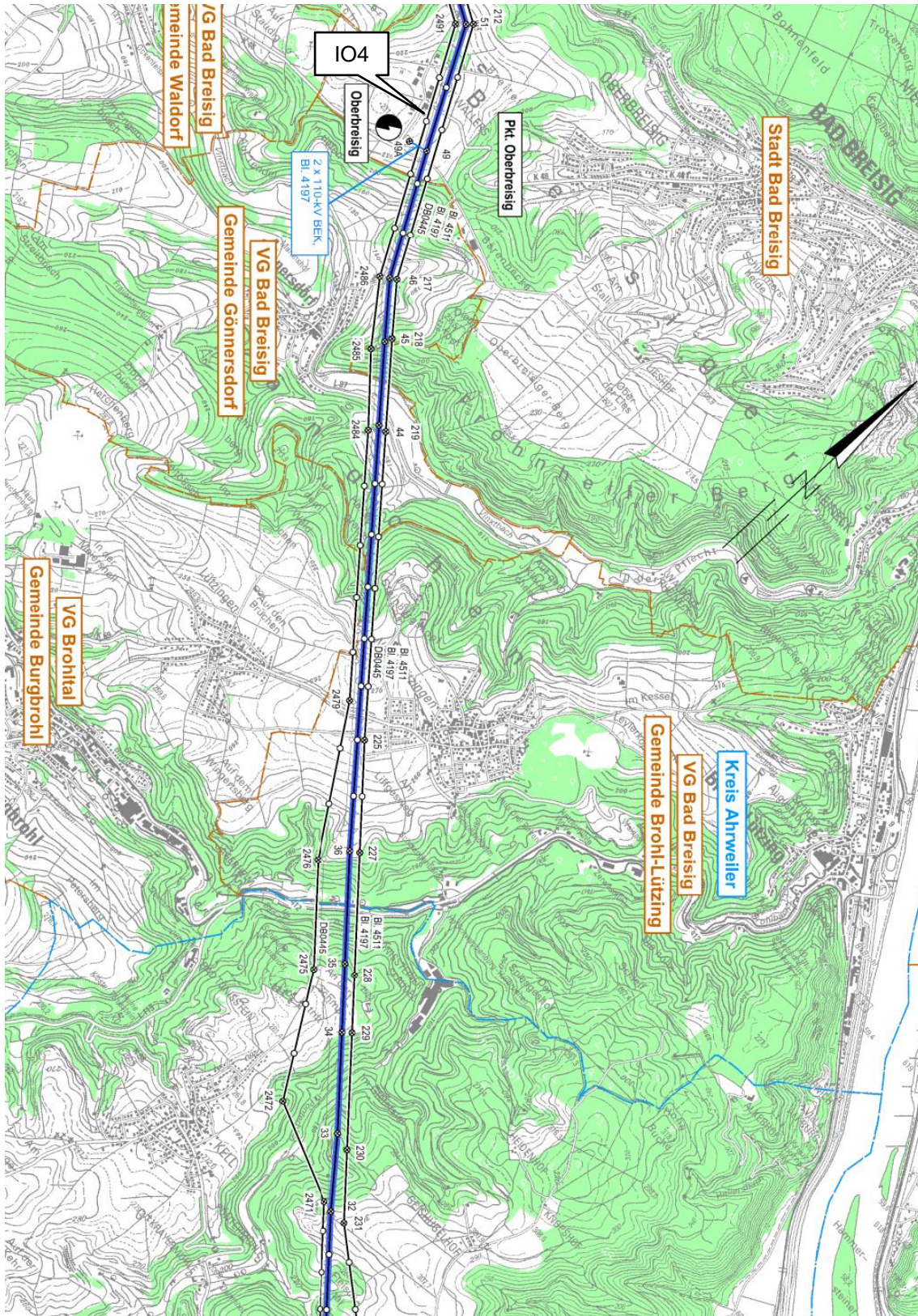
| | Seite |
|---|--------|
| Anhang 1: Übersichtspläne | 57-62 |
| Anhang 2: Lage der Immissionsorte | 63-70 |
| Anhang 3: Semiempirische Gleichungen nach EPRI und BPA | 71-74 |
| Anhang 4: Leiterseilbelegung, Mastskizzen, Schallleistungspegel | 75-84 |
| Anhang 5: Geräuschpegel von Regenfremdgeräuschen | 85 |
| Anhang 6: Untersuchte potenziell maßgebliche Immissionsorte | 86-89 |
| Anhang 7 Übersicht Ergebnistabellen | 90 |
| Anhang 8 Emissionsdaten / Oktavspektren | 91 |
| Anhang 9: Erläuterungen zu den Immissionstabellen | 91 |
| Anhang 10: Immissionstabellen IO1 – IO7 | 92-103 |

A.1.1: Bl. 4197, Mast 101 – 75

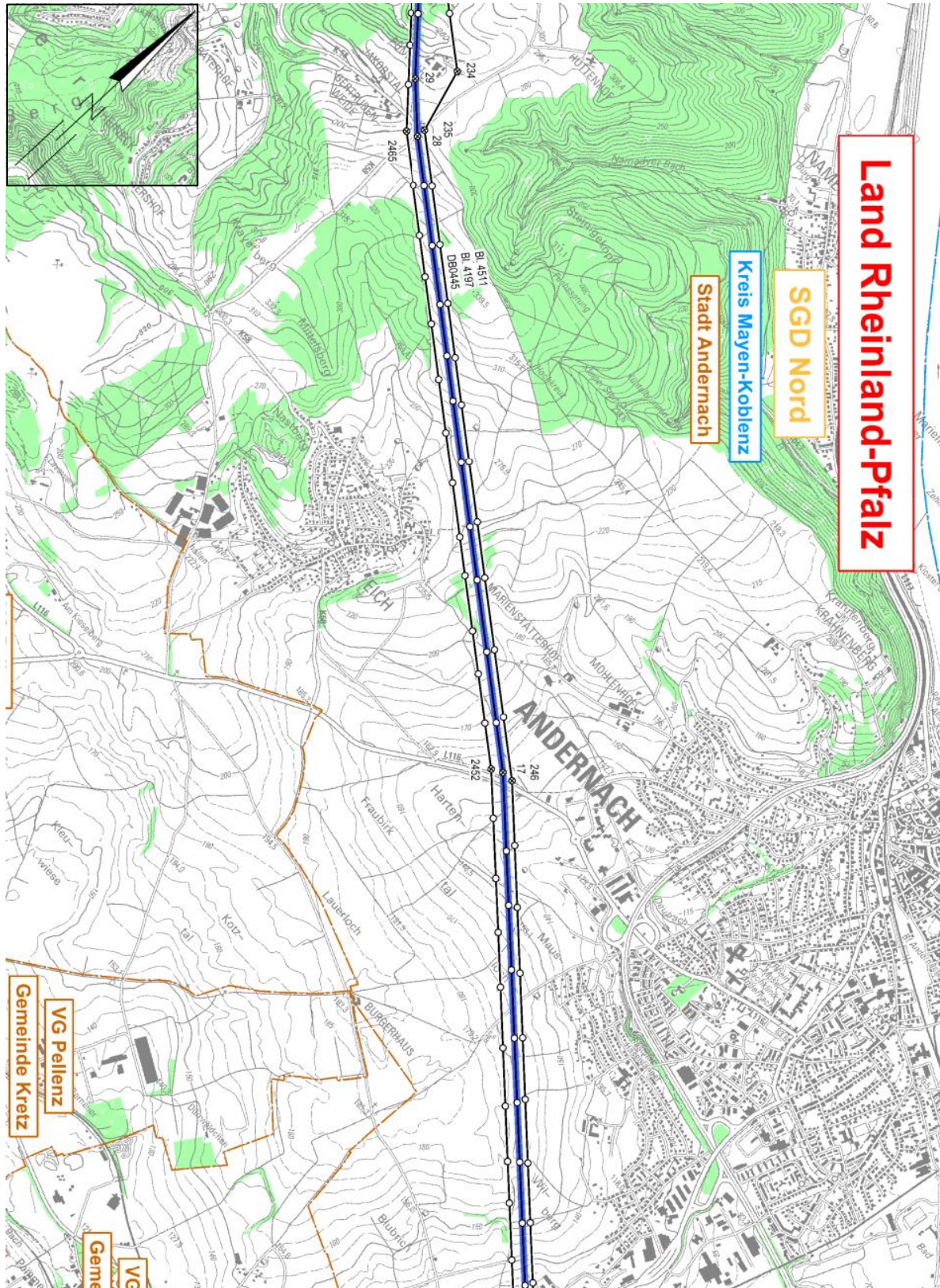


[illegible]

