Zukunft Gewissheit geben.

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14137-04-00

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

VMPA-SPG-134-97-HE

Anlage 8.1

G U T A C H T E N

Nr. T 1117

Geräuschprognose zu Schallemissionen und –immissionen einer 380-kV-Freileitung für die geplante Trasse „Birkenfeld – Pkt. Ötisheim, Anlage 7620“

Auftraggeber:	TransnetBW GmbH Pariser Platz Osloerstr. 15-17 70173 Stuttgart
Ausgestellt am:	05. November 2018
Anzahl der Ausfertigungen:	3fach Auftraggeber 1fach Auftragnehmer
Bearbeiter:	M.Sc. Pascal Sames Dipl.-Ing. (FH) Monika Sundermann

Datum: 05.11.2018

Unsere Zeichen:
UT-F2/PS

Dokument:
T1117.docx

Das Dokument besteht aus
55 Seiten
Seite 1 von 55

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

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände.

Inhaltsverzeichnis

1 Auftraggeber ... 3

2 Aufgabenstellung ... 3

3 Rechts- und Beurteilungsgrundlagen ... 3

4 Lagebeschreibung ... 5

5 Betriebsbeschreibung ... 6

6 Grundlagen und Methodik ... 8
6.1 Entstehung von Koronageräuschen ... 8
6.2 Vorgehensweise ... 9

7 Immissionsorte und Richtwerte ... 10
7.1 Allgemeine Bestimmungen der TA Lärm ... 10
7.2 Richtwerte nach TA Lärm ... 11
7.3 Zusatzbelastung / Vorbelastung ... 12
7.4 Immissionsorte ... 13

8 Ausbreitungsberechnung ... 15

9 Emissionsdaten und -ansätze ... 15
9.1 Abstandsabhängigkeit der Schalldruckpegel ... 15
9.2 Emissionsdatenerhebung ... 16
9.3 Emissionsansätze ... 16
9.3.1 Emissionsansatz 0 (ohne Niederschlag) ... 17
9.3.2 Emissionsansatz 1 („leichter/mittlerer“ Niederschlag) ... 19
9.3.3 Emissionsansatz 2a (Niederschlag – „starker“ Schneefall) ... 20
9.3.4 Emissionsansatz 2b (Niederschlag – „starker“ Regen) ... 22
9.4 Maßgeblicher Emissionsansatz ... 23
9.4.1 Starker Niederschlag (Ansatz 2a/b) - seltene Ereignisse ... 23
9.4.2 Leichter/mittlerer Niederschlag (Ansatz 1) - maßgeblicher Emissionsansatz ... 24

10 Berechnete Zusatzbelastung ... 24
10.1 Emissionsansatz 0 (ohne Niederschlag) ... 25
10.2 Emissionsansatz 1 („leichter/mittlerer“ Niederschlag) ... 25
10.3 Emissionsansatz 2a (starker Schneefall) – seltenes Ereignis ... 26
10.4 Emissionsansatz 2b (starker Regen) ... 27

11 Zusammenfassung und Diskussion ... 28

Anhangsverzeichnis ... 32

1 Auftraggeber

Trägerin des Vorhabens ist die
TransnetBW GmbH
Pariser Platz
Osloerstr. 15-17
70173 Stuttgart

2 Aufgabenstellung

Die TransnetBW GmbH beabsichtigt den Neubau einer 380-kV-Leitung, um das Umspannwerk Birkenfeld an die bestehende 380-kV-Leitung Philippsburg – Pulverdingen, Anlage 0337 (Pkt. Ötisheim) anzuschließen. Die neue Leitung soll die Bezeichnung „Birkenfeld – Pkt. Ötisheim, Anlage 7620“ erhalten.

Die TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH, im Folgenden TÜV Hessen genannt, wurde beauftragt, die durch die geplante Freileitung zu erwartende Geräuschbelastung im Sinne der TA Lärm für nächstliegende bzw. maßgebliche Immissionsorte zu untersuchen. Als Grundlage für die Geräuschprognose dienen sowohl frühere schalltechnische Gutachten für vergleichbare Planvorhaben als auch neuere Erkenntnisse aus Emissionsmessungen durch den TÜV Hessen an vergleichbaren 380-kV-Freileitungen (Studie „Messtechnische Felduntersuchungen zu Koronageräuschen“, HLUG).

3 Rechts- und Beurteilungsgrundlagen

- Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist

- Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBl 1998 S. 503), die durch die Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 1. Juni 2017 (BAnz AT 08.06.2017B5) geändert worden ist

- DIN ISO 9613-2 vom Oktober 1999, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren

- VDI 2714 vom Januar 1988, Schallausbreitung im Freien

- „Immissionen durch Hochspannungsfreileitungen“, Untersuchung der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg vom Mai 1999

- Gooßens, M., Sames, P.: „Messtechnische Felduntersuchungen zu Koronageräuschen“, erstellt im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Schriftenreihe „Umwelt und Geologie – Lärmschutz in Hessen, Heft Nr.5, März 2015, ISBN987-389026-576-6; ISSN 1610-594X

- Link, U., Müller-BBM Projektmanagement GmbH „Die geräuschimmissionsschutzrechtliche Verträglichkeitsbeurteilung von Corona-Geräuschen“ PowerPoint-Zusammenfassung eines Vortrages im Rahmen des VGB Workshop “Lärmminderung in Energieerzeugungsanlagen 2012” vom 30.10.2012, Essen

- Engelen, J., Fischer, K., Hettig, C., Krapf, K.-G., Kurz, R., Meyer, K., Ruttloff, M., Straumann, U., Tausend, W., Völlmecke, S., Weidemann, C.: „Ermittlung und Beurteilung von Koronageräuschen an Höchstspannungsfreileitungen“, Lärmbekämpfung Bd. 6 Nr.4, Juli 2012

- Piorr, D.: „Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose“, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48, S. 172-175, Landesumweltamt NRW, 2001

- Schröder, B., Möllenbeck, S.: DAGA-Beitrag „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.: DAGA-Beitrag „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

- E-Mail Schriftverkehr vom 26.10.2018 mit Frau Ayasse vom Baurechtsamt der Stadt Pforzheim bezüglich vorhandener Bebauungspläne im Bereich der Immissionsorte

- Flächennutzungsplan des Nachbarschaftsverbandes für die Stadt Pforzheim und die Gemeinden: Birkenfeld, Ispringen und Niefern – Öschelbronn, Neubekanntmachung Juli 2016

- Stadt Pforzheim, Bebauungsplan Nr. 670, Teilgebiet: Nordstadt, Ausschnitt: Welschenäcker, rechtskräftig mit Datum vom 15.04.2003

- Stadt Pforzheim, Bebauungsplan Nr. 635, Teilgebiet: Wilferdinger Höhe, Ausschnitt: Offenburger Straße, rechtskräftig mit Datum vom 23.08.1996

- folgende Plan- und Projektunterlagen wurden durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt:
  - Erläuterungsbericht zum geplanten Vorhaben
  - Übersichtspläne, Lagepläne, Profilpläne etc. der geplanten Freileitung
  - Angaben zur Beseilung des Planvorhabens
  - Abstimmung der maßgeblichen Immissionsorte
  - Angaben zu den elektrischen Randfeldstärken der geplanten Freileitung für die Bereiche mit den untersuchten Immissionsorten
  - digitale Daten der Freileitung als kmz-Datei, zur Verfügung gestellt durch die imp GmbH, gewandelt für die Software LimA durch Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH

- Schallausbreitungsberechnungsprogramm LimA in der Version 12.0 mit Lima_7m.exe, Lima_7f.exe und Lima_7.exe vom 29.03.2018 der Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH Dortmund

Berechnungsparameter des Ausbreitungsprogramms:

Anzahl der Reflexionen:	2
Radius der Reflexionen:	100 m
Temperatur:	10 °C
Feuchte:	70 %
LMINP:	0.01
DISIND:	30 m
Smin:	2 m
DBFEHLER:	0 dB
C_0:	0 dB
A_{gr}	nach Alternativgleichung 10 der DIN ISO 9613-2

4 Lagebeschreibung

Die TransnetBW GmbH plant den Neubau einer Hochspannungs-Freileitung (HV-Freileitung) mit dem Namen „Birkenfeld – Pkt. Ötisheim, Anlage 7620“. Dieser Abschnitt liegt im Regierungsbezirk Karlsruhe und verläuft entlang der Gemeinden Stadt Pforzheim, Gemeinde Birkenfeld, Gemeinde Ispringen, Gemeinde Neulingen, Gemeinde Kieselbronn, Gemeinde Ölbronn-Dürrn, Gemeinde Ötisheim und Stadt Mühlacker.

Es ist vorgesehen, die neue Höchstspannungsfreileitung größtenteils entlang vorhandener Trassenräume zu realisieren. Die gesamte beantragte Leitungslänge beträgt ca. 14,2 km. Die Länge der geplanten Neubaustrecke beträgt insgesamt ca. 11,5 km. Ein bestehender Leitungsabschnitt von ca. 2,7 km Länge muss umgebaut werden. In Teilabschnitten werden vorhandene, nahe gelegene oder parallel verlaufende 110-kV-Freileitungen der Netze BW GmbH und der DB Energie GmbH mit einer Länge von ca. 10 km abgebaut und deren Stromkreise auf dem geplanten 380-kV-Mastgestänge mitgeführt. Folgende Maßnahmen sind geplant:

- Mast 001A bis 003A Ersatzneubau
- Mast 004 bis 009 Nachrüsten geteilte Erdseilspitze und Fundamentverstärkung
- Mast 10 bis 115A und 115B Neubau
- Mast 5829N bis 31 und Mast 41A Neubau (DB Energie)
- Stahlverstärkung Mast 1033 (Übergabemast Netze BW)
- Mast 014 bis 1032 Rückbau (Netze BW)
- Mast 5828 bis 11208 Rückbau (DB Energie)

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

5 Betriebsbeschreibung

Die geplante Höchstspannungsfreileitung soll aus einer Kombination aus Stahlgitter- und Vollwandmasten errichtet werden. Bei der geplanten Freileitung sollen Masten der Bauform „Donau“ verwendet werden. Das Donau-Mastbild besitzt zwei Traversen. Die obere ist etwas kürzer und dient zur Befestigung eines Leiterseilbündels außen auf jeder Seite. Die untere Traverse ist länger und dient auf jeder Seite der Befestigung von zwei Leiterseilbündeln. In den Bündelungsabschnitten (kombinierte 110-/380-kV-Freileitung) werden kombinierte Mastbilder, wie 380-kV-Anordnung auf den oberen beiden Traversen in Donau und 110-kV-Anordnung in Einebene auf der unteren Traverse, verwendet. In den folgenden Abbildungen ist die Belegung der Trasse exemplarisch für alle vorliegend untersuchten Bereiche bildlich dargestellt.

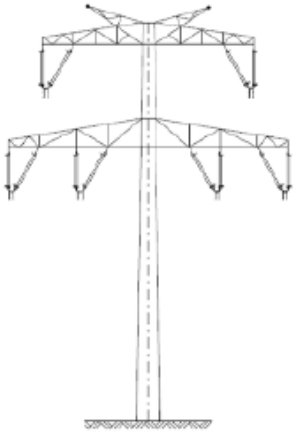


Abbildung 1: Schemazeichnung eines Vollwandmastes Donau mit 2 x 380-kV-Stromkreisen

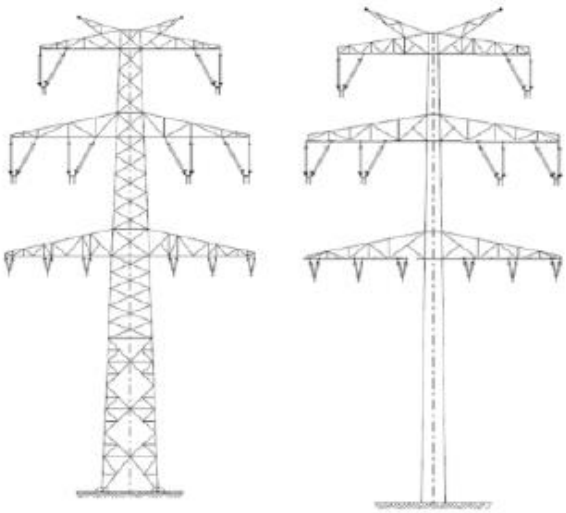


Abbildung 2: Schemazeichnungen eines Stahlgittermastes (links) und Vollwandmastes (rechts) mit 2 x 380-kV-Stromkreisen auf den Traversenebenen I bis II und 2 x 110-kV-Stromkreise auf Traversenebene III (Netze BW)

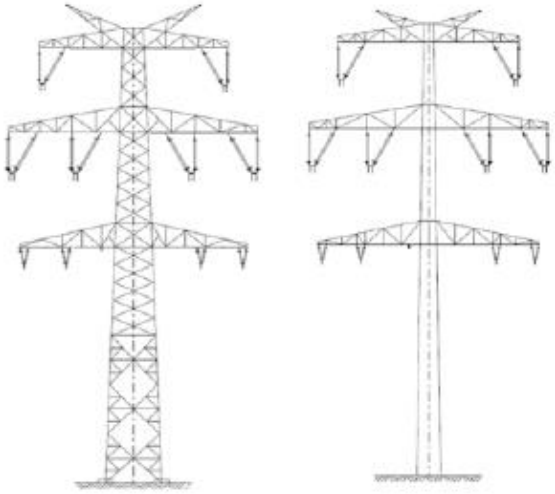


Abbildung 3: Schemazeichnungen eines Stahlgittermastes (links) und Vollwandmastes (rechts) mit 2 x 380-kV-Stromkreisen auf den Traversenebenen I bis II und 4 x 110-kV-Einzelleiter (DB Energie - Bahnstromleitung) auf Traversenebene III

Die Leitungsbelegung mit Betriebsweisen der Freileitung „Birkenfeld – Pkt. Ötisheim, Anlage 7620“ ist nachstehend aufgelistet. Die Zahlenangaben, z.B. 264-AT1/34-A20SA, geben den Seiltyp und Seilquerschnitt an.

<u>Bereich Mast 1 bis 9</u>

- 2 Stromkreise 4er Bündel Hochtemperaturseil 264-AT1/34-A20SA, Betrieb 380 kV
- 1 Stromkreis Einzelleiter 264-AT1/34-A20SA, 20-kV Netze BW
- 2 Stromkreise Einzelleiter 264-AT1/34-A20SA, 110-kV Netze BW

<u>Bereich Mast 9 bis 23</u>

- 2 Stromkreise 4er Bündel 562-AL1/49-ST1A, Betrieb 380 kV
- 2 Stromkreise Einzelleiter 264-AT1/34-A20SA, 110-kV Netze BW

<u>Bereich Mast 23 bis 31</u>

- 2 Stromkreise 4er Bündel 562-AL1/49-ST1A, Betrieb 380 kV

<u>Bereich Mast 31 bis 41</u>

- 2 Stromkreise 4er Bündel 562-AL1/49-ST1A, Betrieb 380 kV
- 2 x 2 Einzelleiter 304-AL1/49-ST1A, 110-kV DB Energie

Bereich Mast 41 bis 115A

- 2 Stromkreise 4er Bündel 562-AL1/49-ST1A, Betrieb 380 kV

Zusätzlich verlaufen 110-kV Leitungen auf den folgenden Abzweigungen:

- Mast 23 bis 1033 (Netze BW)
- Mast 5829N bis 31 (DB Energie)
- Mast 41 bis 11206 (DB Energie)

Die beiden 380-kV-Drehstromkreise bestehen jeweils aus drei Bündelleitern, wobei jeder Bündelleiter aus vier einzelnen, durch Abstandhalter miteinander verbundenen Einzelseilen besteht (Viererbündel).

6 Grundlagen und Methodik

6.1 Entstehung von Koronageräuschen

Die Geräuschemissionen von Höchstspannungsleitungen werden durch das Auftreten von Koronaentladungen (Koronageräusche) verursacht, deren Lautstärken von unterschiedlichen Einflussfaktoren abhängig sind. Eine Hauptursache für das Auftreten von Koronageräuschen ist die Benetzung der Leiterseile mit Wasser (z.B. Regen, Schnee). Neben den Witterungsverhältnissen sind die Höhe der Spannung und die Art der Beseilung (Durchmesser, Bündelung), aus welcher die elektrische Randfeldstärke als direkte Einflussgröße resultiert, sowie die Oberflächenbeschaffung der einzelnen Leiterseile (Verschmutzung etc.) die wichtigsten Einflussgrößen. Im vorliegenden Gutachten wird nicht detailliert auf die physikalischen Gegebenheiten bzgl. der Entstehung der Geräusche eingegangen, folgende Zusammenhänge sind hier jedoch zu nennen:

Bei hohem Niederschlag sind die Koronageräusche erfahrungsgemäß lauter als bei geringem Niederschlag, Nebel, Raureif oder ähnlichen Wettergegebenheiten. Geringere elektrische Randfeldstärken der Leiterseile führen zu verminderten Koronageräuschen. Durch einen größeren Seildurchmesser oder durch die Bündelung mehrerer Seile (z.B. 4er-Bündel) wird die elektrische Randfeldstärke reduziert, wodurch die Geräuschemissionen verringert werden. Ebenfalls verringern sich die Geräuschemissionen durch die natürliche Alterung der Seile, da sich deren Oberflächenbeschaffenheit zugunsten einer Geräuschsenkung (bei Benetzung der Seile mit Wasser) verändert. Dieser Effekt der natürlichen Geräuschreduzierung kann künstlich durch hydrophile Behandlungen der Leiterseiloberfläche erreicht werden. Bei Hoch- und Mittelspannungsleitungen bis einschließlich 110 kV sind die Phänomene der Koronageräusche weniger zu erwarten, da hier die elektrischen Ausgangsfeldstärken auf den Leiterseilen erfahrungsgemäß zu gering sind, um relevante Koronaentladungen zu verursachen. Im vorliegenden Fall erreichen jedoch aufgrund der unüblichen kompakten Bauweise des Mastes (geringe Abstände zwischen den verschiedenen Leiterseilbündeln) teilweise auch einzelne Phasen der 110-kV-Stromkreise Randfeldstärkenbereiche, in denen akustisch relevante Koronaentladungen zu erwarten sind. Es handelt sich dabei vorliegend um einen Sonderfall, von einer generellen Berücksichtigung von 110-kV-Stromkreisen bei Geräuschprognosen ist aus gutachterlicher Sicht weiterhin abzusehen. Dies sollte jedoch im Einzelfall jeweils anhand der vorliegenden Randfeldstärken überprüft werden.

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 treten die Geräusche bzw. nennenswerte Geräuschpegel erst bei Wetterbedingungen mit Niederschlag auf. Im Betriebszustand mit Niederschlag (Regen, Schneefall) werden für AC-Leitungen (alternating current) die höchsten Emissionspegel erreicht, während die Geräuschemissionen im Betriebszustand ohne Niederschlag (trockene Witterungsbedingungen) deutlich geringere Pegel erreichen.

6.2 Vorgehensweise

Die zu erwartende Geräuschbelastung der geplanten Freileitung wird aufgrund der in obigem Abschnitt 6.1 beschriebenen Problematik und Komplexität anhand von verschiedenen Emissionsansätzen prognostisch untersucht.

In den Emissionsansätzen werden aktuelle Emissionsdaten des TÜV Hessens von Messungen an 380-kV-Freileitungen verwendet, deren Leiterseile vom Typ her vergleichbar sind mit den neuen Leiterseilen der geplanten neuen Freileitung.

Emissionsansatz 0 (Regelfall) stellt den zeitlich vorherrschenden Betriebszustand ohne Niederschlag dar, welcher die meteorologische Situation im Hinblick auf die Kriterien für Immissionsmessungen nach TA Lärm Anhang A.3.3.7 in Verbindung mit der DIN 45645-1 abbildet. Dieser Betriebszustand (ohne Niederschlag) beinhaltet dabei auch hohe Luftfeuchtigkeiten (u.U. auch für Nebel und/oder Raureif) (vgl. Abschnitt 9.3.1).

Emissionsansatz 1 (Sonderfall Niederschlag) basiert hierbei auf Messdaten als Mittelwert von häufig vorkommenden Wetterbedingungen bei „leichtem/mittlerem“ Niederschlag (≤ 4,8mm/h) (vgl. Abschnitt 9.3.2).

