

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Gelsenkirchen
Fritz-Schupp-Straße 4
45899 Gelsenkirchen

Telefon +49(209)98308 0
Telefax +49(209)98308 11

www.mbbm-ind.com

M.Sc. Matthias Reffgen
Telefon +49(209)98308 30
matthias.reffgen@mbbm-ind.com

04. Juni 2025
M174677/01 Version 1 RFG/RSB

Amprion – Bürstadt/BASF

Geräuschimmissionsprognose nach TA Lärm

**Projektname: 380-kV-
Netzverstärkung Bürstadt – BASF**

BBPIG, Vorhaben Nr. 67

Bericht Nr. M174677/01

Auftraggeber:

Amprion GmbH
Robert-Schuman-Straße 7
44263 Dortmund

Bearbeitet von:

M.Sc. Matthias Reffgen

Berichtsumfang:

Insgesamt 51 Seiten, davon
40 Seiten Textteil
8 Seiten Anhang A
3 Seiten Anhang B

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Gelsenkirchen
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner,
Manuel Männel,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Situation und Aufgabenstellung	6
2 Grundlagen und verwendete Unterlagen	8
3 Allgemeine Grundlagen zur Geräuschbeurteilung und zu Anforderungen an den Schallschutz	11
3.1 Kennzeichnung der Geräuschemission	11
3.2 Kennzeichnung der Geräuschimmission	11
3.3 Regelungen und Definitionen der TA Lärm	12
3.4 § 49 Abs. 2b EnWG	14
3.5 Geräuscentstehung an Freileitungen	15
4 Erarbeitung des Schallausbreitungsmodells	18
4.1 Allgemeine Randparameter und Berechnungsgrundlagen	18
4.2 Ermittlung der Geräuschemissionsansätze	19
4.3 Betrachtete Immissionsorte	21
4.4 Modellierung der Koronageräusche	24
5 Beurteilung gemäß TA Lärm	25
5.1 Bildung des Beurteilungspegels	25
5.2 Ermittelte Beurteilungspegel der beiden Ausführungsvarianten der Bl. 4542 im Abschnitt Bürstadt/Pkt. Roxheim	26
5.3 Ermittelte Beurteilungspegel Bl. 4542 (mit Bestandsbeseilung) + Bl. 4642 (Maximalansatz)	28
5.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen	31
5.5 Ermittelte Beurteilungspegel der 110 kV-Freileitung Pfalzwerke/Bl. 2328	31
5.6 Beurteilung tieffrequenter Geräusche	32
5.7 Anlagenbezogener Fahrverkehr	34
6 Zumutbarkeitsprüfung	35
6.1 Allgemeines	35
6.2 Stand der Technik zur Lärminderung	36
6.3 Prüfkriterien nach Nr. 7.2 Abs. 1 Satz 1 TA Lärm	36
7 Qualität der Ergebnisse	40
Anhang A Abbildungen	
Anhang B Berechnungsprotokoll	

Zusammenfassung

Die Amprion GmbH beantragt gemäß § 21 NABEG eine Entscheidung nach § 24 NABEG über die Planfeststellung für das Vorhaben 67 des BBPIG „Höchstspannungsleitung Bürstadt – BASF (Ludwigshafen am Rhein); Drehstrom Nennspannung 380 kV“.

Gegenstand des vorliegenden Berichts ist die schalltechnische Prüfung der folgenden Teilmaßnahmen:

- Ersatzneubau der bestehenden 220-kV-Höchstspannungsfreileitung von Amprion von der Umspannanlage Bürstadt bis zur Umspannanlage BASF durch eine 380-kV-Höchstspannungsfreileitung:
 - Errichtung einer neuen 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung (Bl. 4642) mit zwei 380-kV-Stromkreisen von der Umspannanlage Bürstadt bis zum Punkt Roxheim neben der Bestandstrasse – ca. 7,5 km
 - Errichtung einer neuen 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung (Bl. 4642) mit zwei 380-kV-Stromkreisen und zwei 220-kV-Stromkreisen vom Punkt Roxheim bis zur Umspannanlage BASF in teilweise neuer Trasse – ca. 5,5 km
 - Anpassung der Leitungsanbindungen (Bl. 4532) am Punkt Roxheim
- Änderung der bestehenden 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung (Bl. 4542) von der Umspannanlage Bürstadt bis zur Umspannanlage BASF:
 - Erhöhung der Betriebsspannung in einem Stromkreis von 220 kV auf 380 kV zwischen dem Punkt Roxheim und der Umspannanlage BASF
 - Änderung der Phasenlage zwischen dem Punkt Roxheim und der Umspannanlage BASF
 - Prüfung zweier Ausführungsvarianten zwischen der Umspannanlage Bürstadt und dem Punkt Roxheim:
 - Leiterseilausführung des derzeitigen Bestands
 - Ersatz zweier bestehender 380-kV-Leiterseilsysteme durch ein leistungsstärkeres Seilsystem mit Hochtemperaturleiterseilen (HTLS; bereits in einem früheren Verfahren genehmigt, jedoch derzeit noch nicht umgesetzt)
- Abschnittsweise Nutzung der 220 kV-Freileitung Bl. 2328 durch zwei 110 kV-Stromkreise der Pfalzwerke

Für diese Leitungsabschnitte waren hierzu die zu erwartenden Geräuschemissionen zu bestimmen und die sich hieraus an den maßgeblichen Immissionsorten ergebenden Beurteilungspegel der witterungsbedingten Anlagengeräusche durch eine Schallausbreitungsberechnung nach den Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [5] zu ermitteln und gemäß TA Lärm [2] in Zusammenschau mit § 49 Abs. 2b EnWG [4] zu beurteilen.

Aufgrund des aus schalltechnischer Sicht stationären Betriebs der Freileitung erfolgte vorliegend die Beurteilung ausschließlich für den aus immissionsschutzfachlicher Sicht „kritischeren“ Nachtzeitraum.

Den durchgeführten Schallausbreitungsberechnungen liegen die von Amprion übermittelten QSI-Dateien¹ für die betrachteten Prüfbereiche zugrunde. Die mit der Software WinField generierten QSI-Dateien wurden als Emissionsansätze direkt in ein Schallausbreitungsberechnungsmodell importiert, das den Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [5] entspricht, und verifiziert.

Die nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche sind nach gutachterlicher Einschätzung im Einklang mit der vorherrschenden fachlichen Meinung als vernachlässigbar eingestuft worden und wurden daher vorliegend nicht weiter berücksichtigt (s. hierzu auch die Ausführungen in Abschnitt 3.5.1).

Als wesentliche Ergebnisse der Untersuchung der witterungsbedingten Anlagengeräusche können die folgenden Punkte zusammengefasst werden:

- An insgesamt 35 Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte zur Nachtzeit nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] um mehr als 10 dB unterschritten. Gemäß Nr. 2.2 TA Lärm [2] liegen diese Immissionsorte damit gesichert außerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage.
- An insgesamt 9 Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte zur Nachtzeit nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] um mindestens 6 dB unterschritten. Die anteiligen Geräuschimmissionen sind somit nach Nr. 3.2.1 TA Lärm [2] als irrelevant anzusehen.
- An insgesamt 16 Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte zur Nachtzeit nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] um weniger als 6 dB unterschritten.
- An insgesamt 8 Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte zur Nachtzeit nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] inkl. Tonzuschlag um maximal 6 dB überschritten.
- Den Vorgaben der TA Lärm [2] hinsichtlich kurzzeitiger Geräuschspitzen sowie der Nr. 7.4 TA Lärm [2] hinsichtlich des anlagenbezogenen Straßenverkehrs wird weiterhin entsprochen. Unzulässige hohe tieffrequente Geräuschimmissionen sind nicht zu erwarten.

Mit Blick auf die Einstufung als seltenes Ereignis und einem nicht zu überschreitenden Nacht-Richtwert von 55 dB(A), welcher an sämtlichen Immissionsorten um mindestens 4 dB unterschritten wird, kann damit auf eine schalltechnische Verträglichkeit geschlossen werden. Eine Zumutbarkeitsprüfung für das Gesamtvorhaben erfolgte in Abschnitt 6.

Die Prüfkriterien werden nach gutachterlicher Einschätzung sämtlich als erfüllt angesehen.

¹ QSI-Schnittstelle gemäß DIN 45687 [9] bezüglich Qualitätsanforderungen und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionsschutz

Damit werden für das geplante Vorhaben sämtliche Anforderungen der TA Lärm [2] in Zusammenschau mit dem § 49 Abs. 2b EnWG erfüllt.

Für den technischen Inhalt verantwortlich:



M.Sc. Matthias Reffgen

Tel: +49(209)98308-30

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Amprion GmbH (Amprion) beantragt gemäß § 21 NABEG eine Entscheidung nach § 24 NABEG über die Planfeststellung für das Vorhaben 67 des BBPIG „Höchstspannungsleitung Bürstadt – BASF (Ludwigshafen am Rhein); Drehstrom Nennspannung 380 kV“. Der Antrag bezieht sich auf alle für die Errichtung und den Betrieb erforderlichen Maßnahmen. In diesem Zuge wird Folgendes beantragt:

- Ersatzneubau der bestehenden 220-kV-Höchstspannungsfreileitung von Amprion von der Umspannanlage Bürstadt bis zur Umspannanlage BASF durch eine 380-kV-Höchstspannungsfreileitung:
 - Errichtung einer neuen 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung (Bl. 4642) mit zwei 380-kV-Stromkreisen von der Umspannanlage Bürstadt bis zum Punkt Roxheim östlich neben der Bestandstrasse – ca. 7,5 km
 - Errichtung einer neuen 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung (Bl. 4642) mit zwei 380-kV-Stromkreisen und zwei 220-kV-Stromkreisen vom Punkt Roxheim bis zur Umspannanlage BASF in teilweise neuer Trasse – ca. 5,5 km
 - Rückbau der bestehenden 220-kV-Freileitung (Bl. 2328) in weiten Teilen – ca. 10 km
 - Rückbau der bestehenden 110-kV-Freileitung (Pfalzwerke) in weiten Teilen – ca. 3 km
 - Anpassung der Leitungsanbindungen (Bl. 4532) am Punkt Roxheim
- Änderung der bestehenden 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung (Bl. 4542) von der Umspannanlage Bürstadt bis zur Umspannanlage BASF:
 - Ersatz eines bestehenden Seilsystems durch ein leistungsstärkeres Seilsystem mit Hochtemperaturleiterseilen (HTLS) zwischen dem Punkt Roxheim und der Umspannanlage BASF
 - Prüfung zweier Ausführungsvarianten zwischen der Umspannanlage Bürstadt und dem Punkt Roxheim:
 - Leiterseilausführung des derzeitigen Bestands
 - Ersatz zweier bestehender 380-kV-Leiterseilsysteme durch ein leistungsstärkeres Seilsystem mit Hochtemperaturleiterseilen (HTLS; bereits in einem früheren Verfahren genehmigt, jedoch derzeit noch nicht umgesetzt)
 - Erhöhung der Betriebsspannung in einem Stromkreis von 220 kV auf 380 kV zwischen dem Punkt Roxheim und der Umspannanlage BASF
 - Änderung der Phasenlage zwischen dem Punkt Roxheim und der Umspannanlage BASF
 - Verstärkung und Neubau von Masten
- Abschnittsweise Nutzung der 220 kV-Freileitung Bl. 2328 durch zwei 110 kV-Stromkreise der Pfalzwerke

Hinweis: Auf eine detaillierte Darstellung der aus dieser veränderten Leitungsführung resultierenden exakten Mast- und Spannfeldbelegung wird im vorliegenden Gutachten verzichtet. Für genauere Informationen wird auf die sonstigen Genehmigungsunterlagen verwiesen.

Für dieses Vorhaben ist eine Geräuschemissionsprognose anzufertigen, in welcher die durch Koronaentladungen der Freileitungen zu erwartenden Geräusche (sog. Koronageräusche) an den nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen in der Umgebung (Immissionsorte) prognostiziert und beurteilt werden. Die Freileitungen sind als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen i. S. d. BImSchG zu betrachten.

Für den geplanten Beseilungszustand sind hierzu die zu erwartenden Geräuschemissionen zu bestimmen und die sich hieraus an den maßgeblichen Immissionsorten ergebenden Beurteilungspegel durch eine Schallausbreitungsberechnung nach den Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [5] zu ermitteln und gemäß TA Lärm [2] in Zusammenschau mit § 49 Abs. 2b EnWG [4]) zu beurteilen.

Den durchgeführten Schallausbreitungsberechnungen liegen die von Amprion übermittelten QSI-Files² für die betrachteten potenziellen Prüfbereiche zugrunde. Die mit der Software WinField generierten QSI-Files wurden als Emissionsansätze direkt in ein Schallausbreitungsberechnungsmodell importiert, das den Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [5] entspricht.