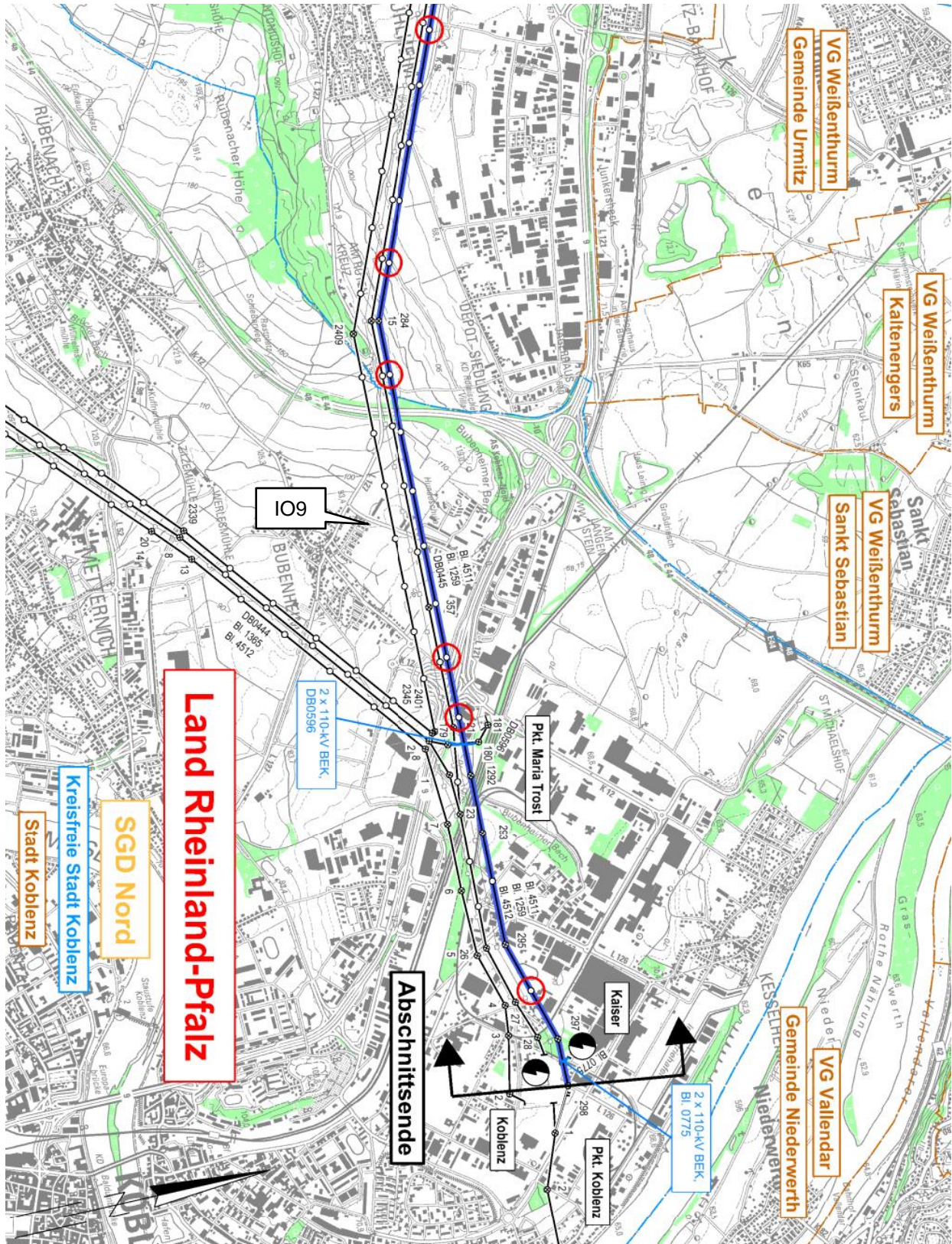
A.1.3: Bl. 4197, Mast 51 – 30



A.1.4: Bl. 4197, Mast 30 – 9

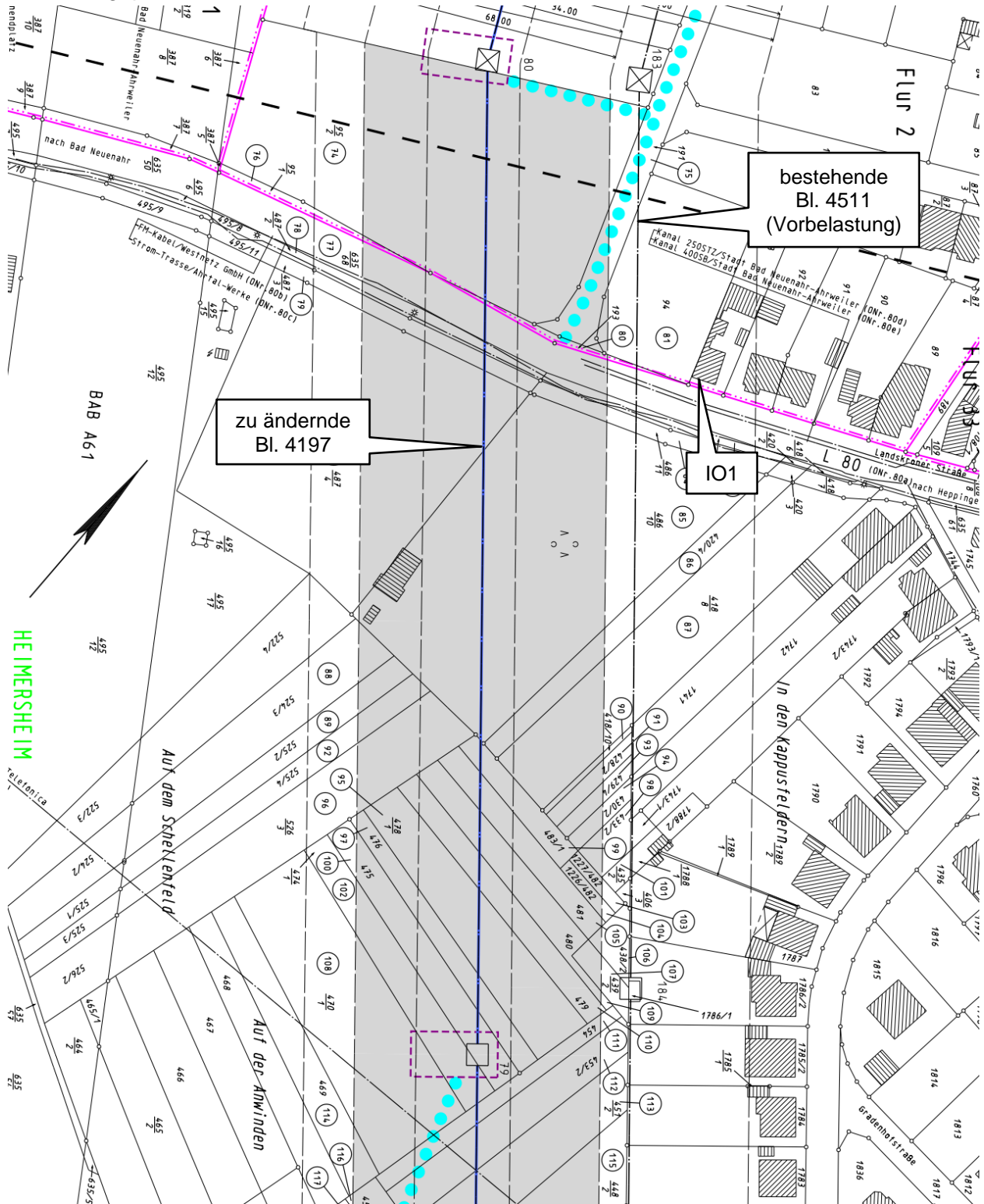


A.1.6: Bl. 4511, Mast 279 – 298

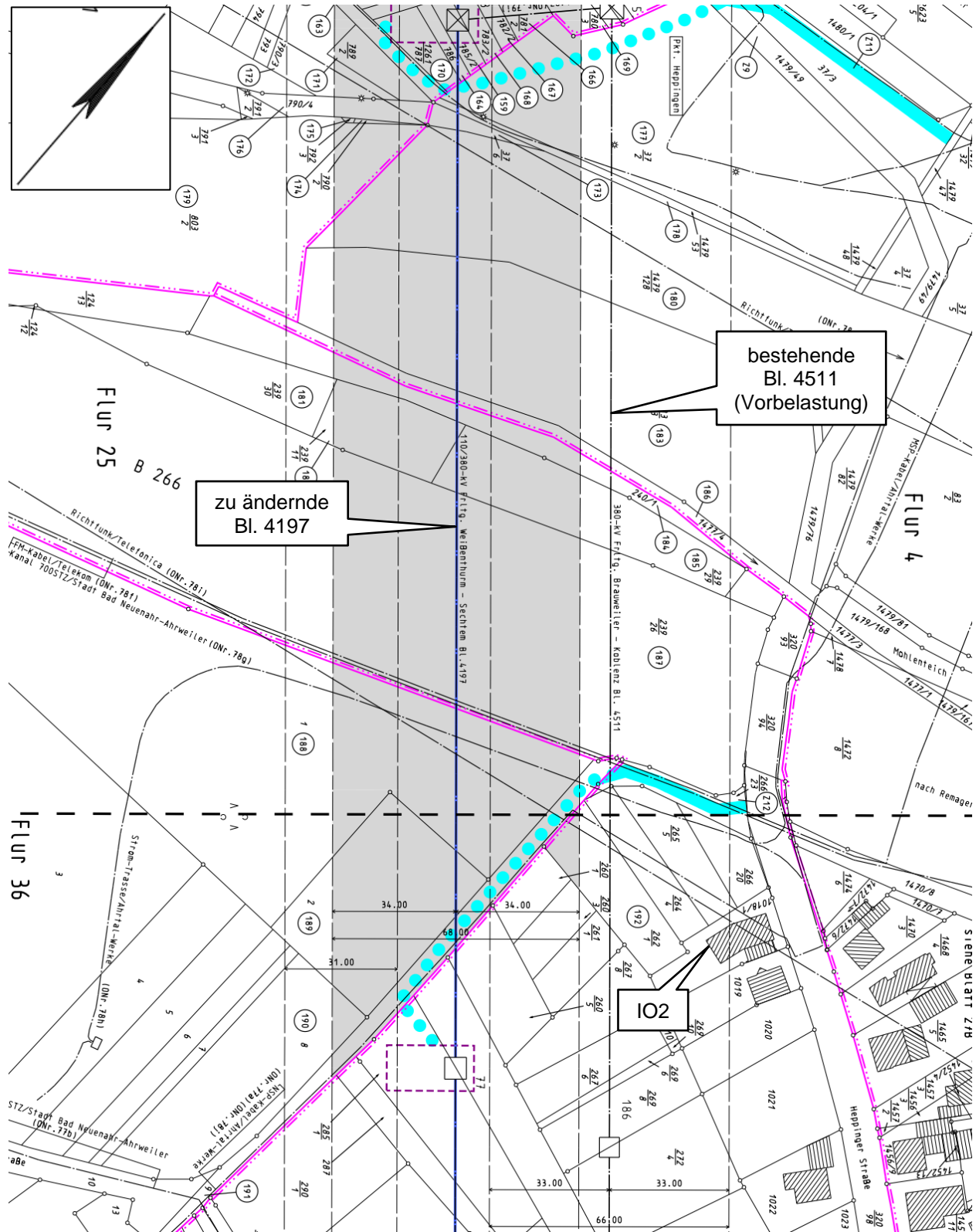


Anhang 2 – Lage der Immissionsorte

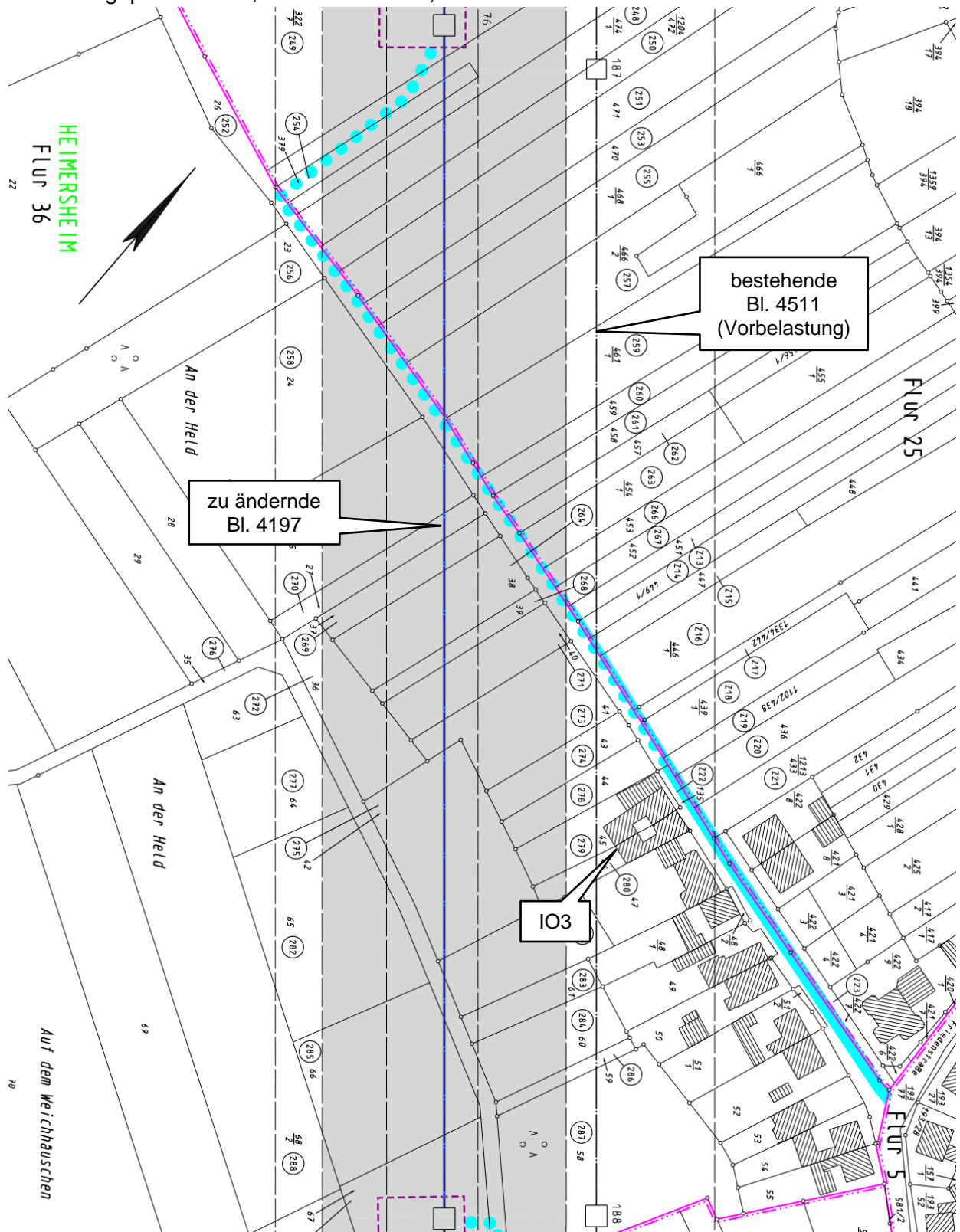
A.2.1: Lageplan mit IO1, Bereich Bl. 4197, Mast 79 – 80



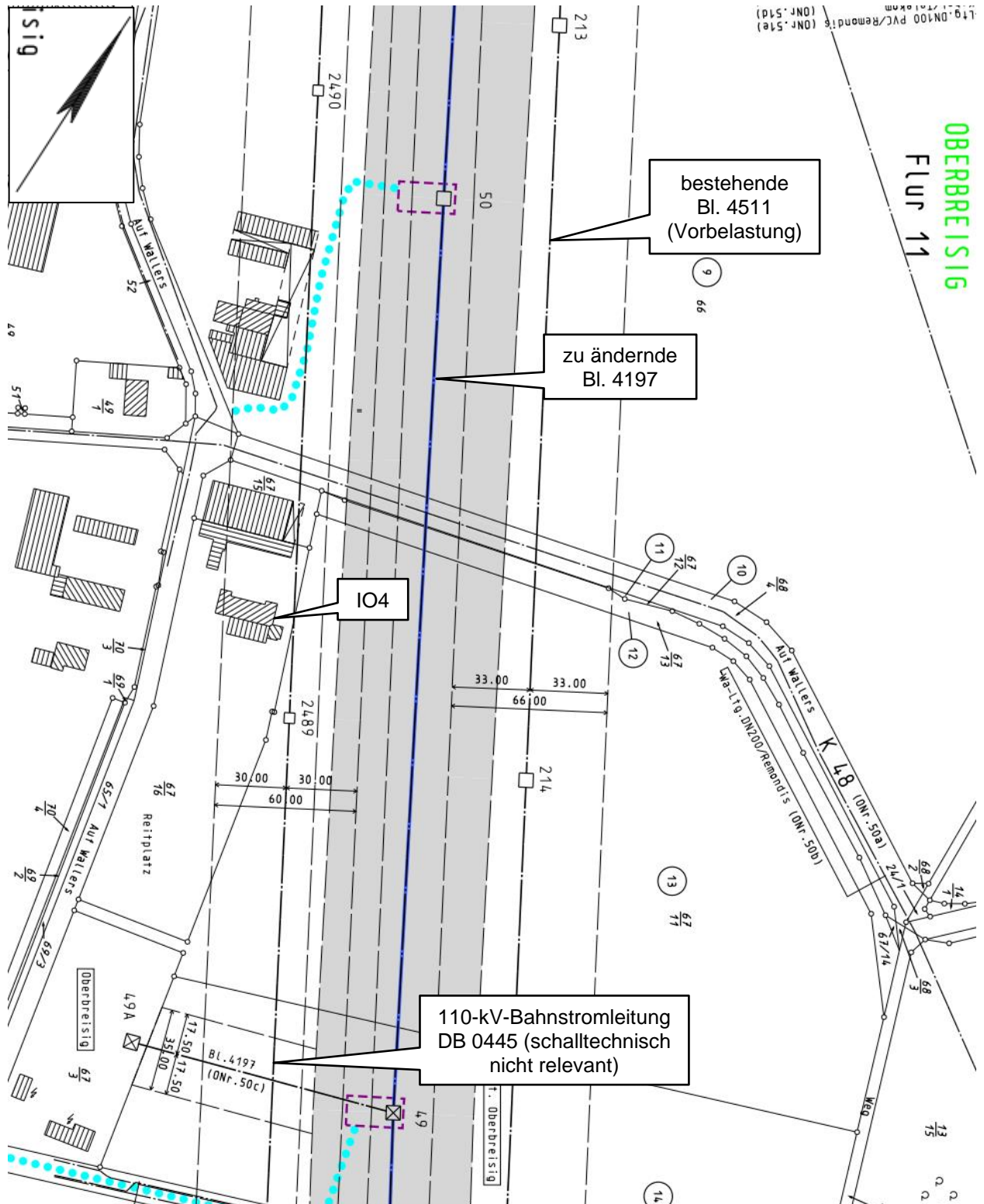
A.2.2: Lageplan mit IO2, Bereich Bl. 4197, Mast 77 – 78



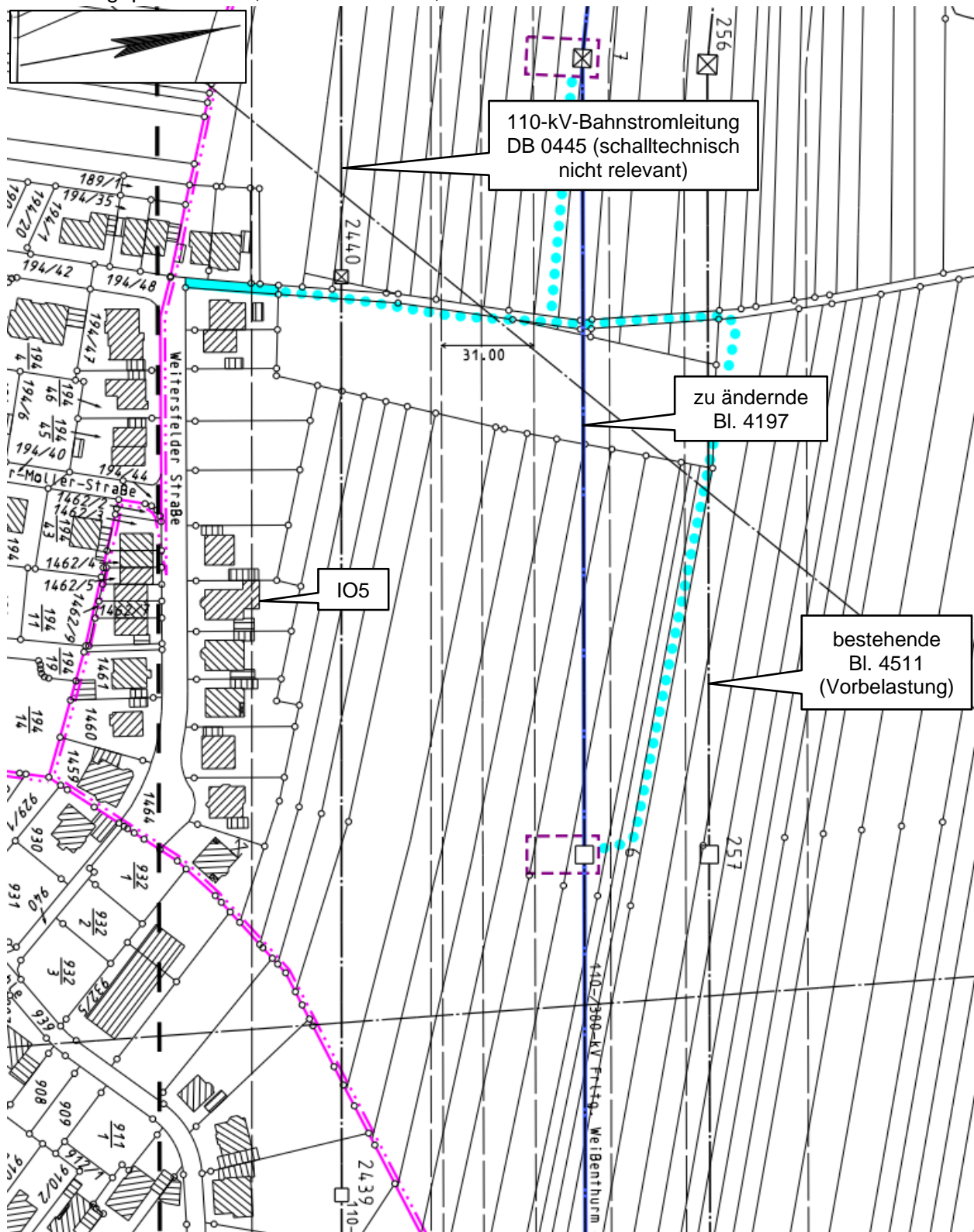
A.2.3: Lageplan mit IO3, Bereich Bl. 4197, Mast 76 – 75