Emissionsansatz 2a (Sonderfall Niederschlag) bildet den hier selten auftretenden Fall des „worst case“ für den Betriebszustand mit „starkem“ Schneefall im Sinne einer Maximalbetrachtung nach TA Lärm ab. Hierzu wurden die im untersuchten Langzeitraum aufgetretenen, lautesten Emissionspegel im Betriebszustand mit starkem Schneefall als Ansatz zugrunde gelegt (vgl. Abschnitt 9.3.3).

Emissionsansatz 2b (Sonderfall Niederschlag) untersucht die Immissionen des ebenfalls selten auftretenden Falls für den Betriebszustand mit „starkem“ Regen (Niederschlagsmengen von > 0,4 mm/5min respektive > 4,8 mm /h) (vgl. Abschnitt 9.3.4).

7 Immissionsorte und Richtwerte

7.1 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 BImSchG, wonach schädliche Umwelteinwirkungen zu vermeiden oder zu vermindern sind, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist. Unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen sind auf ein Minimum zu beschränken. Schädliche Umwelteinwirkungen sind hier Geräuschimmissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen.

Bei der immissionsschutzrechtlichen Prüfung im Rahmen der öffentlich-rechtlichen Zulassung einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage ist die vereinfachte Regelfallprüfung i.S. des Abschnittes 4.2 TA Lärm durchzuführen. Hier ist insbesondere zu prüfen, ob die Geräuschimmissionen der zu beurteilenden Anlage die Immissionsrichtwerte (IRW) nach Nr. 6 der TA Lärm nicht überschreiten. Dabei konkretisieren die IRW das Vermeidungsgebot nach § 22 Abs.1 Satz 1 Nr. 1 BImSchG, wobei die Immissionsorte anhand Festsetzungen der Bebauungspläne im ersten Schritt nach Baugebietstypen und ihrer Schutzwürdigkeit gemäß Nr. 6.6 S.1 TA Lärm zuzuordnen sind.

Ergibt die Regelfallprüfung nach Ziffer 4.2 der TA Lärm, dass die maßgeblichen Immissionsrichtwerte nicht eingehalten werden, können die Besonderheiten des jeweiligen Einzelfalls im Rahmen einer Sonderfallprüfung berücksichtigt werden.

Unabhängig von der vereinfachten Regelfallprüfung nach Nr. 4.2 TA Lärm besteht gemäß Nr. 4.3 TA Lärm eine Pflicht zur Duldung unvermeidbarer Umwelteinwirkungen. Vermeidbare Umwelteinwirkungen sind solche, die mit Maßnahmen nach dem Stand der Lärmminderungstechnik eingehalten werden können. Danach unvermeidbare Umwelteinwirkungen sind auf ein Mindestmaß zu beschränken, müssen aber im Übrigen hingenommen werden.

Gemäß Nr. 3.2.2 der TA Lärm kann eine ergänzende Sonderfallprüfung erfolgen, falls im Einzelfall besondere Umstände vorliegen, *„die bei der Regelfallprüfung keine Berücksichtigung finden, nach Art und Gewicht jedoch wesentlichen Einfluss auf die Beurteilung haben können, ob die Anlage zum Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen relevant beiträgt. Dabei ist ergänzend zu prüfen, ob sich unter Berücksichtigung dieser Umstände des Einzelfalls eine vom Ergebnis der Regelfallprüfung abweichende Beurteilung ergibt.“*

Die in der TA Lärm genannten Immissionsrichtwerte werden 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 die Nachbarschaft herbeizuführen. Welche Beeinträchtigungen als erheblich einzustufen sind, richtet sich nach der Zumutbarkeit. Dabei ist auf die konkrete Betroffenheit abzustellen, die insofern umgebungsabhängig ist

7.2 Richtwerte nach TA Lärm

Die Immissionsrichtwerte (IRW) für die Nachtzeit sind im Vergleich zu den Richtwerten für die Tageszeit deutlich niedriger. Für die Bewertung der Geräuschbelastung durch das Planvorhaben sind daher sinnvollerweise nur die **Nacht**-Richtwerte von Bedeutung. Die IRW sind gemäß Abschnitt 6.1 der TA Lärm - für den Fall, dass es keine Besonderheiten zu beachten gibt - wie folgt festgelegt:

Immissionsrichtwerte	Tag / **Nacht**	
- in Gewerbegebieten	65 / **50**	dB(A)
- in Urbanen Gebieten	63 / **45**	dB(A)
- in Dorfgebieten und Mischgebieten	60 / **45**	dB(A)
- in Allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	55 / **40**	dB(A)
- in Reinen Wohngebieten	50 / **35**	dB(A)
- in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45 / **35**	dB(A)

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

Bei „**seltenen Ereignissen**“ an nicht mehr als 10 Tagen oder Nächten eines Kalenderjahres betragen die Immissionsrichtwerte, mit Ausnahme von Industriegebieten, 55 dB(A) nachts. Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte für seltene Ereignisse in Misch-, Wohn- und Kurgebieten in der Nacht um nicht mehr als 10 dB(A) überschreiten. In Gewerbegebieten dürfen diese Werte in der Nachtzeit um bis zu 15 dB(A) überschritten werden.

Nach Ziffer 7.2 der TA Lärm sind in der Regel „*unzumutbare Geräuschbelästigungen anzunehmen, wenn auch durch seltene Ereignisse bei anderen Anlagen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nach den Nummern 6.1 und 6.2 [der TA Lärm] verursacht werden können und am selben Einwirkungsort Überschreitungen an insgesamt mehr als 14 Kalendertagen eines Jahres auftreten*.“

Die Richtwerte gelten für die sogenannte Gesamtbelastung durch Geräusche, die sich aus der sogenannten Zusatzbelastung der zu beurteilenden Anlage und der Vorbelastung durch Anlagen, die in den Geltungsbereich der TA Lärm fallen, zusammensetzt. Eine Berücksichtigung der Vorbelastung ist im Rahmen der vereinfachten Regelfallprüfung nach TA Lärm nur dann erforderlich, wenn aufgrund konkreter Anhaltspunkte absehbar ist, dass die zu beurteilende Anlage im Falle ihrer Inbetriebnahme relevant zu einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte beitragen wird. Ein relevanter Beitrag der zu beurteilenden Anlage ist in der Regel auszuschließen, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

Der mit den Richtwerten zu vergleichende Beurteilungspegel wird nach Ziffer A1.4 der TA Lärm ermittelt. Die Basisgröße ist hierbei der Mittelungspegel L_{Aeq}, der bei impulshaltigen Geräuschen noch durch einen Impulszuschlag K_I und bei einzeltonhaltigen Geräuschen durch einen Zuschlag K_T beaufschlagt wird.

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

Für die Teilzeiten, in denen in 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.

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.

7.3 Zusatzbelastung / Vorbelastung

Für die Beurteilung der Geräuschimmissionen maßgeblicher Immissionsaufpunkt 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.

Die Gesamtbelastung ist die Belastung eines Immissionsortes, die von allen Anlagen hervorgerufen wird, für die die TA Lärm gilt. 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. Die Zusatzbelastung ist die Geräuschbelastung am Immissionsort, die durch die zu beurteilende Anlage hervorgerufen wird.

Nach Nummer 3.2.1, Absatz 2 der TA Lärm „Prüfung im Regelfall“ darf *„die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, wenn der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist. Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte um mindestens 6 dB(A) unterschreitet“.*

Nach Nummer 3.2.1, Absatz 3 der TA Lärm „Prüfung im Regelfall“ darf *„die Genehmigung wegen einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 [der TA Lärm] aufgrund der Vorbelastung auch dann nicht versagt werden, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitung nicht mehr als 1 dB(A) beträgt.“*

7.4 Immissionsorte

Insgesamt wurde im Vorfeld eine Vielzahl an Immissionsorten im vorliegend untersuchten Abschnitt „Birkenfeld – Pkt. Ötisheim“ identifiziert, welche aufgrund ihrer Nähe zum Planvorhaben bzw. der Gebietsausweisung maßgeblich im Sinne der Ziffer 2.3 der TA Lärm erscheinen. Dabei wurde jeweils die zur Geräuschquelle (Trasse) ausgerichtete Fassade mit Fenstern schutzbedürftiger Räume als Immissionsort berücksichtigt. Anhand der Ortsbesichtigung sowie der berechneten zu erwartenden Immissionspegel durch das Planvorhaben wurde in Verbindung mit der Gebietsausweisung eine Auswahl der tatsächlich von den höchsten Pegeln betroffenen Immissionsorte getroffen. Im Zweifelsfall wurden mehrere Fenster berechnet und dasjenige mit dem am höchsten errechneten Pegel ausgewählt.

Tabelle 1: Maßgebliche Immissionsorte im Bereich der geplanten Anlage 7620

IO-Nr.	Adresse und Fenster	Mastbereich	Horizontaler Abstand zum äußeren Leiterseil / zur Trassenachse
IO1	Kleingartensiedlung 75179 Pforzheim Zentraler Punkt am tiefsten Durchhang, 2,8 m Höhe	002A - 003A	15 m / 0 m
IO2	Industriegebiet Wilferdinger Höhe, Heilbronner Straße 17, 75179 Pforzheim (MAN Truck & Bus Service), 0,5 m über Dach	005 - 006	5 m / 9 m
IO3	Wohnhaus Deichler Weg 89, 75177 Pforzheim, Nordfassade, EG	12	7 m / 18 m
IO4	Wohnhaus Bauschlotter Straße 73, 75177 Pforzheim, Nordfassade, 2.OG	22 - 23	43 m / 56 m
IO5	Wohnhaus Bauschlotter Straße 82, 75177 Pforzheim, Nordfassade, EG	22 - 23	80 m / 93 m

Die genaue Lage der Immissionsorte kann den Lageplänen im Anhang 2 entnommen werden.

In folgender Tabelle 2 sind die o.g. Immissionsorte, die Gebietsausweisung (aufgrund der vorliegenden Bebauungspläne bzw. Flächennutzungspläne) und die zugehörigen Immissionsrichtwerte (IRW) nach TA Lärm dargestellt. Die Immissionsorte, die sich außerhalb der Gemeindeflächen befinden, hier im wesentlichen einzelne Höfe und kleine Weiler, liegen im Außenbereich und werden somit analog zu einem Misch- oder Dorfgebiet betrachtet. Die jeweilige Einschätzung ist im Zulassungsverfahren durch die zuständigen Behörden zu prüfen.

Tabelle 2: Immissionsorte mit IRW

Immissionsorte		Gebietsausweisung nach tatsächlicher Nutzung *	IRW (Nacht) [dB(A)]
IO1	Kleingartensiedlung 75179 Pforzheim	Außenbereich analog MI	60*
IO2	Heilbronner Straße 17, 75179 Pforzheim	Industriegebiet GI	70
IO3	Deichler Weg 89, 75177 Pforzheim	Außenbereich analog MI	45
IO4	Bauschlotter Straße 73, 75177 Pforzheim	Außenbereich analog MI	45
IO5	Bauschlotter Straße 82, 75177 Pforzheim	Allgemeines Wohngebiet WA	40

* An IO1 wird auch in der Nachtzeit der Tagesrichtwert für MI herangezogen, Erklärung siehe unten.

Der Immissionsort IO5 befindet sich am Rand eines Allgemeinen Wohngebietes und repräsentiert hierbei das nächstgelegene Fenster zur Trasse innerhalb eines ausgewiesenen Wohngebiets. Die Immissionsorte IO3 und IO4 stellen die Immissionsorte an Gebäuden in Trassennähe im Außenbereich dar, die aufgrund der Nähe zur Trasse, Höhe des Immissionsortes und der Leiterseilgeometrie die höchsten Immissionspegel erreichen. Wie bereits weiter oben beschrieben, wurden weitere Immissionsorte in Wohngebieten und im Außenbereich ebenfalls untersucht (z.B. Ob der Krebsklamm 10, 75177 Pforzheim im Mastbereich 16), erreichen jedoch niedrigere Immissionspegel im Vergleich zu den o.g. IO3 und IO4 (IOs im Außenbereich) bzw. IO5 (IOs in Wohngebieten) und werden daher im vorliegenden Gutachten nicht näher dargestellt.

Bei IO1 handelt es sich nach Flächennutzungsplan um ein Gartenhausgebiet. Nach Auskunft der Stadt Pforzheim liegt hier jedoch kein rechtskräftiger Bebauungsplan vor und es handelt sich um einen Außenbereich nach § 35 Baugesetzbuch. Dennoch der Hinweis: Die in Nummer 6.1 der TA Lärm vorgenommene Stufung der Immissionsrichtwerte in sieben Schutzkategorien enthält keinen numerus clausus des Lärmschutzes für Kleingartenanlagen sowie für Friedhöfe. Hinweise zur Schutzbedürftigkeit ergeben sich aus dem Abs. 4 des Beschlusses des Bundesverwaltungsgerichtes vom 17.03.1992 -BVerwG 4 B 230.91- Beurteilung der Schutzbedürftigkeit eines Kleingartengebietes gegenüber Verkehrseinwirkungen - Stufung der Immissionsgrenzwerte nach der 16. BImSchV; NJW 45/1992 S. 2908: Demnach „kann ein Kleingartengebiet, das auch der Erholung dient, grundsätzlich gegen Verkehrslärm entsprechend dem Tagesimmissionsgrenzwert für ein Dorfgebiet schutzbedürftig sein“. In den Hinweisen des Länderausschusses für Immissionsschutz zur Auslegung der TA Lärm 2017 (LAI-Hinweise) ergibt sich der Schutzanspruch für Friedhöfe, Kleingartenanlagen, soweit sie keine Gebiete sind und Wohnnutzung nach Bebauungsplan nicht zugelassen ist, und für Parkanlagen in der Regel nur für die Tageszeit. Das Schutzinteresse ist in der Regel hinreichend gewahrt, wenn ein Immissionsrichtwert von 60 dB(A) für die Tageszeit nicht überschritten wird.

Der IO2 ist im eigentlichen Sinn der TA Lärm kein Immissionsort, da sich hier kein schutzbedürftiger Raum (Wohnen oder Büro) befindet. Er repräsentiert das von der Trasse überspannte Industriegebiet „Wilferdinger Höhe“ im Bereich der Heilbronner Straße und wurde im Bereich von überspannten vorhandenen Lichtkuppeln über einem Hallendach positioniert. Er stellt somit einen Maximalansatz für das Gebiet dar.

8 Ausbreitungsberechnung

Die Berechnung der Schallausbreitung erfolgt auf Grundlage der DIN ISO 9613-2, welche die Zusammenhänge zwischen der Schallemission (Schallleistungspegel) und Schallimmission der 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. Im Sinne eines konservativen Ansatzes wird $C_0 = 0$ gewählt. Somit wird vorliegend gewürdigt, dass in dem vorliegend kritischeren Beurteilungszeitraum nachts häufig eine Temperaturinversion vorliegt und bei geringen Windgeschwindigkeiten, unabhängig von der Windrichtung, eine schallausbreitungsgünstige Situation vorliegen kann. Die Bodendämpfung wurde nach der Alternativformel entsprechend Gleichung 10 in DIN ISO 9613-2 ermittelt.

Mit der Schallausbreitungssoftware LimA wurde zunächst ein dreidimensionales digitales akustisches Modell erstellt, in dem die schallabstrahlenden, schallabsorbierenden, schallreflektierenden Objekte und die geometrischen Gegebenheiten berücksichtigt werden, wie z.B. Gelände, Gebäude, Hindernisse etc. In den Berechnungen wurde eine zweifache Reflexion berücksichtigt. Die Geräuschquellen der Trasse wurden als Linienquellen digitalisiert (siehe auch Abschnitt 9.1), wobei jeweils ein Leiterseil-Bündel (eine Phase) eines Stromkreises eine Quelle darstellt. Die Lage der Masten und insbesondere die Seilkonstellationen wurden hierfür durch den Auftraggeber im kmz-Format zur Verfügung gestellt. Die Datensätze wurden durch den Softwarehersteller von LimA für die Nutzung in diesem Programm aufbereitet. Gebäude wurden anhand der Lagepläne digitalisiert und deren Höhen aus Luftbildern und aus den vor Ort erstellten Fotos erhoben.

9 Emissionsdaten und -ansätze

9.1 Abstandsabhängigkeit der Schalldruckpegel

Die Abstandsabhängigkeit der Schalldruckpegel von HV-Freileitungen hängt vom Schallemissionsverhalten der Leitung ab. Anhand der bisherigen Untersuchungen von HV-Freileitungen und der dem Gutachten zugrundeliegenden Literatur wird bei der Erstellung eines Prognose- Modells davon ausgegangen, dass alle Phasenseile einer HVAC-Freileitung (Hochspannungs-Wechselstrom-Freileitung) in identischer Weise als Linienquelle gleichstark abstrahlen. Da sämtliche bisherigen Ergebnisse zeigen, dass die Geräusche zeitlich durchaus erheblich schwanken können, ist der Ansatz nicht zwingend, dass alle Phasenseile der Freileitung synchrone Zeitverläufe aufweisen. Es ist genauso denkbar und wie vereinzelt in der Praxis subjektiv beobachtet, dass einzelne Phasenseile scheinbar auch alleine oder mit unterschiedlicher Stärke als Linienquelle abstrahlen können. Vorliegend wird der in der Praxis gängige maximale und in der Literatur überwiegend beschriebene (auch vom TÜV Hessen im Labor unter Niederschlag ermittelte) Ansatz einer allseits gleichverteilten Linienquelle für das Schallabstrahlungsverhalten von allen Leiterseilen bei der Prognose zugrunde gelegt.

9.2 Emissionsdatenerhebung

Die Schallleistungsdaten für die Emissionsansätze basieren auf Langzeit-Geräuschemissionsmessungen, die vom TÜV Hessen (siehe Rechts-und Beurteilungsgrundlagen „HLUG Studie“) an vergleichbaren 380-kV-HVAC-Freileitungen mit „dicken“ Leiterseilquerschnitten (Al/St 560/50), sowie an Freileitungen mit „dünnen“ Leiterseilquerschnitten (Al/St 265/35 und Al/St 240/40) durchgeführt wurden. Diese Leiterseiltypen sind vergleichbar mit den im vorliegenden Planvorhaben eingesetzten Leiterseiltypen. Die Messdurchführung bzw. Emissionsdatenermittlung ist ausführlich in der HLUG-Studie „Messtechnische Felduntersuchungen zu Koronageräuschen“ von 2016 dargestellt und wird hier nicht weiter beschrieben.

Für die Schallleistungsermittlung (Langzeitmessungen/HLUG Studie) wurden systembedingt überwiegend Werte im oberen Ereignisvorkommen der Geräusche eines jeweiligen Betriebszustandes/Szenarios ausgewertet, da bei niedrigen Pegeln mit geringerem Koronageräuschanteil - welche bei den jeweiligen Betriebszuständen/Witterungsbedingungen ebenfalls auftraten - der Fremdgeräuscheinfluss zunimmt und eine sichere Auswertung der Daten nicht mehr DIN-konform möglich war. Die Emissionsdaten liegen daher alle auf der sicheren Seite. Die im Rahmen der Langzeituntersuchung erhobenen bzw. für die Schallleistungsermittlung verwendeten Messdaten sind weitestgehend fremd- und störgeräuschfrei. Aus Sicht der Sachverständigen stellen sie aufgrund der Dauer und Tiefe der Untersuchung einen belastbaren und abgesicherten Datenpool dar.

9.3 Emissionsansätze

Für die vorliegende Prognose werden 4 Emissionsansätze für Betriebsarten mit unterschiedlichen Schallleistungsansätzen für Leiter- bzw. Koronageräusche vergleichend dargestellt. Dabei wird unterschieden zwischen der zeitlich vorherrschenden Witterungsbedingung **ohne Niederschlag** („Trockenheit“ aber durchaus mit hoher Luftfeuchtigkeit) und damit einhergehend geringen bzw. weniger relevanten Koronaemissionen, sowie dem Betriebszustand **mit Niederschlag** und den dabei auftretenden Koronageräuschen.