² QSI-Schnittstelle gemäß DIN 45687 [9] bezüglich Qualitätsanforderungen und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionsschutz

2 Grundlagen und verwendete Unterlagen

Normen/Richtlinien/Literatur

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz – Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der letztgültigen Fassung
- [2] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26.08.1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAntz AT 08.06.2017 B5) sowie den Erlass „Korrektur redaktioneller Fehler beim Vollzug der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit vom 07.07.2017
- [3] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2022 Teil I Nr. 28, ausgegeben zu Bonn am 28.07.2022.
- [4] Energiewirtschaftsgesetz vom 07.07.2005 (BGBl. I, S. 1970, 3621), in der letztgültigen Fassung
- [5] DIN ISO 9613-2: Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren. 1999-10
- [6] Kommentar TA Lärm, Dr. jur. Gerhard Feldhaus und Diplom-Physiker Dr. rer. nat. Klaus Tegeder, C. F. Müller Verlag ISB 978-3-8114-4723-3
- [7] Baunutzungsverordnung – Kommentar unter besonderer Berücksichtigung des deutschen und gemeinschaftlichen Umweltschutzes, Hans Carl Fickert und Herbert Fieseler, 12. Auflage 2014
- [8] LAI-Hinweise zur Auslegung der TA Lärm (Fragen und Antworten zur TA Lärm), Stand: 24.02.2023
- [9] DIN 45687: Akustik – Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschemission im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen, 2006-05
- [10] DIN 45680: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft einschließlich des entsprechenden Beiblattes 1, 1997-03
- [11] DIN 45680: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft. Beiblatt 1: Hinweise zur Beurteilung gewerblicher Anlagen. 1997-03
- [12] DIN 4109: Schallschutz im Hochbau. Anforderungen und Nachweise. 1989-11
- [13] Beiblatt 1 zu DIN 18005 Teil 1: Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung. 1987-05
- [14] Hessische Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 5. Messtechnische Felduntersuchungen zu Koronageräuschen, 2015

- [15] J. Engelen, K. Fischer, C. Hettig, K. Krapf, R. Kurz, K. Meyer, M. Rutloff, U. Straumann, W. Tausend, S. Völlmecke, C. Weidemann: Veröffentlichung „Ermittlung und Beurteilung von Koronageräuschen an Höchstspannungsfreileitungen“ in der Zeitschrift Lärmbekämpfung, Bd. 6 (2012) Nr. 4 – Juli, S. 166 – 182
- [16] DIN VDE V 0210-30 VDE V 0210-30:2025-02:
Freileitungen - Teil 30: Koronageräusche von Hochspannungsfreileitungen mit einer Nennspannung größer oder gleich 220 kV . 2025-02
- [17] LAI-Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren sowie Hinweise zur schalltechnischen Beurteilung bei der Umbeseilung von Übertragungsnetzen auf das Betriebskonzept des witterungsabhängigen Freileitungsbetriebs (WAFB), Beschlussfassung durch die LAI, 143. Sitzung am 29. und 30.03.2022
- [18] DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik in DIN und VDE. Arbeitskreis zum Thema „Koronageräusche an Höchstspannungsfreileitungen“ (Bearbeitungsstand Q 01/2024)
- [19] Müller-BBM Bericht Nr. 44932/6 vom 15.01.2001:
„Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche gemäß TA Lärm in Genehmigungs-, Planfeststellungs- und Baugenehmigungsverfahren, Mustergutachten und Handlungsanleitung“ im Auftrag des Staatlichen Umweltamtes Kiel
- [20] Müller-BBM Bericht Nr. M111460/05 vom 31.03.2016:
„Forschungsvorhaben zur Messung und Prognose der Einwirkung tieffrequenter Schalle an Immissionsorten für DIN 45680“
- [21] Comber, M., Nigbor, R. J., Zaffanella, L. E.; „Transmission Line Reference Book – 345 kV and above“, Kapitel 6, 267 – 318. EPRI, 1987
- [22] Kötter, J. Kühner, D.; TA Lärm ´98 Erläuterungen/Kommentare, Immissionschutz Nr. 2, S. 54-63, 2000
- [23] Justus Engelen, Karl Fischer, Christian Hettig et.al.: „Ermittlung und Beurteilung von Koronageräuschen an Höchstspannungsfreileitungen“, Lärmbekämpfung, Bd. 6 (2012), Nr. 4 Juli
- [24] D. Bötsch, Ch. Hettig, Th. Junghänel, M. Lehner, A. Lusiewicz, S. Möllenbeck, M. Ottink, W. Porsch, P. Sames, B. Schröder, W. Tausend: Veröffentlichung „Beurteilung witterungsbedingter Koronageräusche von Höchstspannungsfreileitungen im Zusammenhang mit der Änderung des EnWG 2022“ in der Zeitschrift Lärmbekämpfung 18 (2023) Nr. 5 – Mai, S. 136 – 145.

Projektunterlagen

- [25] Emissionsansätze zur Geräuschzusatzbelastung, übermittelt von Amprion als QSI-Dateien am 28.02. sowie 05.03.2025 durch Dr. Saskia Möllenbeck

Planunterlagen

- [26] Müller-BBM Bericht Nr. M174609/01 vom 28.05.2025:
„Amprion – Bürstadt/BASF – Geräuschimmissionsprognose nach AVV Baulärm
– Projektname: Höchstspannungsleitung Bürstadt – BASF (Ludwigshafen am
Rhein); Drehstrom Nennspannung 380 kV (BBPIG, Vorhaben 67) – Ermittlung
und Beurteilung der bei den geplanten Baumaßnahmen zu erwartenden
Geräuschimmissionen gemäß den Vorgaben der AVV Baulärm“

Sonstiges

- [27] Rechenprogramm CadnaA, Version 2025, Fa. Datakustik GmbH

3 Allgemeine Grundlagen zur Geräuschbeurteilung und zu Anforderungen an den Schallschutz

3.1 Kennzeichnung der Geräuschemission

Das wesentliche Kennzeichen einer Schallquelle ist das Spektrum ihres Schallleistungspegels L_W . Der Schallleistungspegel in dB gibt im logarithmischen Maß die von einer Schallquelle abgestrahlte Schallleistung W an, bezogen auf $W_0 = 10^{-12}$ Watt:

$$L_W = 10 \lg (W/W_0) \text{ dB}$$

In der Praxis werden die Pegel meist mit einer Frequenzbewertung nach der genormten A-Bewertungskurve versehen, um die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs angenähert zu berücksichtigen. Dies wird durch Hinzufügen des Buchstaben A gekennzeichnet:

$$L_{WA} \text{ in dB(A)}$$

L_{WA} wird A-bewerteter Schallleistungspegel genannt, sein Spektrum wird üblicherweise in Oktavbandbreite oder seltener in Terzbandbreite angegeben.

Die relevante Geräuschemissionskenngröße in Bezug auf Hoch- oder Höchstspannungsfreileitungen stellt üblicherweise der auf 1 m Länge bezogene Schallleistungspegel (nachfolgend kurz: Längenbezogener Schallleistungspegel) dar:

$$L_{WA}' \text{ in dB(A)/m}$$

3.2 Kennzeichnung der Geräuschimmission

Die Geräuschimmission wird durch den am Immissionsort einwirkenden Schalldruckpegel beschrieben. Der Schalldruckpegel L in dB gibt im logarithmischen Maß den von einer Schallquelle hervorgerufenen Schalldruck p an, bezogen auf $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$:

$$L = 20 \lg (p/p_0) \text{ dB}$$

Bei Verwendung der A-Bewertungskurve gilt wiederum:

$$L_A \text{ in dB(A)}$$

L_A wird A-bewerteter Schalldruckpegel oder A-Schallpegel genannt.

3.3 Regelungen und Definitionen der TA Lärm

3.3.1 Begriffsdefinitionen

Zur Beurteilung von gewerblichen Anlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz [1] ist die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm [2]) heranzuziehen. Unter Nr. 2.4 TA Lärm [2] werden die folgenden Begriffe definiert:

- **Geräuschvorbelastung**
ist die Belastung eines Orts mit Geräuschimmissionen von allen Anlagen, für die die TA Lärm gilt, ohne den Immissionsbeitrag der zu beurteilenden Anlage.
- **Geräuschzusatzbelastung**
ist der Immissionsbeitrag, der an einem Immissionsort durch die zu beurteilende Anlage voraussichtlich (bei geplanten Anlagen) oder tatsächlich (bei bestehenden Anlagen) hervorgerufen wird.
- **Geräuschgesamtbelastung**
i. S. d. TA Lärm ist die Belastung eines Immissionsorts, die von allen Anlagen hervorgerufen wird, für die die TA Lärm gilt.
- **Fremdgeräusche**
sind alle Geräusche, die nicht von der zu beurteilenden Anlage ausgehen.

3.3.2 Immissionsrichtwerte und Beurteilungszeiten

Die TA Lärm [2] enthält unter Nr. 6.1 TA Lärm [2] folgende Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit von der Gebietseinstufung:

Tabelle 1. Immissionsrichtwerte in dB(A) nach TA Lärm [2] in Abhängigkeit von der Gebietseinstufung.

Gebietseinstufung	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
	tags (06:00 bis 22:00 Uhr)	nachts (22:00 bis 06:00 Uhr)
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45	35
Reine Wohngebiete (WR)	50	35
Allgemeine Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS)	55	40
Misch-, Kern- und Dorfgebiete (MI/MK/MD)	60	45
Urbane Gebiete (MU)	63	45
Gewerbegebiete (GE)	65	50
Industriegebiete (GI)	70	70

Prinzipiell ist zu beachten, dass sich die Immissionsrichtwerte auf die Summe **aller** auf einen Immissionsort einwirkenden Geräuschimmissionen gewerblicher/industrieller Schallquellen beziehen, d. h. von der Geräuschgesamtbelastung einzuhalten sind.

Hinsichtlich der o. g. Immissionsrichtwerte sind zudem die nachfolgenden Regelungen der TA Lärm [2] zu beachten:

- Wird der jeweilige Immissionsrichtwert von den Geräuschbeiträgen der zu untersuchenden Anlage **um mindestens 10 dB** unterschritten, so liegt der Immissionsort nach Nr. 2.2 TA Lärm [2] außerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage.
- Wird der jeweilige Immissionsrichtwert von den Geräuschbeiträgen der zu untersuchenden Anlage **um mindestens 6 dB** unterschritten, so ist nach Nr. 3.2.1 Abs. 2 TA Lärm [2] die Zusatzbelastung als nicht relevant anzusehen. In diesem Fall ist i. d. R. von einer Genehmigungsfähigkeit der Anlage ohne Untersuchung zur Vorbelastung auszugehen.
- Wird der jeweilige Immissionsrichtwert dagegen **um weniger als 6 dB** unterschritten, ist zu überprüfen, ob die Geräuschgesamtbelastung (d. h. die Summe aus Geräuschzusatzbelastung und Geräuschvorbelastung, s. Abschnitt 3.3) die Immissionsrichtwerte der TA Lärm [2] einhält.

Geräuschimmissionen anderer Arten von Schallquellen (z. B. Verkehrsgereusche auf öffentlichen Straßen, aber auch Sport- und Freizeitgeräusche) sind getrennt zu beurteilen.

Die TA Lärm [2] enthält ferner unter Nr. 7.2 Bestimmungen für sogenannte seltene Ereignisse (s. diesbezüglich auch den nachfolgenden Abschnitt 3.4 zu den Regelungen nach § 49 Abs. 2b EnWG [3]).

Dabei ist im Einzelfall, unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien, immissionsort-spezifisch zu prüfen, ob und in welchem Umfang der Nachbarschaft eine höhere als die nach den Nrn. 6.1 und 6.2 TA Lärm [2] zulässige Geräuschbelastung zugemutet werden kann.

Folgende Immissionshöchstwerte dürfen dabei nicht überschritten werden:

- Tags 70 dB(A)
- Nachts 55 dB(A)

Einzelne Geräuschspitzen dürfen diese Werte in Kur-, Wohn- und Mischgebieten tags um nicht mehr als 20 dB, nachts um nicht mehr als 10 dB überschreiten.

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf Beurteilungszeiten von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr tags und 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr nachts. Für die Beurteilung des Tages ist eine Beurteilungszeit von 16 Stunden maßgeblich, für die Nacht die volle Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel (sog. „lauteste Nachtstunde“).

Bei der vorliegend zu beurteilenden Höchstspannungsfreileitung liegt kein prinzipieller Unterschied zwischen der Geräuschemission zur Tagzeit und Nachtzeit vor. Aufgrund der in der Nachtzeit um (i. d. R.) 15 dB deutlich strengeren Anforderungen wird daher ausschließlich der schalltechnisch „kritischere“ Nachtzeitraum betrachtet.

Bei Einhaltung der geräuschimmissionsschutzfachlichen Anforderungen zur Nachtzeit ist folglich gleichzeitig eine entsprechende Einhaltung bzw. weitergehende Unterschreitung der Anforderungen zur Tagzeit sichergestellt.

3.3.3 Beurteilungspegel nach TA Lärm

Für die Beurteilung der Geräuschimmission sind Beurteilungspegel L_r zu bilden, basierend auf dem Langzeit-Mittelungspegel und ggf. unter etwaiger Berücksichtigung folgender Zuschläge:

- Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit
- Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit
- Zuschlag für Impulshaltigkeit

3.4 § 49 Abs. 2b EnWG

3.4.1 Gesetzliche Regelungen

Gemäß § 49 Abs. 2b des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG [4]) gelten bei der Beurteilung folgende Regelungen:

„Witterungsbedingte Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen gelten 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 Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm ist nicht anzuwenden.“

Die Begründung zu der o. g. EnWG-Änderung (Drucksache 20/2402, Seite 46) umfasst die nachfolgenden Formulierungen:

„Die Änderung im neuen § 49 Absatz 2b führt dazu, dass witterungsbedingte Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen, die in der Regel an wenigen Stunden bzw. Tagen eines Jahres durch Niederschlag oder hohe Luftfeuchtigkeit auftreten können, bei der Beurteilung des Vorliegens schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne von §§ 3 Absatz 1 und 22 Bundesimmissionsschutzgesetz als seltenes Ereignis im Sinne des TA Lärm gelten. Als Konsequenz gelten die höheren Grenzwerte der Nummer 6.3 der TA Lärm. Die bislang für Anlagen geltenden Grenzwerte nach Nummer 6.1 der TA Lärm müssen durch die Änderungen für Höchstspannungsnetze entsprechend nicht mehr eingehalten werden.“

3.4.2 Auswirkungen auf die Geräuschbeurteilung bei Freileitungen

In Folge dieser gesetzlichen Regelung sind witterungsbedingte Koronageräusche generell als seltenes Ereignis i. S. d. TA Lärm [2] einzustufen bzw. anhand der Regelungen der TA Lärm [2] zu bewerten (s. hierzu auch Abschnitt 3.3.2).

Aufgrund der oben zitierten Formulierung „*unabhängig von der Häufigkeit und Zeitdauer der sie verursachenden Wetter- und insbesondere Niederschlagsgeschehen*“ sowie der entsprechend zitierten Begründung ist diese Einstufung unabhängig von den sonst hierfür geltenden zeitlichen Voraussetzungen vorzunehmen.

Nach Nr. 7.2 Absatz 1 Satz 1 TA Lärm [2] gelten die Bestimmungen für seltene Ereignisse in anderen Anwendungsfällen üblicherweise unter der Voraussetzung einer zeitlichen Beschränkung auf nicht mehr als zehn Tage oder Nächte eines Kalenderjahres und nicht an mehr als jeweils zwei aufeinander folgenden Wochenenden.

Die im obigen Gesetzestext des EnWG verwendete Klassifizierung der „*witterungsbedingten Anlagengeräusche*“ impliziert demgegenüber auch eine gesonderte Berücksichtigung der „*nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche*“.

In der Praxis ergeben sich die physikalischen Parameter im Umfeld von Freileitungen nie unabhängig von jeglichen Witterungsbedingungen, zu denen insbesondere Luftdruck oder Temperatur zählen. Die im Gesetzestext gewählte Kategorisierung ist daher vorliegend hinsichtlich der für Koronageräusche maßgeblichen Witterungsparameter zu interpretieren (s. hierzu Abschnitt 3.5).

Bei der Geräuschbeurteilung im Umfeld einer Freileitung ist folglich künftig eine gesonderte Betrachtung der „*nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche*“ sowie der „*witterungsbedingten Anlagengeräusche*“ erforderlich.

Dem EnWG (§ 49 Abs. 2b) folgend, sind für die Beurteilung der „*nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche*“ – als dauerhaft anliegender Grundpegel – die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 TA Lärm heranzuziehen (vgl. Abschnitt 3.3.2).

Bei einer Inanspruchnahme der maximal zulässigen Beurteilungspegel nach Nr. 6.3 TA Lärm [2] für die Geräuschbeurteilung der witterungsbedingten Anlagengeräusche ist i. d. R. im Falle einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] eine Zumutbarkeitsprüfung durchzuführen.