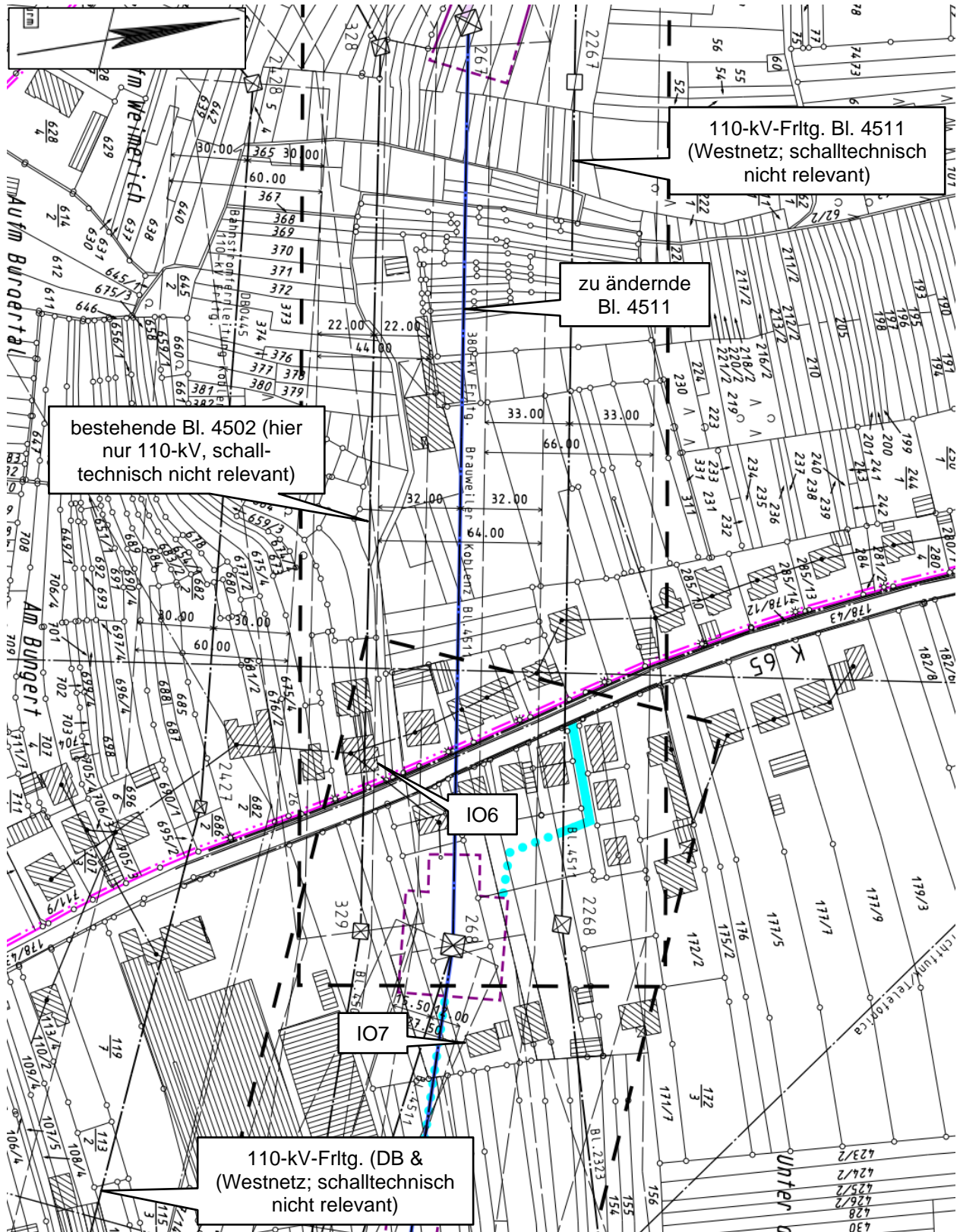
A.2.4: Lageplan mit IO4, Bereich Bl. 4197, Mast 49 – 50



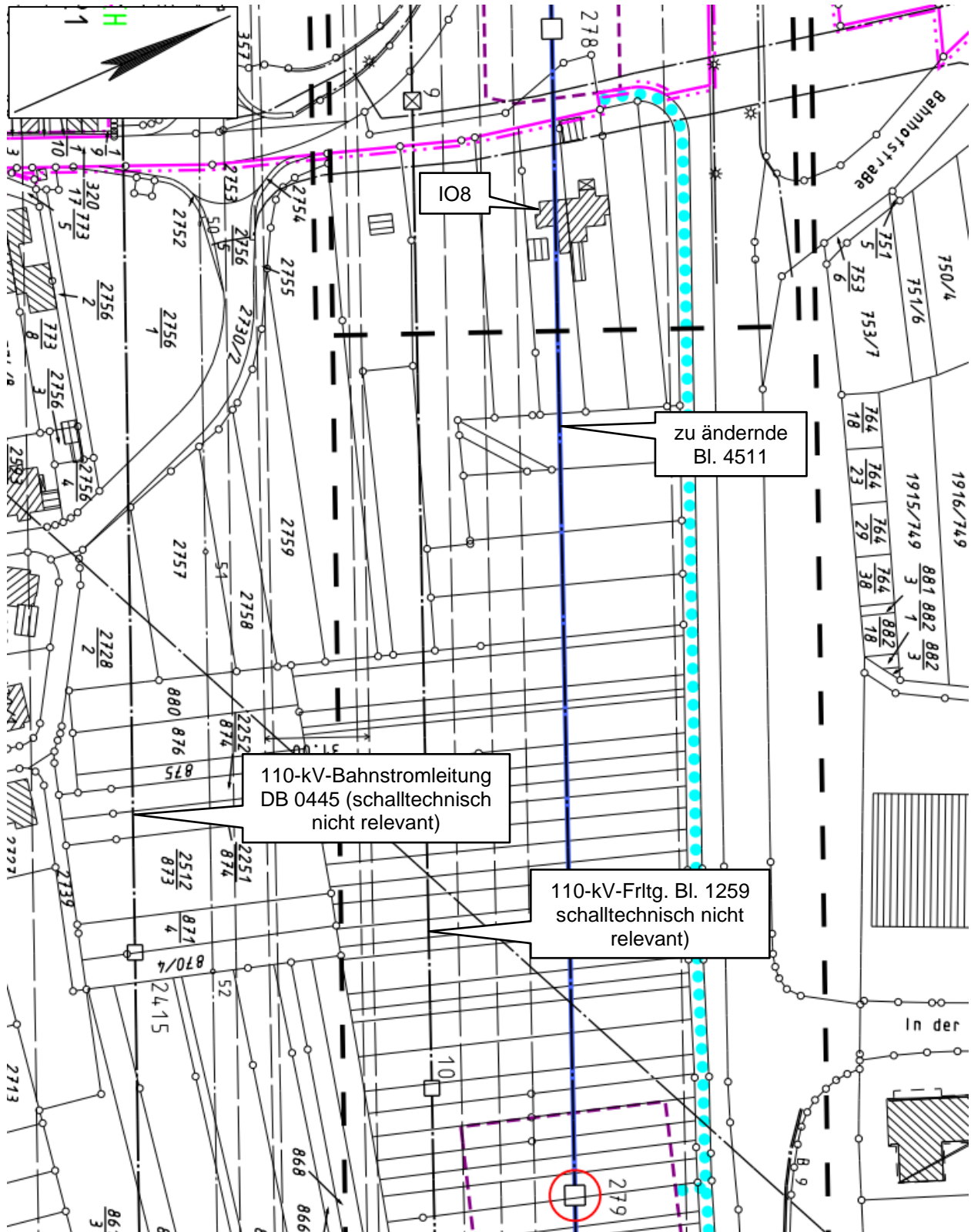
A.2.5: Lageplan mit IO5, Bereich Bl. 4197, Mast 6 – 7



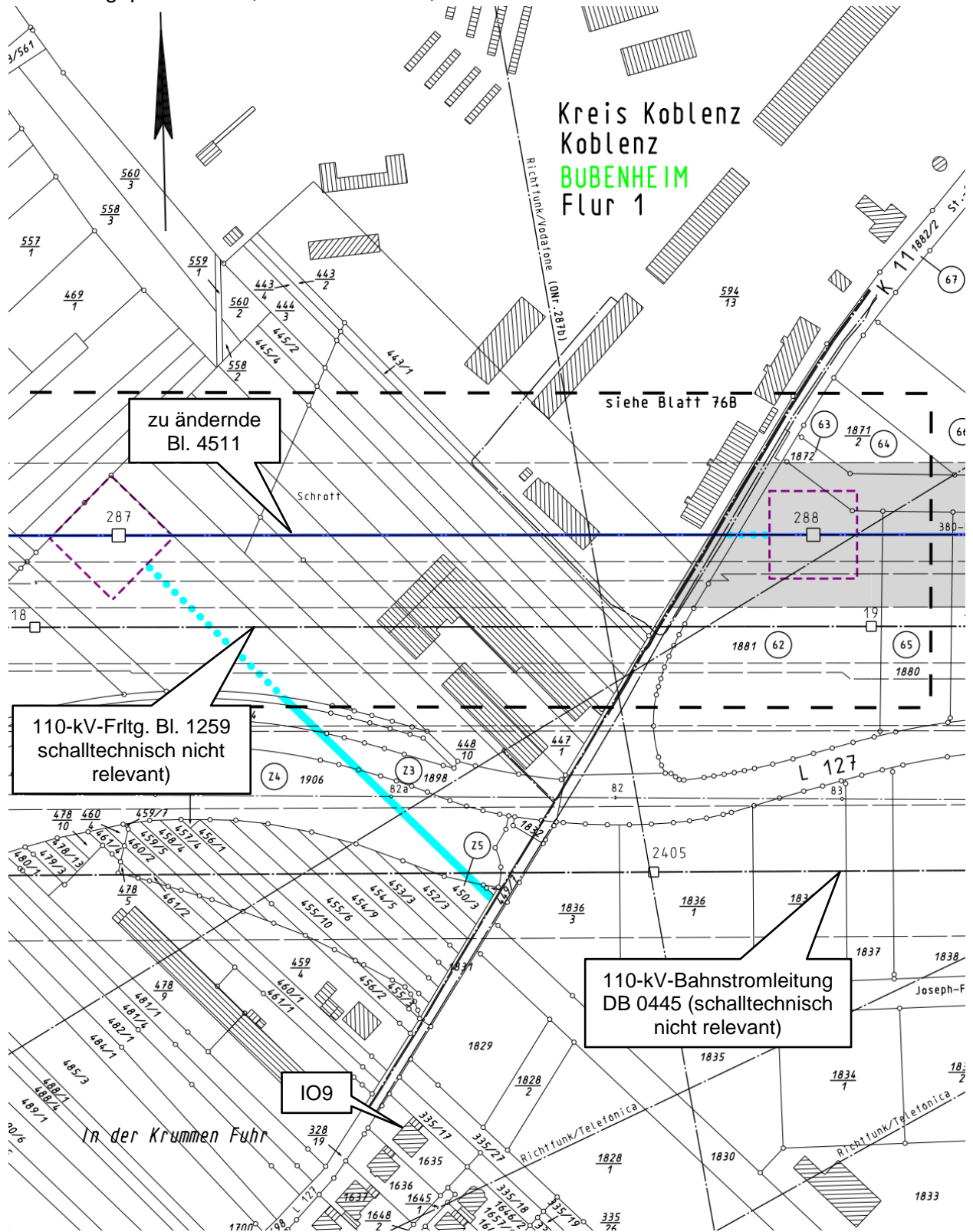
A.2.6: Lageplan mit IO6 & IO7, Bereich Bl. 4511, Mast 267 – 268



A.2.7: Lageplan mit IO8, Bereich Bl. 4511, Mast 278 – 279



A.2.7: Lageplan mit IO9, Bereich Bl. 4511, Mast 287 – 288



Anhang 3: Semiempirische Gleichungen nach EPRI und BPA

A.3.1: Gleichungen 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, Gleichungen (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;

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

Tab. A.3.1: Regenkorrektur nach EPRI

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

Fortsetzung A.3.1: Gleichungen 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 Gleichung (1) bzw. (2) in dB;

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

Die Ergebnisse verschiedener Freifeldmessungen lassen einen Unterschied der Emissionspegel zwischen berechneten 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.

A.3.2: Gleichungen nach BPA für DC-Systeme

Schallleistungspegel des positiven Pols (DC+) für den niederschlagsfreien Betriebszustand:

$$L'_{WA}{}^{fair} = 40 \lg(d) + 86 \lg(E) - 87,6 + h/300 \quad \text{für } n < 3 \quad (4)$$

$$L'_{WA}{}^{fair} = 25,6 \lg(n) + 40 \lg(d) + 86 \lg(E) - 94,8 + h/300 \quad \text{für } n \geq 3 \quad (5)$$

Dabei ist

- d Durchmesser des Teilleiters in cm;
- E elektrische Feldstärke (Mittelwert der maximalen Randfeldstärken des Leiterbündels, d.h. jeder einzelnen Teilleiter) in kV/cm;
- h Höhe über Meeresspiegel in m, Gleichungen (4) und (5) mit modifizierter, konservativer Höhenkorrektur in Winfield;
- $L'_{WA}{}^{fair}$ A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistung ohne Niederschlag (summer fair weather) in dB (> 1 pW/m);
- n Anzahl der Teilleiter des Bündels.

Gleichungen (4) und (5) gelten für trockenes Wetter in Herbst und Frühjahr. Für Sommer und Winter sind die Gleichungen (4) und (5) um +2 dB bzw. -2 dB zu erweitern.

Schallleistungspegel des negativen Pols (DC-) für den niederschlagsfreien Betriebszustand:

In einer Näherung für den negativen Pol ist das Ergebnis aus Gleichung (4) oder (5) nach um -8 dB zu erweitern.

Anmerkung:

Der Unterschied zwischen positivem und negativem Pol kann – auch bei gleicher Betriebsspannung und Leitergeometrie – stark variieren und hängt insbesondere von den Wetterbedingungen und dem Zustand der Leiter ab. Für bisher realisierte Leitungsanordnungen ist der Differenz-Ansatz -8 dB konservativ.

Schallleistungspegel eines DC-Systems für den Betriebszustand mit Niederschlag:

Der maximale Geräuschpegel von HVDC-Freileitungen wird durch Niederschlag verringert, wobei ein anzunehmender Abschlag von 6 dB eher konservativ ist. Für den Zustand während Regen wird in der Literatur keine explizite Regenrate angegeben. Gleichung (6) entspricht der Berechnung des positiven und negativen Pols.

$$L'_{WA}{}^{fair} = L'_{WA} - 6 \text{ dB} \quad (6)$$

Dabei ist

- L'_{WA} Witterungsbedingter A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistung (bei Niederschlag) in dB (> 1 pW/m);
- $L'_{WA}{}^{fair}$ Nicht witterungsbedingter A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistung nach Gleichung (4) bzw. (5) in dB.