Nach den Erkenntnissen repräsentativer Langzeitmessungen, sowie nach verschiedenen Wetterstatistiken wird bei Betriebszuständen mit Niederschlag, d.h. mit auftretendem Schnee oder Regen, für einen deutlich geringeren Zeitraum mit dem Auftreten des Korona Phänomens und deutlich höheren Geräuschen als bei Betriebszuständen ohne Niederschlag zu rechnen sein.

Die aufgetretenen Koronageräusche konnten hier in Abhängigkeit von der Niederschlagsstärke in zwei Gruppen aufgeteilt werden. Die Aufteilung erfolgte hierbei anhand der Auftretenshäufigkeit bestimmter Niederschlagsstärken. Eine Gruppe stellt dabei den Betriebszustand bei hohen Niederschlagsstärken (> 0,4 mm/5 min) und den damit verbundenen höheren Koronageräuschen dar. Die zweite Gruppe stellt den Betriebszustand bei „leichten/mittleren“ Niederschlagsmengen (≤ 0,4 mm/5 min) und den damit verbundenen niedrigeren Koronageräuschen dar.

Die den Berechnungen zugrunde gelegten Schallleistungen gehen aus der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Langzeituntersuchungen mit tiefergehenden Vergleichsmessungen hervor.

Bei allen Emissionsansätzen geht die **Einwirkzeit** der Geräuschemissionen 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 Ziffer A1.2 a) der TA Lärm dar.

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

110-kV-Leitungen und niedrigere Spannungsebenen sind, wie auch in der Literatur beschrieben, üblicherweise als schalltechnisch nicht relevant anzusehen. Aufgrund der unüblichen kompakten Bauweise des Mastes (geringe Abstände zwischen den verschiedenen Leiterseilbündeln) erreichen einzelne Phasen der 110-kV-Leitungen jedoch teilweise auch Randfeldstärkenbereiche, in denen akustisch relevante Koronaentladungen zu erwarten sind. Hierbei handelt es sich um einen Sonderfall, daher liegen für diese Spannungsebene keine Messwerte vor. Um die Phasen mit erhöhter Randfeldstärke dennoch prognostisch zu berücksichtigen, wird vorliegend auf theoretische Berechnungen der randfeldstärkenabhängigen Schallleistungen zurückgegriffen. Die Phasen der 110-kV-Stromkreise mit den üblichen niedrigeren Randfeldstärken sowie die 20 kV-Stromkreise, welche Abschnittsweise auf dem Gestänge der Trasse „Birkenfeld – Pkt. Ötisheim“ mitgeführt werden, werden vorliegend schalltechnisch nicht berücksichtigt.

Neben den teils deutlich erhöhten Randfeldstärken einzelner 110-kV-Phasen, sind auch abschnittweise die Randfeldstärken der 380 kV-Freileitungen höher, als dies allein aufgrund der Seilkonstellation (Bündelung, Durchmesser) zu erwarten ist. Dies ist ebenfalls auf die kompakte Bauweise der Masten zurückzuführen und stellt einen Sonderfall dar. Um diesen Effekt der Randfeldstärkenerhöhung hinreichend prognostisch zu würdigen, wird in den nachfolgend dargestellten Emissionsansätzen abschnittsweise jeweils ein Zuschlag auf die messtechnisch ermittelten Schallleistungen berücksichtigt. Dieser Zuschlag wird mit Hilfe verschiedener theoretischer Berechnungsverfahren ermittelt, welche einen Zusammenhang zwischen der Randfeldstärke und der Schallleistung eines Leiterseils herstellen.

Die Vorgehensweise zur Berechnung der projektspezifischen Schallleistungen der 110-kV-Freileitungen sowie der randfeldstärkenabhängigen Zuschläge für die Schallleistungen der 380-kV-Freileitungen mit „dicken“ Seilen, sind im Anhang 4 und 5 dargestellt.

9.3.1 Emissionsansatz 0 (ohne Niederschlag)

Emissionsansatz 0 stellt den Betriebszustand bei Trockenheit (= ohne Niederschlag, jedoch auch mit u. U. hoher Luftfeuchtigkeit) dar. Bei „trockenem Wetter“ wird gemäß Wetterstatistiken für den überwiegenden Zeitraum nicht oder nur mit geringen hörbaren und kaum messbaren Koronaimmissionen zu rechnen sein. Diese Witterung stellt jedoch gemäß TA Lärm in Verbindung mit Ziffer 6.4 der DIN 45645-1 den Regelfall, sprich konformen bestimmungsgemäßen Betriebsfall mit zum Nachweis geeigneten Wetterbedingungen (ohne Schnee, ohne Regenniederschlag) dar und wird daher vorliegend untersucht.

Die im Rahmen der Langzeituntersuchung ermittelten Schallleistungen für den Betriebszustand ohne Niederschlag stellen eine Obergrenze dar, da es nicht möglich war in diesem niedrigen Pegelbereich fremdgeräuschfrei zu messen. Während der Langzeituntersuchung an „dünnen“

Leiterseilen traten teilweise ungewöhnlich hohe Pegel bei Betriebszuständen ohne Niederschlag auf. Diese wurden vermutlich durch Staubablagerungen auf den Leiterseilen nach längerer Trockenperiode hervorgerufen. Auch diese hohen und untypischen Pegel wurden für die Schallleistungsbestimmung für den Betriebszustand ohne Niederschlag berücksichtigt. Damit bildet dieser Emissionsansatz einen auf der sicheren Seite liegenden Maximalansatz für diesen Betriebszustand ab.

Die hier im Mastabschnitt 10 bis 115A zum Einsatz kommenden Leiterseile 562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel sind weitgehend mit den untersuchten dicken Leiterseilen des Typs Al/St 560/50 zu vergleichen. Ein Vergleich der elektrischen Randfeldstärken zeigt jedoch aufgrund der erwähnten speziellen Mastbauweise, dass abschnittsweise z.T. deutlich höhere Randfeldstärken vorliegen, als dies bei dem untersuchten Maststandort der Langzeituntersuchungen der Fall war (mittlere elektrische Randfeldstärke der 3 Phasen 11,66 kv/cm). Es werden daher die messtechnisch ermittelten Emissionsansätze für dicke Leiterseile des Typs Al/St 560/50 für die Berechnung herangezogen, inklusive eines Zuschlags, der die erhöhten Randfeldstärken und somit höheren Schallleistungen standortabhängig berücksichtigt (vgl. Anhang 4). Diese Vorgehensweise gilt analog für die Emissionsansätze 1 und 2a/b.

Der für die Prognose der Anlage 7620 im Bereich Mast 10 bis 115A zugrunde gelegte längenbezogene Basis-Schallleistungspegel (pro Meter) L_{WA}‘ liegt bei L_{WA}‘ = 32,5 dB(A) – Emissionsansatz 0, 380 kV, 562-AL1/49-ST1A, 4er-Bündel für die vorliegend zum Einsatz kommenden Leiterseile je Leiterseilbündel bzw. Phasenseil eines Stromkreises.

Im Bereich des IO3 (Mast 12) liegt die mittlere elektrische Randfeldstärke bei 12,57 kV/cm. Mittels verschiedener theoretischer Ansätze lässt sich auf Grundlage der Randfeldstärkenerhöhung von 11,66 kV/cm (am Standort der Langzeituntersuchung) auf 12,57 kV/cm eine Schallleistungserhöhung von 5 dB(A)/m eines Leiterseilbündels abschätzen. Im Bereich der IO4 und IO5 (Mast 22-23) liegt die mittlere elektrische Randfeldstärke der 380 kV-Stromkreise bei 12,27 kV/cm. Hier lässt sich die Schallleistungserhöhung mit 3 dB(A)/m Leiterseilbündel abschätzen. Nähere Informationen zur Berechnung der Schallleistungserhöhung finden sich im Anhang 4. Inklusive dieser Zuschläge werden standortabhängig folgende projektspezifischen längenbezogenen Schallleistungspegel* (pro Meter) zur Berechnung herangezogen:

Im Mastbereich 12 (IO3):

$L_{WA'}$ = 37,5 dB(A) – Emissionsansatz 0, 380 kV, 562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel

Im Mastbereich 22-23 (IO4, IO5):

$L_{WA'}$ = 35,5 dB(A) – Emissionsansatz 0, 380 kV, 562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel

* Hinweis: die Pegel der längenbezogenen Schallleistung pro m Leiterseilbündel sind hier nicht mit dem Schalldruckpegel und/oder immissionsseitigem Beurteilungspegel zu verwechseln, welcher in der Regel aufgrund der Entfernungen (> 1m) deutlich niedriger liegt.

Bei dieser Witterung konnten keine tonalen Einflüsse festgestellt werden. Somit liegt der in die Berechnung eingehende Tonzuschlag bei **K_T = 0 dB(A)**.

Im Mastabschnitt 1 bis 9 ist der Betrieb des Hochtemperaturseils 264-AT1/34-A20SA geplant. Dieses ist weitgehend vergleichbar mit den untersuchten dünneren Leiterseilen des Typs Al/St 265/35 und Al/St 240/40. Auch hier wurde ein Vergleich der Randfeldstärken durchgeführt, der nur zu geringfügigen Abweichungen geführt hat. Es werden daher die messtechnisch

ermittelten Emissionsansätze für dünne Leiterseile des Typs Al/St 265/35 und Al/St 240/40 für die Berechnung als auf der sicheren Seite liegend herangezogen (gilt analog für Emissionsansätze 1 und 2a/b).

Der für die Prognose der Anlage 7620 im Bereich Mast 1 bis 9 zugrunde gelegte längenbezogene Schallleistungspegel * (pro Meter) $L_{WA'}$ liegt bei

$L_{WA'}$ = 48,0 dB(A) – Emissionsansatz 0, 380 kV, 264-AT1/34-A20SA, 4er Bündel

für die vorliegend zum Einsatz kommenden Leiterseile je Leiterseilbündel bzw. Phasenseil eines Stromkreises.

Für die vorliegenden Phasen mit erhöhten Randfeldstärken der 110-kV-Freileitungen wurden, mangels Messdaten für eine solche Leiterseilkonstellation, Schallleistungen gebildet auf Basis von theoretischen Berechnungen (EPRI), sowie der Regressionsgeradengleichung aus einer Vielzahl von Messdaten verschiedener Institute an verschiedenen Leiterseilkonstellation (vgl. Anhang 4 und 5). Je nach Mastabschnitt werden für die Prognose der 110-kV-Freileitungen der Anlage 7620 folgende längenbezogene Schallleistungspegel * (pro Meter) $L_{WA'}$ herangezogen:

Im Mastbereich 003A – 005 (IO1, IO2; max. Randfeldstärke 14,49 kV/cm):
$L_{WA'}$ = 48,9 dB(A) – Emissionsansatz 0, 110 kV, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil

Im Mastbereich 12 (IO3; max. Randfeldstärke 13,97 kV/cm):
$L_{WA'}$ = 47,0 dB(A) – Emissionsansatz 0, 110 kV, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil

Im Mastbereich 22-23 (IO4, IO5; max. Randfeldstärke 13,57 kV/cm):
$L_{WA'}$ = 45,5 dB(A) – Emissionsansatz 0, 110 kV, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil

Die genannten Schallleistungen betreffen im vorliegenden Fall jeweils nur ein einzelnes Phasenseil der Phase 2 der 110-kV-Stromkreise. Die anderen Phasenseile/Phasen der 110-kV-Stromkreise sind schalltechnisch nicht relevant aufgrund der geringen Randfeldstärken und werden daher nicht berücksichtigt (vgl. Anhang 3.2).

9.3.2 Emissionsansatz 1 („leichter/mittlerer“ Niederschlag)

Ansatz 1 beschreibt den Betriebszustand bei den häufiger auftretenden Witterungsbedingungen mit geringen Niederschlagsmengen bis ≤ 4,8 mm/h. Dabei wurden während den Langzeitmessungen noch mess- und auswertbare Koronageräusche bei Niederschlagsstärken von 0,1 bis 0,4 mm/5 min (entspricht 1,2 bis 4,8 mm/h) als erhöhte wetterbedingte „Lastsituation“ mit möglicherweise störenden Emissionspegel festgestellt. Der dabei ermittelte Schallleistungspegel für „dicke“ Leiterseile wurde hier überwiegend bei Betriebszuständen mit Niederschlag in Form von Schnee (fremdgeräuscharme Messbedingung, Wintermonate) ermittelt, während der Schallleistungspegel für „dünne“ Leiterseile überwiegend bei Betriebszuständen mit Niederschlag in Form von Regen ermittelt wurde.

Für die Emissionsmessungen der Betriebszustände mit „leichtem/mittlerem“ Schneefall sind die genauen äquivalenten Regenraten unsicher bis unbekannt. Anhand der Beobachtungen während der Messungen können nach Einschätzung der Gutachter die hier ermittelten Emissionsdaten für die „dicken“ Leiterseile theoretisch auf den Betriebszustand mit Niederschlag in Form von Regen übertragen werden. Da dies jedoch nicht abschließend gesichert erscheint, wurde vorliegend eine

Anpassung der Werte vorgenommen. Dazu wurde der energetische Mittelwert zwischen den Emissionsdaten (siehe HLUG Studie) für „dicke“ Leiterseile im Betriebszustand mit „leichtem/mittlerem“ und denen mit „starkem“ Schneefall gebildet. Damit fließen die Emissionsdaten der Maximalbetrachtung in den vorliegenden Emissionsansatz für den Betriebszustand mit „leichtem/mittlerem“ Niederschlag (1,2 bis 4,8 mm/h) auf der sicheren Seite liegend mit ein, wodurch verbleibende Unschärfen durch unbekannte Niederschlagswerte hinlänglich berücksichtigt werden.

Auch im Emissionsansatz 1 wurden für die „dicken“ Leiterseile die in Kapitel 9.3.1 beschriebenen randfeldstärkenabhängigen Zuschläge für die messtechnisch ermittelten Schallleistungen berücksichtigt, sowie Schallleistungen für die 110-kV-Leitungen berechnet.

Die für die Prognose der Anlage 7620 zugrunde gelegten längenbezogenen Schallleistungspegel* (pro Meter) $L_{WA'}$ sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 3: Längenbezogene Schallleistungspegel* für den Emissionsansatz 1 für die geplante Anlage 7620

Betriebsspannung	Leiterseilkonstellation	Mastbereich	Längenbezogene Schallleistung in dB(A)/m Leiterseilbündel
380 kV	562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel	12	46,3 + 5 = 51,3
380 kV	562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel	22 - 23	46,3 + 3 = 49,3
380 kV	264-AT1/34-A20SA, 4er Bündel	001A - 009	56,5
110 kV	264-AT1/34-A20SA, Einfachseil	003A - 005	56,2
110 kV	264-AT1/34-A20SA, Einfachseil	12	54,4
110 kV	264-AT1/34-A20SA, Einfachseil	22 - 23	52,8

* Hinweis: die Pegel der längenbezogenen Schallleistung pro m Leiterseilbündel sind hier nicht mit dem Schalldruckpegel und/oder immissionsseitigem Beurteilungspegel zu verwechseln, welcher in der Regel aufgrund der Entfernungen (> 1m) deutlich niedriger liegt.

Mögliche auftretende tonale Einflüsse durch die HVAC-Freileitung wurden gemäß TA Lärm mit einem Tonzuschlag von **K_T = 3 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 dB(A) gerechtfertigt. Bei größeren Entfernungen wird wahrscheinlich dieser Einzelton der Freileitung nicht mehr deutlich oder überhaupt nicht mehr wahrnehmbar sein.

9.3.3 Emissionsansatz 2a (Niederschlag – „starker“ Schneefall)

Im Sinne einer Maximalbetrachtung nach TA Lärm werden für den Ansatz 2a die lautesten beobachteten Emissionen der Leiterseile während des Langzeitmesszeitraums betrachtet, welche hier bei Betriebszuständen mit Niederschlag in Form von „starkem“ Schneefall aufgetreten sind. Diese Witterungsbedingungen und die dabei aufgetretenen lauten Koronageräusche kamen im

untersuchten Messzeitraum seltener vor als die in Emissionsansatz 1 beschriebenen Witterungsbedingungen.

Auch im Emissionsansatz 2 wurden für die „dicken" Leiterseile die in Kapitel 9.3.1 beschriebenen randfeldstärkenabhängigen Zuschläge für die messtechnisch ermittelten Schallleistungen berücksichtigt, sowie Schallleistungen für die 110-kV-Leitungen berechnet.

Die für die Prognose der Anlage 7620 zugrunde gelegten längenbezogenen Schallleistungspegel* (pro Meter) $L_{WA'}$ sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 4: Längenbezogene Schallleistungspegel* für den Emissionsansatz 2a für die geplante Anlage 7620

Betriebsspannung	Leiterseilkonstellation	Mastbereich	Längenbezogene Schallleistung in dB(A)/m Leiterseilbündel
380 kV	562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel	12	48,6 + 5 = 53,6
380 kV	562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel	22 - 23	48,6 + 3 = 51,6
380 kV	264-AT1/34-A20SA, 4er Bündel	001A - 009	59,7
110 kV	264-AT1/34-A20SA, Einfachseil	003A - 005	59,5
110 kV	264-AT1/34-A20SA, Einfachseil	12	57,7
110 kV	264-AT1/34-A20SA, Einfachseil	22 - 23	56,1

* Hinweis: die Pegel der längenbezogenen Schallleistung pro m Leiterseilbündel sind hier nicht mit dem Schalldruckpegel und/oder immissionsseitigem Beurteilungspegel zu verwechseln, welcher in der Regel aufgrund der Entfernungen (> 1m) deutlich niedriger liegt.

Bei diesen Messungen der lautesten Koronageräusche trat teilweise emissionsseitig ein deutlich wahrnehmbares Brummgeräusch bei 100Hz auf. Im Sinne der Untersuchung des ungünstigsten Szenarios („worst case") werden im Emissionsansatz 2a die beobachteten, aufgetretenen tonalen Einflüsse gemäß TA Lärm mit einem Tonzuschlag von **K_T = 6 dB(A)** versehen, da es hier unter Umständen durchaus auch immissionsseitig zu deutlich wahrnehmbaren Brummgeräuschen bei 100 Hz kommen kann, sofern sich der Immissionsort in entsprechender Nähe befindet und keine Fremdgeräuschverdeckung vorliegt.

Im Emissionsansatz 2a gehen die Geräuschemissionen im Sinne einer Maximalbetrachtung mit einer Einwirkzeit von einer Stunde (lauteste Nachtstunde) in die Berechnungen ein, unbeachtet davon, ob diese Maximalpegel während den Messungen tatsächlich über die gesamte Dauer einer vollen Stunde aufgetreten sind. Wetterbedingt ist dies möglich, im vorliegenden Untersuchungszeitraum kam es jedoch nur in <u>einer</u> Nacht zu Ereignissen in der oben beschriebenen Pegelhöhe, die über <u>eine</u> <u>volle</u> Nachtstunde (gemäß Nr. 6.4 der TA Lärm) aufgetreten sind.

Somit stellt der Emissionsansatz 2a für die mit einer Einwirkzeit der Leitungsemissionen über den gesamten Beurteilungszeitraum der lautesten Nachtstunde und dem erhöhten Zuschlag für Tonhaltigkeit (K_T) eine auf der sicheren Seite liegende Maximalbetrachtung („worst case") dar.

9.3.4 Emissionsansatz 2b (Niederschlag – „starker“ Regen)

Der zusätzliche Emissionsansatz 2b für den Betriebszustand mit Niederschlag in Form von „starkem“ Regen (Niederschlagsmengen > 0,4 mm/5min respektive > 4,8 mm/h) wurde gewählt, da es hierbei zu erhöhten Fremdgeräuschen durch das Regengeräusch kommt, wodurch eine andere Beurteilung der Immissionspegel erforderlich ist, als es bei dem Betriebszustand mit fremdgeräuscharmen Niederschlag in Form von „starkem“ Schneefall der Fall ist.
Im Untersuchungszeitraum an den „dicken“ Leiterseilen konnten Koronageräusche während Betriebszuständen mit Niederschlag in Form von „starkem“ Regen festgestellt werden. Auch hier wurden Brummgeräusche bei 100 Hz festgestellt, begleitet von „Bizzeln/Knistern/Prasseln“ im mittleren und oberen Frequenzbereich. In diesem mittleren und oberen Frequenzbereich unterlagen die Koronageräusche („Bizzeln/Knistern/Prasseln“) einer starken Fremdgeräuschbeeinflussung durch die Regengeräusche. Sowohl messtechnisch als auch subjektiv konnten die Koronageräusche in diesem Frequenzbereich **nicht** von den Regengeräuschen unterschieden werden. Messtechnisch war es hier nicht möglich die Regengeräusche simultan ohne die Leiterseilgeräuschemissionen zu ermitteln, wodurch die erforderliche Fremdgeräuschkorrektur der gemessenen Emissionspegel nicht vorgenommen werden konnte.