3.5 Geräuscentstehung an Freileitungen

3.5.1 Nicht witterungsbedingte Anlagengeräusche

Da vor allem das Vorhandensein von Wassertropfen als Störstellen am Leiterseil einen maßgeblichen Einfluss auf die Höhe von Koronaemissionen hat, sind folglich als witterungsbedingte Geräuschemissionen 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. Dieser stellt im Allgemeinen den zeitlich überwiegenden Zustand dar.

Alle derzeitig bekannten immissionsschutzfachlichen Untersuchungen zeigen, dass bei einem Zustand mit niederschlagsfreiem und trockenem Wetter keine relevanten wahrnehmbaren oder messbaren Geräusche von AC-Freileitungen ausgehen.

Gemäß EPRI [21] und der allgemeinen fachlichen Einschätzung (beispielsweise DKE-Arbeitskreis [18] bzw. DIN VDE V 0210-30 VDE V 0210-30:2025-02 [16]) können für trockene Umgebungsbedingungen Schallleistungspegel abgeleitet werden, die mindestens 15 dB niedriger sind als die vergleichbaren Werte für witterungsbedingte Koronageräusche.

Des Weiteren nimmt die Tonhaltigkeit des Anlagengeräuschs bei trockener Umgebung ab, sodass i. d. R. auch kein Zuschlag K_T mehr zu vergeben ist.

Aufgrund der gegenüber den witterungsbedingten Anlagengeräuschen signifikant nachrangigen Bedeutung der nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche wird somit vorliegend von einer detaillierten Untersuchung der nicht wetterbedingten Anlagengeräusche abgesehen.

3.5.2 Witterungsbedingte Anlagengeräusche

Bei Freileitungen geht die Geräuschentwicklung im Allgemeinen von Koronaentladungen an den Freileitungen (sog. Koronageräusche) aus. Besonders das Vorhandensein von Wassertropfen als Störstellen am Leiterseil hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Höhe von Koronageräuschemissionen, was vor allem durch Niederschläge und hohe Luftfeuchtigkeit (Nebel, Raureif etc.) bedingt vorkommt.

Diese Koronageräusche werden vorliegend folglich als maßgeblich witterungsbedingte Anlagengeräusche verstanden.

Die entstehenden Koronageräusche werden wesentlich durch die Höhe der elektrischen Randfeldstärke an der Leiteroberfläche (bei üblicherweise eingesetzten Leiterbündeln an der Oberfläche des ersatzhaft angenommenen Zylinders) beeinflusst. Diese hängt wesentlich von der am Leiterseil anliegenden Spannung ab. Da eine Änderung der Spannungsebene im Regelfall keine geeignete Option darstellt, kann die Randfeldstärke u. a. durch eine Erhöhung des Leiterseildurchmessers oder bei einigen Leiterseilkonfigurationen auch durch eine Verringerung des Abstands der einzelnen Leiterbündel (sog. „Bündelverkleinerung“) verringert werden. Hierbei sind jedoch durch die damit verbundene Beeinflussung der sonstigen physikalischen Parameter technische Grenzen gesetzt.

Die Koronageräusche setzen sich zusammen aus einem breitbandigen mittelfrequenten Rauschen (sog. „Prasseln“) und einer je nach Witterungsverhältnissen unterschiedlich stark ausgeprägten tonalen Komponente mit einer Grundfrequenz von 100 Hz (sog. „100 Hz-Brummen“) und deren harmonischen Vielfachen.

Nach gängiger Praxis (s. beispielsweise Untersuchung der HLUg [14]) und gutachterlicher Einschätzung (beispielsweise DKE-Arbeitskreis [18] bzw. [16]) ist bei der Ermittlung der Koronageräuschemissionen eine Regenrate von 3,5 mm/h zugrunde zu legen.

Im Hinblick auf die Beurteilung der Geräuschsituation für den Fall der witterungsbedingten Koronageräusche bzw. während schallentstehungsungünstiger Witterungsbedingungen ist dieser Ansatz als sachgerecht anzusehen und bildet die Worst-Case-Geräuschsituation hinreichend konservativ ab.

Demgegenüber höhere Niederschlagsmengen treten nach [18] zum einen i. d. R. nur in äußerst wenigen Nächten auf und dauern zum anderen üblicherweise zeitlich deutlich kürzer an, was wiederum durch eine entsprechende Teilzeit-Korrektur bei der Bildung der sog. „lautesten Nachtstunde“ gemäß TA Lärm [2] zu berücksichtigen wäre. Zudem steigt mit höheren Regenraten auch der generelle Einfluss von Fremdgeräuschen durch den Regen selbst an, der wiederum immissionsseitig im Einzelfall (d. h. unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten; des Abstands zwischen Immissionsort und Trasse etc.) zu bewerten wäre.

Darüber hinaus kann aus gutachterlicher Sicht ein Ansatz signifikant höherer Regenraten oder besonderer, zeitlich und räumlich begrenzter Bedingungen wie Schneefall o. ä. nicht als maßgeblicher Betriebszustand für eine sachgerechte Beurteilung der Koronageräusche herangezogen werden, da es sich nach derzeitigem Kenntnisstand um Szenarien handelt, welche auch in Langzeituntersuchungen nur kurzzeitig und vereinzelt auftreten und zugehörige Prognoseansätze auch in der einschlägigen Fachliteratur keine relevante Erwähnung finden.

Folglich ist nach aktueller gutachterlicher Einschätzung [18] davon auszugehen, dass diese Regenrate von 3,5 mm/h für die Beurteilung der „witterungsbedingten Koronageräusche“ i. S. d. Einstufung dieser Geräuschereignisse als seltenes Ereignis entsprechend § 49 EnWG [3] heranzuziehen ist.

3.5.3 Geräuscentstehung an 110-kV-Freileitungen

Die sich ergebenden Geräuschbeiträge von 110-kV-Freileitungen sind aufgrund der niedrigen Geräuschemissionen bei der schalltechnischen Untersuchung einer 220- oder 380-kV-Freileitung vernachlässigbar gering und daher als unmittelbare Geräuschvorbelastung nicht von Bedeutung (vgl. auch [16]).

110-kV-Freileitungen können jedoch bei unmittelbarer Annäherung (insbesondere bei auf den gleichen Masten geführten oder unmittelbar benachbarten Leitungen) die Randfeldstärke und somit die zu erwartenden Geräuschemissionen der zu betrachtenden 220- oder 380-kV-Freileitung geringfügig beeinflussen.

Daher erscheint es geboten, zumindest diese physikalischen Einflüsse bei der rechnerischen Ermittlung von Geräuschemissionsansätzen zu berücksichtigen.

4 Erarbeitung des Schallausbreitungsmodells

4.1 Allgemeine Randparameter und Berechnungsgrundlagen

Gemäß TA Lärm [2] ist die Schallausbreitungsberechnung nach den Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [5] durchzuführen. Hierfür wurde das Programm CadnaA [27] verwendet, für das eine Konformitätserklärung nach DIN 45687 [9] vorliegt.

Aus dem Oktavspektrum L_W des Schallleistungspegels der Schallquelle wird das in der Entfernung d von der Quelle zu erwartende Oktavspektrum $L_{rT}(DW)$ des Mitwind-Mittelungspegels nach folgender Beziehung ermittelt:

$$L_{rT}(DW) = L_W + D_c - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{bar} - A_{misc}.$$

Dabei ist:

- D_c Richtwirkungskorrektur
- A_{div} Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
- A_{atm} Dämpfung aufgrund von Luftabsorption bei 10 °C und 70 % relativer Feuchte
- A_{gr} Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
- A_{bar} Dämpfung aufgrund von Abschirmung
- A_{misc} Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte

Vorliegend wurden als Immissionsorte die nächstgelegenen Wohnnutzungen betrachtet. Hierbei wurde auf die im Rahmen der für das geplante Vorhaben erstellten Baulärmprognose [26] berücksichtigten Immissionsorte zurückgegriffen.

Für diese nach TA Lärm [2] maßgeblichen Immissionsorte wurden die bauleitplanerischen Grundlagen bzw. jeweiligen Schutzbedürftigkeiten bestimmt.

Aufgrund unserer Ortskenntnis kann eine Wohnnutzung für die nähergelegenen gewerblich und industriell genutzten Gebäude ausgeschlossen werden.

Für diese Immissionsorte wurde dann eine Schallausbreitungsberechnung für die witterungsbedingten Anlagengeräusche nach den Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [5] durchgeführt.

In der vorliegenden Untersuchung wurden die nachfolgenden Randbedingungen mit Bezug auf die normativen Vorgaben berücksichtigt:

- Für die Dämpfung A_{gr} aufgrund des Bodeneffekts wird gemäß der DIN ISO 9613-2 [5] das „alternative Verfahren“ angewendet, da nur der A-bewertete Schalldruckpegel am Immissionsort von Interesse ist, die Schallausbreitung überwiegend über porösem Boden erfolgt und der Schall kein reiner Ton ist (vgl. Nr. 7.3.2 der Norm [5]).

- Nach TA Lärm [2] ist zur Beurteilung der Geräuschemissionen der Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$ zu berechnen. Diesen erhält man aus dem Mitwind-Mittelungspegel $L_{AT}(DW)$ durch Subtraktion der meteorologischen Korrektur C_{met} und er setzt sich aus einem geometrischen Faktor und aus einem Faktor C_0 zusammen. Bei den Schallausbreitungsberechnungen zu den Immissionsorten, d. h. bezüglich der Bildung der Beurteilungspegel, werden im vorliegenden Fall als Abschätzung auf der sicheren Seite Mitwindbedingungen ($C_0 = 0$) berücksichtigt.
- Im Bereich der maßgeblichen Untersuchungsbereiche wurden die umliegenden Gebäude als abschirmend bzw. reflektierend wirkende Gebäude (bis zur 3. Reflexionsordnung) berücksichtigt.

4.2 Ermittlung der Geräuschemissionsansätze

Seitens des Betreibers wurden für die betrachteten Prüfbereiche unter Berücksichtigung der geplanten Leiterseiltypen mit dem Berechnungsprogramm WinField [25] erzeugte detaillierte QSI-Dateien³ bereitgestellt, welche unmittelbar in das Schallausbreitungsrechnungsmodell, welches den Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [5] entspricht, importiert werden können.

Mit dem Programm WinField können, unter detaillierter Berücksichtigung der Eingangsparameter (Spannungsniveau, Bündelzahl, geometrische Beschaffenheiten, Leiterseil-Durchhänge etc.), die Randfeldstärken berechnet werden. Auf dieser Grundlage können nachfolgend gemäß EPRI [21] die in Abhängigkeit der Witterungsbedingungen (Regenrate) zu erwartenden längenbezogenen Schallleistungspegel L_{WA} auf Basis empirischer Formeln zur Vorhersage von Koronageräuschen bestimmt werden.

Die entsprechend den bereitgestellten Informationen im Wesentlichen berücksichtigten Randparameter für die Berechnung der witterungsbedingten Anlagengeräusche sind in der nachstehenden Tabelle 2 aufgelistet.

³ QSI-Schnittstelle gemäß DIN 45687 [9] bezüglich Qualitätsanforderungen und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionsschutz

Tabelle 2. Entsprechend den bereitgestellten Informationen berücksichtigte Freileitungsparameter bei den Spannungsfeldern und zugrunde liegende Witterungsbedingungen.

Leitung	Anzahl Stromsysteme	Spannungsebene	Leiterseil	Regenrate	Berechnungsverfahren
<i>Abschnitt Bürstadt – Punkt Roxheim</i>					
Bl. 4542**	2	220 kV	AL/ACS 265/35 (2H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
Bl. 4542**	2	380 kV	TAL/ACI 260/40 (4H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
Bl. 4542**	2	220 kV	AL/ACS 120/20 (4H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
Bl. 4542**	2	380 kV	TAL/ACI 265/35 (4H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
Bl. 4542**	2	220 kV	AL/St 240/40 (4H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
Bl. 4542**	2	380 kV	AL/St 265/35 (4H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
Bl. 4642	2	380 kV	AL/ACS 550/70 (4H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
<i>Abschnitt Punkt Roxheim –BASF</i>					
Bl. 4542	2	220 kV	AL/ACS 265/35 (2H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
Bl. 4542	1	380 kV	TAL/ACI 265/35 (4H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
Bl. 4642	2	220 kV	AL/ACS 265/35 (2H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
Bl. 4642	2	380 kV	AL/ACS 550/70 (4H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
<i>Zusätzlich im Abschnitt Mörsch –BASF</i>					
Bl. 2328*	2	110 kV	AL/St 265/35 (2H-Bündel)	3,5 mm/h	EPRI [21]
Bl. 2328*	2	110 kV	AL/St 310/100 (Einfachseil)	3,5 mm/h	EPRI [21]
PW*	2	110 kV	AL/St 185/30 (Einfachseil)	3,5 mm/h	EPRI [21]

* auf Teilabschnitten; ** zwei Varianten betrachtet

Basierend auf den emissionsseitigen WinField-Berechnungsergebnissen wurden innerhalb des übermittelten Prüfbereichs für die 220 kV-Systeme von, auf 1 m Länge bezogene, A-bewertete Schallleistungspegeln $L_{WA}' \leq 64$ dB(A) berücksichtigt.

Bei den 380 kV-Systemen wurden, auf 1 m Länge bezogenen, A-bewertete Schallleistungspegel $L_{WA}' \leq 4$ dB(A) angesetzt.

Diese Geräuschemissionsansätze stellen sowohl im Abgleich mit eigenen Erfahrungswerten als auch typischen Literaturangaben [14], [23] zu vorliegenden Bündelzahlen und Leiterseiltypen plausible und hinreichend konservative Werte dar.

Nach gängiger Praxis und gutachterlicher Einschätzung ist die zugrunde liegende Regenrate von 3,5 mm/h im Hinblick auf die Beurteilung der witterungsbedingten Anlagengeräusche bzw. während schallentstehungsungünstiger Witterungsbedingungen als sachgerecht anzusehen und bildet die Worst-Case-Geräuschsituation hinreichend konservativ ab.

Die in Tabelle 2 genannten Witterungsbedingungen entsprechen damit, auch in Zusammenschau mit den übrigen durchweg gewählten Worst-Case-Ansätzen (beispielsweise Berücksichtigung der maximalen Betriebsspannung von 245 kV für Leitungen der 220-kV-Spannungsebene bzw. 420 kV für Leitungen der 380-kV-Spannungsebene), den gängigen gutachterlichen Empfehlungen (beispielsweise [14], [18]) für eine sachgerechte und „auf der sicheren Seite liegenden“ Beurteilung nach den Vorgaben der TA Lärm [2] bzw. i. S. v. § 49 Abs. 2 EnWG [4].

Für die frequenzabhängige Schallausbreitungsberechnung nach den Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [5] wird auf der Basis der übermittelten Daten [25] ein für Koronageräusche typisches Frequenzspektrum zugrunde gelegt.

4.3 Betrachtete Immissionsorte

Nach TA Lärm [2] liegt der jeweilige Immissionsort 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raums nach DIN 4109 [12].

Bei einem schutzbedürftigen Raum handelt es sich nach DIN 4109 [12] im Wesentlichen um Wohn-/Schlafräume, Unterrichtsräume oder Büroräume.