Anhang 4 – Leiterseilbelegung, Mastskizzen, Schallleistungspegel

A.4.1: Übersicht über die Leiterseilbelegung

A.4.1.1: Leiterseilkonstellationen der von den geplanten Maßnahmen betroffenen Freileitungen im AC/DC-Hybridbetrieb (Umschaltoption = reiner AC-Betrieb)

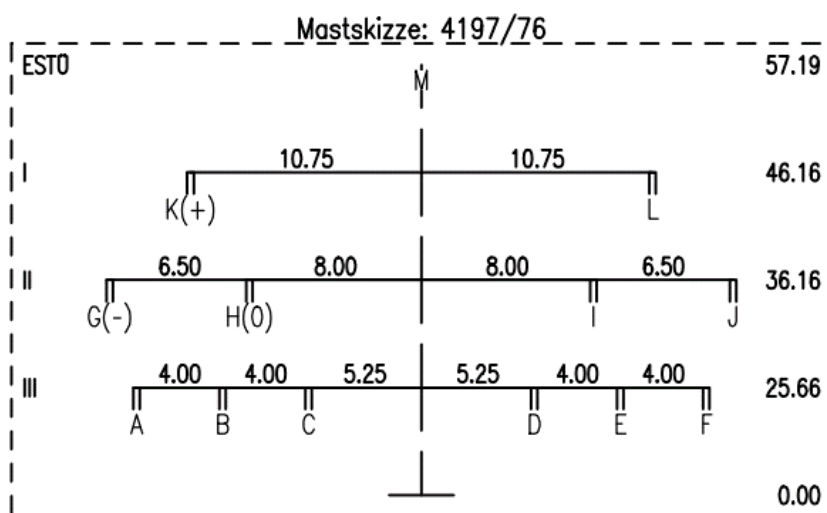
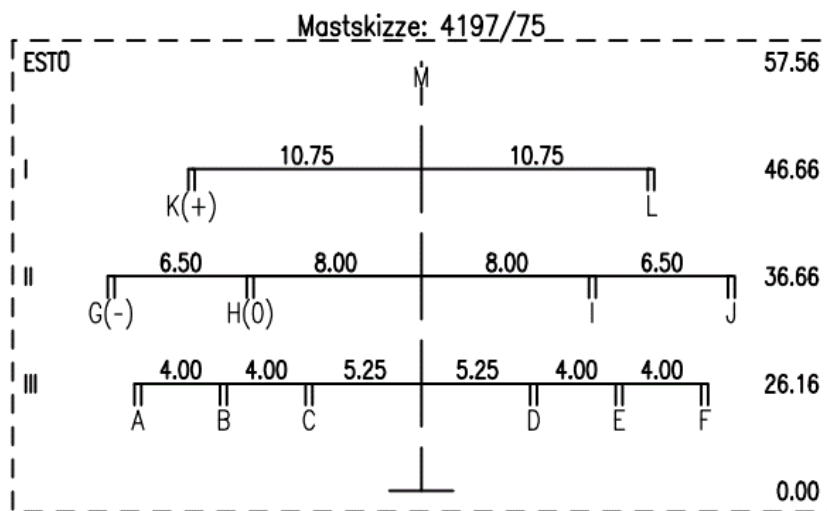
| Mastbereich | Anzahl Stromkreis | Beseilung (Bündel-Teilleiterabstand standardmäßig 400mm / neue Seile mit hydrophiler Oberflächenbehandlung) |
|---|---|---|
| Bl. 4197 (Teilabschnitt „Landesgrenze Mast 99 – Weißenthurm West“) | | |
| 4197/99 – 4197/1 | 1 x 380 kV DC 1 x 380 kV AC 2 x 110 kV AC | AL/ST 265/35, 4er Bü. / Seilalter ≥ 10 a AL/ST 265/35, 4er Bü. / Seilalter ≥ 10 a AL/ST 265/35, Einfachseil / Seilalter ≥ 10 a |
| Bl. 4502 (Teilabschnitt „Weißenthurm West – Weißenthurm“) | | |
| 4197/1 – 4502/323 – 4502/325 – UA Weißenthurm | 1 x 380 kV DC 1 x 380 kV AC | AL/ST 265/35, 4er Bü. / Seilalter ≥ 10 a AL/ST 265/35, 4er Bü. / Seilalter ≥ 10 a |
| Bl. 4130 (Teilabschnitt „Weißenthurm – Pkt. Kettig West“) | | |
| UA Weißenthurm – 4130/1 – 4511/267 | 1 x 380 kV DC 1 x 380 kV AC | AL/ACS 265/35, 4er Bü. AL/ACS 265/35, 4er Bü. |
| Bl. 4511 (Teilabschnitt „Pkt. Kettig West – Pkt. Koblenz“) | | |
| 4511/267 – 4511/298 | 1 x 380 kV DC 1 x 380 kV AC | AL/ACS 265/35, 4er Bü. AL/ACS 265/35, 4er Bü. |

A.4.1.2: Leiterseilkonstellationen der hier zusätzlich bestehenden und nicht zu ändernden Freileitungen in den relevanten Bereichen mit Immissionsorten (s. Anhang 6)

| Mastbereich | Anzahl Stromkreis | Beseilung (Bündel-Teilleiterabstand standardmäßig 400mm / neue Seile mit hydrophiler Oberflächenbehandlung) |
|---------------------------|-------------------|--|
| Bl. 4511 | | |
| 4511/164 – 4511/263 | 2 x 380 kV AC | AL/ST 240/40, 4er Bü. / Seilalter ≥ 30 a |
| 4511/263 – UA Weißenthurm | 2 x 380 kV AC | AL/ACS 265/35 4er Bü. |

A.4.2: Mastskizzen, Randfeldstärken, Schallleistungspegel – Planvorhaben/Zusatzbelastung

A.4.2.1: Bl. 4197, Zusatzbelastung, Bereiche mit IO1 – IO3

Mastskizzen (exemplarisch für IO1 – IO3)

Fortsetzung A.4.2.1: Bl. 4197, Zusatzbelastung, Bereiche mit IO1 – IO3

Leiterseilbelegung, maximale Randfeldstärken (RFS), Schallleistungspegel (L'_w) nach EPRI (AC) bzw. BPA (DC) – berechnet mit Winfield für Volllast, ggf. zzgl. Korrekturen (s.u.):

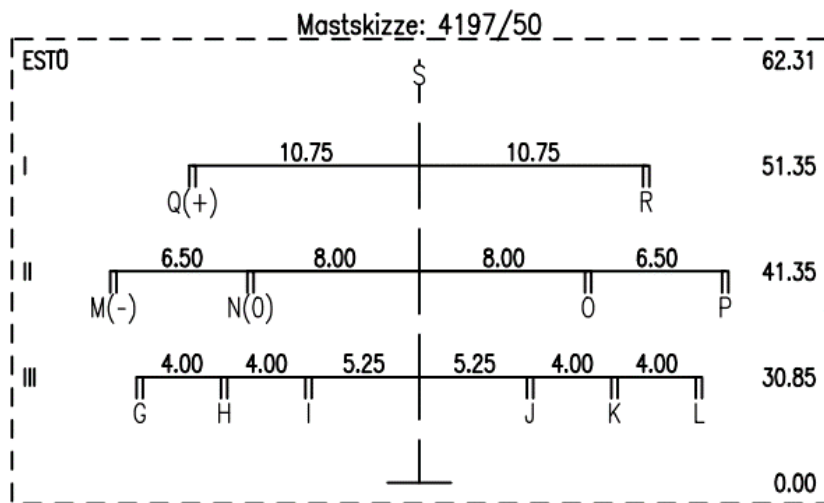
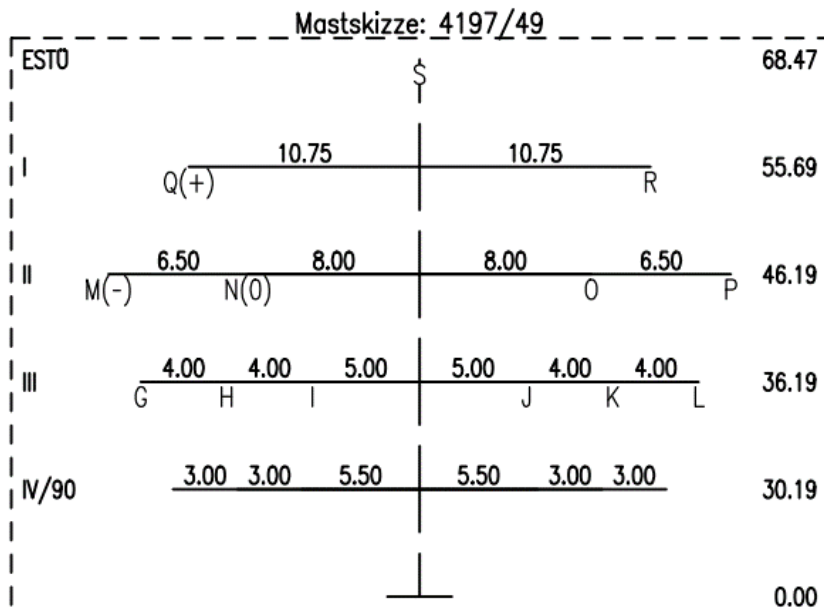
| Spannfeld | Leiter- bezeichnung Profilplan | Spannungs- ebene / Betriebsfrequenz | Beseilung | AC/DC-Hybridbetrieb | | reiner AC-Betrieb | |
|--|--------------------------------------|---|-----------------|---------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------|
| | | | | RFS [kV/cm] | L'_w @ 0 mm/h [dB(A)] | RFS [kV/cm] | L'_w @ 3,5 mm/h [dB(A)] |
| Planvorhaben Bl. 4197, Mast 79 – 80, Bereich mit IO1 | A | AC 110 kV / 50 Hz | 1x AL/ST 265/35 | 9,95 *** | 18,8 -27 -3 * | 12,57 | 38,8 -3 * |
| | B | | | 11,23 | 29,8 -27 -3 * | 9,65 *** | 15,9 -3 * |
| | C | | | 10,92 | 27,4 -27 -3 * | 11,48 | 31,6 -3 * |
| | G | DC- 380 kV ** | 4x AL/ST 265/35 | 27,18 | 48,3 +2 * | 16,35 | 59,4 -3 * |
| | H | DC neutral ** | | -- | -- | 17,00 | 61,7 -3 * |
| | K | DC+ 380 kV ** | | 25,55 | 56,1 +2 * | 14,75 | 53,1 -3 * |
| | D | AC 110 kV / 50 Hz | 1x AL/ST 265/35 | 8,31 *** | 0,0 -27 -3 * | 8,78 *** | 6,1 -3 * |
| | E | | | 10,82 | 26,6 -27 -3 * | 10,40 | 23,0 -3 * |
| | F | | | 13,70 | 45,0 -27 -3 * | 13,90 | 46,0 -3 * |
| | I | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 265/35 | 16,54 | 60,1 -27 -3 * | 16,44 | 59,7 -3 * |
| | J | | | 15,75 | 57,2 -27 -3 * | 15,70 | 57,0 -3 * |
| | L | | | 15,21 | 55,1 -27 -3 * | 15,72 | 57,1 -3 * |
| | M | SLH | - | -- | -- | -- | -- |
| Planvorhaben Bl. 4197, Mast 77 – 78, Bereich mit IO2 | A | AC 110 kV / 50 Hz | 1x AL/ST 265/35 | 9,95 *** | 18,9 -27 -3 * | 12,61 | 39,1 -3 * |
| | B | | | 11,24 | 29,8 -27 -3 * | 9,48 *** | 14,2 -3 * |
| | C | | | 11,04 | 28,3 -27 -3 * | 11,73 | 33,4 -3 * |
| | G | DC- 380 kV ** | 4x AL/ST 265/35 | 27,17 | 48,3 +2 * | 16,36 | 59,5 -3 * |
| | H | DC neutral ** | | -- | -- | 16,97 | 61,5 -3 * |
| | K | DC+ 380 kV ** | | 25,50 | 56,0 +2 * | 14,76 | 53,2 -3 * |
| | D | AC 110 kV / 50 Hz | 1x AL/ST 265/35 | 7,91 *** | -5,7 -27 -3 * | 8,62 *** | 4,2 -3 * |
| | E | | | 10,93 | 27,4 -27 -3 * | 10,38 | 22,9 -3 * |
| | F | | | 13,85 | 45,8 -27 -3 * | 14,04 | 46,7 -3 * |
| | I | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 265/35 | 16,51 | 60,0 -27 -3 * | 16,46 | 59,8 -3 * |
| | J | | | 15,73 | 57,1 -27 -3 * | 15,68 | 56,9 -3 * |
| | L | | | 15,18 | 55,0 -27 -3 * | 15,68 | 57,0 -3 * |
| | M | SLH | - | -- | -- | -- | -- |
| Planvorhaben Bl. 4197, Mast 75 – 76, Bereich mit IO3 | A | AC 110 kV / 50 Hz | 1x AL/ST 265/35 | 9,93 *** | 18,7 -27 -3 * | 12,96 | 41,1 -3 * |
| | B | | | 11,25 | 30,0 -27 -3 * | 9,12 *** | 10,3 -3 * |
| | C | | | 11,07 | 28,6 -27 -3 * | 12,11 | 36,0 -3 * |
| | G | DC- 380 kV ** | 4x AL/ST 265/35 | 27,24 | 48,4 +2 * | 16,43 | 59,7 -3 * |
| | H | DC neutral ** | | -- | -- | 17,00 | 61,7 -3 * |
| | K | DC+ 380 kV ** | | 25,30 | 55,7 +2 * | 14,67 | 52,8 -3 * |
| | D | AC 110 kV / 50 Hz | 1x AL/ST 265/35 | 7,41 *** | -13,8 -27 -3 * | 8,15 *** | -2,2 -3 * |
| | E | | | 11,04 | 28,4 -27 -3 * | 10,49 | 23,8 -3 * |
| | F | | | 14,32 | 48,1 -27 -3 * | 14,55 | 49,1 -3 * |
| | I | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 265/35 | 16,351 | 60,0 -27 -3 * | 16,45 | 59,8 -3 * |
| | J | | | 15,75 | 57,2 -27 -3 * | 15,70 | 57,0 -3 * |
| | L | | | 15,08 | 54,6 -27 -3 * | 15,60 | 56,7 -3 * |
| | M | SLH | - | -- | -- | -- | -- |

* pauschale Korrekturen: - trockenes Sommerwetter, DC: +2 dB (vgl. Anhang A.3.2)
- niederschlagsfreier Zustand im Vgl. zu 3,5mm/h Regen, AC: -27 dB (vgl. Anhang A.3.1)
- Minderungseffekt Seilalterung, AC: -3 dB (vgl. Abschnitt 8.4)

** Stromkreis im reinen AC-Betrieb (Umschaltoption) mit 380 kV / 50 Hz

*** rot markiert = außerhalb des Gültigkeitsbereichs von EPRI, da Randfeldstärke < 10 kV/cm

A.4.2.2: Bl. 4197, Zusatzbelastung, Bereiche mit IO4 und IO5

Mastskizzen (exemplarisch für IO4 und IO5)