Für eine immissionsschutzrechtliche Beurteilung der Koronageräusche von Leiterseilen für den Betriebszustand mit Niederschlag in Form von „starkem“ Regen ist der obere Teil des Emissionsspektrums („Bizzeln/Knistern/Prasseln“), welcher durch die Regengeräusche verdeckt bzw. stark beeinflusst wurde, gemäß Nr. 3.2.1 der TA Lärm, nicht relevant. Es handelt sich hier bzgl. der mittel- und hochfrequenten Leiterseilgeräuschemissionen um ständig vorherrschende Fremdgeräusche, verursacht durch Regengeräusche in diesen Frequenzen. Daher ist es nicht entscheidend diesen Teil des Spektrums messtechnisch möglichst genau auszuwerten.

Das teilweise aufgetretene Brummen bei 100 Hz dagegen weist dabei gleiche Schallpegel auf, wie die Brummgeräusche, die bei Betriebszuständen mit Niederschlag in Form von „starkem“ Schneefall aufgetreten sind und kann sicher der HV-Freileitung zugeordnet werden.

Aus dem gesamten Datenkollektiv der vorliegenden Langzeituntersuchung an „dickeren“ Leiterseilen (z.B. Al/St 560/50) - vergleichbar mit dem im vorliegenden Planvorhaben eingesetzten Leiterseiltyp - ist es am sinnvollsten auch für den Emissionsansatz 2b (Betriebszustand mit Niederschlag in Form von „starkem“ Regen > 4,8 mm/h) das gleiche Emissionsspektrum wie für den Emissionsansatz 2a (Betriebszustand mit Niederschlag in Form von „starkem“ Schneefall) zugrunde zu legen. Gleiches gilt analog für die Übertragung der Schallleistung der „dünnen“ Leiterseile für den Betriebszustand mit Niederschlag in Form von „starkem“ Regen auf den Emissionsansatz 2a (Betriebszustand mit Niederschlag in Form von „starkem“ Schneefall, Abschnitt 9.3.3).

Die für die Prognose der Anlage 7620 verwendeten Schallleistungspegel (pro Meter) $L_{WA'}$ sind damit analog der Schallleistungspegel für Emissionsansatz 2a (siehe Abschnitt 9.3.3). Der vorliegende Emissionsansatz unterscheidet sich maßgeblich durch den zu vergebenden Tonzuschlag.

Aufgrund der erhöhten Fremdgeräusche bei „starkem“ Regen (Regengeräusche) ist die tonale Störwirkung der Leiterseilgeräusche durch das teilweise auftretende Brummen bei 100 Hz im Vergleich zu der fremdgeräuscharmen Witterung bei Schneefall deutlich gemindert. Die Messungen der Leiterseilgeräusche bei „starkem“ Regen weisen unterhalb der Leitung ein tonales Geräusch (mit Brummen bei 100 Hz) auf, wodurch ein Tonzuschlag von maximal 3 dB(A) für

Immissionsorte in unmittelbarer Nähe zur Trasse gerechtfertigt ist. Für weiter entfernte Immissionsorte wird im Emissionsansatz 2b (Betriebszustand mit Niederschlag in Form von „starkem" Regen) daher kein Tonzuschlag **K_T = 0 dB(A)** vergeben, da es bei dieser Witterung aufgrund des überlagernden und vorherrschenden Regengeräusches immissionsseitig nicht zu erhöhter Störwirkung durch tonhaltige Geräusche der HV-Freileitung kommt. Der Abstand eines Immissionsortes zur Freileitung, ab welchem die Anwendung K_T = 3 dB(A) erfolgt, wird basierend auf den Erkenntnissen der Langzeit-Emissionsmessungen (Auswertung der Messergebnisse, subjektiver Eindruck während der Messungen mehrerer Sachverständigen) auf 25 m zur Trassenmitte abschätzend festgelegt.

9.4 Maßgeblicher Emissionsansatz

9.4.1 Starker Niederschlag (Ansatz 2a/b) - seltene Ereignisse

Im Rahmen der Langzeituntersuchungen und anhand von Wetterstatistiken für verschiedene Standorte in Deutschland stellt sich für die Witterungsbedingungen mit vorliegend sogenanntem starkem Niederschlag > 0,4 mm/5min bzw. > 4,8 mm/h (Emissionsansatz 2a/b) heraus, dass diese Niederschlagsmengen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nur selten auftreten, das heißt, dass in weniger als 10 Nächten pro Jahr der definierte „starke" Niederschlag (sowohl in Form von Regen als auch in Form von Schnee) mit einer Dauer einer vollen Nachtstunde zu erwarten ist.

Zu diesem besonderen Sachverhalt kann in Ermangelung einer spezifischen Beurteilungsgrundlage dieses Sonderfalls bezüglich der Häufigkeit des seltenen wetterabhängigen Auftretens der Geräusche der Abschnitt 7.2 „seltene Ereignisse" der TA Lärm angeführt werden, in dem es heißt:

„Ist wegen voraussehbarer Besonderheiten beim Betrieb einer Anlage zu erwarten, dass in seltenen Fällen oder über eine begrenzte Zeitdauer, aber an nicht mehr als zehn Tagen oder Nächten eines Kalenderjahres und nicht an mehr als an jeweils zwei aufeinander folgenden Wochenenden, die Immissionsrichtwerte nach den Nummern 6.1 und 6.2 auch bei Einhaltung des Standes der Technik zur Lärmminderung nicht eingehalten werden können, kann eine Überschreitung im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für genehmigungsbedürftige Anlagen zugelassen werden."

Im vorliegenden Fall ist das Auftreten der Geräuschemissionen für die Betriebszustände mit Niederschlag keiner betrieblichen Steuerung unterlegen, sondern abhängig von äußeren Umständen (Witterungsbedingungen). Der Betreiber hat also keine Möglichkeit hierauf betrieblich als organisatorische Maßnahme steuernd Einfluss zu nehmen. Diese erhöhten Geräuschemissionen der Leiterseile bei Niederschlag können nicht vermieden werden und erfolgen willkürlich nach dem Zufall des Auftretens von bestimmten Wetterlagen. In Ermangelung einer diesbezüglichen Regelung in der TA Lärm für diesen Sonderfall kann auf Anraten der Landesfachbehörde NRW (LANUV), aufgrund der nachweislich geringen Häufigkeit des Auftretens dieser Betriebszustände über eine volle Stunde, im Sinne von bzw. in Anlehnung an Abschnitt 7.2 der TA Lärm von seltenen Ereignissen bezüglich der Emissionsansätze 2a und 2b ausgegangen werden. Vergleiche hierzu nähere Begründung zum Emissionsansatz in folgendem Kapitel 9.4.2, sowie Literatur DAGA („Zur neuen DIN SPEC 8987 Koronageräusche von Hochspannungsfreileitungen, Teil II - praktischer Teil").

9.4.2 Leichter/mittlerer Niederschlag (Ansatz 1) - maßgeblicher Emissionsansatz

Der Betriebszustand ohne Niederschlag ist der zeitlich deutlich vorherrschende Zustand mit über 80% der jährlichen Wettersituation im Sinne von TA Lärm und DIN 45645-1 (Regelfall). In diesem Zustand treten jedoch deutlich geringere Emissionen auf als mit einer Niederschlagssituation.

Der Sonderfall für Betriebszustände mit Niederschlag hat zeitlich einen deutlich geringeren Anteil im Jahresmittel, jedoch werden hierbei größere Emissionen als in der niederschlagsfreien Zeit hervorgerufen. Unabhängig von der Häufigkeit des Auftretens von Niederschlagsereignissen dauern Ereignisse mit starkem Regen im Vergleich zu Ereignissen mit geringerer Niederschlagsintensität tendenziell nur kurze Zeit an, was über eine Teilzeitkorrektur über die Beurteilungszeit zu verminderten Pegeln führen würde und somit nicht für eine Prognose gemäß TA Lärm für die ungünstigste Nachtstunde geeignet ist. Zudem erzeugt starker Regen je nach Umgebungsbedingungen mit der Intensität zunehmende Eigengeräusche und geht häufig mit Wind, z. T. auch Gewitter einher. Wetterbedingt höhere Fremdgeräuschpegel führen schließlich zur Verdeckung der Anlagengeräusche und begrenzen insoweit die sachgerechte Anwendung rechnerisch ermittelter Emissionspegel (siehe hierzu auch Anhang 6 - Geräuschpegel von Regenfremdgeräuschen).

Anhand der beschriebenen Faktoren wird daher der Emissionsansatz 1 für den Betriebszustand mit „leichtem/mittlerem“ Niederschlag ≤ 4,8 mm/h als maßgeblicher Emissionsansatz im Sinne der TA Lärm zur Beurteilung der lautesten Nachtstunde angesehen.

10 Berechnete Zusatzbelastung

Die vorliegende Berechnung der zu erwartenden Geräuschbelastung erfolgt anhand des Ausbreitungsberechnungsprogramms LimA. Dazu wurde ein digitales Berechnungsmodell erstellt, in welchem die Quellen der zu untersuchenden Trasse gemäß den vom Auftraggeber übermittelten Planunterlagen, sowie die realen örtlichen geometrischen Gegebenheiten berücksichtigt wurden.

Die Beurteilungspegel für die jeweiligen Immissionsorte errechnen sich nach Ziffer A1.4 der TA Lärm aus dem Mittelungspegel durch – soweit erforderlich - Addition eines Impulszuschlages und eines Tonzuschlages. Für eine realistische Bewertung der Geräuschbelastung wurden vorliegend in den Emissionsansätzen Tonzuschläge für auftretende tonale Ereignisse berücksichtigt. Da im Sinne der TA Lärm weder Koronageräusche noch Geräusche durch Transformatoren Impulshaltigkeit aufweisen, wurden keine Impulszuschläge erteilt (siehe Abschnitt 9).

In den folgenden Tabellen wird jeweils die berechnete Zusatzbelastung durch die geplante Trasse angegeben. Die hier untersuchten Immissionsorte stellen im Hinblick auf die zu erwartende Geräuschbelastung durch das Planvorhaben die maßgeblichen Aufpunkte dar. Dadurch sind hier die höchsten Immissionspegel zu erwarten. An allen anderen Wohngebäuden im Bereich des Planvorhabens werden niedrigere zu erwartende Immissionspegel hervorgerufen.

Die detaillierten Emissionsansätze und Berechnungsergebnisse können dem Abschnitt 9, sowie den Berechnungstabellen in den Anhängen 7 bis 10 entnommen werden.

10.1 Emissionsansatz 0 (ohne Niederschlag)

Emissionsansatz 0 stellt den Betriebszustand ohne Niederschlag dar. Die folgende Tabelle 5 zeigt die Berechnungsergebnisse für diesen Zustand.

Tabelle 5: berechnete Geräuschbelastung, **Emissionsansatz 0**

Immissionsort	Richtwert Nacht [dB(A)]	Zusatzbelastung Anlage 7620 L_r [dB(A)]
IO1*	60	39,1
IO2	70	37,5
IO3	45	29,4
IO4	45	25,8
IO5	40	23,6

*An IO1 wird auch in der Nachtzeit der Tagesrichtwert für MI herangezogen (vgl. Abschnitt 7.4)

Die zu erwartende Zusatzbelastung durch die geplante Trasse Anlage 7620 unterschreitet die jeweiligen Immissionsrichtwerte an den untersuchten Aufpunkten um gerundet mindestens 16 dB(A) für diesen, gemäß TA Lärm Anhang A.3.3.7 maßgeblichen und in Verbindung mit Ziffer 6.4 von DIN 45645-1 konformen bestimmungsgemäßen Betriebsfall mit zum Nachweis geeigneten Wetterbedingungen (ohne Schnee, ohne Regenniederschlag).

Somit befinden sich alle untersuchten maßgeblichen Immissionsorte bei vorherrschenden Witterungsbedingungen im Betriebszustand ohne Niederschlag außerhalb des Einwirkungsbereiches der geplanten Anlagen nach Ziff. 2.2. der TA Lärm.

10.2 Emissionsansatz 1 („leichter/mittlerer“ Niederschlag)

Im Emissionsansatz 1 wird der Betriebszustand mit „leichtem/mittlerem“ Niederschlag in Form von Schnee, Regen bis ≤ 4,8mm/h untersucht. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse dargestellt. Mögliche auftretende tonale Einflüsse durch die HVAC-Freileitung wurden mit einem Tonzuschlag von K_T = 3 dB(A) berücksichtigt.

Tabelle 6: berechnete Geräuschbelastung, **Emissionsansatz 1**, inkl. K_T von 3 dB(A)

Immissionsort	Richtwert Nacht [dB(A)]	Immissionspegel + K_T [dB(A)]	Zusatzbelastung Anlage 7620 L_r [dB(A)]
IO1*	60	46,5 + 3	49,5
IO2	70	44,8 + 3	47,8
IO3	45	38,4 + 3	41,4
IO4	45	34,8 + 3	37,8
IO5	40	32,7 + 3	35,7

*An IO1 wird auch in der Nachtzeit der Tagesrichtwert für MI herangezogen (vgl. Abschnitt 7.4)

Im Emissionsansatz 1 wird der Richtwerte durch die zu erwartende Geräuschzusatzbelastung der Anlage 7620 am IO3 und am IO5 jeweils um gerundet 4 dB(A) unterschritten. Am IO4 wird der

Richtwert durch die Zusatzbelastung um gerundet 7 dB(A) unterschritten, somit ist die Geräuschbelastung der Anlage im Betriebszustand mit „leichtem/mittlerem“ Niederschlag (≤ 4,8 mm/h) am IO4 als nicht relevant anzusehen nach Ziff. 3.2.1 der TA Lärm. Ferner werden an den weiteren Immissionsorten IO1 und IO2 die Richtwerte durch die zu erwartende Zusatzbelastung durch die Anlage 7620 um mindestens 10 dB(A) unterschritten. Somit befinden sich diese Immissionsorte für den Betriebszustand mit leichtem/mittlerem Niederschlag außerhalb des Einwirkungsbereiches der geplanten Anlage nach Ziff. 2.2. der TA Lärm.

Es ist anzumerken, dass es an den vorliegenden Immissionsorten bei den hier untersuchten Betriebszuständen mit geringen Niederschlagsmengen von ≤ 4,8 mm/h durchaus zu einer Verdeckung der Koronageräusche (Anlage 7620) durch die Regengeräusche kommt. Dies betrifft vor allem den mittel- und hochfrequenten Bereich, bei dem die Koronageräusche durch die Geräuschcharakteristik der Regengeräusche verdeckt werden. Typisierende Messungen in urbanem, sowie in dörflichem Umfeld zeigten, dass auch schon bei leichtem Regen die Umgebungsgeräusche witterungsbedingt stark zunehmen. Dazu gehören Umgebungsgeräusche von entfernt liegenden Verkehrswegen, die bei nasser Fahrbahn höhere Pegel hervorrufen, sowie z.B. auch Tropfengeräusche auf Dächern, schallharten Flächen und Plätschern von Regenrinnen etc. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die auftretenden Koronageräusche im Betriebszustand mit “leichtem/mittlerem“ Niederschlag - mit den in der Tabelle 6 angeführten zu erwartenden Pegelhöhen - durch die witterungsbedingten Fremdgeräusche überlagert bzw. verdeckt werden und messtechnisch nicht isoliert erfassbar sind. Vergleiche hierzu Anhang 6 (Geräuschpegel von Regenfremdgeräuschen).

10.3 Emissionsansatz 2a (starker Schneefall) – seltenes Ereignis

Die Emissionsdaten für diesen Ansatz 2a stellen den im Untersuchungszeitraum der Emissionsmessungen erfassten „worst case“ mit den lautesten aufgetretenen Geräuschemissionen dar (siehe Abschnitt 9.3.3).

Mögliche auftretende tonale Einflüsse durch die HVAC-Freileitung wurden mit einem Tonzuschlag von K_T = 6 dB(A) berücksichtigt.

Emissionsansatz 2a wird als eine auf der sicheren Seite liegende Maximalbetrachtung („worst case“) für seltene Ereignisse betrachtet (vergleiche Abschnitt 9.4). Der Beurteilungspegel der zu erwartenden Geräuschbelastung wird somit mit den erhöhten Richtwerten nach Nr. 7.2 i.V.m. Ziff. 6.3 der TA Lärm für seltene Ereignisse verglichen.

Bei dem im Emissionsansatz 2a untersuchten „worst case“ werden die Immissionsrichtwerte für seltene Ereignisse durch die zu erwartende Zusatzbelastung an allen Immissionsorten um gerundet mindestens 8 dB(A) (an IO3) unterschritten.

Tabelle 7: berechnete Geräuschbelastung, **Emissionsansatz 2a** („starker“ Schneefall, „worst case“, seltenes Ereignis), inkl. K_T von 6 dB(A)

Immissionsort	Richtwert Nacht [dB(A)]	Immissionspegel + K_T [dB(A)]	Zusatzbelastung Anlage 7620 L_r [dB(A)]
IO1*	70	49,8 + 6	55,8
IO2	70	48,1 + 6	54,1
IO3	55	41,3 + 6	47,3
IO4	55	37,6 + 6	43,6
IO5	55	35,5 + 6	41,5

*An IO1 wird auch in der Nachtzeit der Tagesrichtwert für MI herangezogen (vgl. Abschnitt 7.4)

10.4 Emissionsansatz 2b (starker Regen)

Der Emissionsansatz 2b beschreibt den Betriebszustand mit selten auftretendem „stärkerem“ Niederschlag in Form von Regen (> 4,8 mm/h) und basiert, analog zu Ansatz 2a, auf den Emissionsdaten der im Rahmen der Langzeituntersuchungen lautesten Geräuschemissionen durch die dazu untersuchten Freileitungen (siehe Abschnitt 9.3.4).

Ein Tonzuschlag von K_T = 3dB(A) für auftretende tonale Geräusche durch die geplante Trasse wurde im vorliegenden Emissionsansatz lediglich an den Immissionsorten IO1 bis IO3 berücksichtigt. An den anderen Immissionsorten (IO4, IO5) wurde der Tonzuschlag nicht vergeben, da hier durch den Abstand der Immissionsorte zur Trasse anhand des überlagernden und vorherrschenden Regengeräusches immissionsseitig nicht mit einer erhöhten Störwirkung durch tonhaltige Geräusche der Höchstspannungsleitung zu rechnen ist. Dieser Emissionsansatz basiert auf den Erkenntnissen der Langzeituntersuchungen von Koronageräuschen und bildet ein realistisches Szenario ab.

Das Auftreten erhöhter Emissionen im Betriebszustand mit „starkem“ Niederschlag (Schnee, Regen) wird als seltenes Ereignis betrachtet (siehe Abschnitt 9.4). Der Beurteilungspegel der zu erwartenden Geräuschbelastung wird somit, analog zu Emissionsansatz 2a, vorliegend mit den erhöhten Richtwerten nach Nr. 7.2 der TA Lärm für seltene Ereignisse verglichen.

In diesem Szenario werden an den Immissionsorten IO4 und IO5 geringere Beurteilungspegel L_r durch die Zusatzbelastung hervorgerufen als im Emissionsansatz 1 (Betriebszustand mit geringeren Niederschlagsmengen, Tabelle 6), obwohl die Emissionen durch Koronageräusche im Betriebszustand mit größeren Niederschlagsmengen höher sind und somit vorliegend höhere Immissionspegel zu erwarten sind als in Emissionsansatz 1. Dies ist vorliegend auch der Fall, da die an den Immissionsorten resultierenden Mittelungspegel L_{Aeq} des zu beurteilenden Geräusches ohne Berücksichtigung von Zuschlägen (Tonzuschlag) im vorliegenden Ansatz 2b höher sind als in Emissionsansatz 1 (siehe auch Anhang 7). Im Emissionsansatz 1 wird zur Bildung des Beurteilungspegels L_r ein Tonzuschlag von K_T = 3 dB(A) berücksichtigt während ein Tonzuschlag für den vorliegenden Emissionsansatz 2b an den Immissionsorten IO4 und IO5 aufgrund der Entfernung zur Trasse nicht vergeben wird, wodurch hier rechnerisch ein etwas geringerer Beurteilungspegel zustande kommt.