Für sämtliche vorliegend betrachteten Immissionsorte liegen keine Bebauungspläne vor.

Viele davon befinden sich unter Berücksichtigung der ermittelten Gebietscharakteristik im unbeplanten Außenbereich. Gemäß Kommentar zur TA Lärm [6] Nr. B 6.6, Abschnitt 56, wird für diese Immissionsorte im Außenbereich die Schutzbedürftigkeit vergleichbar mit der eines Mischgebiets (MI) herangezogen.

In Zusammenschau mit den Einstufungen in [26] wurde auch bei den übrigen betrachteten Wohnnutzungen eine Bestimmung der Schutzwürdigkeit nach gutachterlicher Einschätzung aufgrund der faktischen Nutzung und Lage vorgenommen.

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die vorliegend betrachteten Immissionsorte mit ihren Gebietseinstufungen und den gemäß der planungsrechtlichen Ausweisung i. V. m. der TA Lärm [2] heranzuziehenden Immissionsrichtwerten zusammengestellt. Übersichtshalber sind in dieser Tabelle zudem die Mast-Nummern der nächstgelegenen Masten mit aufgeführt. Die Lage der Immissionsorte ist zusätzlich in den Lageplänen im Anhang A dargestellt.

Tabelle 3. Betrachtete Immissionsorte, Gebietseinstufung und zugehörige Immissionsrichtwerte (IRW gemäß Nr. 6.1 TA Lärm [2] sowie für die Einstufung als seltenes Ereignis nach Nr. 6.3 TA Lärm [2]).

Immissionsort		Abstand zu Mittel- achse ca. in m	Nächst- gelegene Masten-Nr.	Gebiets- einstufung	Immissionsrichtwerte	
					TA Lärm [2]	
					nachts	
					6.1 TA Lärm	6.3 TA Lärm (selt. Er.)
IO 01	RWE-Siedlung 1	860	4542/M2A	MI	45	≤ 55
IO 02	RWE-Siedlung 2	890	4542/M2A	MI	45	≤ 55
IO 03	Wingertsgewann 10	1180	4542/M3	MI	45	≤ 55
IO 04	An der Wormser Straße 75	190	4642/M3	MI	45	≤ 55
IO 05	Schießhof	490	4542/M6	MI	45	≤ 55
IO 06	Mittlerer Busch 6	180	4542/M11	MI	45	≤ 55
IO 07	Oberer Busch 8	270	4642/M13	MI	45	≤ 55
IO 08	Oberer Busch 4	40	4542/M13	MI	45	≤ 55
IO 09	Nonnenbusch 1	20	4542/M14	MI	45	≤ 55
IO 10	Nonnenbusch 3	60	4542/M14	MI	45	≤ 55
IO 11	Petersau 5	1190	4642/M18	MI	45	≤ 55
IO 12	Im Forst 10	30	PW/1645	MI	45	≤ 55
IO 13	Am Altrhein 25	110	PW/1645	WA	40	≤ 55
IO 14	Am Altrhein 44	130	PW/1645	WA	40	≤ 55
IO 15	Am Altrhein 34	160	PW/1645	WA	40	≤ 55
IO 16	Am Altrhein 22	190	PW/1645	WA	40	≤ 55
IO 17	Am Altrhein 10	230	PW/1645	WA	40	≤ 55
IO 18	Petersauer Weg 2	60	2328/M43	MI	45	≤ 55
IO 19	Petersauer Weg 10	90	4542/M27	MI	45	≤ 55
IO 20	Im Klostgarten 1	90	4542/M29	MI	45	≤ 55
IO 21	Dudelsackstraße 24	240	2328/M44	WA	40	≤ 55
IO 22	Dudelsackstraße 30	230	2328/M44	WA	40	≤ 55
IO 23	Dudelsackstraße 36	230	2328/M44	WA	40	≤ 55
IO 24	Dudelsackstraße 42	250	2328/M44	WA	40	≤ 55
IO 25	Osloer Weg 36	200	2328/M45	WA	40	≤ 55
IO 26	Osloer Weg 30	120	2328/M45	WA	40	≤ 55
IO 27	Osloer Weg 16	30	2328/M45	WA	40	≤ 55
IO 28	Osloer Weg 6	30	4542/M30	WA	40	≤ 55
IO 29	Kopenhagener Weg 36	30	2328/M46	WA	40	≤ 55
IO 30	Kopenhagener Weg 26	90	2328/M46	WA	40	≤ 55
IO 31	Kopenhagener Weg 4E	210	2328/M48	WA	40	≤ 55
IO 32	Moskauer Straße 16C	100	2328/M48	WA	40	≤ 55
IO 33	Moskauer Straße 14	90	2328/M48	WA	40	≤ 55
IO 34	Moskauer Straße 13	90	2328/M48	WA	40	≤ 55
IO 35	Moskauer Straße 11	80	2328/M48	WA	40	≤ 55

Immissionsort		Abstand zu Mittel- achse ca. in m	Nächst- gelegene Masten-Nr.	Gebiets- einstufung	Immissionsrichtwerte	
					TA Lärm [2]	
					nachts	
					6.1 TA Lärm	6.3 TA Lärm (selt. Er.)
IO 36	Moskauer Straße 9B	70	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 37	Moskauer Straße 9A	60	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 38	Warschauer Weg 7	120	2328/M48	WA	40	≤ 55
IO 39	Warschauer Weg 5	110	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 40	Warschauer Weg 3	100	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 41	Warschauer Weg 1	80	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 42	Athener Straße 6	130	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 43	Athener Straße 4	120	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 44	Athener Straße 8	100	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 45	Bukarester Weg 5	140	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 46	Bukarester Weg 3	130	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 47	Athener Straße 3	70	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 48	Moskauer Straße 3	20	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 49	Moskauer Straße 1	30	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 50	Prager Straße 6	80	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 51	Prager Straße 8	100	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 52	Prager Straße13	160	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 53	Budapester Straße 4	180	2328/M49	WA	40	≤ 55
IO 54	Kanaldamm 23A	190	2328/M50	WA	40	≤ 55
IO 55	Kanaldamm 23	180	2328/M50	WA	40	≤ 55
IO 56	Oppauer Straße 127	320	2328/M50	WA	40	≤ 55
IO 57	Ostring 224	290	PW/1634	WA	40	≤ 55
IO 58	Ostring 206	300	PW/1634	WA	40	≤ 55
IO 59	Ostring 171	270	PW/1633	MI	45	≤ 55
IO 60	Ostring 170	370	PW/1633	WA	40	≤ 55
IO 61	Ostring 140	370	PW/1632	WA	40	≤ 55
IO 62	Ostring 126	380	PW/1631	WA	40	≤ 55
IO 63	Ostring 125	300	PW/1631	MI	45	≤ 55
IO 64	Ostring 114	400	PW/1631	WA	40	≤ 55
IO 65	Ostring 102	390	PW/1630	WA	40	≤ 55
IO 66	Ostring 84	310	PW/1629	WA	40	≤ 55
IO 67	Ostring 64	290	PW/1629	WA	40	≤ 55
IO 68	Ostring 48	320	PW/1629	WA	40	≤ 55

4.4 Modellierung der Koronageräusche

Die Modellierung der Koronageräusche bei der Schallausbreitungsberechnung wurde wie folgt vorgenommen:

- Die Koronageräusche wurden jeweils als separate Linien-schallquellen pro Segment eines Leiterseilbündels mittels der detaillierten Geräuschemissionsansätze (QSI-Dateien aus [25]) modelliert. Jedes Leiterseilbündel zwischen zwei Masten wurde dabei zur möglichst exakten bzw. adäquaten Abbildung der Leiterseildurchhänge in insgesamt 16 Segmente unterteilt.
- Bei der Lage der Schallquellen im Berechnungsmodell wurden die Abstände der Leiter zur Trassenachse, die Leiterseilhöhen am Mast sowie der jeweilige Durchhang entsprechend den geplanten Masttypen bzw. den vorliegenden Trassenplänen für den Untersuchungsumgriff gemäß den übermittelten Emissionsansätzen [25] berücksichtigt.

5 Beurteilung gemäß TA Lärm

5.1 Bildung des Beurteilungspegels

5.1.1 Allgemeines

Gemäß TA Lärm [2] sind für die Beurteilung der Geräuschemission, basierend auf dem Langzeit-Mittelungspegel und ggf. unter Berücksichtigung von Zuschlägen für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit sowie für Ton- und Informationshaltigkeit und für Impulshaltigkeit des Geräusches am Immissionsort, Beurteilungspegel L_r zu bilden.

5.1.2 Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit

Wie in Abschnitt 3.3.2 beschrieben, wird ausschließlich der schalltechnisch „kritische“ Nachtzeitraum betrachtet. Zuschläge für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit sind daher vorliegend nicht zu vergeben.

5.1.3 Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit

Im Zusammenhang mit Höchstspannungsfreileitungen ist die Vergabe eines Zuschlags für Ton- und Informationshaltigkeit K_T (kurz: Tonhaltigkeitszuschlag) zu prüfen, da je nach Witterung bei den Koronageräuschen im Allgemeinen eine charakteristische Pegelerhöhung bei der Frequenz von 100 Hz nicht ausgeschlossen werden kann (sog. 100-Hz-Brummen, vgl. Abschnitt 3.5.2).

Nach TA Lärm beträgt der Zuschlag je nach Auffälligkeit 0 dB, 3 dB oder 6 dB, wobei die Vergabe und die Höhe des Tonhaltigkeitszuschlags im Einzelfall **immissionsseitig** zu prüfen sind (gemäß Abschnitt 3.3.3).

In Bezug auf die vorliegende Konstellation können aus gutachterlicher Sicht die folgenden Einschätzungen gegeben werden:

- Bei Abständen von weniger als 100 m zwischen Trassenachse und Immissionsort muss eine Tonhaltigkeit erfahrungsgemäß (s. beispielsweise auch Erkenntnisse aus [14], [15], [18]) zwingend näher geprüft werden bzw. kann für die witterungsbedingten Anlagengeräusche (d. h. bei nicht trockenen Umgebungsbedingungen) vereinfachend üblicherweise „flächendeckend“ die Vergabe eines Tonhaltigkeitszuschlags angenommen werden. Nach gängiger Beurteilungsmethodik (s. beispielsweise Untersuchung der HLUg [14] mit Empfehlungen für eine „TA Lärm konforme Prognose“) ist die Vergabe eines Tonhaltigkeitszuschlags von $K_T = 3$ dB für Immissionsorte in Abständen von < 100 m sachgerecht.
- Bei Abständen von mehr als 100 m ist dagegen üblicherweise keine Vergabe eines Tonhaltigkeitszuschlags sachgerecht, d. h. $K_T = 0$ dB. Dies ist auch für die nicht witterungsbedingten Anlagengeräusche anzunehmen.

Da in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich eine Prüfung der witterungsbedingten Anlagengeräusche erfolgt, wird gemäß vorstehender Ausführung für sämtliche Immissionsorte in einer Entfernung von > 100 m kein Tonhaltigkeitszuschlag vergeben.

5.1.4 Zuschlag für Impulshaltigkeit

Aufgrund der Charakteristik der Koronageräusche sind keine impulshaltigen Geräusche zu erwarten. Ein Zuschlag für Impulshaltigkeit K_I ist somit nicht zu vergeben.

5.2 Ermittelte Beurteilungspegel der beiden Ausführungsvarianten der Bl. 4542 im Abschnitt Bürstadt/Pkt. Roxheim

Unter Berücksichtigung der in den Abschnitten 4.2 und 4.4 beschriebenen Geräuschemissionen wurden die an den vorliegend betrachteten Immissionsorten zu erwartenden Beurteilungspegel der witterungsbedingten Anlagengeräusche für die beiden Ausführungsvarianten der Bl. 4542 nach Phasenlageänderung im Abschnitt Bürstadt/Pkt. Roxheim mit

- Variante 1: Umbeseilung auf HTLS
- Variante 2: Bestandsbeseilung

berechnet.

Diese ermittelten Beurteilungspegel sind in Tabelle 4 dargestellt und den zulässigen Immissionsrichtwerten nach Nr. 6.1 bzw. 6.3 TA Lärm [2] gegenübergestellt.

Tabelle 4. Gegenüberstellung der ermittelten Beurteilungspegel der Geräuschzusatzbelastung (**witterungsbedingte Anlagengeräusche**) für die Leitung **Bl. 4542 nach Phasenlageänderung mit Umbeseilung auf HTLS und Bestandsbeseilung** einschließlich Tonhaltigkeitszuschlag von $K_T = 3$ dB für Immissionsorte in Abständen von < 100 m und der zulässigen Immissionsrichtwerte gemäß Nr. 6.1 bzw. Nr. 6.3 TA Lärm [2].

Immissionsort	Abstand in m (ca.)	Nächst- gelegene Masten Nr.	Immissions- richtwerte TA Lärm nachts		Ton- haltig- keits- zuschlag K_T	Beurteilungspegel L_r Zusatzbelastung (witterungsbedingte Anlagengeräusche) in dB(A)	
			Nr. 6.1	Nr. 6.3		nachts Variante 1	Variante 2
IO 01 RWE-Siedlung 1	860	4542/M2A	45	≤ 55	-	16	16
IO 02 RWE-Siedlung 2	890	4542/M2A	45	≤ 55	-	16	16
IO 03 Wingertsgewann 10	1180	4542/M3	45	≤ 55	-	14	14
IO 04 An der Wormser Straße 75	270	4542/M3	45	≤ 55	-	32	31
IO 05 Schießhof	490	4542/M6	45	≤ 55	-	27	27
IO 06 Mittlerer Busch 6	180	4542/M11	45	≤ 55	-	21	22
IO 07 Oberer Busch 8	500	4542/M13	45	≤ 55	-	22	24
IO 08 Oberer Busch 4	40	4542/M13	45	≤ 55	3	35	40
IO 09 Nonnenbusch 1	20	4542/M14	45	≤ 55	3	37	43
IO 10 Nonnenbusch 3	60	4542/M14	45	≤ 55	3	34	40
IO 11 Petersau 5	1370	4542/M19	45	≤ 55	-	11	15

An sämtlichen vorliegend betrachteten Immissionsorten werden bereits die Immissionsrichtwerte zur Nachtzeit nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] in beiden Varianten inkl. Tonzuschlag um mindestens 2 dB unterschritten.

Mit Blick auf die Einstufung als seltenes Ereignis und einem nicht zu überschreitenden Nacht-Richtwert von 55 dB(A) kann damit auf eine schalltechnische Verträglichkeit geschlossen werden.

Da die Beurteilungspegel der Variante 2 (mit Bestandsbeseilung, nach Phasenlageänderung) an sämtlichen betrachteten Immissionsorten mit Ausnahme des IO 4 (An der Wormser Straße 75, hier beträgt der Unterschied lediglich 1 dB) gleich oder größer als die der Variante 1 (mit Umbeseilung auf HTLS und Phasenlageänderung) sind, wird nachfolgend im Rahmen der Gesamtbetrachtung der vorliegenden Maßnahmen im Sinne einer Abschätzung auf der sicheren Seite (Maximalansatz) auf die Ergebnisse der Variante 2 zurückgegriffen.