Fortsetzung A.4.2.2: Bl. 4197, Zusatzbelastung, Bereiche mit IO4 und IO5

Leiterseilbelegung, maximale Randfeldstärken (RFS), Schallleistungspegel (L'_w) nach EPRI (AC) bzw. BPA (DC) – berechnet mit Winfield für Vollaustlastung, ggf. zzgl. Korrekturen (s.u.):

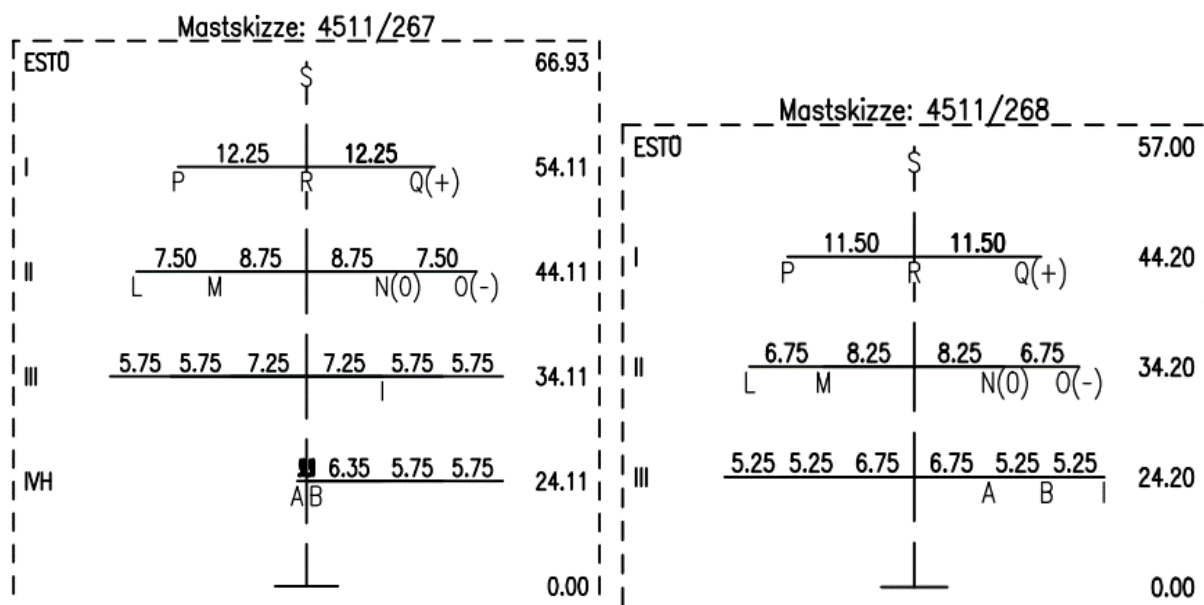
| Spannfeld | Leiter- bezeichnung Profilplan | Spannungs- ebene / Betriebsfrequenz | Beseilung | AC/DC-Hybridbetrieb | | reiner AC-Betrieb | |
|--|--------------------------------------|---|-----------------|---------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------|
| | | | | RFS [kV/cm] | L'_w @ 0 mm/h [dB(A)] | RFS [kV/cm] | L'_w @ 3.5 mm/h [dB(A)] |
| Planvorhaben Bl. 4197, Mast 49 – 50, Bereich mit IO4 | G | AC 110 kV / 50 Hz | 1x AL/ST 265/35 | 10,14 | 21,1 -27 -3 * | 13,00 | 41,8 -3 * |
| | H | | | 11,29 | 30,7 -27 -3 * | 9,64 *** | 16,2 -3 * |
| | I | | | 9,48 *** | 14,7 -27 -3 * | 10,40 | 23,5 -3 * |
| | M | DC- 380 kV ** | 4x AL/ST 265/35 | 27,12 | 48,7 +2 * | 16,37 | 59,9 -3 * |
| | N | DC neutral ** | | -- | -- | 17,05 | 62,3 -3 * |
| | Q | DC+ 380 kV ** | | 25,48 | 56,4 +2 * | 14,20 | 51,1 -3 * |
| | J | AC 110 kV / 50 Hz | 1x AL/ST 265/35 | 12,32 | 37,7 -27 -3 * | 12,80 | 40,6 -3 * |
| | K | | | 10,42 | 23,7 -27 -3 * | 9,84 *** | 18,3 -3 * |
| | L | | | 11,26 | 30,5 -27 -3 * | 11,53 | 32,4 -3 * |
| | O | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 265/35 | 16,70 | 61,1 -27 -3 * | 17,26 | 62,9 -3 * |
| | P | | | 15,77 | 57,7 -27 -3 * | 15,73 | 57,6 -3 * |
| | R | | | 14,99 | 54,6 -27 -3 * | 14,43 | 52,2 -3 * |
| | S | SLH | - | -- | -- | -- | -- |
| Planvorhaben Bl. 4197, Mast 6 – 7, Bereich mit IO5 | G | AC 110 kV / 50 Hz | 1x AL/ST 265/35 | 10,17 | 21,0 -27 -3 * | 12,74 | 39,8 -3 * |
| | H | | | 11,29 | 30,2 -27 -3 * | 9,63 *** | 15,6 -3 * |
| | I | | | 9,57 *** | 15,1 -27 -3 * | 10,29 | 22,0 -3 * |
| | M | DC- 380 kV ** | 4x AL/ST 265/35 | 27,22 | 48,4 +2 * | 16,37 | 59,5 -3 * |
| | N | DC neutral ** | | -- | -- | 17,03 | 61,7 -3 * |
| | Q | DC+ 380 kV ** | | 25,44 | 55,9 +2 * | 14,20 | 50,7 -3 * |
| | J | AC 110 kV / 50 Hz | 1x AL/ST 265/35 | 12,54 | 38,6 -27 -3 * | 12,41 | 37,8 -3 * |
| | K | | | 10,60 | 24,7 -27 -3 * | 10,12 | 20,5 -3 * |
| | L | | | 10,78 | 26,3 -27 -3 * | 11,11 | 28,9 -3 * |
| | O | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 265/35 | 16,61 | 60,3 -27 -3 * | 17,29 | 62,6 -3 * |
| | P | | | 16,29 | 59,2 -27 -3 * | 15,81 | 57,4 -3 * |
| | R | | | 14,60 | 52,5 -27 -3 * | 14,47 | 51,9 -3 * |
| | S | SLH | - | -- | -- | -- | -- |

- * pauschale Korrekturen: - trockenes Sommerwetter, DC: +2 dB (vgl. Anhang A.3.2)
- niederschlagsfreier Zustand im Vgl. zu 3,5mm/h Regen, AC: -27 dB (vgl. Anhang A.3.1)
- Minderungseffekt Seilalterung, AC: -3 dB (vgl. Abschnitt 8.4)

** Stromkreis im reinen AC-Betrieb (Umschaltoption) mit 380 kV / 50 Hz

*** rot markiert = außerhalb des Gültigkeitsbereichs von EPRI, da Randfeldstärke < 10 kV/cm

A.4.2.3: Bl. 4511, Zusatzbelastung, Bereich mit IO6

Mastskizzen

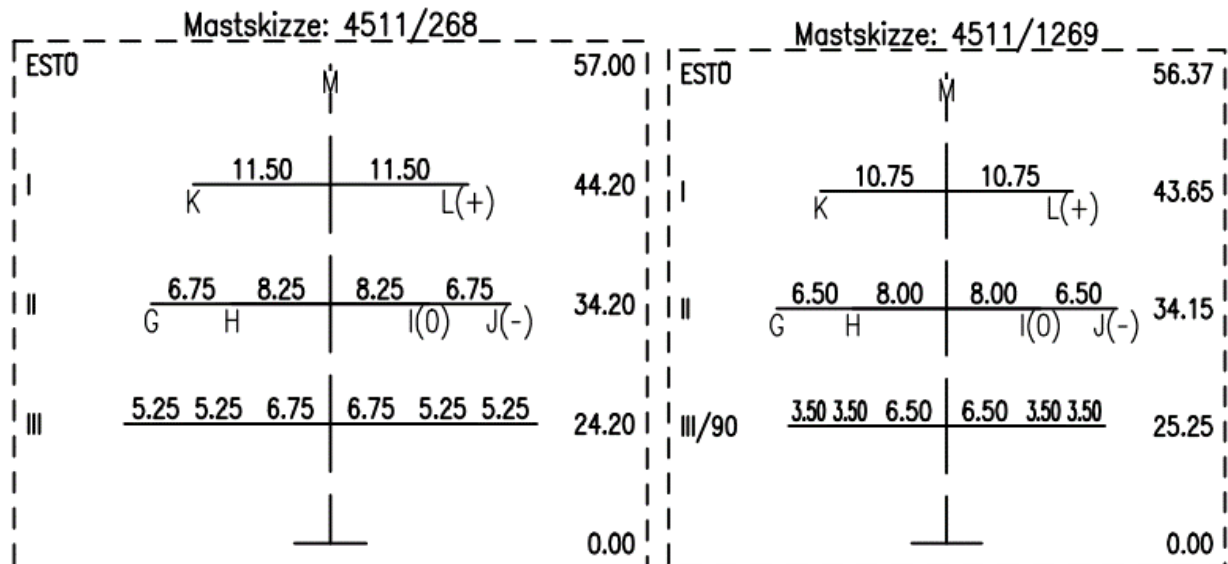
Leiterseilbelegung, maximale Randfeldstärken (RFS), Schallleistungspegel (L'_w) nach EPRI (AC) bzw. BPA (DC) – berechnet mit Winfield für Volllast, ggf. zzgl. Korrekturen (s.u.):

| Spannfeld | Leiterbezeichnung Profilplan | Spannungsebene / Betriebsfrequenz | Beseilung | AC/DC-Hybridbetrieb | | reiner AC-Betrieb | |
|--|---------------------------------|--------------------------------------|------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------|
| | | | | RFS [kV/cm] | L'_w @ 0 mm/h [dB(A)] | RFS [kV/cm] | L'_w @ 3.5 mm/h [dB(A)] |
| Planvorhaben Bl. 4511, Mast 267 – 268, Bereich mit IO6 | L | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ACS 265/35 | 15,78 | 57,4 -27 * | 15,76 | 57,3 |
| | M | | | 16,27 | 59,2 -27 * | 16,68 | 60,1 |
| | P | | | 14,73 | 53,1 -27 * | 14,68 | 52,9 |
| | N | DC neutral ** | 4x AL/ACS 265/35 | -- | -- | 16,50 | 60,0 |
| | O | DC- 380 kV ** | | 27,00 | 48,1 +2 * | 15,88 | 57,7 |
| | Q | DC+ 380 kV ** | | 25,64 | 56,2 +2 * | 14,97 | 54,2 |
| | R,S | SLH | - | -- | -- | -- | -- |

* pauschale Korrekturen: - trockenes Sommerwetter, DC: +2 dB (vgl. Anhang A.3.2)
- niederschlagsfreier Zustand im Vgl. zu 3,5mm/h Regen, AC: -27 dB (vgl. Anhang A.3.1)

** Stromkreis im reinen AC-Betrieb (Umschaltoption) mit 380 kV / 50 Hz

A.4.2.3: Bl. 4511, Zusatzbelastung, Bereich mit IO7

Mastskizzen

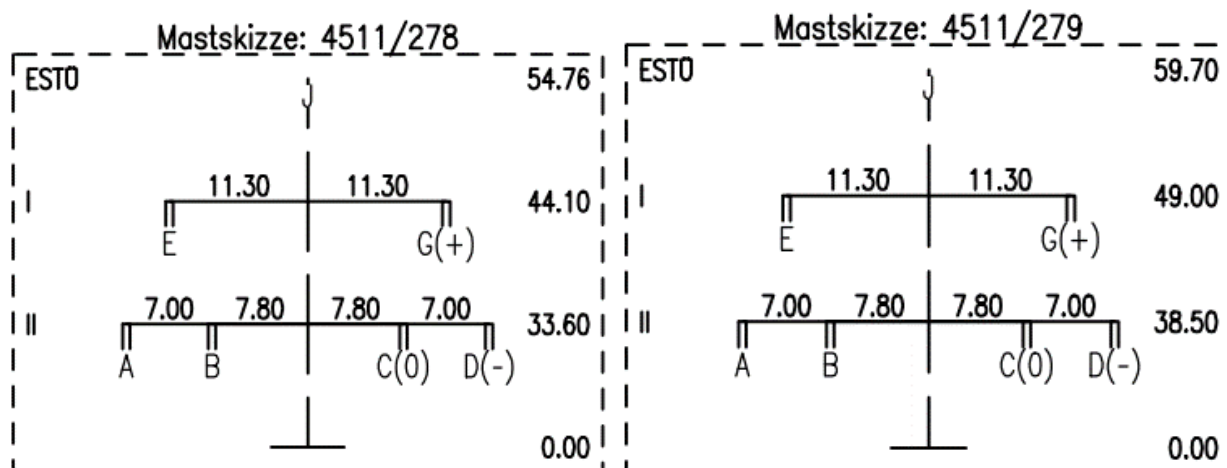
Leiterseilbelegung, maximale Randfeldstärken (RFS), Schallleistungspegel (L'_w) nach EPRI (AC) bzw. BPA (DC) – berechnet mit Winfield für Volllast, ggf. zzgl. Korrekturen (s.u.):

| Spannfeld | Leiter- bezeichnung Profilplan | Spannungs- ebene / Betriebsfrequenz | Beseilung | AC/DC-Hybridbetrieb | | reiner AC-Betrieb | |
|---|--------------------------------------|---|------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------|
| | | | | RFS [kV/cm] | L'_w @ 0 mm/h [dB(A)] | RFS [kV/cm] | L'_w @ 3.5 mm/h [dB(A)] |
| Planvorhaben Bl. 4511, Mast 268 – 1269, Bereich mit IO7 | G | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ACS 265/35 | 16,08 | 58,4 -27 * | 16,07 | 58,4 |
| | H | | | 16,36 | 59,4 -27 * | 16,81 | 61,0 |
| | K | | | 14,65 | 52,7 -27 * | 14,60 | 52,5 |
| | I | DC neutral ** | 4x AL/ACS 265/35 | -- | -- | 16,56 | 60,1 |
| | J | DC- 380 kV ** | | 26,80 | 47,8 +2 * | 15,91 | 57,8 |
| | L | DC+ 380 kV ** | | 25,47 | 55,9 +2 * | 15,11 | 54,6 |
| | M | SLH | - | -- | -- | -- | -- |

* pauschale Korrekturen: - trockenes Sommerwetter, DC: +2 dB (vgl. Anhang A.3.2)
- niederschlagsfreier Zustand im Vgl. zu 3,5mm/h Regen, AC: -27 dB (vgl. Anhang A.3.1)

** Stromkreis im reinen AC-Betrieb (Umschaltoption) mit 380 kV / 50 Hz

A.4.2.4: Bl. 4511, Zusatzbelastung, Bereich mit IO8 und IO9

Mastskizzen (exemplarisch für IO8 und IO9)

Leiterseilbelegung, maximale Randfeldstärken (RFS), Schallleistungspegel (L'_w) nach EPRI (AC) bzw. BPA (DC) – berechnet mit Winfield für Volllastung, ggf. zzgl. Korrekturen (s.u.):