Tabelle 8: berechnete Geräuschbelastung, **Emissionsansatz 2b** („starker Regen“, „worst case“, seltenes Ereignis), K_T = 0 dB(A) für IO4 und IO5, K_T = 3 dB(A) für IO1, IO2 und IO3

Immissionsort	Richtwert Nacht [dB(A)]	Immissionspegel + K_T [dB(A)]	Zusatzbelastung Anlage 7620 L_r [dB(A)]
IO1*	70	49,8 + 3	52,8
IO2	70	48,1 + 3	51,1
IO3	55	41,3 + 3	44,3
IO4	55	37,6 + 0	37,6
IO5	55	35,5 + 0	35,5

*An IO1 wird auch in der Nachtzeit der Tagesrichtwert für MI herangezogen (vgl. Abschnitt 7.4)

Im Betriebszustand mit Niederschlag in Form von „stärkerem“ Regen > 4,8 mm/h unterschreitet die zu erwartende Geräuschzusatzbelastung der geplanten Trasse die Richtwerte für seltene Ereignisse an allen Immissionsorten um gerundet mindestens 11 dB(A) (an IO3).

Zudem werden an allen Immissionsorten die jeweiligen Nacht-Richtwerte (WA, MI, GI) nach Ziffer 6.1 der TA Lärm durch die Zusatzbelastung um gerundet mindestens 1 dB(A) (IO3) unterschritten.

Unabhängig davon ist anzumerken, dass es an den Immissionsorten bei den hier betrachteten Witterungsbedingungen zu einer Verdeckung der Koronageräusche durch die Regengeräusche kommt. Dies betrifft vor allem den mittel- und hochfrequenten Bereich, bei dem die Koronageräusche nicht mehr von den Regengeräuschen unterscheidbar sind und von diesen verdeckt werden. Typisierende Immissionsmessungen im dörflichen Umfeld zeigen, dass selbst bei geringeren Regenmengen ≤ 4,8 mm/h die daraus resultierenden Fremdgeräusche deutlich über den Koronageräuschen liegen und durch Aufprallgeräusche verdeckt werden, so dass diese nicht mehr isoliert messbar und mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht hörbar bzw. vom Regengeräusch nicht unterscheidbar sind (siehe auch Emissionsansatz 1 und Anhang 6).

11 Zusammenfassung und Diskussion

Die TransnetBW GmbH plant den Neubau einer Hochspannungs-Freileitung (HV-Freileitung) mit dem Namen „Birkenfeld – Pkt. Ötisheim, Anlage 7620“. Es ist vorgesehen, die neue Höchstspannungsfreileitung größtenteils entlang vorhandener Trassenräume zu realisieren. Die gesamte beantragte Leitungslänge beträgt ca. 14,2 km. Die Länge der geplanten Neubaustrecke beträgt insgesamt ca. 11,5 km. Ein bestehender Leitungsabschnitt von ca. 2,7 km Länge muss umgebaut werden. In Teilabschnitten werden vorhandene, nahe gelegene oder parallel verlaufende 110-kV-Freileitungen der Netze BW GmbH und der DB Energie GmbH mit einer Länge von ca. 10 km abgebaut und deren Stromkreise auf dem geplanten 380-kV-Mastgestänge mitgeführt.

Als Grundlage für die Geräuschprognose dienen sowohl frühere schalltechnische Gutachten für vergleichbare Planvorhaben als auch neuere Erkenntnisse aus Emissionsmessungen durch den TÜV Hessen an vergleichbaren 380-kV-Freileitung (Studie „Messtechnische Felduntersuchungen zu Koronageräuschen“, HLUG).

In Abschnitt 7.4 des vorliegenden Gutachtens werden die untersuchten Immissionsorte IO1 bis IO5 ausführlich dargestellt. Die hier untersuchten Immissionsorte stellen im Hinblick auf die zu erwartende Geräuschbelastung durch das Planvorhaben für die jeweiligen Gebietsausweisungen respektive Schutzbedürftigkeiten die Aufpunkte mit den höchsten zu erwartenden Pegeln dar. An allen anderen Wohngebäuden, welche sich im Bereich des Planvorhabens befinden, werden niedrigere zu erwartende Immissionspegel hervorgerufen.

Die Berechnung der zu erwartenden **Zusatzbelastung** durch die **geplante Freileitung** wurde mit vier verschiedenen Emissionsansätzen durchgeführt. Diese stellen die unterschiedlichen Betriebszustände in Abhängigkeit der Witterungsbedingungen dar (siehe Abschnitt 10). Emissionsansatz 0 bildet den Betriebszustand ohne Niederschlag (Regelfall) ab, Ansatz 1 beschreibt den maßgeblichen Betriebszustand mit „leichtem/mittlerem“ Niederschlag (Sonderfall Schnee, Regen bis ≤ 4,8 mm/h), Emissionsansatz 2a beschreibt den Betriebszustand mit Niederschlag in Form von „starkem“ Schneefall (Sonderfall) und Ansatz 2b den Betriebszustand mit Niederschlag in Form von „starkem“ Regen (über > 4,8 mm/h, Sonderfall).

In **Emissionsansatz 0 (Trockenheit)** werden die jeweiligen Richtwerte durch die Geräuschbelastung der geplanten Freileitung Anlage 7620 an allen Immissionsorten um mehr als 10 dB(A) unterschritten. Somit befinden sich alle maßgeblichen Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereiches der geplanten Trasse nach Ziff. 2.2. der TA Lärm bei der vorherrschenden Witterungsbedingung „Trockenheit“. Diese im Emissionsansatz 0 untersuchten Witterungsbedingungen bei Trockenheit liegen dem überwiegenden Teil der Zeit vor und stellen den konformen bestimmungsgemäßen Betriebsfall mit zum Nachweis geeigneten Wetterbedingungen (ohne Schnee, ohne Regenniederschlag) gemäß TA Lärm Anhang A3.3.7 in Verbindung mit Ziffer 6.4 der DIN 45645-1 dar.

Emissionsansatz 2a und 2b bilden die Situation des „worst case“ bei **starkem Niederschlag** (starker Schnee, Regen > 4,8 mm/h) ab, bei welchem die höchsten Immissionspegel durch Koronageräusche verursacht werden. Gleichzeitig stellen diese witterungsbedingten Betriebszustände aufgrund des geringen Auftretens seltene Ereignisse in Anlehnung an die TA Lärm (Ziff. 6.3 in Verbindung mit Ziff. 7.2) dar. Unabhängig davon kommt es an den Immissionsorten mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zu Überlagerungen und Verdeckungen durch witterungsbedingte Fremdgeräusche. Dieser Sachverhalt wird in Abschnitt 9.4 des vorliegenden Gutachtens beschrieben und basiert auf den Erkenntnissen der vom TÜV Hessen durchgeführten Langzeituntersuchung zu Emissionen von Koronageräuschen, sowie Niederschlagsstatistiken von verschiedenen Standorten in Deutschland.

Die Geräuschzusatzbelastung, die bei starken Niederschlägen (Emissionsansatz 2a und 2b) durch die geplante Höchstspannungsfreileitung Anlage 7620 im Bereich der Immissionsorte zu erwarten ist, unterschreitet die Richtwerte für seltene Ereignisse um gerundet mindestens 16 dB(A) (Ansatz 2a, starker Schneefall).

Für den **Emissionsansatz 1 - Betriebszustand mit „leichtem/mittlerem“ Niederschlag** (Schnee, Regen ≤ 4,8 mm/h) kann die strenge Definition nach Ziff. 7.2 als seltenes Ereignis nicht nachgewiesen werden. Dennoch stellen diese Witterungsbedingungen im Vergleich zu dem vorherrschenden Zustand bei Trockenheit ein eher weniger oft vorkommendes Szenario dar. Den Ergebnissen aus Langzeitmessungen folgend sind dabei mess- und noch auswertbare Koronageräusche bei Niederschlagsstärken von 0,1 bis 0,4 mm/5min (entspricht 1,2 bis 4,8 mm/h) als erhöhte wetterbedingte „Lastsituation“ mit möglicherweise störenden

Emissionspegeln noch am ehesten zu prognostizieren (siehe auch Abschnitt 9.4). Für diesen meteorologisch bedingten maßgeblichen Lastfall von Koronageräuschen (Betriebszustand mit „leichtem/mittlerem“ Niederschlag) wurden die nachfolgend dargestellten Ergebnisse prognostiziert.

Tabelle 9: berechnete Zusatzbelastung durch die geplante Anlage 7620, **Emissionsansatz 1** („leichter/mittlerer“ Niederschlag), inkl. Tonzuschlag K_T von 3 dB(A)

Immissionsort	Gebietsausweisung	Richtwert Nacht [dB(A)]	Zusatzbelastung Anlage 7620 L_r [dB(A)]
IO1*	Außenbereich analog MI	60	49,5
IO2	GI	70	47,8
IO3	Außenbereich analog MI	45	41,4
IO4	Außenbereich analog MI	45	37,8
IO5	WA	40	35,7

*An IO1 wird auch in der Nachtzeit der Tagesrichtwert für MI herangezogen (vgl. Abschnitt 7.4)

Damit unterschreitet die zu erwartende Zusatzbelastung durch die geplante Freileitung Anlage 7620 die Richtwerte an den Immissionsorten IO1, IO2 und IO4 um gerundet mindestens 7 dB(A). Nach Ziff. 3.2.1 der TA Lärm ist die Geräuschzusatzbelastung durch die geplante Freileitung dort somit als nicht relevant anzusehen.

An den Immissionsorten IO3 und IO5 werden die Richtwerte durch die Zusatzbelastung der Anlage 7620 um gerundet 4 dB(A) unterschritten. Die Zusatzbelastung ist an diesen beiden Immissionsorten somit nicht als irrelevant nach Ziff. 3.2.1 der TA Lärm anzusehen. Aufgrund einer Ortsbesichtigung in der Umgebung der beiden Immissionsorte ist davon auszugehen, dass sich in der direkten Nachbarschaft der Immissionsorte keine Anlagen im Sinne der TA Lärm befinden, welche eine relevante Vorbelastung darstellen. Allerdings befinden sich bei beiden Immissionsorten in wenigen hundert Metern Entfernung Gewerbegebiete, wodurch eine Vorbelastung im Sinne der TA Lärm nicht sicher ausgeschlossen werden kann. Es ist jedoch anzumerken, dass ebenfalls beide Immissionsorte in sehr kurzen Abständen zur Autobahn BAB 8 liegen. Die Entfernungen betragen ca. 140 m für den IO5 und ca. 55 m für den IO3. Daher ist von einem erheblichen Hintergrundgeräuschpegel durch den Verkehr auf der Autobahn auszugehen. Es ist somit zu erwarten, dass die Geräusche der geplanten Trasse weitgehend durch die Verkehrsgeräusche verdeckt werden, insbesondere bei regennasser Fahrbahn und den damit verbundenen erhöhten Rollgeräuschen. Eine messtechnische Untersuchung der Vorbelastung oder ein Nachweis der Unterschreitung der Richtwerte durch die Immissionen der Trasse wird bei Nutzung der Autobahn voraussichtlich nicht möglich sein.

Es ist anzumerken, dass es an den vorliegenden Immissionsorten den hier betrachteten Witterungsbedingungen bzw. Betriebszuständen sehr wahrscheinlich zu einer Verdeckung der Koronageräusche (Anlage 7620) durch die Regengeräusche kommt. Typisierende Messungen in dörflichem Umfeld bestätigen dies und zeigen, dass selbst bei geringen Niederschlägen eine Unterscheidung zwischen Koronageräusch bei Regen und der durch Regen verstärkten Fremdgeräusche (Plätschern an Regenrinnen, Aufprallgeräusch auf harten Flächen/Dächern etc.) nur erschwert möglich ist (siehe auch Anhang 4).

Unabhängig von diesen Ergebnissen verweisen die Gutachter hier darauf, dass es sich bei Betriebszuständen mit Niederschlag (Emissionsansatz 1, 2a/2b), um den Sonderfall der Koppelung zeitgleichen Auftretens von Fremd- und Störpegeln bei nur mit Niederschlag auftretenden Koronageräuschen handelt. Aus gutachterlicher Sicht kann im Sinne von TA Lärm und DIN 45645-1 und Ziffer 4.1 in Frage gestellt werden, inwieweit es sich dabei um einen nachweispflichtigen bzw. nachweisfähigen Betriebsfall handelt. Der Grund dafür ist, dass bei diesen Wetterbedingungen nahezu immer mit immissionsseitigen unkalkulierbaren Stör- und Fremdgeräuscheffekten zu rechnen ist. Diese waren bei der Emissionsdatenerfassung mit ausreichendem Fremdpegelabstand im freien Feld korrigierbar, was aber auf der Immissionsseite im urbanen bzw. dörflichen Umfeld nicht möglich sein wird.

Maßnahmen zur Lärmminderung wurden durch die dickeren Seildurchmesser in der Planung ab Mastbereich 9 umgesetzt. Durch diese zum Einsatz kommenden Leiterseile mit größerem Seilquerschnitt kommt es zu einer verringerten elektrischen Randfeldstärke und damit zu reduzierten Geräuschemissionen. Aus Gründen der Berechnungsübereinstimmung (Basisdaten Prognose) wird gutachterlich vorliegend empfohlen alle neuen bzw. zu ändernden Leiterseile so vorzubehandeln, dass eine hydrophile Oberfläche erzeugt wird, um eine künstlich erreichte Vorwegnahme der natürlichen Alterung der Leiterseile zu erreichen und damit die sofortige Einhaltung der in den Emissionsansätzen berechneten Beurteilungspegel gewährleisten zu können.

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. Auch 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.

Da der ermittelte Datenpool im oberen Ereignisvorkommen der Geräusche erfolgte, kann nach Einschätzung der Gutachter die Unsicherheit der Emissionsansätze nach VDI 3723 Blatt 1 und HLUG Studie (Tabelle 10) mit + 0,7 und - 2,2 dB angegeben werden. Unabhängig hiervon wird die Aussageunsicherheit der Prognose in Tabelle 5 der DIN ISO 9613-2 anhand der geometrischen Gegebenheiten systembedingt mit ± 1 dB angegeben.

Industrie Service
Geschäftsfeld Umwelttechnik
Lärm- und Erschütterungsschutz

Martin Heinig
(Stellv. Fachlicher Leiter)

Pascal Sames
(Sachverständiger)

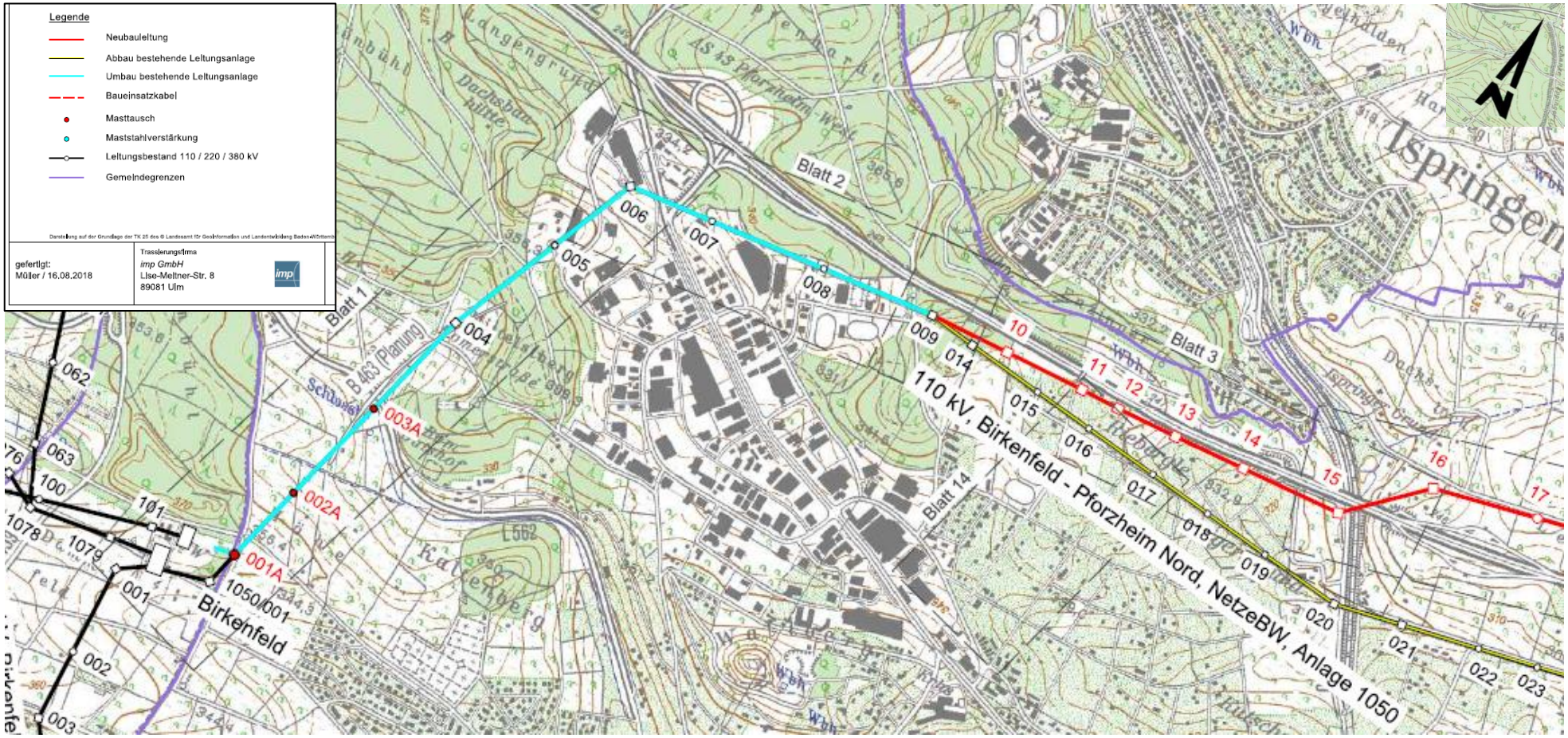
Anhangsverzeichnis

		Seite
Anhang 1:	Übersichtspläne der Trassenführung	33-35
Anhang 2:	Lagepläne mit Kennzeichnung der Immissionsorte	36-39
Anhang 3:	Mastskizze und Elektrische Randfeldstärken	40-43
Anhang 4:	Berechnung randfeldstärkenabhängiger Zuschläge für die Schallleistungen der 380-kV-Freileitungen	44-45
Anhang 5:	Berechnung der Schallleistung für die 110 kV-Freileitungen mit projektspezifisch erhöhten Randfeldstärken	46
Anhang 6:	Geräuschpegel von Regenfremdgeräuschen	47
Anhang 7:	Übersicht Ergebnistabellen	48
Anhang 8:	Emissionsdaten / Oktavspektren	49
Anhang 9:	Berechnungstabellen IO3	50-52
Anhang 10:	Berechnungstabellen IO5	53-55

Anmerkung zu den Anhängen 9 und 10, Berechnungstabellen:
Aufgrund der Umfänglichkeit der Berechnungstabellen wurde für die detaillierte tabellarische Darstellung der Berechnungsergebnisse (Zusatzbelastung Anlage 7620) die vorliegende Auswahl vorgenommen. Diese Auswahl (IO3, IO5) stellt mit Hinblick auf die jeweilige Schutzbedürftigkeit (Vergleich zwischen zulässigem Richtwert und Zusatzbelastung) die maßgeblichen IOs dar.