5.3 Ermittelte Beurteilungspegel Bl. 4542 (mit Bestandsbeseilung) + Bl. 4642 (Maximalansatz)

Unter Berücksichtigung der in den Abschnitten 4.2 und 4.4 ermittelten Beurteilungspegel wurden die an den vorliegend betrachteten Immissionsorten zu erwartenden Gesamt-Beurteilungspegel der witterungsbedingten Anlagengeräusche aller Freileitungen berechnet. Diese ermittelten Beurteilungspegel sind in Tabelle 5 dargestellt und den zulässigen Immissionsrichtwerten nach Nr. 6.1 bzw. 6.3 TA Lärm [2] gegenübergestellt.

Tabelle 5. Gegenüberstellung der ermittelten Gesamt-Beurteilungspegel der Geräuschzusatzbelastung (**witterungsbedingte Anlagengeräusche**) für die beiden Leitungen **Bl. 4542 (mit Bestandsbeseilung, nach Phasenlageänderung)** und **Bl. 4642** einschließlich Tonhaltigkeitszuschlag von $K_T = 3$ dB für Immissionsorte in Abständen von < 100 m und der zulässigen Immissionsrichtwerte gemäß Nr. 6.1 bzw. Nr. 6.3 TA Lärm [2].

Immissionsort		Immissionsrichtwerte TA Lärm nachts		Beurteilungspegel L_r Zusatzbelastung (witterungsbedingte Anlagengeräusche) in dB(A) nachts		Tonhaltigkeitszuschlag K_T	Gesamt-Beurteilungspegel L_r in dB(A) nachts
		Nr. 6.1	Nr. 6.3	Bl. 4542 (Variante 2)	Bl. 4642		
IO 01	RWE-Siedlung 1	45	≤ 55	16	7	-	17
IO 02	RWE-Siedlung 2	45	≤ 55	16	6	-	16
IO 03	Wingertsgewann 10	45	≤ 55	14	4	-	15
IO 04	An der Wormser Straße 75	45	≤ 55	31	25	-	32
IO 05	Schießhof	45	≤ 55	27	15	-	27
IO 06	Mittlerer Busch 6	45	≤ 55	22	9	-	23
IO 07	Oberer Busch 8	45	≤ 55	24	20	-	26
IO 08	Oberer Busch 4	45	≤ 55	37	25	3	40
IO 09	Nonnenbusch 1	45	≤ 55	40	24	3	43
IO 10	Nonnenbusch 3	45	≤ 55	37	25	3	40
IO 11	Petersau 5	45	≤ 55	15	9	-	16
IO 12	Im Forst 10	45	≤ 55	28	16	3	31
IO 13	Am Altrhein 25	40	≤ 55	27	17	-	27
IO 14	Am Altrhein 44	40	≤ 55	28	17	-	29
IO 15	Am Altrhein 34	40	≤ 55	29	17	-	29
IO 16	Am Altrhein 22	40	≤ 55	29	17	-	29
IO 17	Am Altrhein 10	40	≤ 55	30	17	-	30
IO 18	Petersauer Weg 2	45	≤ 55	37	17	3	40
IO 19	Petersauer Weg 10	45	≤ 55	36	16	3	39
IO 20	Im Klostergarten 1	45	≤ 55	37	8	3	40
IO 21	Dudelsackstraße 24	40	≤ 55	29	16	-	29
IO 22	Dudelsackstraße 30	40	≤ 55	29	16	-	29
IO 23	Dudelsackstraße 36	40	≤ 55	28	16	-	28
IO 24	Dudelsackstraße 42	40	≤ 55	27	16	-	27

Immissionsort		Immissionsrichtwerte TA Lärm nachts		Beurteilungspegel L_r Zusatzbelastung (witterungsbedingte Anlagengeräusche) in dB(A) nachts		Tonhaltigkeitszuschlag K_T	Gesamt- Beurteilungs- pegel L_r in dB(A) nachts
		Nr. 6.1	Nr. 6.3	Bl. 4542 (Variante 2)	Bl. 4642		
IO 25	Osloer Weg 36	40	≤ 55	32	19	-	32
IO 26	Osloer Weg 30	40	≤ 55	35	21	-	35
IO 27	Osloer Weg 16	40	≤ 55	42	22	3	45
IO 28	Osloer Weg 6	40	≤ 55	43	24	3	46
IO 29	Kopenhagener Weg 36	40	≤ 55	42	26	3	45
IO 30	Kopenhagener Weg 26	40	≤ 55	36	24	3	39
IO 31	Kopenhagener Weg 4E	40	≤ 55	32	24	-	33
IO 32	Moskauer Straße 16C	40	≤ 55	33	23	-	33
IO 33	Moskauer Straße 14	40	≤ 55	37	23	3	40
IO 34	Moskauer Straße 13	40	≤ 55	36	23	3	39
IO 35	Moskauer Straße 11	40	≤ 55	37	24	3	40
IO 36	Moskauer Straße 9B	40	≤ 55	38	24	3	41
IO 37	Moskauer Straße 9A	40	≤ 55	38	22	3	41
IO 38	Warschauer Weg 7	40	≤ 55	34	22	-	34
IO 39	Warschauer Weg 5	40	≤ 55	36	23	-	36
IO 40	Warschauer Weg 3	40	≤ 55	36	23	-	36
IO 41	Warschauer Weg 1	40	≤ 55	37	23	3	40
IO 42	Athener Straße 6	40	≤ 55	27	17	-	28
IO 43	Athener Straße 4	40	≤ 55	29	18	-	29
IO 44	Athener Straße 8	40	≤ 55	35	22	-	35
IO 45	Bukarester Weg 5	40	≤ 55	32	22	-	32
IO 46	Bukarester Weg 3	40	≤ 55	32	20	-	32
IO 47	Athener Straße 3	40	≤ 55	38	24	3	41
IO 48	Moskauer Straße 3	40	≤ 55	43	25	3	46
IO 49	Moskauer Straße 1	40	≤ 55	42	24	3	45
IO 50	Prager Straße 6	40	≤ 55	36	19	3	39
IO 51	Prager Straße 8	40	≤ 55	35	23	-	36
IO 52	Prager Straße 13	40	≤ 55	31	21	-	32
IO 53	Budapester Straße 4	40	≤ 55	29	15	-	30
IO 54	Kanaldamm 23A	40	≤ 55	31	19	-	31
IO 55	Kanaldamm 23	40	≤ 55	31	19	-	31
IO 56	Oppauer Straße 127	40	≤ 55	26	17	-	26

Immissionsort	Immissionsrichtwerte TA Lärm nachts		Beurteilungspegel L_r Zusatzbelastung (witterungsbedingte Anlagengeräusche) in dB(A) nachts		Tonhaltigkeitszuschlag K_T	Gesamt- Beurteilungs- pegel L_r in dB(A) nachts
	Nr. 6.1	Nr. 6.3	Bl. 4542 (Variante 2)	Bl. 4642		
IO 57 Ostring 224	40	≤ 55	27	18	-	27
IO 58 Ostring 206	40	≤ 55	27	18	-	27
IO 59 Ostring 171	45	≤ 55	26	18	-	27
IO 60 Ostring 170	40	≤ 55	26	19	-	27
IO 61 Ostring 140	40	≤ 55	26	20	-	27
IO 62 Ostring 126	40	≤ 55	25	20	-	26
IO 63 Ostring 125	45	≤ 55	26	20	-	27
IO 64 Ostring 114	40	≤ 55	25	20	-	26
IO 65 Ostring 102	40	≤ 55	26	22	-	28
IO 66 Ostring 84	40	≤ 55	22	18	-	24
IO 67 Ostring 64	40	≤ 55	21	17	-	22
IO 68 Ostring 48	40	≤ 55	19	15	-	21

An insgesamt 35 Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte zur Nachtzeit nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] um mehr als 10 dB unterschritten. Gemäß Nr. 2.2 TA Lärm [2] liegen diese Immissionsorte damit gesichert außerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage.

An insgesamt 9 Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte zur Nachtzeit nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] um mindestens 6 dB unterschritten. Die anteiligen Geräuschimmissionen sind somit nach Nr. 3.2.1 TA Lärm [2] als irrelevant anzusehen.

An insgesamt 16 Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte zur Nachtzeit nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] um weniger als 6 dB unterschritten.

An insgesamt 8 Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte zur Nachtzeit nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] inkl. Tonzuschlag um maximal 6 dB überschritten (fett markiert).

Mit Blick auf die Einstufung als seltenes Ereignis und einem nicht zu überschreitenden Nacht-Richtwert von 55 dB(A) kann damit auf eine schalltechnische Verträglichkeit geschlossen werden. Eine Zumutbarkeitsprüfung für das Gesamtvorhaben erfolgt in Abschnitt 6.

5.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen nach Punkt 6.1 TA Lärm [2] die Immissionsrichtwerte am Tag um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Maßgebliche kurzzeitige Geräuschspitzen sind bei der hier gegenständlichen Freileitung nicht zu erwarten. An den maßgebenden Immissionsorten ist weder im Tag- noch im Nachtzeitraum mit der Überschreitung der maximal zulässigen Pegel zu rechnen.

Den Vorgaben der TA Lärm [2] hinsichtlich kurzzeitiger Geräuschspitzen wird somit entsprochen.

5.5 Ermittelte Beurteilungspegel der 110 kV-Freileitung Pfalzwerke/Bl. 2328

Im Sinne einer Abschätzung auf der sicheren Seite wurden trotz niedriger zu erwartender Beurteilungspegel vorliegend auch die Beurteilungspegel für die witterungsbedingten Anlagengeräusche aus der 110 kV-Freileitung der Pfalzwerke (mit abschnittsweisen Übergängen zur 110 kV-Freileitung Bl. 2328) ermittelt.

Die nachfolgende Tabelle 6 zeigt die sechs Immissionsorte mit den höchsten ermittelten anteiligen Beurteilungspegeln.

Tabelle 6. Gegenüberstellung der ermittelten Beurteilungspegel der Geräuschzusatzbelastung (**witterungsbedingte Anlagengeräusche**) für die Leitung **Pfalzwerke** an den sechs am stärksten betroffenen Immissionsorten einschließlich Tonhaltigkeitszuschlag von $K_T = 3$ dB für Immissionsorte in Abständen von < 100 m und der zulässigen Immissionsrichtwerte gemäß Nr. 6.1 bzw. Nr. 6.3 TA Lärm [2].

Immissionsort		Abstand in m (ca.)	Nächst- gelegene Masten Nr.	Immissions richtwerte TA Lärm nachts		Ton- haltig- keits- zuschlag K_T	Beurteilungspegel L_r Zusatzbelastung (witterungsbedingte Anlagengeräusche) in dB(A) nachts
				Nr. 6.1	Nr. 6.3		
IO 12	Im Forst 10	30	PW/1645	45	≤ 55	3	21
IO 13	Am Altrhein 25	110	PW/1645	40	≤ 55	-	11
IO 14	Am Altrhein 44	130	PW/1645	40	≤ 55	-	12
IO 15	Am Altrhein 34	160	PW/1645	40	≤ 55	-	10
IO 16	Am Altrhein 22	190	PW/1645	40	≤ 55	-	9
IO 18	Petersauer Weg 2	60	2328/M43	45	≤ 55	3	13

An sämtlichen Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte zur Nachtzeit nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] um mindestens 24 dB unterschritten. Eine weitere Betrachtung erübrigt sich daher.

5.6 Beurteilung tieffrequenter Geräusche

Gemäß Nr. 7.3 TA Lärm [2] wird Schall als tieffrequent bezeichnet, wenn seine vorherrschenden Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz liegen. Zur Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche am Immissionsort sind gemäß Nr. A.1.5 TA Lärm [2] die DIN 45680 [10] sowie das dazugehörige Beiblatt 1 [11] zu berücksichtigen.

Dort werden in Nr. 3.1 die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 10 Hz bis 80 Hz als Bereich tiefer Frequenzen i. S. d. Norm definiert. In Sonderfällen, wenn geräuschbestimmende Anteile diesem Frequenzbereich dicht benachbart sind, kann der Frequenzbereich um eine Terz nach oben oder unten erweitert werden.

Generell ist zu beachten, dass die DIN 45680 [10] sowie das dazugehörige Beiblatt 1 [11] jedoch nur eine Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen durch Messungen **innerhalb** von betroffenen schutzbedürftigen Räumen beschreiben.

Die Koronageräusche setzen sich zusammen aus einem breitbandigen mittelfrequenten Rauschen (sog. „Prasseln“) und einer je nach Witterungsverhältnissen unterschiedlich stark ausgeprägten tonalen Komponente mit einer Grundfrequenz von 100 Hz (sog. „100 Hz-Brummen“) und deren harmonischen Vielfachen.

Zur Modellierung wurde gemäß [18] das in der nachfolgenden Tabelle 7 dargestellte relative A-bewertete Oktavspektrum verwendet.

Tabelle 7. Relatives A-bewertetes Oktavspektrum zur Modellierung von Koronageräuschen nach [18].

Frequenz in Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Koronageräusch	-31,9	-19,5	-18,9	-14,6	-8,7	-5,1	-5,3	-6,7

Der aus der Schallausbreitungsberechnung resultierende Geräuschimmissionspegel bezieht sich zunächst auf einen Außenpegel (Freifeldpegel) am maßgeblichen Immissionsort nach TA Lärm (in einem Abstand von 0,5 m vor dem geöffneten Fenster) [2]. Zur hilfsweisen Berechnung eines Rauminnenpegels innerhalb geschlossener Räume wird in der Regel eine (terzbandbezogene) Pegeldifferenz ΔL abgezogen, welche die Pegelabnahme beim „Schalldurchtritt“ durch die Außenbauteile des betrachteten Gebäudes repräsentiert:

$$L_{\text{Terz,innen}} = L_{\text{Terz,außen}} - \Delta L \quad (1)$$

mit

$L_{\text{Terz,innen}}$	(unbewerteter) Terz-Schalldruckpegel im Raum [in dB]
$L_{\text{Terz,außen}}$	(unbewerteter) Terz-Schalldruckpegel am maßgeblichen Immissionsort nach TA Lärm [2] [in dB]
ΔL	terzbandbezogene Schalldruckpegeldifferenz zwischen außerhalb und innerhalb des Gebäudes [in dB]

Nach der Systematik der DIN 45680 [10] und des Beiblatts 1 zur DIN 45680 [11] erfolgt die Beurteilung je nachdem, ob die Geräusche keine oder deutlich hervortretende Einzeltöne aufweisen, nach unterschiedlichen Verfahren. Die Terzpegel $L_{\text{Terz,innen}}$ werden dabei mit den Hörschwellenpegeln L_{HS} verglichen und die Beurteilungspegel mit den Anhaltswerten ΔL_1 bzw. ΔL_2 in Tabelle 1 oder L_r in Tabelle 2 des Beiblatts 1 zur DIN 45680 verglichen.