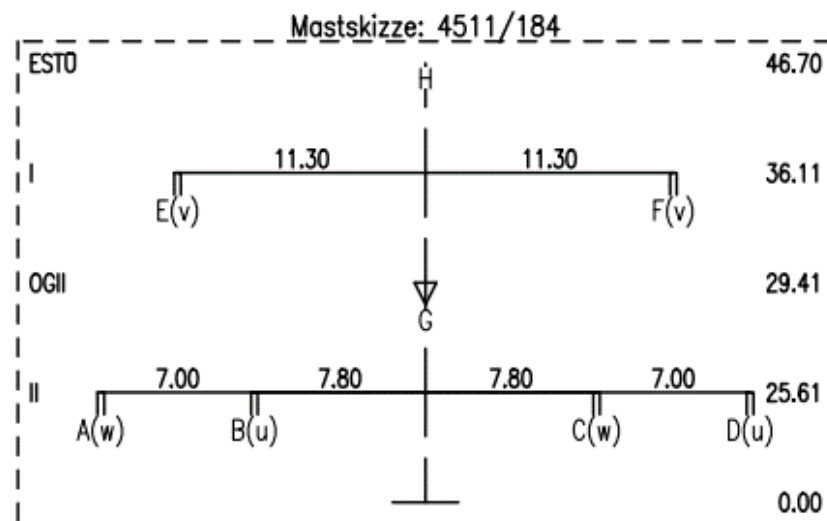
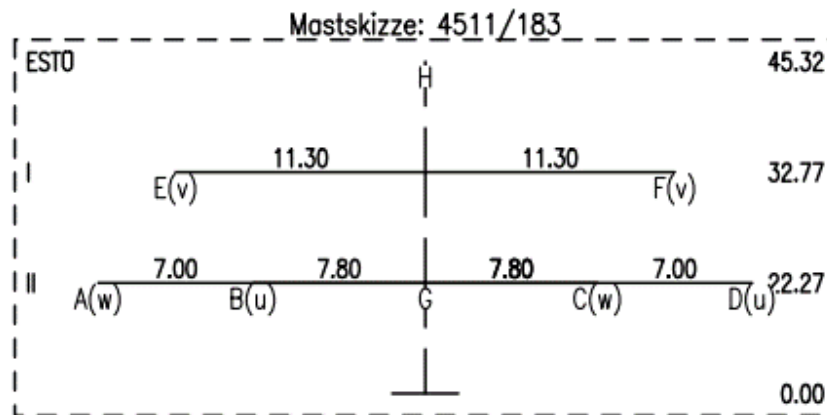
| Spannfeld | Leiter- bezeichnung Profilplan | Spannungs- ebene / Betriebsfrequenz | Beseilung | AC/DC-Hybridbetrieb | | reiner AC-Betrieb | |
|--|--------------------------------------|---|------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------|
| | | | | RFS [kV/cm] | L'_w @ 0 mm/h [dB(A)] | RFS [kV/cm] | L'_w @ 3.5 mm/h [dB(A)] |
| Planvorhaben Bl. 4511, Mast 278 – 279, Bereich mit IO8 | A | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ACS 265/35 | 15,93 | 57,9 -27 * | 15,89 | 57,7 |
| | B | | | 16,13 | 58,6 -27 * | 16,64 | 60,4 |
| | E | | | 14,35 | 51,3 -27 * | 14,33 | 51,2 |
| | C | DC neutral ** | 4x AL/ACS 265/35 | -- | -- | 16,34 | 59,4 |
| | D | DC- 380 kV ** | | 26,57 | 47,4 +2 * | 15,76 | 57,2 |
| | G | DC+ 380 kV ** | | 24,99 | 55,2 +2 * | 14,85 | 53,5 |
| | J | SLH | - | -- | -- | -- | -- |
| Planvorhaben Bl. 4511, Mast 287 – 288, Bereich mit IO9 | A | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ACS 265/35 | 15,95 | 58,0 -27 * | 15,89 | 57,8 |
| | B | | | 16,13 | 58,6 -27 * | 16,64 | 60,4 |
| | E | | | 14,35 | 51,4 -27 * | 14,33 | 51,3 |
| | C | DC neutral ** | 4x AL/ACS 265/35 | -- | -- | 16,35 | 59,4 |
| | D | DC- 380 kV ** | | 26,56 | 47,5 +2 * | 15,75 | 57,2 |
| | G | DC+ 380 kV ** | | 25,01 | 55,2 +2 * | 14,85 | 53,6 |
| | J | SLH | - | -- | -- | -- | -- |

* pauschale Korrekturen: - trockenes Sommerwetter, DC: +2 dB (vgl. Anhang A.3.2)
- niederschlagsfreier Zustand im Vgl. zu 3,5mm/h Regen, AC: -27 dB (vgl. Anhang A.3.1)

** Stromkreis im reinen AC-Betrieb (Umschaltoption) mit 380 kV / 50 Hz

A.4.3: Mastskizzen, Randfeldstärken, Schallleistungspegel – Vorbelastung

A.4.3.1: Bl. 4511, Vorbelastung, Bereiche mit IO1 – IO5

Mastskizzen (exemplarisch für IO1 – IO5)

Fortsetzung A.4.3.1: Bl. 4511, Vorbelastung, Bereiche mit IO1 – IO5

Leiterseilbelegung, maximale Randfeldstärken (RFS), Schallleistungspegel (L'_w) nach EPRI (AC)
– berechnet mit Winfield für Volllastung:

| Spannfeld | Leiterbezeichnung Profilplan | Spannungsebene / Betriebsfrequenz | Beseilung | RFS [kV/cm] | L'_w @ 3.5 mm/h [dB(A)] |
|--|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|------------------------------|
| Bestandsleitung Bl. 4511, Mast 183 –184, Bereich mit IO1 | A | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 240/40 | 16,12 | 57,8 -3 * |
| | B | | | 17,12 | 61,3 -3 * |
| | E | | | 14,45 | 51,1 -3 * |
| | C | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 240/40 | 16,99 | 60,9 -3 * |
| | D | | | 16,76 | 60,1 -3 * |
| | F | | | 14,04 | 49,1 -3 * |
| | H,G | SLH | - | -- | -- |
| Bestandsleitung Bl. 4511, Mast 185 –186, Bereich mit IO2 | A | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 240/40 | 16,01 | 57,4 -3 * |
| | B | | | 17,12 | 61,3 -3 * |
| | E | | | 14,49 | 51,2 -3 * |
| | C | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 240/40 | 16,93 | 60,6 -3 * |
| | D | | | 16,70 | 59,9 -3 * |
| | F | | | 14,02 | 49,0 -3 * |
| | H,G | SLH | - | -- | -- |
| Bestandsleitung Bl. 4511, Mast 187 –188, Bereich mit IO3 | A | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 240/40 | 15,93 | 57,2 -3 * |
| | B | | | 17,00 | 60,9 -3 * |
| | E | | | 14,65 | 51,9 -3 * |
| | C | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 240/40 | 16,91 | 60,6 -3 * |
| | D | | | 16,50 | 59,2 -3 * |
| | F | | | 14,17 | 49,8 -3 * |
| | H,G | SLH | - | -- | -- |
| Bestandsleitung Bl. 4511, Mast 213 –214, Bereich mit IO4 | A | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 240/40 | 16,32 | 59,0 -3 * |
| | B | | | 17,04 | 61,4 -3 * |
| | E | | | 14,43 | 51,4 -3 * |
| | C | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 240/40 | 17,11 | 61,7 -3 * |
| | D | | | 16,53 | 59,7 -3 * |
| | F | | | 14,14 | 50,0 -3 * |
| | H,G | SLH | - | -- | -- |
| Bestandsleitung Bl. 4511, Mast 256 –257, Bereich mit IO5 | A | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 240/40 | 16,22 | 58,2 -3 * |
| | B | | | 17,07 | 61,1 -3 * |
| | E | | | 14,40 | 50,8 -3 * |
| | C | AC 380 kV / 50 Hz | 4x AL/ST 240/40 | 17,18 | 61,5 -3 * |
| | D | | | 16,72 | 59,9 -3 * |
| | F | | | 14,11 | 49,4 -3 * |
| | H,G | SLH | - | -- | -- |

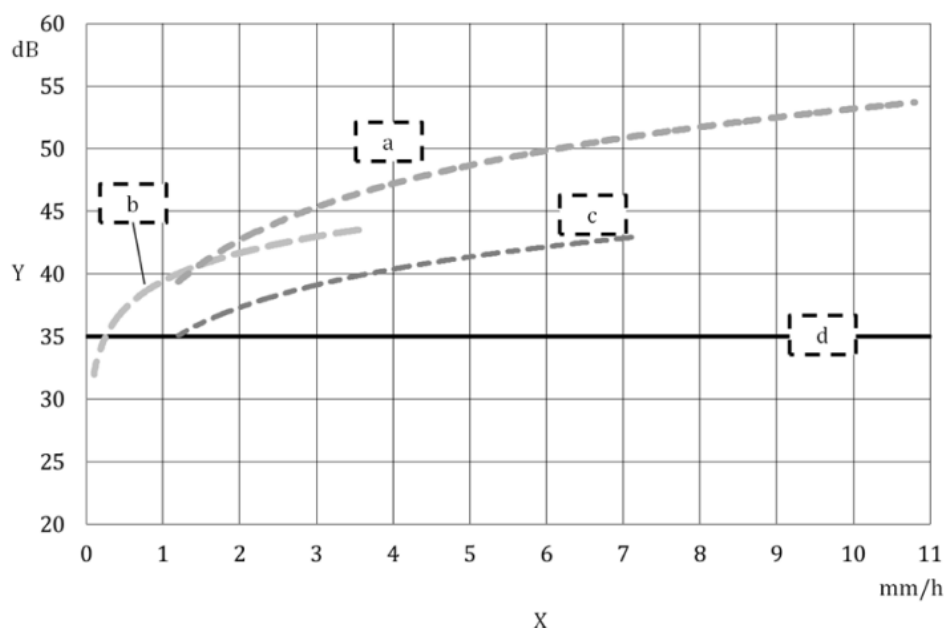
* pauschale Korrekturen: - Minderungseffekt Seilalterung, AC: -3 dB (vgl. Abschnitt 8.4.2)

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 Gebietsausweisung

Rechnerisch untersuchte Gebäude/Immissionsorte entlang der Trassen und zu erwartender Beurteilungspegel L_r der Zusatzbelastung im Regelfall (AC/DC-Hybridbetrieb, trockenes Sommerwetter, $K_T = 0$ dB) und im Sonderfall (reiner AC-Betrieb, 3,5 mm/h Niederschlag, $K_T = 3$ dB). 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 / Erläuterungen:

Spalte „Gebietsausweisung“: Gebietsausweisung laut Bebauungsplan oder tatsächlicher Nutzung, Verweise siehe Fortsetzung Anhang 6 unter Tabelle

ZB = Zusatzbelastung / **VB** = Vorbelastung / **GB** = Gesamtbelastung / Regelz. = Regelzustand / Sonderz. = Sonderzustand

LWS = Fläche für die Landwirtschaft, **GrFl.** = Grünfläche, **Fl.VS** = Fläche für die Ver- und Entsorgung, **AU** = Außenbereich, **W** = Wohnbaufläche, **M** = gemischte Baufläche, **G** = Gewerbliche Baufläche, **SO** = Sondergebiet, **GE** = Gewerbegebiet, **MI/MD** = Misch-/Dorfgebiet, **WA** = Allgemeines Wohngebiet, **WR** = Reines Wohngebiet
GL n. = Gemengelage oder Lage in zweiter Reihe zum Außenbereich / **1.R.** = Lage in erster Reihe zum Außenbereich

ZB n. relevant = Zusatzbelastung nicht relevant gemäß TA Lärm, Untersuchung der Vorbelastung ist nicht erforderlich

außerh. EW PV = Immissionsort liegt außerhalb des Einwirkungsbereiches des Planvorhabens, Untersuchung der Vorbelastung ist nicht erforderlich

keine relev. VB = keine relevante Vorbelastung festgestellt, Zusatzbelastung entspricht Gesamtbelastung

| Lfd. Nr. | Adresse | Koordinaten UTM, Z: 32U, WGS84 Nord / Ost | Gebietsausweisung | repräsentiert durch | ZB Regelz. L_r [dB(A)] | Kommentar Regelzustand | ZB Sonderz. L_r [dB(A)] | Kommentar Sonderzustand | VB Sonderz. L_r [dB(A)] | GB Sonderz. L_r [dB(A)] |
|----------|--|---|------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | Joseph-von-Fraunhofer-Str. 1, 53501 Graftschaft | 365549.5 / 5604835.4 | SO -> GE ¹⁾ | | 24 | außerh. EW PV | 32 | außerh. EW PV | - | - |
| 2 | Gimmiger Str. 75, 53501 Graftschaft | 368513.3 / 5603196.3 | M -> MI ²⁾ | IO2,IO4 | 30 | außerh. EW PV | 38 | ZB n. relevant | - | - |
| 3 | Landskroner Str. 154, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 369607.7 / 5601435.5 | M -> WA ³⁾ | =IO1 | 31 | ZB n. relevant | 41 | | 47 | 48 |
| 4 | Landskroner Str. 152, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 369615.7 / 5601446.8 | M -> WA ³⁾ | IO3 | 30 | außerh. EW PV | 40 | | 46 | 47 |
| 5 | Landskroner Str. 148, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 369644.6 / 5601455.6 | M -> WA ³⁾ | IO3 | 30 | außerh. EW PV | 39 | | 42 | 44 |
| 6 | Havinganstr. 24, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 369781.4 / 5601247.1 | WA ⁴⁾ | IO3 | 31 | ZB n. relevant | 41 | | 47 | 48 |
| 7 | Havinganstr. 30, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 369817.3 / 5601212.9 | WA ⁴⁾ | IO3 | 31 | ZB n. relevant | 41 | | 46 | 47 |
| 8 | Havinganstr. 19, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 369849.0 / 5601229.5 | WA ⁴⁾ | IO3 | 29 | außerh. EW PV | 38 | | 40 | 42 |
| 9 | Heppinger Str. 79, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 370057.3 / 5600920.9 | MI ⁵⁾ | =IO2 | 31 | außerh. EW PV | 41 | | 45 | 47 |
| 10 | Idienstr. 9, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 370241.9 / 5600706.1 | W -> WA ³⁾ | IO3 | 32 | ZB n. relevant | 42 | | 47 | 48 |