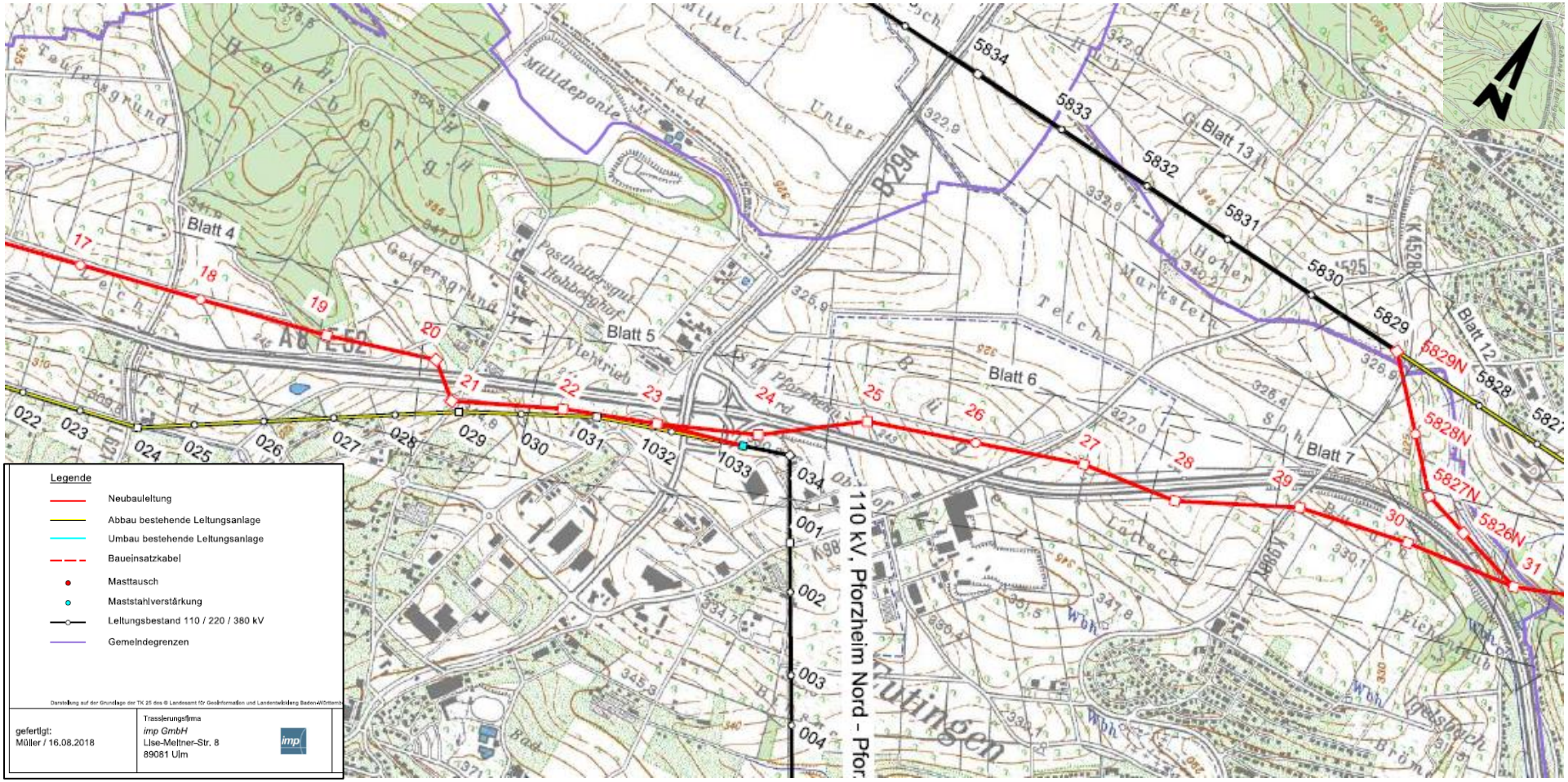
Anhang 1: Übersichtspläne

1.1: Mast 001A bis 17 der Anlage 7620



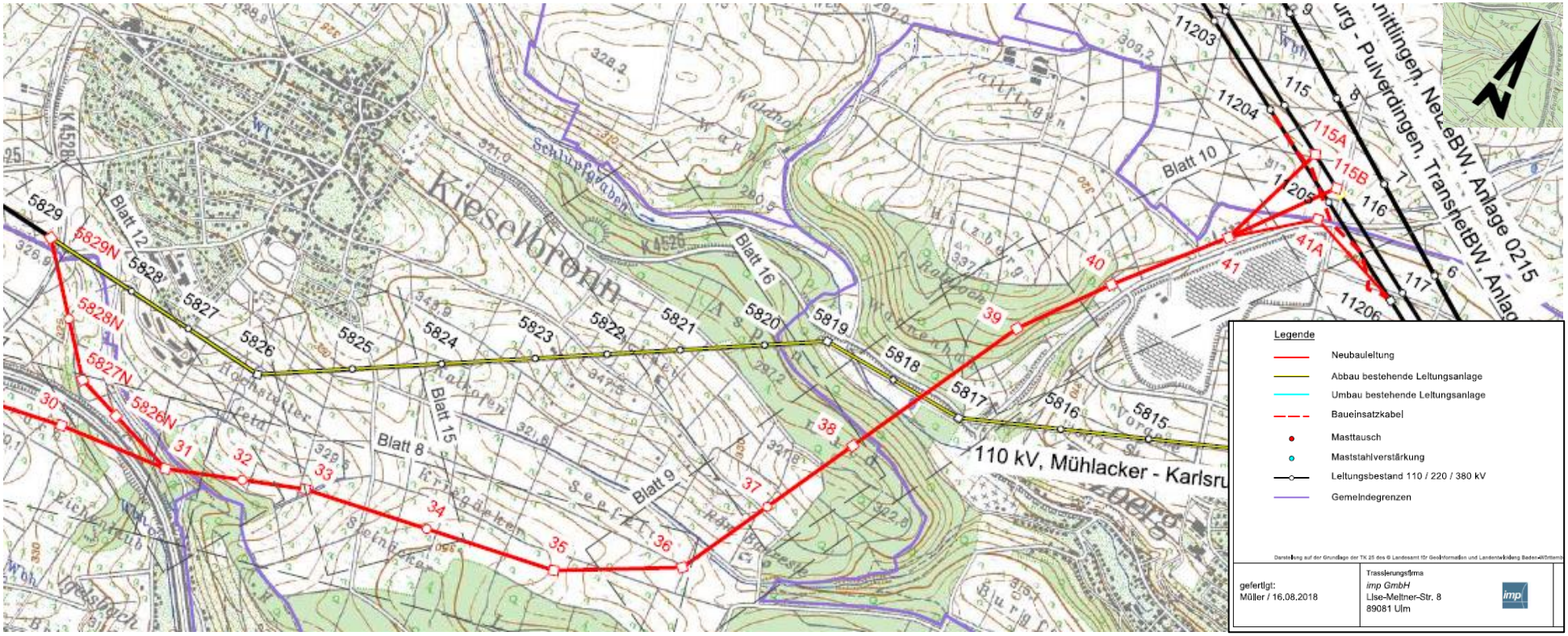
Anhang 1: Übersichtspläne

1.2: Mast 17 bis 31 der Anlage 7620



Anhang 1: Übersichtspläne

1.3: Mast 30 bis 115A/B der Anlage 7620

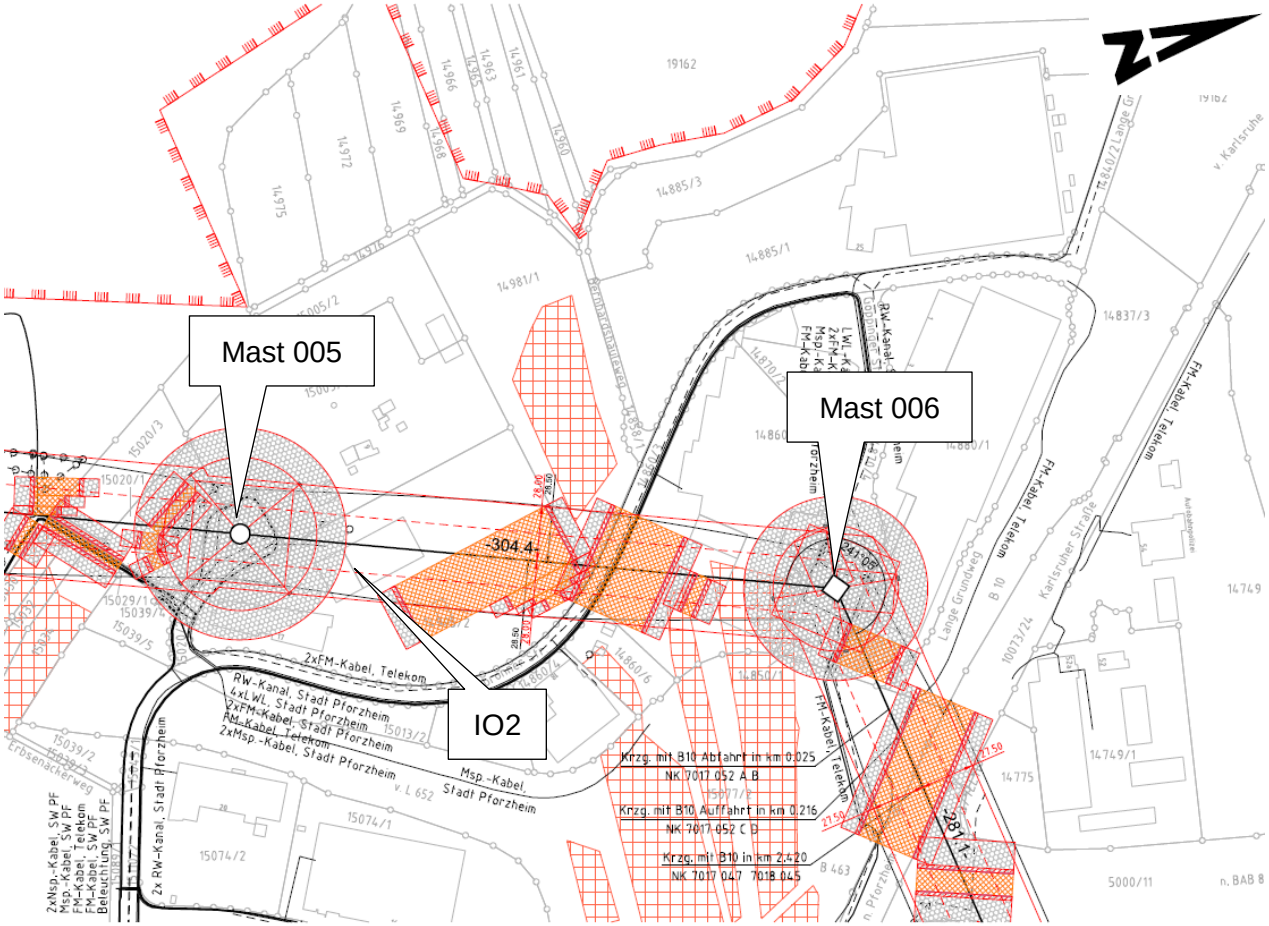


Anhang 2: Lagepläne mit Kennzeichnung der Immissionsorte

2.1: Lageplan Abschnitt Mast 002A bis 003A mit dem Immissionsort IO1

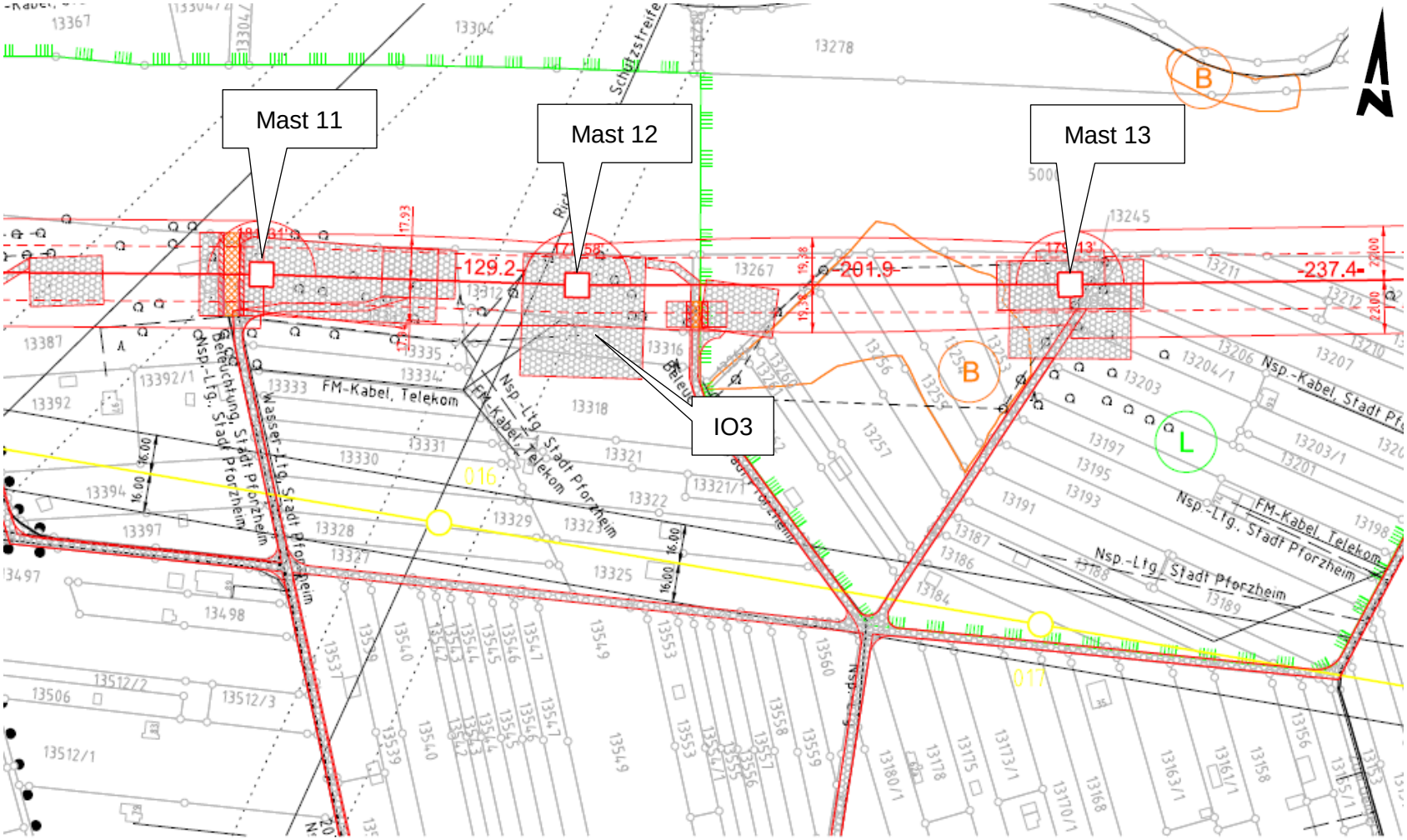
Anhang 2: Lagepläne mit Kennzeichnung der Immissionsorte

2.2: Lageplan Abschnitt Mast 005 bis 006 mit dem Immissionsort IO2



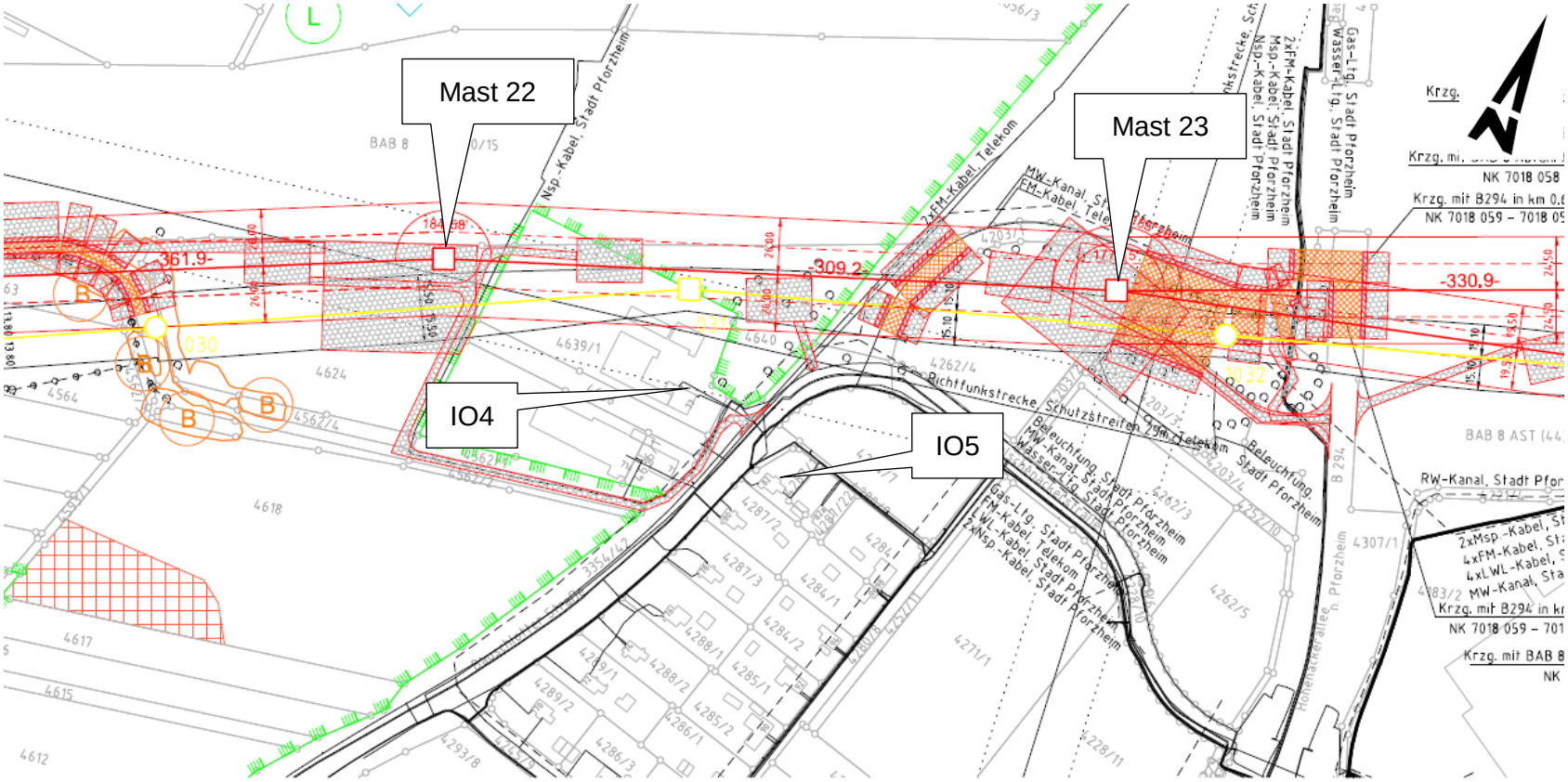
Anhang 2: Lagepläne mit Kennzeichnung der Immissionsorte

2.3: Lageplan Abschnitt Mast 11 bis 13 mit dem Immissionsort IO3



Anhang 2: Lagepläne mit Kennzeichnung der Immissionsorte

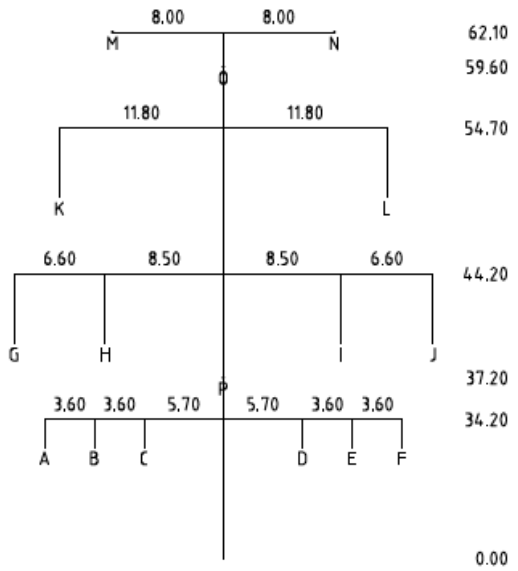
2.4: Lageplan Abschnitt Mast 22-23 mit den Immissionsorten IO4 und IO5