Daher erfolgt eine Ermittlung tieffrequenter Geräuschimmissionen innerhalb schutzbedürftiger Räume auf der Grundlage der in der im Auftrag des Staatlichen Umweltamtes Kiel erarbeiteten Handlungsanleitung zur Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche in Genehmigungsverfahren [19] dargelegten Herangehensweise.

Nach [19] ist zwar vorzugsweise eine terzbandbezogene Ausbreitungsrechnung durchzuführen, aber messtechnisch ermittelte Schallleistungspegel der Geräuschemittenten liegen i. d. R. nicht in Terzbandbreite vor.

Deshalb werden die aus den ermittelten Beurteilungspegeln für die Immissionsorte hilfsweise die in Oktavbandbreite ermittelten Beurteilungspegel herangezogen. Dazu wird im Sinne einer konservativen Betrachtung auf der sicheren Seite liegend der gesamte unbewertete Oktavbandpegel jeweils den drei dazugehörigen Terzen zugewiesen.

Die Berechnung ist in nachstehender Tabelle exemplarisch für einen betroffenen Immissionsort dokumentiert.

Das Emissionsspektrum von Koronaentladungen weist unterhalb von 90 Hz jedoch keine nennenswerten Anteile auf (s. Tabelle 7). Daher erfolgt vorliegend die exemplarische Betrachtung nur für das Terzband mit der Mittenfrequenz $f_M = 100$ Hz.

Zur Berücksichtigung der Schalldämpfung durch die Außenfassade des Gebäudes wird eine für Wohngebäude repräsentative mittlere Pegeldifferenz nach [19] von ΔL 19 dB angesetzt.

Die nachfolgende Tabelle 8 zeigt die systematische Vorgehensweise.

Tabelle 8. Exemplarische Prognose des Raumschalldruckpegels im Terzband mit der Mittenfrequenz $f_M = 100$ Hz innerhalb eines Wohnhauses und Vergleich mit den Anhaltswerten der DIN 45680 für den Nachtzeitraum (nach [19] und [20]).

Frequenz	100 Hz
$L_{r,N}$ außen	52,5 dB
ΔL (außen – innen) [20]	19,0 dB
$L_{r,N}$ innen	33,5 dB
L_{HS} nach DIN 45680 [10]	23,5 dB
Überschreitung der L_{HS}	10,0 dB
ΔL_1 Nacht nach DIN 45680 [10]	10,0 dB
Überschreitung von ΔL_1 ?	Nein

Die Berechnungen zeigen, dass bis zu einem unbewerteten Terz-Schalldruckpegel am maßgeblichen Immissionsort nach TA Lärm [2] im Terzband mit der Mittenfrequenz $f_M = 100$ Hz von $L_{r,N, 100 \text{ Hz}} = 52,5$ dB keine Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 45680 [10] zu erwarten ist.

Diesem unbewerteten Terz-Schalldruckpegel im Terzband mit der Mittenfrequenz $f_M = 100$ Hz entspricht ein A-bewerteter Immissionsschalldruckpegel im Terzband mit der Mittenfrequenz $f_M = 100$ Hz von $L_{r,100 \text{ Hz}} = 33,4$ dB(A).

Unter Zugrundelegung des in Tabelle 7 dargestellten Frequenzspektrums korrespondiert mit diesem ein A-bewerteter Summenschalldruckpegel am Immissionsort vor der Gebäudefassade in Höhe von $L_{pA} = 52,9$ dB(A).

Da ein Immissionsschalldruckpegel in dieser Größenordnung üblicherweise nur an Immissionsorten im Nahfeld der Freileitungen erreicht wird, wäre für diesen Immissionsort gemäß den Ausführungen in Abschnitt 5.1.3 noch ein Tonzuschlag anzunehmen, sodass zur Erreichung einer Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 45680 [10] von einem ermittelten Beurteilungspegel in Höhe von $L_r \geq 56$ dB(A) auszugehen ist.

Unter Berücksichtigung der hier getroffenen konservativen Annahmen ist eine unzumutbare Belästigung durch tieffrequente Geräuschimmissionen i. S. d. DIN 45680 [10] somit bei einem ermittelten Beurteilungspegel $L_r \leq 56$ dB(A) nicht zu erwarten.

Aufgrund der vorliegend ermittelten geringeren resultierenden Immissionsschalldruckpegel kann eine weitere Prüfung entfallen; eine unzumutbare Belästigung durch tieffrequente Geräuschimmissionen i. S. d. DIN 45680 [10] kann für sämtliche Immissionsorte sicher ausgeschlossen werden.

5.7 Anlagenbezogener Fahrverkehr

Immissionsrelevanter Verkehr tritt mit dem bestimmungsgemäßen Betrieb der Leitung nicht auf.

Somit sind nach Nr. 7.4 TA Lärm [2] keine organisatorischen Maßnahmen zur Minderung der Verkehrsgeräusche erforderlich.

6 Zumutbarkeitsprüfung

6.1 Allgemeines

Wie in Abschnitt 3.4 beschrieben, gelten witterungsbedingte Koronageräusche – wie im vorliegenden Fall der AC-Freileitungen zutreffend – gemäß § 49 Abs. 2b EnWG [4] generell als seltenes Ereignis i. S. d. TA Lärm [2] und sind anhand der diesbezüglichen Regelungen zu bewerten. Nr. 7.2 Absatz 2 Satz 1 der TA Lärm [2] enthält hierzu die folgende Formulierung:

„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.“

Mit Ausnahme von insgesamt sechs Immissionsorten werden vorliegend bereits die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] (überwiegend sogar sehr deutlich) unterschritten. Für diese Immissionsorte liegt aus gutachterlicher Sicht folglich eine uneingeschränkte geräuschemissionsschutzfachliche Verträglichkeit vor, d. h. i. S. eines „Erst-Recht-Schlusses“ wird als Schlussfolgerung der nicht zu überschreitende Nacht-Richtwert von 55 dB(A) gemäß Nr. 6.3 TA Lärm [2] sogar noch weitergehend deutlich unterschritten.

Lediglich für die am stärksten betroffenen sechs Immissionsorte erfolgt eine weitergehende Prüfung und fachliche Bewertung der zu erwartenden Geräuschemissionen. Bei diesen Immissionsorten handelt es sich durchgehend um Wohnnutzungen, welche sich in der ersten Reihe einer zusammenhängenden Wohnbebauung befinden, die unmittelbar an den Außenbereich angrenzt.

Die an diesen Immissionsorten für die Geräuschsituation maßgebliche Bl. 4525 verläuft bereits jetzt in unmittelbarer Nähe und auch durch eine vorgesehene Umbeseitigung wird die Geräuschemissionssituation vergleichbar geprägt. Aufgrund dieser sehr ähnlichen Eigenschaften werden diese Immissionsorte im Folgenden gemeinsam betrachtet.

Die nun folgende Vorgehensweise zur Durchführung einer Zumutbarkeitsprüfung, orientierend an der diesbezüglich gängigen Herangehensweise gemäß TA Lärm [2], stellt aus gutachterlicher Sicht einen „auf der sicheren Seite“ liegenden Ansatz dar. Entsprechend den Formulierungen zu § 49 Abs. 2b EnWG [4] sowie der diesbezüglichen Begründung (Drucksache 20/2402, Seite 46) kann für die witterungsbedingten Koronageräusche ohnehin bereits eine (zumindest in gewissem Maße) grundlegende Zumutbarkeit vorausgesetzt werden.

6.2 Stand der Technik zur Lärminderung

Nach Nr. 7.2 Absatz 1 Satz 1 TA Lärm [2] kann die Anwendung der Immissionsrichtwerte für seltenen Ereignisse als Beurteilungsgrundlage nur dann erfolgen, wenn deren Überschreitungen trotz der Einhaltung des Standes der Technik zur Lärminderung auftreten:

„(...) die Immissionsrichtwerte nach den Nummern 6.1 und 6.2 auch bei Einhaltung des Standes der Technik zur Lärminderung nicht eingehalten werden können (...).“

Bei der hier gegenständlichen 380-kV-Freileitung (Bl. 4525) handelt es sich um eine Bestandsleitung, auf der ein bestehendes 220 kV-Leitersystem durch Anhebung der Spannungsebene auf 380-kV geändert werden soll. Die bestehenden Leiterseile sind als AL/ACS 265/35 (2H-Bündel) ausgeführt. Im Allgemeinen entspricht eine Ausführung als Zweierbündel in der vorliegenden Konstellation nach gutachterlicher Einschätzung dem üblichen Stand der Technik zur Lärminderung.

Der Einsatz einer höheren Bündelzahl oder etwaiger gegenüber der Planung dickerer Leiterseile würde nach Angabe des Betreibers zu einem signifikant erweiterten Umbauumfang führen, da die Bestandsmasten statisch nicht für die Tragfähigkeit dickere und somit schwerere Leiterseile ausgelegt sind.

Nach gutachterlicher Einschätzung wäre eine Erweiterung des Umbaubereichs als technisch/wirtschaftlich unverhältnismäßig anzusehen und mit auch anderweitigen Auswirkungen/Betroffenheiten verbunden (beispielsweise Baulärm, längere Abschaltung der Bestandsfreileitung, größere temporäre Flächeninanspruchnahme).

6.3 Prüfkriterien nach Nr. 7.2 Abs. 1 Satz 1 TA Lärm

6.3.1 Dauer und Zeiten der Überschreitungen

Bei den hier gegenständlichen witterungsbedingten Koronageräuschen ist zwingend zu berücksichtigen, dass es sich um keine dauerhaft vorliegenden Geräuschemissionen handelt. Die vorliegend ermittelten Beurteilungspegel bilden die Geräuschemission während „schallentstehungsgünstiger“ Zeitabschnitte ab und setzen das Auftreten entsprechend hoher Niederschlagsintensitäten voraus (s. auch Abschnitt 3.5.2).

Bei trockenen Umgebungsbedingungen sind gegenüber der in Ansatz gebrachten Regenrate von 3,5 mm/h deutlich niedrigere Beurteilungspegel zu erwarten, die üblicherweise kaum hörbar/messbar sind. Während trockener Umgebungsbedingungen werden üblicherweise bereits die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 TA Lärm [2] durchweg deutlich unterschritten und sind folglich nicht von geräuschemissions-schutzfachlicher Relevanz (s. auch Abschnitt 3.5.1).

Aus gutachterlicher Sicht kann damit den zeitlich begrenzten witterungsbedingten Koronageräuschen – auch entsprechend der Formulierung im Gesetzestext [3] *„(...) unabhängig von der Häufigkeit und Zeitdauer der sie verursachenden Wetter- und insbesondere Niederschlagsgeschehen (...)“* – eine grundsätzlich höhere Zumutbarkeit zugesprochen werden.

6.3.2 Häufigkeit der Überschreitungen durch verschiedene Betreiber

Nach der Formulierung im Gesetzestext gem. § 49, 2b [4] ist Nr. 7.2 Absatz 2 Satz 3 TA Lärm [2] nicht anzuwenden, in dem es heißt

„In der Regel sind jedoch unzumutbare Geräuschbelästigungen anzunehmen, wenn auch durch seltene Ereignisse bei anderen Anlagen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nach den Nummern 6.1 und 6.2 verursacht werden können und am selben Einwirkungsort Überschreitungen an insgesamt mehr als 14 Kalendertagen eines Jahres auftreten.“

Vor dem Hintergrund der expliziten Formulierung im Gesetzestext des EnWG [4] „(...) unabhängig von der Häufigkeit und Zeitdauer (...)“ ist dieses Kriterium nicht sinnvoll anwendbar. Damit ist dieses Prüfkriterium nach fachlicher Einschätzung kein Bewertungsmaßstab einer Zumutbarkeitsprüfung im Kontext der Koronageräusche.

6.3.3 Organisatorische und betriebliche Maßnahmen

Höchstspannungsfreileitungen und deren Geräuschmechanismen unterscheiden sich aufgrund ihrer unterliegenden Witterungsbeeinflussung durchaus von anderen Gewerbe- oder Industrieanlagen im eigentlichen Sinne der TA Lärm [2]. Bei den witterungsbedingten Koronageräuschen handelt es sich um Umwelteinwirkungen, die keiner organisatorischen oder betrieblichen Steuerung der sie verursachenden Anlage unterliegen. Aus fachlichen Gesichtspunkten sind damit keine organisatorischen oder im eigentlichen Sinne betriebliche Minderungsmaßnahmen anwendbar.

Damit ist dieses Prüfkriterium aus gutachterlicher Sicht kein anwendbarer Bewertungsmaßstab einer Zumutbarkeitsprüfung im Kontext der Koronageräusche.

6.3.4 Wertende Kriterien

Nach (u. a.) Feldhaus/Tegeder [6], Kommentar Nr. 7.2, sind die in der TA Lärm [2] genannten Kriterien nicht zwingend abschließend. Ob Geräuschbelastungen zumutbar sind, hängt demzufolge insbesondere auch von wertenden Kriterien ab wie Herkömmlichkeit, sozialer Adäquanz, allgemeiner Akzeptanz oder (nach anderer gängiger Kommentar-Literatur) auch beispielsweise dem Anlass für die vorliegenden Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 TA Lärm[2]. Unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften der Koronageräusche sind (u. a.) die folgenden Punkte festzuhalten.

6.3.4.1 Potenzielle Gesundheitsgefahren

Nach Nr. 7.2 Absatz 3 TA Lärm [2] („Nummer 4.3 bleibt unberührt.“) und Nr. 4.3 Satz 4 TA Lärm („§ 25 Abs. 2 BImSchG ist zu beachten.“) dürfen die von einer Anlage hervorgerufenen schädlichen Umwelteinwirkungen das Leben oder die Gesundheit von Menschen nicht gefährden.

Wie bereits im vorstehenden Abschnitt 6.3.1 beschrieben, handelt es sich bei den witterungsabhängigen Koronageräuschen nicht um dauerhaft vorliegende Geräuschimmissionen und die nicht witterungsbedingten Geräuschimmissionen sind nicht von geräuschimmissionsschutzfachlicher Relevanz.

Die Schwelle, ab der eine Gesundheitsgefahr durch Geräuscheinwirkungen nicht mehr ausgeschlossen werden kann, wird nach gängiger fachlicher Einschätzung bei 60 dB(A) nachts angenommen, wobei hier regelmäßig von Dauerschallpegeln ausgegangen wird, was auf die witterungsbedingten Koronageräusche nicht zutrifft (s. u. a. Abschnitt 6.3.1).

Nach gutachterlicher Einschätzung sowie der Rechtsliteratur/Rechtsprechung besteht Konsens, dass die vorliegend nicht dauerhaft auftretenden, witterungsbedingten Koronageräusche (in ihrer üblichen Größenordnung) keine Gefährdung der Gesundheit hervorrufen.

Damit ist diese grundsätzliche Voraussetzung aus gutachterlicher Sicht erfüllt.