| Lfd. Nr. | Adresse | Koordinaten UTM, Z: 32U, WGS84 Nord / Ost | Gebietsaus- weisung | reprä- sentiert durch | ZB Regelz. Lr [dB(A)] | Kommentar Regelzustand | ZB Sonderz. Lr [dB(A)] | Kommentar Sonderzustand | VB Sonderz. Lr [dB(A)] | GB Sonderz. Lr [dB(A)] |
|----------|---|---|--|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 11 | Heldenstr. 27, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 370436.0 / 5600443.8 | W -> WA ³⁾ | =IO3 | 33 | ZB n. relevant | 43 | | 46 | 48 |
| 12 | Heldenstr. 20, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 370461.5 / 5600468.8 | W -> WA ³⁾ | IO3 | 29 | außerh. EW PV | 38 | | 42 | 44 |
| 13 | Heldenstr. 18, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 370470.7 / 5600466.3 | W -> WA ³⁾ | IO3 | 29 | außerh. EW PV | 39 | | 42 | 44 |
| 14 | Bachstr. 70B, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 370509.8 / 5600177.7 | AU/Grünfl. -> MI ³⁾ | IO2,IO4 | 35 | außerh. EW PV | 43 | | 38 | 44 |
| 15 | Bachstr. 70A, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 370629.6 / 5600247.6 | W -> WA ³⁾ | IO3 | 31 | ZB n. relevant | 42 | | 38 | 43 |
| 16 | Bachstr. 70, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 370659.7 / 5600250.5 | W -> WA ³⁾ | IO3 | 29 | außerh. EW PV | 39 | | 42 | 44 |
| 17 | Heimersheimer Str. 14, 53489 Sinzig | 371990.7 / 5599107.9 | WR ⁶⁾ -> 1.R. ²⁷⁾ | IO5 | 18 | außerh. EW PV | 27 | außerh. EW PV | - | - |
| 18 | Frankenstr. 1B, 53489 Sinzig | 375059.3 / 5595946.8 | M -> MI ⁷⁾ | IO2,IO4 | 33 | außerh. EW PV | 42 | | 37 | 43 |
| 19 | Frankenstr. 2A, 53489 Sinzig | 375106.3 / 5595918.9 | M -> MI ⁷⁾ | IO2,IO4 | 33 | außerh. EW PV | 42 | | 37 | 43 |
| 20 | Auf Wallers 1A, 53498 Bad Breisig | 376513.0 / 5594890.1 | M -> MI ⁸⁾ | =IO4 | 35 | außerh. EW PV | 44 | | 38 | 45 |
| 21 | Neustr. 60, 53498 Gönnersdorf | 376976.1 / 5593988.8 | MI ⁹⁾ | IO2,IO4 | 29 | außerh. EW PV | 37 | ZB n. relevant | - | - |
| 22 | Eifelblick 2, 56656 Brohl-Lützing | 378973.9 / 5592264.2 | WA ¹⁰⁾ | IO3 | 26 | außerh. EW PV | 36 | | 38 | 40 |
| 23 | Pönterhof, 56626 Andernach | 381462.4 / 5589583.0 | LWS -> MI ¹¹⁾ | IO2,IO4 | 30 | außerh. EW PV | 41 | | 34 | 41 |
| 24 | Hochkreuzstr. 3, 56626 Andernach | 383356.2 / 5587823.2 | WA ¹²⁾ | IO3 | 23 | außerh. EW PV | 32 | ZB n. relevant | - | - |
| 25 | Am Mäuspfad 17, 56626 Andernach | 385532.3 / 5586652.8 | WA ¹³⁾ | IO3 | 23 | außerh. EW PV | 33 | ZB n. relevant | - | - |
| 26 | Zu den Bergwingerten 1, 56626 Andernach | 386638.7 / 5585483.9 | GI ¹⁴⁾ | | 33 | außerh. EW PV | 44 | außerh. EW PV | - | - |
| 27 | Weitersfelder Str. 13, 56626 Andernach | 387247.4 / 5585058.6 | WR ¹⁵⁾ -> 1.R. ²⁷⁾ | =IO5 | 30 | außerh. EW PV | 39 | | 35 | 40 |
| 28 | Weitersfelder Str. 10, 56626 Andernach | 387220.8 / 5585027.3 | WR ¹⁵⁾ -> GL ²⁶⁾ | IO5 | 28 | außerh. EW PV | 36 | | 32 | 37 |
| 29 | An der Trassmühle 6, 56626 Andernach | 387444.1 / 5585020.5 | WA ¹⁶⁾ | IO3 | 30 | außerh. EW PV | 39 | | 35 | 40 |
| 30 | Andernacherstr. 44, 56220 Kettig | 390405.6 / 5584452.6 | W -> WA ¹⁷⁾ | IO6,IO7 | 27 | außerh. EW PV | 39 | | - | 39 |
| 31 | Weißenthurmer Str. 37 B, 56220 Kettig | 390680.8 / 5584525.9 | W -> WA ¹⁷⁾ | =IO6 | 37 | keine relev. VB | 47 | | - | 47 |
| 32 | Weißenthurmer Str. 37 B, 56220 Kettig (westl. Geb.) | 390650.6 / 5584527.3 | W -> WA ¹⁷⁾ | IO6,IO7 | 36 | keine relev. VB | 47 | | - | 47 |
| 33 | Weißenthurmer Str. 37 C, 56220 Kettig | 390676.7 / 5584546.4 | W -> WA ¹⁷⁾ | IO6,IO7 | 35 | keine relev. VB | 46 | | - | 46 |
| 34 | Weißenthurmer Str. 37 D, 56220 Kettig | 390667.8 / 5584557.6 | W -> WA ¹⁷⁾ | IO6,IO7 | 36 | keine relev. VB | 47 | | - | 47 |
| 35 | Weißenthurmer Str. 26D, 56220 Kettig | 390698.2 / 5584542.5 | M -> WA ¹⁷⁾ | IO6,IO7 | 36 | keine relev. VB | 47 | | - | 47 |
| 36 | Weißenthurmer Str. 26E, 56220 Kettig | 390710.9 / 5584543.5 | M -> WA ¹⁷⁾ | IO6,IO7 | 35 | keine relev. VB | 47 | | - | 47 |
| 37 | Weißenthurmer Str. 26K, 56220 Kettig | 390700.2 / 5584555.2 | M -> WA ¹⁷⁾ | IO6,IO7 | 36 | keine relev. VB | 47 | | - | 47 |
| 38 | Weißenthurmer Str. 26L, 56220 Kettig | 390697.1 / 5584571.8 | M -> WA ¹⁷⁾ | IO6,IO7 | 34 | keine relev. VB | 47 | | - | 47 |
| 39 | Weißenthurmer Str. 26I, 56220 Kettig | 390793.7 / 5584542.0 | M -> WA ¹⁷⁾ | =IO7 | 36 | keine relev. VB | 48 | | - | 48 |



| Lfd. Nr. | Adresse | Koordinaten UTM, Z: 32U, WGS84 Nord / Ost | Gebietsaus- weisung | reprä- sentiert durch | ZB Regelz. Lr [dB(A)] | Kommentar Regelzustand | ZB Sonderz. Lr [dB(A)] | Kommentar Sonderzustand | VB Sonderz. Lr [dB(A)] | GB Sonderz. Lr [dB(A)] |
|----------|--|---|--|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 40 | Weißenthurmer Str. 24D, 56220 Kettig | 390816.1 / 5584419.9 | M -> WA ¹⁷⁾ | IO6,IO7 | 31 | ZB n. relevant | 42 | | - | 42 |
| 41 | Wiesenweg, 56220 Kettig, nordöstl. Bau- grenze WA-Gebiet, freier IO, h=8,4m | 391062.7 / 5584255.4 | WA ¹⁸⁾ | IO6,IO7 | 26 | außerh. EW PV | 37 | | - | 37 |
| 42 | Reihe Bäume 62, 56218 Mülheim-Kärlich | 393272.9 / 5583395.0 | LWS -> MI ¹⁹⁾ | IO8 | 30 | außerh. EW PV | 40 | | - | 40 |
| 43 | Bahnhofstr. 89, 56218 Mülheim-Kärlich | 393713.5 / 5583181.2 | M -> WA ¹⁷⁾ | IO6,IO7 | 28 | außerh. EW PV | 38 | | - | 38 |
| 44 | Bahnhofstr. 86, 56218 Mülheim-Kärlich | 393790.0 / 5583289.6 | LWS -> MI ¹⁷⁾ | =IO8 | 38 | ZB n. relevant | 48 | | - | 48 |
| 45 | Im Obstgarten 1, 56218 Mülheim-Kärlich | 393809.6 / 5583120.6 | WA ²⁰⁾ | IO6,IO7 | 27 | außerh. EW PV | 37 | | - | 37 |
| 46 | Birnenweg 2, 56218 Mülheim-Kärlich | 393892.3 / 5583081.1 | WA ²⁰⁾ | IO6,IO7 | 26 | außerh. EW PV | 36 | | - | 36 |
| 47 | Mirabellenweg 38, 56218 Mülheim-Kärlich | 394078.5 / 5583001.5 | WA ²⁰⁾ | IO6,IO7 | 26 | außerh. EW PV | 37 | | - | 37 |
| 48 | Jahnstr. 129, 56218 Mülheim-Kärlich | 394332.4 / 5582908.2 | W -> WA ¹⁷⁾ | IO6,IO7 | 27 | außerh. EW PV | 37 | | - | 37 |
| 49 | Gebrüder-Pauken-Str. 19, 56218 Mülheim-Kärlich | 394304.2 / 5583186.0 | GE ²¹⁾ | | 28 | außerh. EW PV | 40 | außerh. EW PV | - | - |
| 50 | Gebrüder-Pauken-Str. 9, 56218 Mülheim- Kärlich | 394612.1 / 5583034.2 | GE ²¹⁾ | | 31 | außerh. EW PV | 43 | außerh. EW PV | - | - |
| 51 | St. Sebastianer-Str. 10, 56070 Koblenz | 396714.6 / 5582237.3 | WR ²²⁾ -> GL ²⁶⁾ | =IO9 | 20 | außerh. EW PV | 31 | ZB n. relevant | - | - |
| 52 | In den Wiesen 45, 56070 Koblenz | 397340.9 / 5582283.7 | WA ²³⁾ | IO6,IO7 | 23 | außerh. EW PV | 34 | ZB n. relevant | - | - |
| 53 | Jakob-Caspers-Str. 2, 56070 Koblenz | 397299.5 / 5582539.1 | SO -> GE ²³⁾ | | 32 | außerh. EW PV | 46 | außerh. EW PV | - | - |
| 54 | Carl-Spaeter Str. 2D, 56070 Koblenz | 398759.3 / 5582460.9 | G -> GE ²⁴⁾ | | 35 | außerh. EW PV | 47 | außerh. EW PV | - | - |
| 55 | Carl-Spaeter Str. 2N, 56070 Koblenz | 398985.1 / 5582448.7 | G -> GE ²⁴⁾ | | 37 | außerh. EW PV | 49 | außerh. EW PV | - | - |
| 56 | Kesselheimerweg 84, 56070 Koblenz | 399549.8 / 5582573.7 | GI ²⁵⁾ | | 35 | außerh. EW PV | 48 | außerh. EW PV | - | - |
| 57 | Kesselheimerweg 82, 56070 Koblenz | 399600.3 / 5582561.5 | GI ²⁵⁾ | | 37 | außerh. EW PV | 50 | außerh. EW PV | - | - |

Fortsetzung Anhang 6

Erläuterungen zu Spalte „Gebietsausweisung“ / Verweise:

- 1) B-Plan der Gemeinde Grafschaft Nr. 10.3.1 "technologiepark Grafschaft", in Kraft getr. 02.03.2000
- 2) Flächennutzungsplan der Gemeinde Grafschaft i.V.m. Angaben durch zuständige Behörde
- 3) Flächennutzungsplan Bad Neuenahr-Ahrweiler i.V.m. Angaben durch zuständige Behörde
- 4) B-Plan der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler "Heppingen Nr.1", in Kraft getr. 10.02.1993
- 5) B-Plan der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler "Wiesenweg", in Kraft getr. 20.08.1992
- 6) B-Plan der Stadt Sinzig "Auf der Altbach", in Kraft getr. 14.06.1974
- 7) Flächennutzungsplan der Stadt Sinzig i.V.m. Angaben durch zuständige Behörde
- 8) Flächennutzungsplan der Verbandsgemeinde Bad Breisig i.V.m. Angaben durch zuständige Behörde
- 9) B-Plan der Verbandsgemeinde Bad Breisig "In der Mühlenwiese", in Kraft getr. 15.04.2004
- 10) B-Plan der Verbandsgemeinde Bad Breisig "Auf Kalker", in Kraft getr. 04.12.1975
- 11) Flächennutzungsplan der Stadt Andernach i.V.m. Angaben durch zuständige Behörde
- 12) B-Plan der Stadt Andernach "In der Wiese", 1.Änderung und Erweiterung, in Kraft getr. 31.08.1991
- 13) B-Plan der Stadt Andernach "Am Bürgerbergweg", in Kraft getr. 26.02.2003
- 14) B-Plan der Stadt Andernach "Kräwerweg - B256", in Kraft getr. 06.04.1996
- 15) B-Plan der Stadt Andernach "Weitersfelder Strasse", in Kraft getr. 31.08.1991
- 16) B-Plan der Stadt Andernach "Weitersfelder Strasse", 1.Änderung, in Kraft getr. 18.07.1998
- 17) Flächennutzungsplan der Verbandsgemeinde Weißenthurm i.V.m. Angaben durch zuständige Behörde
- 18) B-Plan der Verbandsgemeinde Weißenthurm "Im Pfräder", in Kraft getr. 03.02.2023
- 19) B-Plan der Verbandsgemeinde Weißenthurm "Ortsentlastungsstraße Mülheim-Kärlich", in Kraft getr. 19.04.1995
- 20) B-Plan der Verbandsgemeinde Weißenthurm "In der Steinrausch, 1. Änderung und Erweiterung", in Kraft getr. 04.01.2012
- 21) B-Plan der Verbandsgemeinde Weißenthurm "Depot III", 2. Änderung, in Kraft getr. 08.07.20008
- 22) B-Plan der Stadt Koblenz Nr.230 "Im Schildchen", in Kraft getr. 10.03.1975
- 23) B-Plan der Stadt Koblenz Nr.159 "Bubenheim", in Kraft getr. 05.08.2005
- 24) Flächennutzungsplan der Stadt Koblenz i.V.m. Angaben durch zuständige Behörde
- 25) B-Plan der Stadt Koblenz Nr.22 "Industriegebiet Wallershausen Kesselheim T.A.; 3.Änderung", in Kraft getr. 11.02.1993
- 26) verringerter Schutzanspruch für WR aufgrund Gemengelage bzgl. bestehender Freileitungen oder aufgrund Lage in zweiter Reihe zum Außenbereich nach BauGB , Anhebung des IRW um 3 dB gemäß Rechtsprechung, vgl. Abschnitt 5.2.2.1
- 27) verringerter Schutzanspruch für WR aufgrund Lage in erster Reihe zum Außenbereich nach BauGB, Anhebung des IRW um 5 dB gemäß Rechtsprechung, vgl. Abschnitt 5.2.2.1

Anhang 7 – Übersicht Berechnungsergebnisse / Immissionspegel

A.7.1: Zusatzbelastung, Immissionen durch nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche, AC/DC-Hybridbetrieb

Übersicht der Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$ nach DIN ISO 9613-2

Zusatzbelastung / zu ändernde Freileitungen Bl. 4197, Bl. 4502, Bl. 4130, Bl. 4511

AC/DC-Hybridbetrieb, Betriebszustand bei trockenem Sommerwetter

| Gebäudename/ Aufpunktbezeichnung | Etage/ Fassade | Koordinaten (UTM32) | | Höhe | | $L_{AT}(LT)$ Nacht [dB] |
|---|-------------------|---------------------|------------------|---------------|----------------|-------------------------------|
| | | Ost / Länge | Nord / Breite | ü.N.N. [m] | relativ [m] | |
| IO1: Landskroner Str. 154, 53474 Bad Neuenahr-Ahrw. | 2.OG / SSO | 369607.7 | 5601435.5 | 100,8 | 8,4 | 31,3 |
| IO2: Heppinger Str. 79, 53474 Bad Neuenahr-Ahrw. | 1.OG / SSW | 370057.3 | 5600920.9 | 89,8 | 5,6 | 31,0 |
| IO3: Heldenstr. 27, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 1.OG / SSW | 370436.0 | 5600443.8 | 97,0 | 3,5 | 32,9 |
| IO4: Auf Wallers 1A, 53498 Bad Breisig | 2.OG / ONO | 376513.0 | 5594890.1 | 235,6 | 8,4 | 34,9 |
| IO5: Weitersfelder Str. 13, 56626 Andernach | EG / N | 387247.4 | 5585058.6 | 88,5 | 2,8 | 30,2 |
| IO6: Weißenthurmer Str. 37 B, 56220 Kettig | 2.OG / N | 390680.8 | 5584525.9 | 81,0 | 8,4 | 36,8 |
| IO7: Weißenthurmer Str. 26I, 56220 Kettig | 1.OG / S | 390793.7 | 5584542.0 | 75,3 | 5,6 | 36,3 |
| IO8: Bahnhofstr. 86, 56218 Mülheim-Kärlich | 2.OG / SSW | 393790.0 | 5583289.6 | 80,9 | 8,4 | 38,4 |
| IO9: St. Sebastianer-Str. 10, 56070 Koblenz | 1.OG / NW | 396714.6 | 5582237.3 | 94,4 | 5,6 | 20,2 |