Anhang 3: Mastaufbau, Randfeldstärke

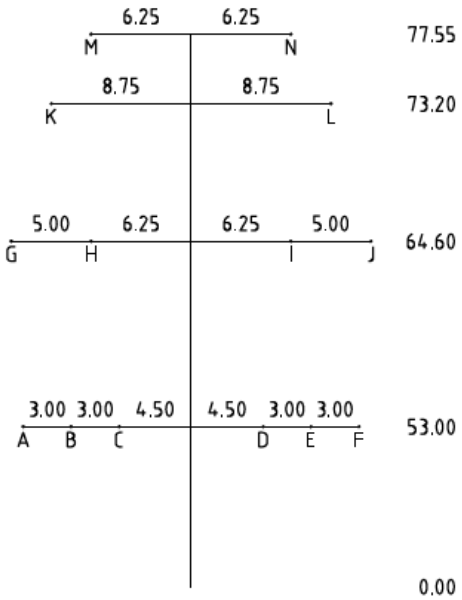
3.1 Mastskizze und Seilbelegung:

<u>Bereich Mast 003A</u> (beispielhaft für die Trasse von Mast 001A bis Mast 9):



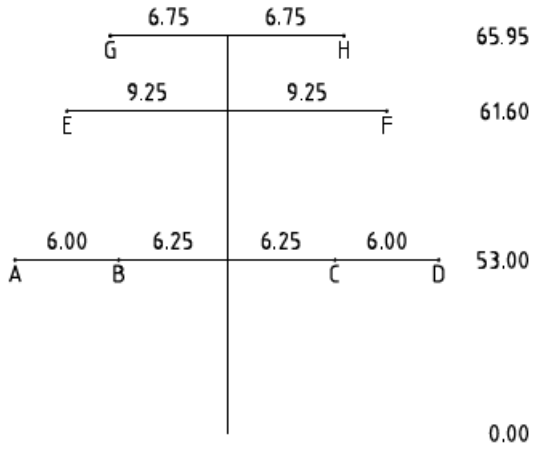
Seil	Spannung (kV)	Bündel	Seilbezeichnung	S_{MZ} (N/mm²)	Auslegungs-temperatur + KD
A	110	1	264-AL1/34-ST1A	44.00	80° +20K
B	110	1	264-AL1/34-ST1A	44.00	80° +20K
C	110	1	264-AL1/34-ST1A	44.00	80° +20K
D	110	1	264-AL1/34-ST1A	44.00	80° +20K
E	110	1	264-AL1/34-ST1A	44.00	80° +20K
F	110	1	264-AL1/34-ST1A	44.00	80° +20K
G	380	4	264-AT1/34-A20SA	44.00	105° +20K
H	380	4	264-AT1/34-A20SA	44.00	105° +20K
I	380	4	264-AT1/34-A20SA	44.00	105° +20K
J	380	4	264-AT1/34-A20SA	44.00	105° +20K
K	380	4	264-AT1/34-A20SA	44.00	105° +20K
L	380	4	264-AT1/34-A20SA	44.00	105° +20K
M	0	1	212-AL3/49-ST1A	65.00	40° +20K
N	0	1	212-AL3/49-ST1A	65.00	40° +20K
O	0	1	226-AL3/49-A20SA	50.00	40° +20K
P	0	1	226-AL3/49-A20SA	50.00	40° +20K

<u>Bereich Mast 13</u> (beispielhaft für die Trasse von Mast 9 bis Mast 23):



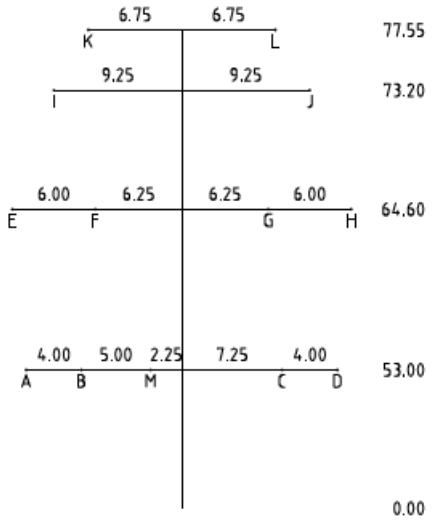
Seil	Spannung (kV)	Bündel	Seilbezeichnung	S_{MZ} (N/mm²)	Auslegungs-temperatur + KD
A	110	1	264-AL1/34-ST1A	46.00	80° +20K
B	110	1	264-AL1/34-ST1A	46.00	80° +20K
C	110	1	264-AL1/34-ST1A	46.00	80° +20K
D	110	1	264-AL1/34-ST1A	46.00	80° +20K
E	110	1	264-AL1/34-ST1A	46.00	80° +20K
F	110	1	264-AL1/34-ST1A	46.00	80° +20K
G	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
H	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
I	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
J	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
K	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
L	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
M	0	1	212-AL3/49-ST1A	65.00	40° +20K
N	0	1	212-AL3/49-ST1A	65.00	40° +20K

Bereich Mast 25 (beispielhaft für die Trasse von Mast 23 bis Mast 31):



Seil	Spannung (kV)	Bündel	Seilbezeichnung	S_{MZ} (N/mm²)	Auslegungs-temperatur + KD
A	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
B	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
C	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
D	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
E	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
F	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
G	0	1	212-AL3/49-ST1A	65.00	40° +20K
H	0	1	212-AL3/49-ST1A	65.00	40° +20K

Bereich Mast 33 (beispielhaft für die Trasse von Mast 31 bis Mast 41):



Seil	Spannung (kV)	Bündel	Seilbezeichnung	S_{MZ} (N/mm²)	Auslegungs-temperatur + KD
A	110	1	304-AL1/49-ST1A	48.00	80° +20K
B	110	1	304-AL1/49-ST1A	48.00	80° +20K
C	110	1	304-AL1/49-ST1A	48.00	80° +20K
D	110	1	304-AL1/49-ST1A	48.00	80° +20K
E	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
F	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
G	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
H	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
I	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
J	380	4	562-AL1/49-ST1A	44.00	80° +20K
K	0	1	212-AL3/49-ST1A	65.00	40° +20K
L	0	1	212-AL3/49-ST1A	65.00	40° +20K
M	0	1	108-AL3/62-A20SA	61.00	40° +20K

3.2 Randfeldstärken

Für alle IO-Bereiche gilt:

- Electrical System 1 + 2 = 380-kV-Stromkreise
- Electrical System 3 + 4 = 110-kV-Stromkreise

<u>im Bereich IO1:</u>

Electrical System 1	
Phase 1	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph1)	15,91
Phase 2	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph2)	14,45
Phase 3	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph3)	17,12
Avg(ES1)	15,83
Electrical System 2	
Phase 1	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph1)	17,12
Phase 2	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph2)	14,45
Phase 3	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph3)	15,92
Avg(ES2)	15,83

Electrical System 3	
Phase 1	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES3Ph1)	7,31
Phase 2	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES3Ph2)	14,49
Phase 3	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES3Ph3)	8,21
Avg(ES3)	10
Electrical System 4	
Phase 1	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES4Ph1)	8,21
Phase 2	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES4Ph2)	14,49
Phase 3	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES4Ph3)	7,31
Avg(ES4)	10

<u>im Bereich IO2 (110-kV s. IO1):</u>

Electrical System 1	
Phase 1	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph1)	15,86
Phase 2	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph2)	14,11
Phase 3	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph3)	17,06
Avg(ES1)	15,68
Electrical System 2	
Phase 1	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph1)	17,06
Phase 2	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph2)	14,12
Phase 3	
Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph3)	15,87
Avg(ES2)	15,68

Im Bereich IO3:

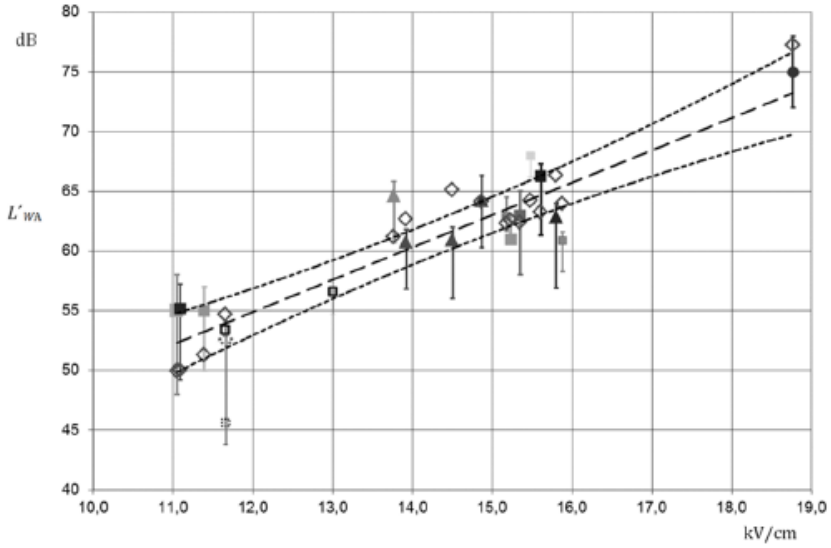
Electrical System 1		Electrical System 3	
Phase 1		Phase 1	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph1)	12,65	Avg(ES3Ph1)	8,4
Phase 2		Phase 2	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph2)	11,42	Avg(ES3Ph2)	13,97
Phase 3		Phase 3	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph3)	13,64	Avg(ES3Ph3)	10,15
Avg(ES1)	12,57	Avg(ES3)	10,84
Electrical System 2		Electrical System 4	
Phase 1		Phase 1	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph1)	13,64	Avg(ES4Ph1)	10,15
Phase 2		Phase 2	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph2)	11,42	Avg(ES4Ph2)	13,97
Phase 3		Phase 3	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph3)	12,65	Avg(ES4Ph3)	8,4
Avg(ES2)	12,57	Avg(ES4)	10,84

im Bereich IO4 / IO5:

Electrical System 1		Electrical System 3	
Phase 1		Phase 1	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph1)	12,11	Avg(ES3Ph1)	7,51
Phase 2		Phase 2	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph2)	11,53	Avg(ES3Ph2)	13,57
Phase 3		Phase 3	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES1Ph3)	13,16	Avg(ES3Ph3)	9,63
Avg(ES1)	12,27	Avg(ES3)	10,24
Electrical System 2		Electrical System 4	
Phase 1		Phase 1	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph1)	13,15	Avg(ES4Ph1)	9,63
Phase 2		Phase 2	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph2)	11,54	Avg(ES4Ph2)	13,57
Phase 3		Phase 3	
Conductor	E [kV(rms)/cm]	Conductor	E [kV(rms)/cm]
Avg(ES2Ph3)	12,12	Avg(ES4Ph3)	7,51
Avg(ES2)	12,27	Avg(ES4)	10,24

Anhang 4 - Berechnung randfeldstärkenabhängiger Zuschläge für die Schallleistungen der 380-kV-Freileitungen

Die randfeldstärkenabhängigen Zuschläge für die Schallleistungen der 380-kV-Freileitungen mit „dicken“ Leiterseilen basieren auf einem Mittelwert aus EPRI-Berechnungen sowie auf Berechnungen mit der Regressionsgeradengleichung aus der nachfolgenden Grafik. Die Grafik zeigt ein erweitertes Diagramm aus [Lärmbekämpfung Bd. 6 (2012) Nr. 4 – Juli, HLUG-Studie 2015] und vergleicht für reale Leitungsanordnungen theoretisch berechnete Pegel der längenbezogenen Korona-Schallleistung für einen Stromkreis mit messtechnisch ermittelten Werten an diesen Leitungen von insgesamt 6 verschiedenen Messinstituten. Die lineare Regression der Messwerte mit der Gleichung y = 2,7 x + 22,4, wurde hierbei für die Berechnung der randfeldstärkenabhängigen Zuschläge herangezogen.



Legende

E	Randfeldstärken, in kV/cm (arithmetische Mittelung der Phasenwerte)
*L´*WA	A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistung pro Stromkreismeter, in dB
■ ▲ ●	durch Messung ermittelte A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistung bei Regen (Vierer-, Dreier-, Zweierbündel), in dB
■	durch Messung ermittelte A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistung bei Regen – kunststoffbeschichtete Leiter, in dB
□	durch Messung ermittelter A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistung bei starkem Schneefall, in dB
⬚	durch Messung ermittelter A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistung bei leichtem Schneefall, in dB
◇	nach EPRI berechnete L50-Pegel, regenkorrigiert für 3,5 mm/h, höhenkorrigiert
– – –	lineare Regression Messwerte, Geradengleichung: y = 2,7 x + 22,4
.....	95%-Vertrauensbereich Messwerte

Anhang 4:

Berechnung Mastbereich 12:

Über Regressionsgeradengleichung

y = 2,7 x + 22,4

Mit x = 12,57 kV/cm
LWA' Stromkreis = 56,3 dB(A)/m Stromkreis
LWA' Leiterseilbündel = **51,6 dB(A)/m Leiterseilbündel**

Mit x = 11,66 kV/cm
LWA' Stromkreis = 53,9 dB(A)/m Stromkreis
LWA' Leiterseilbündel = **49,1 dB(A)/m Leiterseilbündel**

Differenz = 2,5 dB(A)/m Leiterseilbündel

Über EPRI Rechner

Mit phasenabhängigen RFS Anl. 7620
LWA' Stromkreis = 60,5 dB(A)/m Stromkreis
LWA' Leiterseilbündel = **55,7 dB(A)/m Leiterseilbündel**

Mit phasenabhängigen RFS Standort Rangendingen
LWA' Stromkreis = 54,4 dB(A)/m Stromkreis
LWA' Leiterseilbündel = **49,6 dB(A)/m Leiterseilbündel**

Differenz = 6,1 dB(A)/m Leiterseilbündel

- ⇨ Mittlere Differenz aus Regressionsgeradengleichung und EPRI-Rechner = 4,3 dB(A).
- ⇨ Im Sinne eines Maximalansatzes wird aufgerundet mit **+ 5 dB(A)/m Leiterseilbündel** gerechnet.

Berechnung Mastbereich 22-23:

Über Regressionsgeradengleichung

y = 2,7 x + 22,4

Mit x = 12,27 kV/cm
LWA' Stromkreis = 55,5 dB(A)/m Stromkreis
LWA' Leiterseilbündel = **50,8 dB(A)/m Leiterseilbündel**

Mit x = 11,66 kV/cm
LWA' Stromkreis = 53,9 dB(A)/m Stromkreis
LWA' Leiterseilbündel = **49,1 dB(A)/m Leiterseilbündel**

Differenz = 1,7 dB(A)/m Leiterseilbündel

Über EPRI Rechner

Mit phasenabhängigen RFS Anl. 7620
LWA' Stromkreis = 57,9 dB(A)/m Stromkreis
LWA' Leiterseilbündel = **53,1 dB(A)/m Leiterseilbündel**

Mit phasenabhängigen RFS Standort Rangendingen
LWA' Stromkreis = 54,4 dB(A)/m Stromkreis
LWA' Leiterseilbündel = **49,6 dB(A)/m Leiterseilbündel**

Differenz = 3,5 dB(A)/m Leiterseilbündel

- ⇨ Mittlere Differenz aus Regressionsgeradengleichung und EPRI-Rechner = 2,6 dB(A).
- ⇨ Im Sinne eines Maximalansatzes wird aufgerundet mit **+ 3 dB(A)/m Leiterseilbündel** gerechnet.

Anhang 5 - Berechnung der Schallleistung für die 110-kV-Freileitungen mit projektspezifisch erhöhten Randfeldstärken

Für die Berechnung der Schallleistungen der 110-kV-Freileitungen wird analog zu den Berechnungen in Anhang 4 auf eine Mittelwertbildung aus der berechneten Schallleistung nach EPRI und der mittels Regressionsgeradengleichung berechneten Schallleistung aus der in Anhang 4 dargestellten Grafik mit Messwerten zurückgegriffen. Dieses Vorgehen wurde gewählt, da für 110-kV-Freileitungen keine Messwerte vorliegen. Erfahrungsgemäß sind 110-kV-Leitungen in bisher betrachteten Fällen akustisch nicht relevant. Die im vorliegenden Projekt gewählte Mastkonstellation stellt hierbei einen Sonderfall dar, der zu einer erhöhten Randfeldstärke einzelner Phasen der 110-kV-Stormkreise führt.

Anhand der seitens des Auftraggebers bereitgestellten Randfeldstärken lassen sich folgende Schallleistungen für die Phase 2 der 110-kV-Stromkreise für den **Emissionsansatz 1** mit leichtem/mittlerem Regenniederschlag (≤ 4,8 mm/h) berechnen:

Mastbereich	**Elektrische Randfeldstärke Phase 2 in kV/cm**	**L'_{WA} für E1 nach EPRI in dB(A)/m Leiterseil Phase 2**	**L'_{WA} für E1 nach Regressionsgerade in dB(A)/m Leiterseil Phase 2**	**Mittelwert L'_{WA} Für E1 in dB(A)/m Leiterseil Phase2**
003A – 005	14,49	55,7	56,7	56,2
12	13,97	53,4	55,3	54,4
22 - 23	13,57	51,4	54,2	52,8

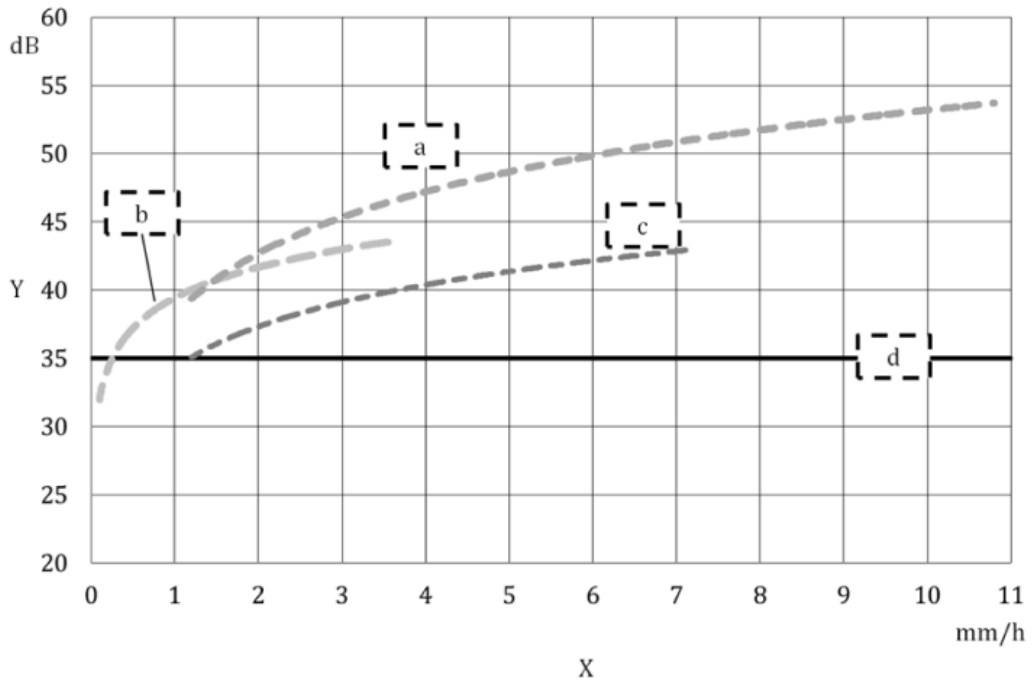
Die Berechnung der Schallleistungen für die Emissionsansätze E0 (ohne Niederschlag) und E2 (starker Niederschlag > 4,8 mm/h) erfolgte über pauschale Abzüge oder Aufschläge, gemäß den witterungsabhängigen Schallleistungsdifferenzen an „dünnen“ Leiterseilen, ermittelt aus den Langzeituntersuchungen. Diese betragen im Vergleich zum Emissionsansatz E1 für den Emissionsansatz E0 = -7,3 dB(A)/m Leiterseil und für Emissionsansatz E2 = +2,3 dB(A)/m Leiterseil.

Anhang 6 - 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 > 3,5 mm/h als umgebungsabhängige Hintergrundsummenpegel L_{pAF95} zwischen ca. 40 dB bis 47 dB. Hiermit wird veranschaulicht, dass die Betriebssituation mit Niederschlag einen Sonderfall 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 Korona-geräusche nicht messtechnisch nachgewiesen werden, wenn der L_{pAF95} des Niederschlags bereits 10 dB oder deutlicher darüber liegt.