6.3.4.2 Soziale Adäquanz

Das Kriterium der sozialen Adäquanz beschreibt (u. a.) gemäß Feldhaus/Tegeder [6], Kommentar Nr. 3.2.2

„(...) Zustände, die sich im Zusammenleben ergeben und die sich möglicherweise für den Einzelnen sogar nachteilig auswirken, jedoch von der Bevölkerung insgesamt hingenommen werden, weil sich die (...) Zustände noch in den Grenzen des als sozial Üblichen und Tolerierbaren halten.“

Die hier gegenständliche Erweiterung der 380-kV-Anbindung Bürstadt/BASF ist ein Netzausbauprojekt des Stromübertragungsnetzes und als Vorhaben Nr. 67 Bestandteil des BBPlG[4]. Der Gesetzgeber hält im BBPlG verbindlich fest, welche Ausbaumaßnahmen energiewirtschaftlich erforderlich sind. Damit ist die energiewirtschaftliche Notwendigkeit des hier gegenständlichen Vorhabens gesetzlich festgestellt (vgl. § 1 Absatz 1 BBPlG).

Auch in Anbetracht „eines überragenden öffentlichen Interesses und im Interesse der öffentlichen Sicherheit“ (s. u. a. § 1 Satz 3 NABEG) ist damit das Prüfkriterium der sozialen Adäquanz nach gutachterlicher Einschätzung als vollumfänglich erfüllt anzusehen.

6.3.4.3 Ortsüblichkeit

Die sog. Ortsüblichkeit ist ein qualitatives Kriterium, das sich nach der charakteristischen Vergleichbarkeit mit den übrigen am Immissionsort vorherrschenden Geräuschen beurteilt.

Im vorliegenden Fall verläuft hier bereits eine 220-kV-Freileitung. Die zu beurteilenden Geräuschemissionen aus dem Betrieb dieser Leitung werden die bereits vorherrschende Geräuschsituation um voraussichtlich wenige dB erhöhen.

In dieser Größenordnung wird aufgrund der psychoakustischen Wahrnehmungseigenschaften des menschlichen Gehörs subjektiv nur eine geringfügige Veränderung feststellbar sein. Hierbei muss insbesondere auch das zeitlich begrenzte Auftreten der witterungsbedingten Anlagengeräusche berücksichtigt werden.

Nach gutachterlicher Einschätzung kann daher auf Grundlage der Ortsüblichkeit der vorliegenden Geräuschemissionen – auch i. S. d. Bündelungsgrundsatzes (s. § 1 Absatz 5 Satz 3 BNatSchG) – für den hier gegenständlichen Bereich eine höhere Zumutbarkeit zugesprochen werden.

7 Qualität der Ergebnisse

Die Qualität der Prognose hängt sowohl von den Eingangsdaten, d. h. den Geräuschemissionswerten, den Betriebszeiten usw., als auch von den Parametern der Schallausbreitungsberechnung ab. Für die Berechnung gilt:

Bei dieser Ermittlung der Emissionswerte (Schallleistungspegel) wurden deutlich konservative Ansätze berücksichtigt, z. B. eine zeitgleiche und anzunehmende maximale Geräuschenstehung für entsprechend „ungünstige“ Witterungsbedingungen sowie die Berücksichtigung des maximalen Spannungsniveaus.

Bei der Schallausbreitungsberechnung wurden Mitwindbedingungen (Faktor $C_0 = 0$ dB) berücksichtigt.

Für die Software zur Berechnung der Geräuschimmission nach DIN ISO 9613-2 [5] (Cadna/A [27]) liegt eine aktuelle Konformitätserklärung nach DIN 45687 [9] vor.

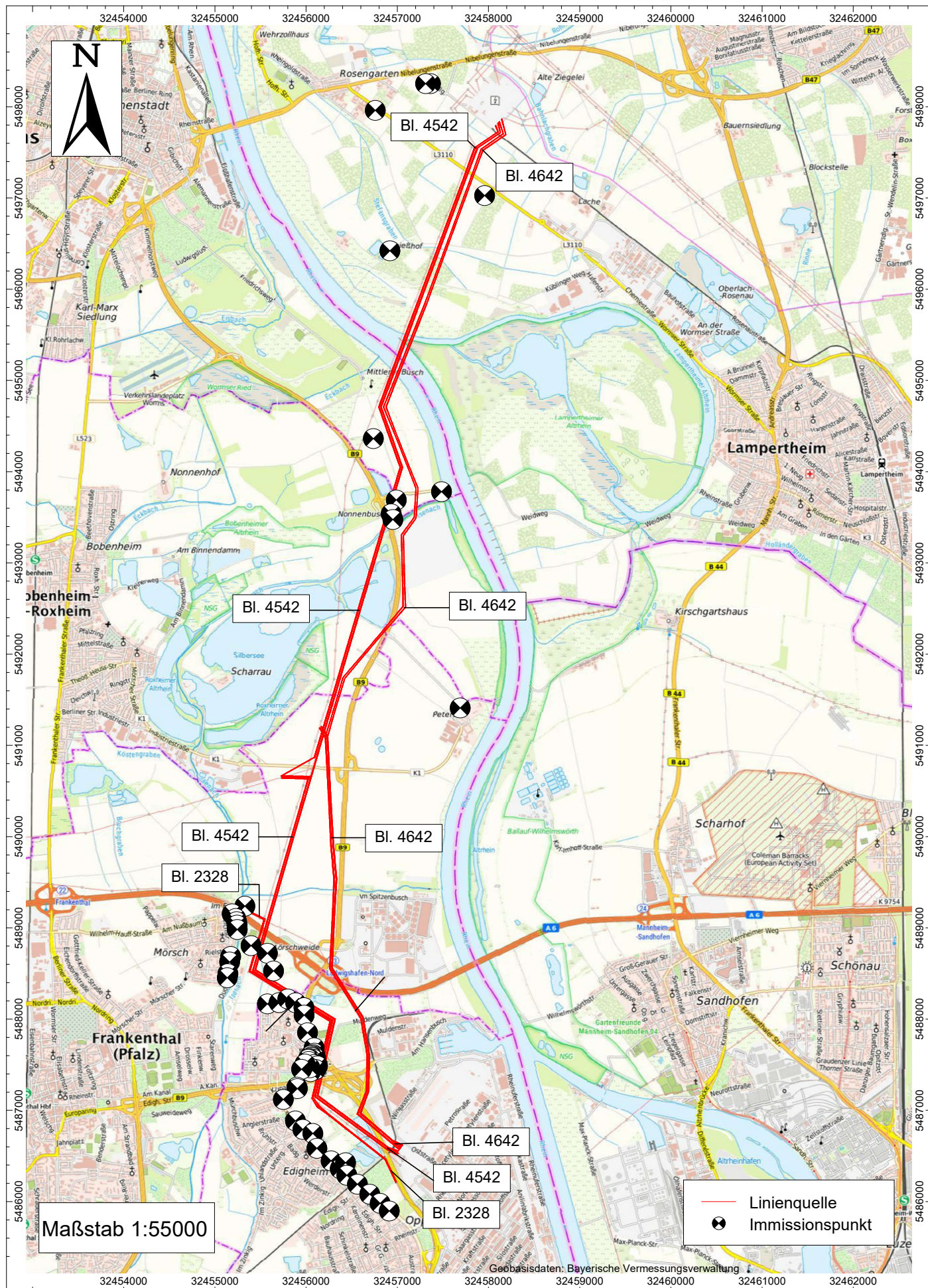
Damit ist festzustellen, dass unter Berücksichtigung der o. g. schalltechnisch konservativen Ansätze die hier prognostizierten Beurteilungspegel an der oberen Grenze der zu erwartenden Immissionsbeiträge der geplanten Anlage liegen werden.

In diesem Bericht werden die Zahlenwerte für Pegelgrößen teilweise auf ganze dB gerundet angegeben (beispielsweise Beurteilungspegel nach TA Lärm [2]). Alle Berechnungen werden jedoch mit der vollen Rechengenauigkeit des verwendeten Rechenprogramms durchgeführt. Auf ganze dB gerundet wird erst für die Angabe der Endergebnisse im Bericht. Hierdurch ist sichergestellt, dass im Rahmen von Berechnungen keine zusätzlichen Rundungsfehler entstehen.

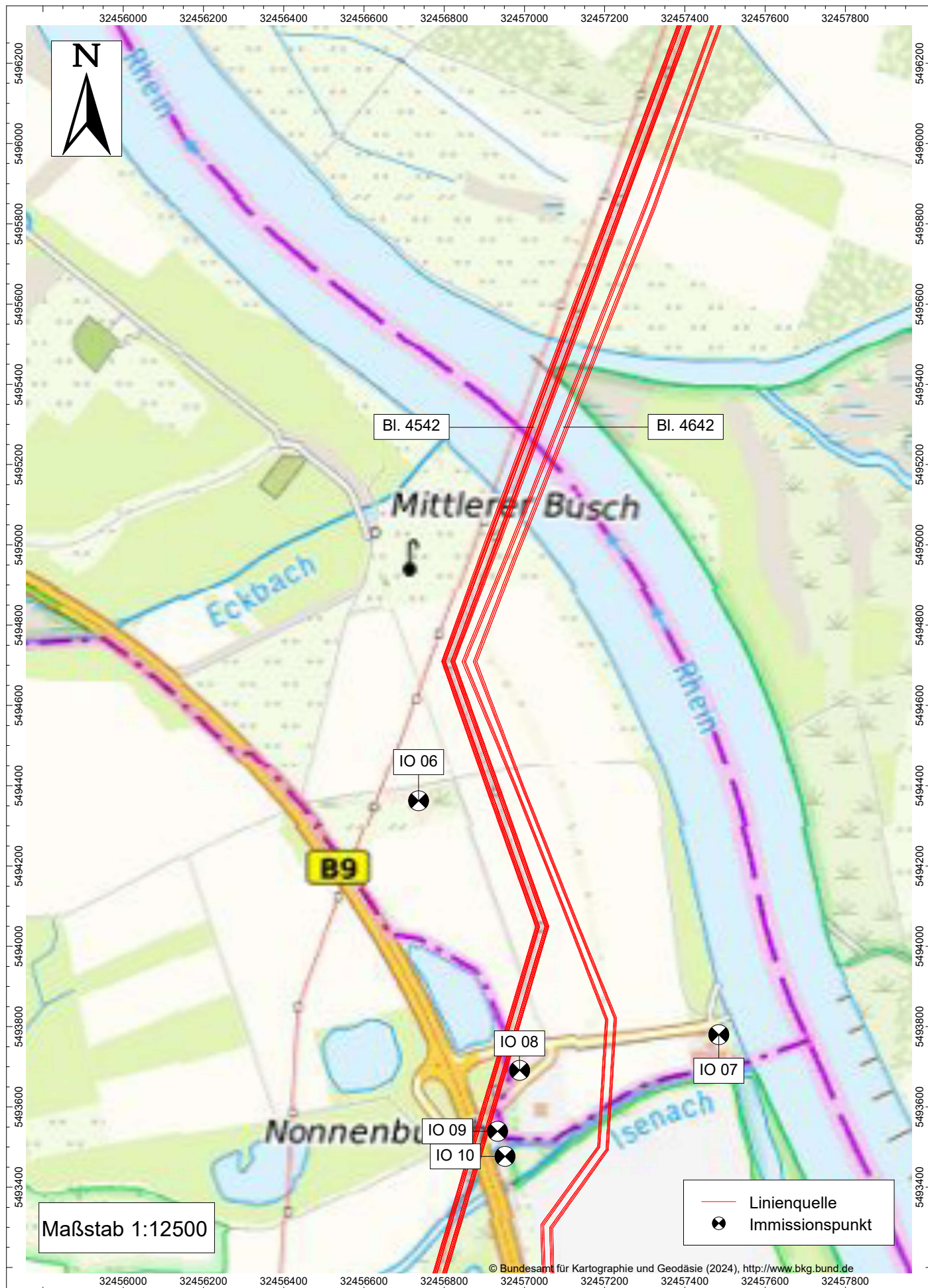
Anhang A

Abbildungen

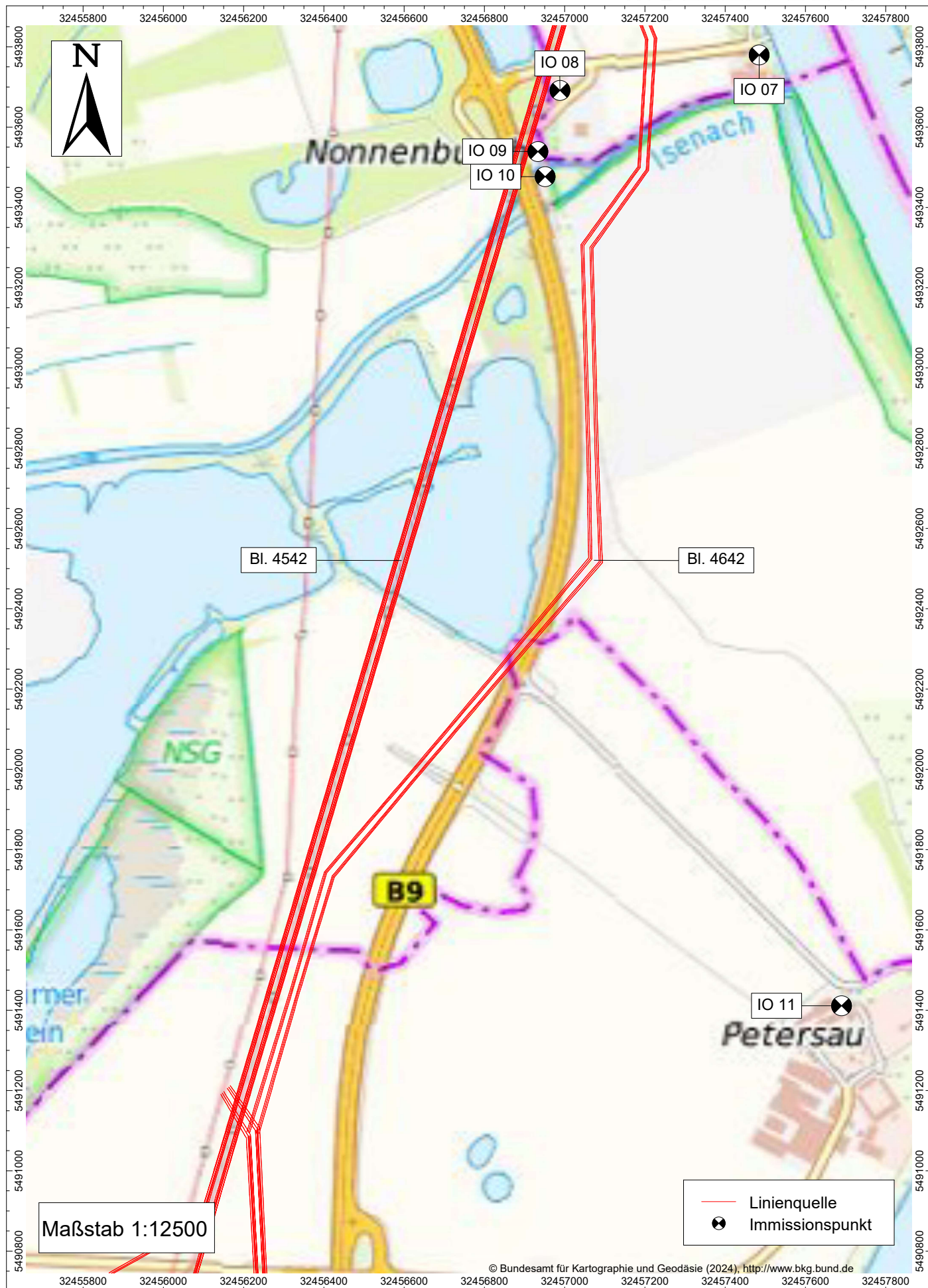
S:\MPROJ\174M\174677\M174677_01_BER_1D.DOCX: 20.10.2022