A.7.2: Zusatzbelastung, Immissionen durch witterungsbedingte Anlagengeräusche, reiner AC-Betrieb (Umschaltoption)

Übersicht der Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$ nach DIN ISO 9613-2

Zusatzbelastung / zu ändernde Freileitungen Bl. 4197, Bl. 4502, Bl. 4130, Bl. 4511

AC-Betrieb (Umschaltoption), Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag

| Gebäudename/ Aufpunktbezeichnung | Etage/ Fassade | Koordinaten (UTM32) | | Höhe | | $L_{AT}(LT)$ Nacht [dB] |
|---|-------------------|---------------------|------------------|---------------|----------------|-------------------------------|
| | | Ost / Länge | Nord / Breite | ü.N.N. [m] | relativ [m] | |
| IO1: Landskroner Str. 154, 53474 Bad Neuenahr-Ahrw. | 2.OG / SSO | 369607.7 | 5601435.5 | 100,8 | 8,4 | 38,3 |
| IO2: Heppinger Str. 79, 53474 Bad Neuenahr-Ahrw. | 1.OG / SSW | 370057.3 | 5600920.9 | 89,8 | 5,6 | 38,0 |
| IO3: Heldenstr. 27, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 1.OG / SSW | 370436.0 | 5600443.8 | 97,0 | 3,5 | 40,2 |
| IO4: Auf Wallers 1A, 53498 Bad Breisig | 2.OG / ONO | 376513.0 | 5594890.1 | 235,6 | 8,4 | 40,6 |
| IO5: Weitersfelder Str. 13, 56626 Andernach | EG / N | 387247.4 | 5585058.6 | 88,5 | 2,8 | 36,0 |
| IO6: Weißenthurmer Str. 37 B, 56220 Kettig | 2.OG / N | 390680.8 | 5584525.9 | 81,0 | 8,4 | 44,2 |
| IO7: Weißenthurmer Str. 26I, 56220 Kettig | 1.OG / S | 390793.7 | 5584542.0 | 75,3 | 5,6 | 45,3 |
| IO8: Bahnhofstr. 86, 56218 Mülheim-Kärlich | 2.OG / SSW | 393790.0 | 5583289.6 | 80,9 | 8,4 | 45,3 |
| IO9: St. Sebastianer-Str. 10, 56070 Koblenz | 1.OG / NW | 396714.6 | 5582237.3 | 94,4 | 5,6 | 27,9 |

A.7.3: Vorbelastung, Immissionen durch witterungsbedingte Anlagengeräusche, AC-Betrieb

Übersicht der Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$ nach DIN ISO 9613-2

Vorbelastung / bestehende Freileitungen Bl. 4511

AC-Betrieb (Umschaltoption), Betriebszustand mit 3,5 mm/h Niederschlag

| Gebäudename/ Aufpunktbezeichnung | Etage/ Fassade | Koordinaten (UTM32) | | Höhe | | $L_{AT}(LT)$ Nacht [dB] |
|---|-------------------|---------------------|------------------|---------------|----------------|-------------------------------|
| | | Ost / Länge | Nord / Breite | ü.N.N. [m] | relativ [m] | |
| IO1: Landskroner Str. 154, 53474 Bad Neuenahr-Ahrw. | 2.OG / SSO | 369607.7 | 5601435.5 | 100,8 | 8,4 | 44,3 |
| IO2: Heppinger Str. 79, 53474 Bad Neuenahr-Ahrw. | 1.OG / SSW | 370057.3 | 5600920.9 | 89,8 | 5,6 | 42,4 |
| IO3: Heldenstr. 27, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler | 1.OG / SSW | 370436.0 | 5600443.8 | 97,0 | 3,5 | 43,3 |
| IO4: Auf Wallers 1A, 53498 Bad Breisig | 2.OG / ONO | 376513.0 | 5594890.1 | 235,6 | 8,4 | 35,3 |
| IO5: Weitersfelder Str. 13, 56626 Andernach | EG / N | 387247.4 | 5585058.6 | 88,5 | 2,8 | 31,6 |

Anhang 8 – Emissionsdaten / Oktavspektren

Die Summen-Schalleistungspegel der einzelnen Spannfelder und Phasen sind den Tabellen in Anhang A.4.2 – A.4.8 zu entnehmen. Hierbei wurde jeweils folgendes Relativspektrum hinterlegt:

| | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 4000 Hz | 8000 Hz | Gesamt |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Relativspektren Koronageräusche | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] |
| AC, L'_{WA} in dB/m bei Niederschlag | 18,1 | 30,4 | 31,1 | 35,4 | 41,3 | 44,8 | 44,7 | 43,3 | 50,0 |
| DC+, L'_{WA} in dB/m bei Trockenheit | 18,8 | 18,5 | 30,4 | 35,7 | 39,7 | 43,3 | 44,9 | 45,1 | 50,0 |
| DC-, L'_{WA} in dB/m bei Trockenheit | 18,2 | 22,7 | 28,2 | 31,3 | 34,0 | 39,6 | 45,2 | 47,3 | 50,0 |

Anhang 9 – 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 | = A-bewerteter längenbezogener Schalleistungspegel , Angabe in dB/m Phase oder Stromkreis |
| L_{WA} in dB | = A-bewerteter Schalleistungspegel , gibt den aus der Länge [m] der Quelle und dem längenbezogenen Schalleistungspegel [dB(A)/m] berechneten immissionswirksamen Schalleistungspegel an. Vorliegend für Freileitungen nicht sinnvoll anzugeben, da die Gesamtschalleistung der Freileitungen eine untergeordnete Rolle spielt und die den Immissionsorten nahegelegenen Abschnitte pegelbestimmend sind. Daher vorliegend keine Angabe zu L_w im Gutachten. |
| d_p in m | = Abstand Quelle - Immissionsort , wird bei Punktquellen automatisch dreidimensional ermittelt, d.h. es wird die jeweils tatsächliche, dem Abstandsmaß (dB) zugrundeliegende Entfernung, berechnet. Vorliegend bei Freileitungen als Linienquellen wird der Abstand zum nächstgelegenen Ersatzpunkt der Linienquelle dargestellt. Hierbei handelt es sich, abweichend von den weiteren Parametern, um keinen Mittelwert über alle Segmente, sondern um den tatsächlich minimalen Abstand des Aufpunkts zu den Freileitungen. |
| h_m in m | = mittlere Höhe , mittlere Höhe des Ausbreitungswegs über dem Boden |
| D_o in dB | = Raumwinkelmaß , wird von LIMA automatisch berechnet; D_o beschreibt den Einfluss von quellen nahen Reflektoren bzw. die Reflexion des zugehörigen Gebäudes. LIMA berechnet <u>kein</u> $D_o > 6$ dB. s. Refl.-Ant. |
| Refl.-Ant. in dB | = Reflexionsanteil , stattdessen wird der genauere Reflexionsanteil zusätzlich berechnet und in der Immissionstabelle angegeben. Die tatsächliche <i>Gesamtreflexion</i> für die verschiedenen IP's setzt sich aus diesem Reflexions-Anteil <u>und</u> D_o zusammen. |
| A_{fol} in dB | = Bewuchsdämpfung , Dämpfung aufgrund von Schallausbreitung durch Bewuchs |
| D_l in dB | = Richtwirkungsmaß |
| A_{div} in dB | = Abstandsmaß , Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung. Berechnet für Vollkugelabstrahlung ($4\pi r^2$), über den dreidimensionalen Weg. |
| A_{gr} in dB | = Bodendämpfung , Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts. |
| C_{met} in dB | = meteorologische Korrektur , zur Berücksichtigung des Langzeitmittelungspegels, wird nach Abschnitt 8 bzw. Gleichung 22 der DIN ISO 9613-2 berechnet. Kann sich für die Tag und Nachtzeit unterscheiden und wird ggf. mit einem Index N (Nacht) oder T (Tag) angegeben |
| A_{bar} in dB | = Einfügungsdämpfungsmaß , Dämpfung aufgrund von Abschirmung. Die Abschirmungsberechnung erfolgt frequenzabhängig in Oktavbandbreite über alle Beugungskanten (auch seitlich) |
| A_{atm} in dB | = Luftabsorptionsmaß |
| $L_{AT}(LT)$ in dB | = A-bewerteter Langzeit-Mittelungspegel , richtlinienkonform berechnete Ergebnisse für diskret definierte Einzel-Immissionspunkte (IP's), berechnet aus dem Dauerschalldruckpegel bei Mitwind abzüglich C_{met} |

Anhang 10 – Immissionstabellen

A.10.1: Immissionsort IO1

A.10.1.1: IO1, Zusatzbelastung, nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Zusatzbelastung Planvorhaben, AC/DC-Hybridbetrieb bei trockenem Sommerwetter

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

IO1: (Wohnhaus), Landskroner Straße 154, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Südsüdost-Fassade, 2.OG

T6079 ZB HYB-TROCKSOM.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.10.1.2: IO1, Zusatzbelastung, witterungsbedingte Anlagengeräusche

Zusatzbelastung Planvorhaben, **Umschaltoption** (reiner AC-Betrieb) bei **3,5mm/h Niederschlag**

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

IO1: (Wohnhaus), Landskroner Straße 154, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Südsüdost-Fassade, 2.OG

T6079 ZB UO.BNA

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

[illegible]

A.10.1.3: IO1, Vorbelastung, witterungsbedingte Anlagengeräusche

Vorbelastung bestehende Freileitungen, reiner **AC-Betrieb** bei **3,5mm/h Niederschlag**

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

I01: (Wohnhaus), Landskroner Straße 154, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Südsüdost-Fassade, 2.OG

T6079 VB.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.10.2: Immissionsort IO2

A.10.2.1: IO2, Zusatzbelastung, nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Zusatzbelastung Planvorhaben, AC/DC-Hybridbetrieb bei trockenem Sommerwetter

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

IO2: (Wohnhaus), Heppinger Straße 79, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Südsüdwest-Fassade, 1.OG

T6079 ZB HYB-TROCKSOM.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.10.2.2: IO2, Zusatzbelastung, witterungsbedingte Anlagengeräusche

Zusatzbelastung Planvorhaben, **Umschaltoption** (reiner AC-Betrieb) bei **3,5mm/h Niederschlag**

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

I02: (Wohnhaus), Heppinger Straße 79, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Südsüdwest-Fassade, 1.OG

T6079 ZB UO.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.10.2.3: IO2, Vorbelastung, witterungsbedingte Anlagengeräusche

Vorbelastung bestehende Freileitungen, reiner **AC-Betrieb** bei **3,5mm/h Niederschlag**

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

I02: (Wohnhaus), Heppinger Straße 79, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Südsüdwest-Fassade, 1.OG

T6079 VB.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.10.3: Immissionsort IO3

A.10.3.1: IO3, Zusatzbelastung, nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Zusatzbelastung Planvorhaben, AC/DC-Hybridbetrieb bei trockenem Sommerwetter

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

IO3: (Wohnhaus), Heldenstraße 27, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Südsüdwest-Fassade, 1.OG

T6079 ZB HYB-TROCKSOM.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.10.3.2: IO3, Zusatzbelastung, witterungsbedingte Anlagengeräusche

Zusatzbelastung Planvorhaben, **Umschaltoption** (reiner AC-Betrieb) bei **3,5mm/h Niederschlag**

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

I03: (Wohnhaus), Heldenstraße 27, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Südsüdwest-Fassade, 1.OG

T6079 ZB UO.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.10.3.3: IO3, Vorbelastung, witterungsbedingte Anlagengeräusche

Vorbelastung bestehende Freileitungen, reiner **AC-Betrieb** bei **3,5mm/h Niederschlag**

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

I03: (Wohnhaus), Heldenstraße 27, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Südsüdwest-Fassade, 1.OG

T6079 VB.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.10.4: Immissionsort IO4

A.10.4.1: IO4, Zusatzbelastung, nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Zusatzbelastung Planvorhaben, AC/DC-Hybridbetrieb bei trockenem Sommerwetter

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

IO4: (Wohnhaus), Auf Wallers 1A, 53498 Bad Breisig, Ostnordost-Fassade, 2.OG

T6079 ZB HYB-TROCKSOM.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.10.4.2: IO4, Zusatzbelastung, witterungsbedingte Anlagengeräusche

Zusatzbelastung Planvorhaben, **Umschaltoption** (reiner AC-Betrieb) bei **3,5mm/h Niederschlag**

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

IO4: (Wohnhaus), Auf Wallers 1A, 53498 Bad Breisig, Ostnordost-Fassade, 2.OG

T6079 ZB UO.BNA

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

[illegible]

A.10.4.3: IO4, Vorbelastung, witterungsbedingte Anlagengeräusche

Vorbelastung bestehende Freileitungen, reiner **AC-Betrieb** bei 3,5mm/h Niederschlag

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

IO4: (Wohnhaus), Auf Wallers 1A, 53498 Bad Breisig, Ostnordost-Fassade, 2.OG

T6079 VB.BNA

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

[illegible]



A.10.5.1: IO5, Zusatzbelastung, nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

T6079 ZB HYB-TROCKSOM.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]

Zusatzbelastung Planvorhaben, **Umschaltoption** (reiner AC-Betrieb) bei **3,5mm/h Niederschlag**

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

T6079 ZB UO.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]

[illegible]



A.10.6.1: IO6, Zusatzbelastung, nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

T6079 ZB HYB-TROCKSOM.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]

Zusatzbelastung Planvorhaben, **Umschaltoption** (reiner AC-Betrieb) bei **3,5mm/h Niederschlag**

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

T6079 ZB UO.BNA

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

[illegible]



A.10.7.1: IO7, Zusatzbelastung, nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

T6079 ZB HYB-TROCKSOM.BNA

[illegible]

T6079 ZB UO.BNA

[illegible]

A.10.8: Immissionsort IO8

A.10.8.1: IO8, Zusatzbelastung, nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Zusatzbelastung Planvorhaben, AC/DC-Hybridbetrieb bei trockenem Sommerwetter

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

IO8: (Wohnhaus), Bahnhofstraße 86, 56218 Mülheim-Kärlich, Südsüdwest-Fassade, 2.OG

T6079 ZB HYB-TROCKSOM.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.10.8.2: IO8, Zusatzbelastung, witterungsbedingte Anlagengeräusche

Zusatzbelastung Planvorhaben, **Umschaltoption** (reiner AC-Betrieb) bei **3,5mm/h Niederschlag**

Dateien (LimA): GEL+HIN+IO.BNA

IO8: (Wohnhaus), Bahnhofstraße 86, 56218 Mülheim-Kärlich, Südsüdwest-Fassade, 2.OG

T6079 ZB UO.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.10.9.1: IO9, Zusatzbelastung, nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

T6079 ZB HYB-TROCKSOM.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]

T6079 ZB UO.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]