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 7 – Übersicht Ergebnistabellen

7.1 Berechnungsergebnisse Anlage 7620, Emissionsansatz 0

Übersicht der Immissionspegel
Anlage 7620, Abschnitt "Birkenfeld - Pkt. Ötisheim"
Emissionsansatz 0 - Betriebszustand ohne Niederschlag

Gebäudename/ Aufpunktbezeichnung	Etage/ Fassade	x	y	z	Nacht dB(A)
IO1 - Kleingartengebiet	Freier Aufpunkt 2,8m	473,982	5415,8445	340,05	**39,1**
IO2 - Heilbronner Str. 17	0,5 m über Dach	474,2903	5416,8224	356,39	**37,5**
IO3 - Deichler Weg 89	EG N -FA	476,067	5417,2035	357,59	**29,4**
IO4 - Bauschlotter Str. 73	2. OG N -FA	479,0898	5417,9786	344,62	**25,8**
IO5 - Bauschlotter Str. 82	EG N -FA	479,145	5417,9594	343,87	**23,6**

7.2 Berechnungsergebnisse Anlage 7620, Emissionsansatz 1

Übersicht der Immissionspegel
Anlage 7620, Abschnitt "Birkenfeld - Pkt. Ötisheim"
Emissionsansatz 1 - Betriebszustand mit "leichtem" Niederschlag (<= 4,8mm/h)

Gebäudename/ Aufpunktbezeichnung	Etage/ Fassade	x	y	z	Nacht dB(A)
IO1 - Kleingartengebiet	Freier Aufpunkt 2,8m	473,982	5415,8445	340,05	**46,5**
IO2 - Heilbronner Str. 17	0,5 m über Dach	474,2903	5416,8224	356,39	**44,8**
IO3 - Deichler Weg 89	EG N -FA	476,067	5417,2035	357,59	**38,4**
IO4 - Bauschlotter Str. 73	2. OG N -FA	479,0898	5417,9786	344,62	**34,8**
IO5 - Bauschlotter Str. 82	EG N -FA	479,145	5417,9594	343,87	**32,7**

Werte ohne Tonzuschlag KT

7.3 Berechnungsergebnisse Anlage 7620, Emissionsansatz 2a/b

Übersicht der Immissionspegel
Anlage 7620, Abschnitt "Birkenfeld - Pkt. Ötisheim"
Emissionsansatz 2a/b - Betriebszustand mit "starkem" Niederschlag (> 4,8mm/h)

Gebäudename/ Aufpunktbezeichnung	Etage/ Fassade	x	y	z	Nacht dB(A)
IO1 - Kleingartengebiet	Freier Aufpunkt 2,8m	473,982	5415,8445	340,05	**49,8**
IO2 - Heilbronner Str. 17	0,5 m über Dach	474,2903	5416,8224	356,39	**48,1**
IO3 - Deichler Weg 89	EG N -FA	476,067	5417,2035	357,59	**41,3**
IO4 - Bauschlotter Str. 73	2. OG N -FA	479,0898	5417,9786	344,62	**37,6**
IO5 - Bauschlotter Str. 82	EG N -FA	479,145	5417,9594	343,87	**35,5**

Werte ohne Tonzuschlag KT

Anhang 8 – Emissionsdaten / Oktavspektren

8.1: Emissionsdaten / Oktavspektren, Anlage 7620

Anlage 7620, Emissionsansatz 0 - Betriebszustand ohne Niederschlag

LWA' Leiterseile - Emissionsansatz 0	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**	**Gesamt**
	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
Anlage 7620, 562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel, 380 kV, Mast 12	21,2	23,1	28,2	31,5	29,1	32,5	26,6	22,8	**37,5**
Anlage 7620, 562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel, 380 kV, Mast 22-23	19,2	21,1	26,2	29,5	27,1	30,5	24,6	20,8	**35,5**
Anlage 7620, Hochtemp. 264-AT1/34-A20SA, 4er Bündel, 380 kV	19,0	15,8	23,5	23,0	38,3	44,9	43,6	33,5	**48,0**
Anlage 7620, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil, 110 kV, Mast 003A-005	21,2	20,1	27,3	25,6	40,8	46,2	43,3	30,2	**48,9**
Anlage 7620, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil, 110 kV, Mast 12	19,3	18,3	25,4	23,7	38,9	44,4	41,4	28,4	**47,0**
Anlage 7620, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil, 110 kV, Mast 22-23	17,7	16,7	23,8	22,1	37,4	42,8	39,9	26,8	**45,5**

Anlage 7620, Emissionsansatz 1 - Betriebszustand mit "leichtem" Niederschlag (≤ 4,8mm/h)

LWA' Leiterseile - Emissionsansatz 1	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**	**Gesamt**
	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
Anlage 7620, 562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel, 380 kV, Mast 12	23,8	42,8	35,2	35,6	40,0	44,8	45,8	44,8	**51,3**
Anlage 7620, 562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel, 380 kV, Mast 22-23	21,8	40,8	33,2	33,6	38,0	42,8	43,8	42,8	**49,3**
Anlage 7620, Hochtemp. 264-AT1/34-A20SA, 4er Bündel, 380 kV	22,9	35,4	33,4	38,7	44,9	50,0	51,0	52,5	**56,5**
Anlage 7620, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil, 110 kV, Mast 003A-005	25,1	39,7	37,2	41,3	47,4	51,3	50,7	49,2	**56,2**
Anlage 7620, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil, 110 kV, Mast 12	23,2	37,9	35,3	39,4	45,5	49,5	48,8	47,4	**54,4**
Anlage 7620, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil, 110 kV, Mast 22-23	21,6	36,3	33,7	37,8	44,0	47,9	47,3	45,8	**52,8**

Anlage 7620, Emissionsansatz 2a/b - Betriebszustand mit "starkem" Niederschlag (> 4,8mm/h)

LWA' Leiterseile - Emissionsansatz 2a/b	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**	**Gesamt**
	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
Anlage 7620, 562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel, 380 kV, Mast 12	25,6	45,6	37,5	37,6	42,2	47,0	48,2	47,0	**53,6**
Anlage 7620, 562-AL1/49-ST1A, 4er Bündel, 380 kV, Mast 22-23	23,6	43,6	35,5	35,6	40,2	45,0	46,2	45,0	**51,6**
Anlage 7620, Hochtemp. 264-AT1/34-A20SA, 4er Bündel, 380 kV	25,5	37,1	34,2	41,3	48,3	53,7	54,3	55,3	**59,7**
Anlage 7620, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil, 110 kV, Mast 003A-005	27,7	41,4	38,0	43,9	50,8	55,0	54,0	52,0	**59,5**
Anlage 7620, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil, 110 kV, Mast 12	25,8	39,6	36,1	42,0	48,9	53,2	52,1	50,2	**57,7**
Anlage 7620, 264-AT1/34-A20SA, Einfachseil, 110 kV, Mast 22-23	24,2	38,0	34,5	40,4	47,4	51,6	50,6	48,6	**56,1**

Anhang 9 – Berechnungstabellen Anlage 7620, IO3

9.1: Immissionstabelle, Emissionsansatz 0

Dateien (LimA): SEILKURVEN-E0+RFS.BNA
GEB.BNA
GEL_Modell.BNA

K_T = 0 dB(A)
K_I = 0 dB(A)

Immission, gesamt
Anlage 7620, Emissionsansatz 0 - Betriebszustand ohne Niederschlag
Nachweisort: IO3, Deichler Weg 89, 75177 Pforzheim, Nordfassade, EG

Name	Länge Fläche	Freq.	Emis-sion	Schall-leistung	Entfer-nung	mittlere Höhe	Raum-winkel-maß	Bewuchs-dämp-fung	Richt-wirkung	Refle-xionen Nacht	Entfer-nungs-dämpf.	Boden+ Meteo.-dämpf.	Luftab-sorpt.-	Abschir-mung	meteor. Korrek-tur	Immis-sions-anteil
			Nacht	Nacht	Sm	hm	K0	DD	Di	DRefl	Ds	DBM	DL	De	cmet	Nacht
	m m²	Hz	dB(A)	dB(A)	m	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
1050-110-NetzBW	1,5	Ls,A	45,5	47,2	2999,4	46,9	3	0	0	0	-80,5	-4,3	-19,1	0	0	-53,7
1050-110-NetzBW	665,3	Ls,A	47	75,2	47,7	24,6	2,9	0	0	0	-49	0	-0,9	0	0	28,2
1050-110-NetzBW	3459,4	Ls,A	48,9	84,3	1701	14,1	3	0	0	0	-81,2	-4,8	-10,9	-10,8	0	-20,4
7620-380-Hochtemp	17100	Ls,A	48	90,3	671,5	19,7	3	0	0	0	-75,3	-4,4	-9,3	-3,6	0	0,7
7623-380-normal	2182,7	Ls,A	35,5	68,9	2644,1	54,9	3	0	0	0	-80	-4,2	-8,1	0	0	-20,4
7623-380-normal	12022	Ls,A	32,5	73,3	759,7	32,4	3	0	0	0	-73,8	-3,6	-4,9	0	0	-6,1
7623-380-normal	8629,8	Ls,A	37,5	76,9	58,4	30,3	2,9	0	0	0	-55,8	-0,1	-0,8	0	0	23,1
S u m m e																29,4

Anhang 9 – Berechnungstabellen Anlage 7620, IO3

9.2: Immissionstabelle, Emissionsansatz 1

Dateien (LimA): SEILKURVEN-E1+RFS.BNA
GEB.BNA
GEL_Modell.BNA

K_T = 3 dB(A) (K_T in Tabelle noch nicht enthalten)
K_I = 0 dB(A)

Immission, gesamt
Anlage 7620, Emissionsansatz 1 - Betriebszustand mit "leichtem" Niederschlag (≤ 4,8mm/h)
Nachweisort: IO3, Deichler Weg 89, 75177 Pforzheim, Nordfassade, EG

Name	Länge Fläche	Freq.	Emis-sion	Schall-leistung	Entfer-nung	mittlere Höhe	Raum-winkel-maß	Bewuchs-dämp-fung	Richt-wirkung	Refle-xionen Nacht	Entfer-nungs-dämpf.	Boden+ Meteo.-dämpf.	Luftab-sorpt.-	Abschir-mung	meteor. Korrek-tur	Immis-sions-anteil
			Nacht	Nacht	Sm	hm	K0	DD	Di	DRefl	Ds	DBM	DL	De	cmet	Nacht
	m m²	Hz	dB(A)	dB(A)	m	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
1050-110-NetzBW	1,5	Ls,A	52,8	54,5	2999,4	46,9	3	0	0	0	-80,5	-4,3	-14,7	0	0	-42
1050-110-NetzBW	665,3	Ls,A	54,4	82,6	47,7	24,6	2,9	0	0	0	-48,9	0	-1,5	0	0	35,1
1050-110-NetzBW	3459,4	Ls,A	56,2	91,6	1701,0	14,1	3	0	0	0	-82,8	-4,9	-6,8	-8,5	0	-8,4
7620-380-Hochtemp	17100	Ls,A	56,5	98,8	671,5	19,7	3	0	0	0	-75,6	-4,4	-10,5	-3,5	0	7,8
7623-380-normal	14223	Ls,A	49,3	90,8	759,7	32,4	3	0	0	0	-74,4	-3,6	-7	0	0	8,8
7623-380-normal	8629,8	Ls,A	51,3	90,7	58,4	30,3	2,9	0	0	0	-55,8	-0,1	-2	0	0	35,7
S u m m e																38,4

Anhang 9 – Berechnungstabellen Anlage 7620, IO3

9.3: Immissionstabelle, Emissionsansatz 2a/b

Dateien (LimA): SEILKURVEN-E2+RFS.BNA
GEB.BNA
GEL_Modell.BNA

K_T = 6 dB(A) für Emissionsansatz 2a, K_T = 0 dB(A) für Emissionsansatz 2b (K_T in Tabelle noch nicht enthalten)
K_I = 0 dB(A)

Immission, gesamt
Anlage 7620, Emissionsansatz 2a/b - Betriebszustand mit "starkem" Niederschlag (> 4,8mm/h)
Nachweisort: IO3, Deichler Weg 89, 75177 Pforzheim, Nordfassade, EG

Name	Länge Fläche	Freq.	Emis-sion	Schall-leistung	Entfer-nung	mittlere Höhe	Raum-winkel-maß	Bewuchs-dämp-fung	Richt-wirkung	Refle-xionen Nacht	Entfer-nungs-dämpf.	Boden+ Meteo.-dämpf.	Luftab-sorpt.-	Abschir-mung	meteor. Korrek-tur	Immis-sions-anteil
			Nacht	Nacht	Sm	hm	K0	DD	Di	DRefl	Ds	DBM	DL	De	cmet	Nacht
	m m²	Hz	dB(A)	dB(A)	m	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
1050-110-NetzBW	1,5	Ls,A	56,1	57,8	2999,4	46,9	3	0	0	0	-80,5	-4,3	-16	0	0	-40
1050-110-NetzBW	665,3	Ls,A	57,7	85,9	47,7	24,6	2,9	0	0	0	-49	0	-1,4	0	0	38,4
1050-110-NetzBW	3459,4	Ls,A	59,5	94,9	1701	14,1	3	0	0	0	-82,7	-4,8	-7,9	-9	0	-6,5
7620-380-Hochtemp	17100	Ls,A	59,7	102	671,5	19,7	3	0	0	0	-75,6	-4,4	-10,6	-3,5	0	10,9
7623-380-normal	2182,7	Ls,A	51,6	85	2644,1	54,9	3	0	0	0	-80	-4,2	-8,2	0	0	-4,4
7623-380-normal	12022	Ls,A	48,6	89,4	759,7	32,4	3	0	0	0	-73,9	-3,6	-6,7	0	0	8,2
7623-380-normal	8629,8	Ls,A	53,6	93	58,4	30,3	2,9	0	0	0	-55,7	-0,1	-2	0	0	38,1
S u m m e																41,3

Anhang 10 – Berechnungstabellen Anlage 7620, IO5

10.1: Immissionstabelle, Emissionsansatz 0

Dateien (LimA): SEILKURVEN-E0+RFS.BNA
GEB.BNA
GEL_Modell.BNA

K_T = 0 dB(A)
K_I = 0 dB(A)

Immission, gesamt
Anlage 7620, Emissionsansatz 0 - Betriebszustand ohne Niederschlag
Nachweisort: Bauschlotter Straße 82, 75177 Pforzheim, Nordfassade, EG

Name	Länge Fläche	Freq.	Emis-sion	Schall-leistung	Entfer-nung	mittlere Höhe	Raum-winkel-maß	Bewuchs-dämp-fung	Richt-wirkung	Refle-xionen Nacht	Entfer-nungs-dämpf.	Boden+ Meteo.-dämpf.	Luftab-sorpt.-	Abschir-mung	meteor. Korrek-tur	Immis-sions-anteil
			Nacht	Nacht	Sm	hm	K0	DD	Di	DRefl	Ds	DBM	DL	De	cmet	Nacht
	m m²	Hz	dB(A)	dB(A)	m	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
1050-110-NetzBV	620,9	Ls,A	45,5	73,4	90,6	24,5	2,9	0	0	6,2	-52,8	0	-1,4	0	0	22,2
1050-110-NetzBV	47,9	Ls,A	47	63,8	2977,2	39,9	3	0	0	-53,2	-85,4	-4,6	-13,5	-5,9	0	-42,2
7623-380-normal	13273	Ls,A	32,5	73,7	851,4	27,2	3	0	0	-24,3	-75	-4,1	-5,4	0	0	-7,7
7623-380-normal	8184,6	Ls,A	35,5	74,6	92,2	30,2	2,9	0	0	3,7	-58,2	-0,2	-1,1	-0,1	0	18,1
7623-380-normal	12022	Ls,A	32,5	73,3	523,4	32	3	0	0	-18,3	-72,4	-3,4	-3,1	-4,2	0	-6,5
7623-380-normal	3581	Ls,A	37,5	73	2417,4	27,4	3	0	0	-38,7	-82,7	-4,5	-4,4	-5,3	0	-20,8
S u m m e																23,6

Anhang 10 – Berechnungstabellen Anlage 7620, IO5

10.2: Immissionstabelle, Emissionsansatz 1

Dateien (LimA): SEILKURVEN-E1+RFS.BNA
GEB.BNA
GEL_Modell.BNA

K_T = 3 dB(A) (K_T in Tabelle noch nicht enthalten)
K_I = 0 dB(A)

Immission, gesamt
Anlage 7620, Emissionsansatz 1 - Betriebszustand mit "leichtem" Niederschlag (≤ 4,8mm/h)
Nachweisort: Bauschlotter Straße 82, 75177 Pforzheim, Nordfassade, EG

Name	Länge Fläche	Freq.	Emis-sion	Schall-leistung	Entfer-nung	mittlere Höhe	Raum-winkel-maß	Bewuchs-dämp-fung	Richt-wirkung	Refle-xionen Nacht	Entfer-nungs-dämpf.	Boden+ Meteo.-dämpf.	Luftab-sorpt.-	Abschir-mung	meteor. Korrek-tur	Immis-sions-anteil
			Nacht	Nacht	Sm	hm	K0	DD	Di	DRefl	Ds	DBM	DL	De	cmet	Nacht
	m m²	Hz	dB(A)	dB(A)	m	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
1050-110-NetzBV	620,9	Ls,A	52,8	80,7	90,6	24,5	2,9	0	0	12,4	-52,8	0	-2,2	0	0	28,7
1050-110-NetzBV	47,9	Ls,A	54,4	71,2	2977,2	39,9	3	0	0	-44,3	-86,6	-4,7	-7,9	-4,4	0	-29,3
7623-380-normal	33496	Ls,A	49,3	94,6	92,2	30,2	2,9	0	0	14,8	-63,9	-0,3	-2,8	-0,1	0	30,5
7623-380-normal	3581	Ls,A	51,3	86,8	2417,4	27,4	3	0	0	-30,2	-84,8	-4,6	-2,8	-4,2	0	-6,6
S u m m e																32,7

Anhang 10 – Berechnungstabellen Anlage 7620, IO5

10.3: Immissionstabelle, Emissionsansatz 2a/b

Dateien (LimA): SEILKURVEN-E2+RFS.BNA
GEB.BNA
GEL_Modell.BNA

K_T = 6 dB(A) für Emissionsansatz 2a, K_T = 0 dB(A) für Emissionsansatz 2b (K_T in Tabelle noch nicht enthalten)
K_I = 0 dB(A)

Immission, gesamt
Anlage 7620, Emissionsansatz 2a/b - Betriebszustand mit "starkem" Niederschlag (> 4,8mm/h)
Nachweisort: Bauschlotter Straße 82, 75177 Pforzheim, Nordfassade, EG

Name	Länge Fläche	Freq.	Emis-sion	Schall-leistung	Entfer-nung	mittlere Höhe	Raum-winkel-maß	Bewuchs-dämp-fung	Richt-wirkung	Refle-xionen Nacht	Entfer-nungs-dämpf.	Boden+ Meteo.-dämpf.	Luftab-sorpt.-	Abschir-mung	meteor. Korrek-tur	Immis-sions-anteil
			Nacht	Nacht	Sm	hm	K0	DD	Di	DRefl	Ds	DBM	DL	De	cmet	Nacht
	m m²	Hz	dB(A)	dB(A)	m	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
1050-110-NetzBV	620,9	Ls,A	56,1	84	90,6	24,5	2,9	0	0	15,9	-52,8	0	-2,1	0	0	32,1
1050-110-NetzBV	47,9	Ls,A	57,7	74,5	2977,2	39,9	3	0	0	-41,2	-86,6	-4,7	-9,3	-4,7	0	-27,5
7623-380-normal	15417	Ls,A	48,6	90,5	495,8	22,4	3	0	0	2,5	-72,6	-3,9	-6,1	0	0	11,5
7623-380-normal	6039,5	Ls,A	51,6	89,4	92,2	30,2	2,9	0	0	16,6	-56,9	-0,2	-2,5	-0,1	0	32,7
7623-380-normal	12022	Ls,A	48,6	89,4	523,4	32	3	0	0	-8,3	-73,4	-3,4	-4,1	-3,8	0	7,8
7623-380-normal	3581	Ls,A	53,6	89,1	2417,4	27,4	3	0	0	-28,1	-84,6	-4,6	-2,6	-4,2	0	-3,9
S u m m e																35,4