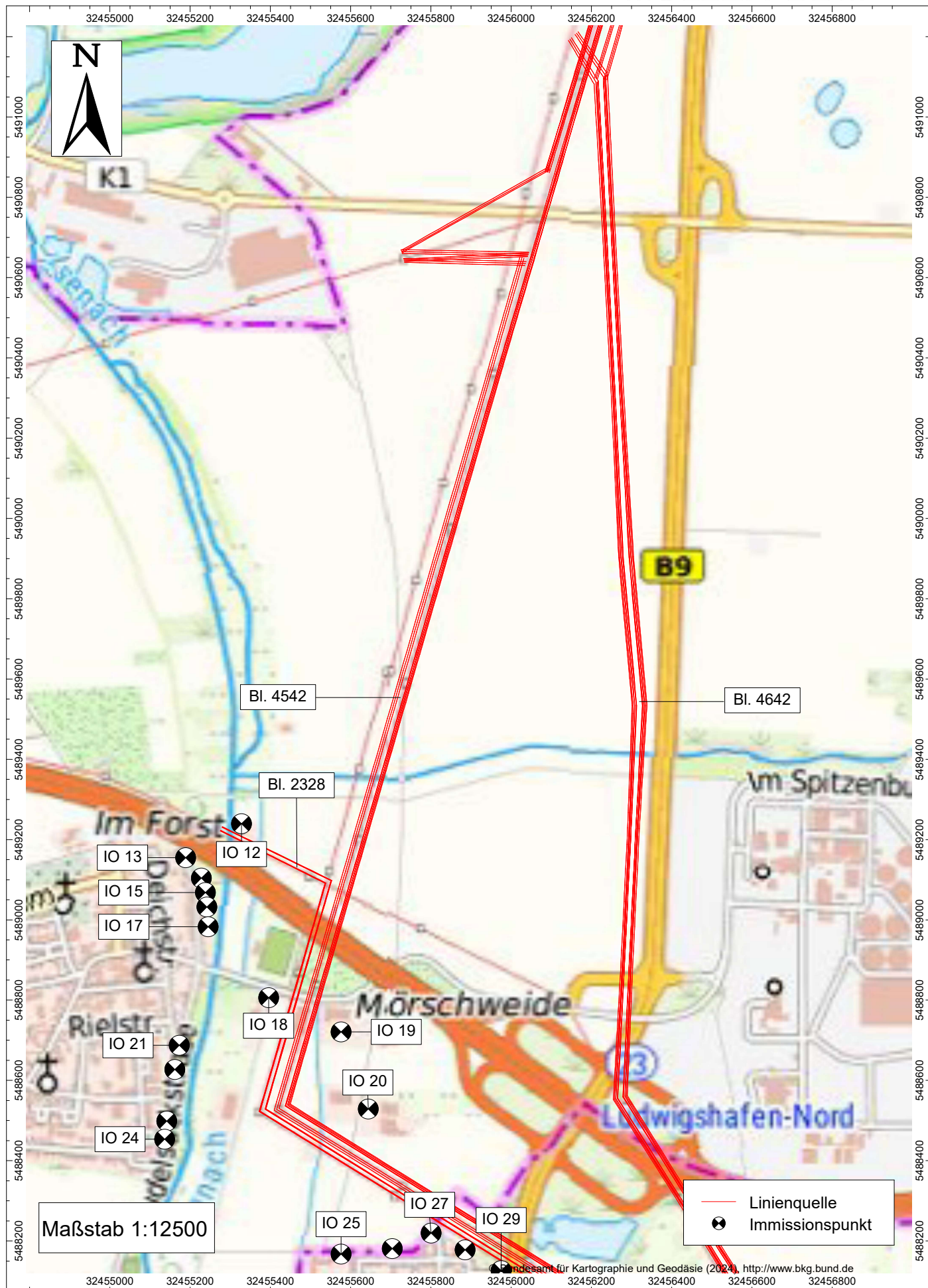


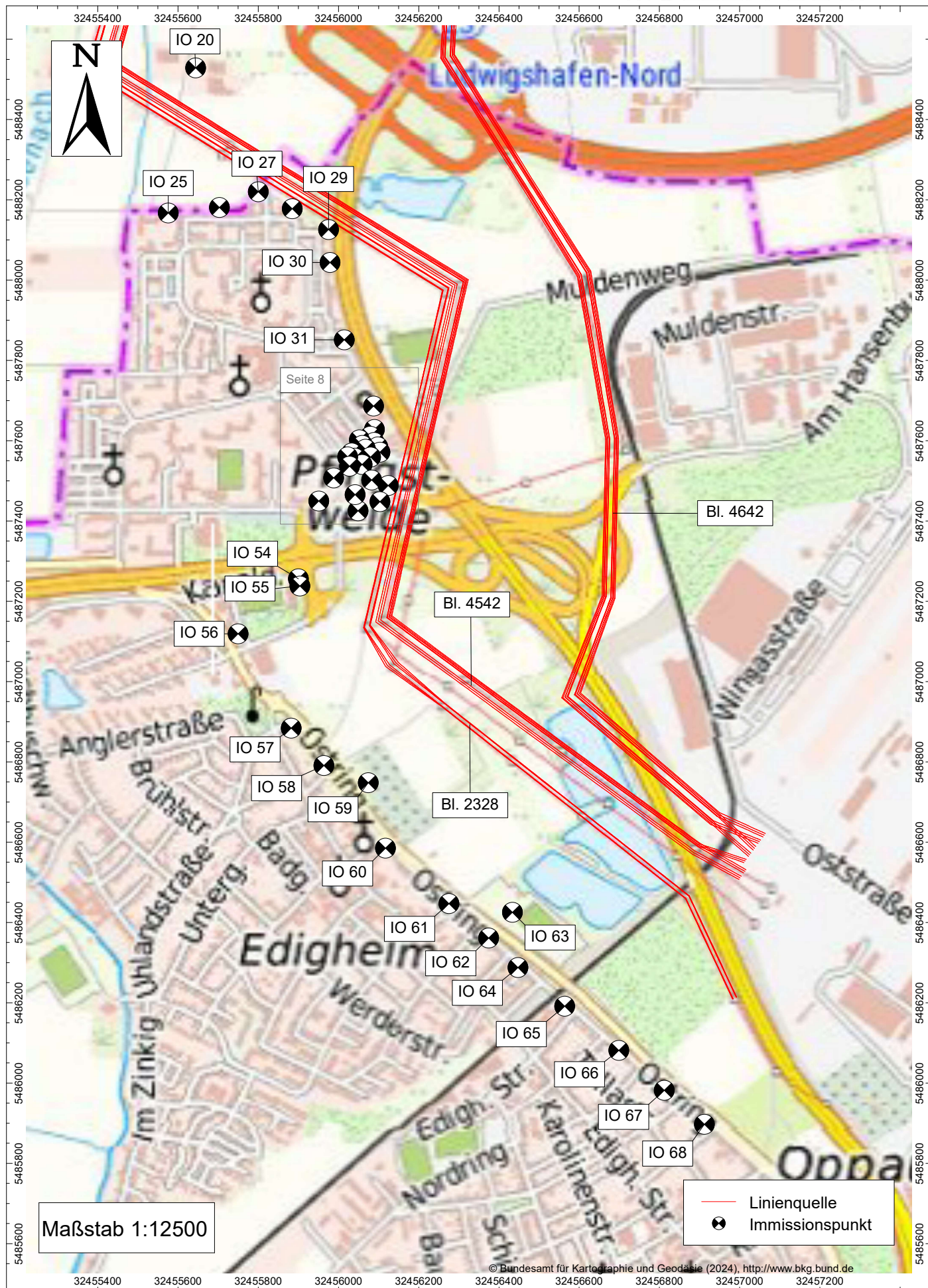


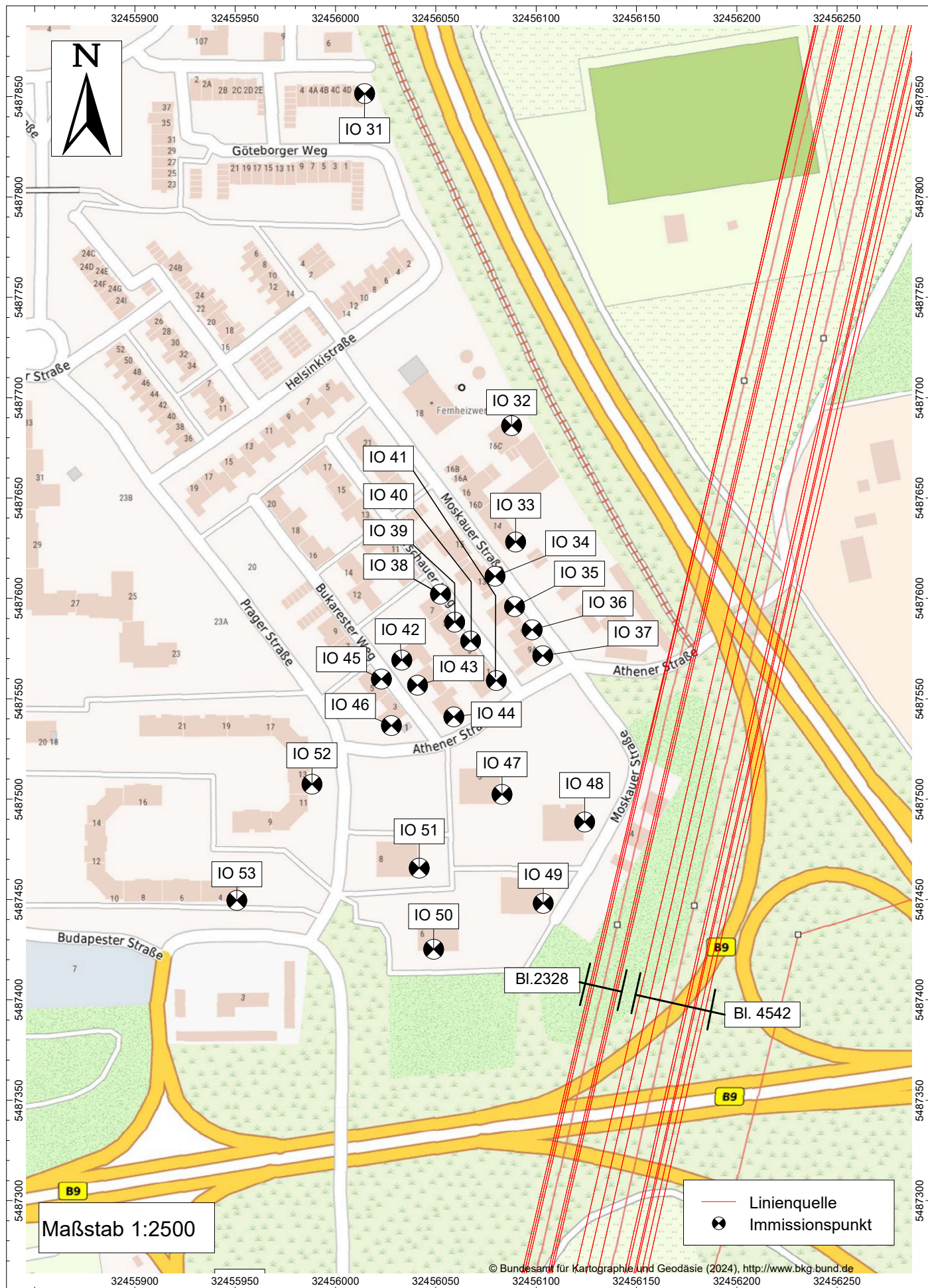


MÜLLER-BBM









Anhang B

Dokumentation der Schallausbreitungsberechnung

S:\M\PROJ\174\M174677\M174677_01_BER_ID.DOCX: 20.10.2022

Projekt (M174677_01_Ber_1D.cna)**Variante: (V01)**

Projektname: Bürstadt BASF
 Auftraggeber: Amprion GmbH
 Sachbearbeiter: M.Sc. Matthias Reffgen
 Zeitpunkt der Berechnung: April 2025
 Cadna/A: Version 2025

Berechnungsprotokoll

Berechnungskonfiguration	
Parameter	Wert
Allgemein	
Max. Fehler (dB)	0.00
Max. Suchradius (m)	3000.00
Mindestabst. Qu-Imm	0.00
Aufteilung	
Rasterfaktor	0.50
Max. Abschnittslänge (m)	1000.00
Min. Abschnittslänge (m)	1.00
Min. Abschnittslänge (%)	0.00
Proj. Linienquellen	An
Proj. Flächenquellen	An
Bezugszeit	
Bezugszeit Tag (min)	960.00
Bezugszeit Nacht (min)	60.00
Zuschlag Tag (dB)	0.00
Zuschlag Ruhezeit (dB)	6.00
Zuschlag Nacht (dB)	0.00
Zuschlag Ruhezeit nur für	Kurgebiet
	reines Wohngebiet
	allg. Wohngebiet
DGM	
Standardhöhe (m)	0.00
Geländemodell	Triangulation
Reflexion	
max. Reflexionsordnung	3
Reflektor-Suchradius um Qu	100.00
Reflektor-Suchradius um Imm	100.00
Max. Abstand Quelle - Impkt	3000.00 3000.00
Min. Abstand Impkt - Reflektor	0.55 0.55
Min. Abstand Quelle - Reflektor	0.50
Industrie (ISO 9613)	
Seitenbeugung	mehrere Obj
Hin. in FQ schirmen diese nicht ab	Aus
Abschirmung	ohne Bodendämpf. über Schirm
	Dz mit Begrenzung (20/25)
Schirmberechnungskoeffizienten C1,2,3	3.0 20.0 0.0
Temperatur (°C)	10
rel. Feuchte (%)	70
Windgeschw. für Kaminrw. (m/s)	3.0
SCC_C0	2.0 2.0
Straße (RLS-90)	
Streng nach RLS-90	
Schiene (Schall 03 (2014))	

S:\WP\PROJ\174\M174677\M174677_01_BER_1D.DOCX: 20.10.2022

Berechnungskonfiguration	
Parameter	Wert
Fluglärm (???)	
Streng nach AzB	

S:\WP\PROJ\174\M174677\M174677_01_BER_ID.DOCX: 20.10.2022