

Immissionsschutzbericht



Nr. B0032

zur Prognose elektrischer und magnetischer Feldimmissionen und deren Minimierung
im geplanten Vorhaben

380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen

und erforderlicher Provisorien.

Im Einzelnen Anpassung der

- 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Mengede – Pöppinghausen, Bl. 4313
- 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Gersteinwerk – Pöppinghausen, Bl. 2601
- 110-/220-kV-Höchstspannungsfreileitung Knepper – Pöppinghausen, Bl. 2670
- 380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pöppinghausen – Pkt. Wanne, Bl. 4302
- 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pöppinghausen – Pkt. Emscher, Bl. 4304
- 110-kV-Hochspannungsfreileitung Knepper – Pöppinghausen, Bl. 1615

Erstellt durch: Amprion GmbH
Robert-Schuman-Straße 7
44263 Dortmund
Deutschland

Ausgestellt: 11.04.2022

Dieses Dokument besteht aus 42 Seiten.
Registratur: G-PI/AU DIS700591378

Amprion GmbH – Immissionsmanagement Leitungen

Inhaltsverzeichnis

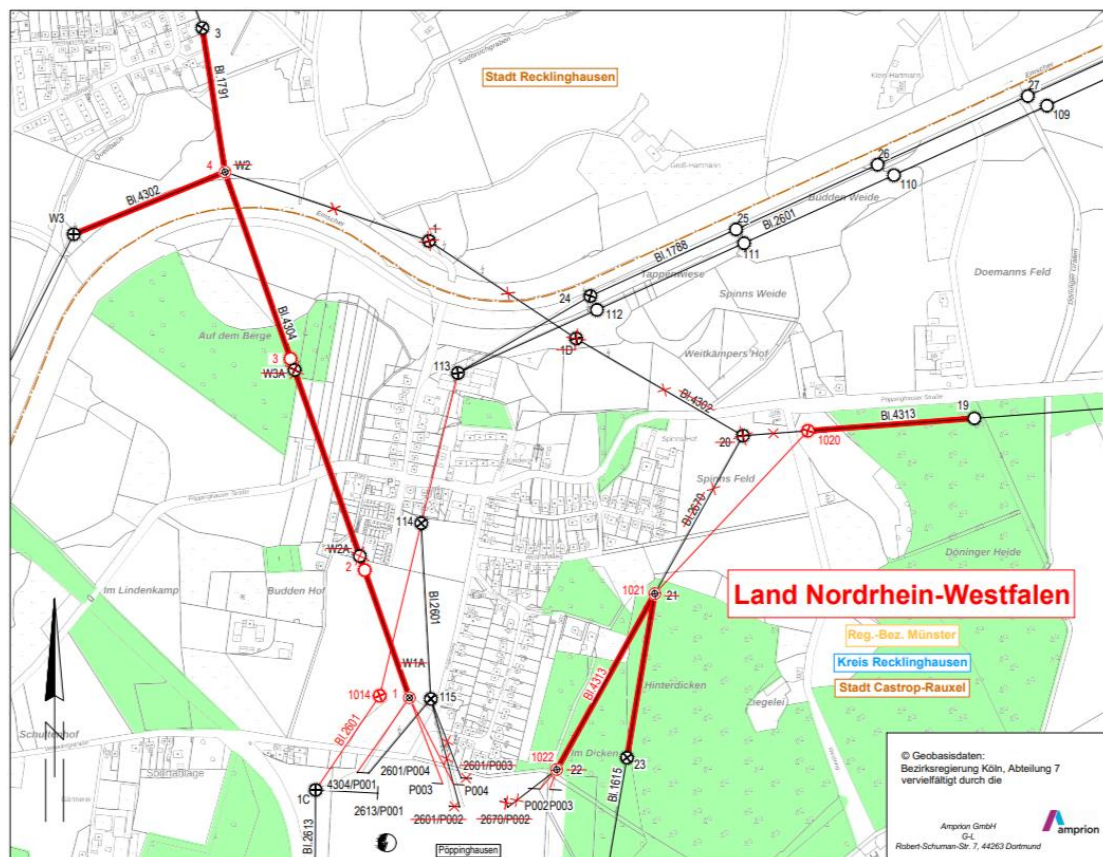
1	Einführender Teil	3
1.1	Physikalische Grundlagen	5
1.1.1	Das elektrische Feld von Hochspannungsfreileitungen	5
1.1.2	Das magnetische Feld von Hochspannungsfreileitungen	5
1.2	Gesetzliche Anforderungen an Niederfrequenzanlagen	6
1.2.1	26. BImSchV	6
1.2.2	26. BImSchVVwV	7
2	Ausgangssituation	8
2.1	Technische Parameter	8
2.2	Verwendete Masttypen und Belegung	10
2.2.1	Westliche 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen, Bl. 4304	10
2.2.2	Östliche 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen, Bl. 4313	11
2.2.3	Verlagerung der 220-kV-Freileitungen, Bl. 2601	11
2.2.4	Temporär zu errichtende Leitungsprovisorien	12
3	Ermittlung	13
3.1	Methodik	13
3.2	Maßgebliche Immissionssorte	14
3.3	Maßgebliche Minimierungsorte	17
4	Ergebnisse	22
4.1	Grenzwerteinhaltung	23
4.2	Überspannungsverbot und Vermeidung erheblicher Belästigungen oder Schäden	28
4.3	Minimierungsgebot	28
4.3.1	Vorprüfung	28
4.3.2	Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen	28
4.3.3	Maßnahmenbewertung	30
5	Angaben zur Qualität	37
6	Fazit	38
A	Verzeichnisse	39
A.1	Fachliteratur, Gesetze und Normen	39
A.2	Abbildungen	40
A.3	Tabellen	40
A.4	Abkürzungen	41
A.5	Formelzeichen	42

1 Einführender Teil

Die Amprion GmbH plant die Spannungsumstellung der Umspannanlage Pöppinghausen von der 220-kV- zur 380-kV-Spannungsebene. Im Zuge dieser Umstellung sind mehrere Teilmaßnahmen an bestehenden Freileitungen auf einer Gesamtlänge von ca. 3,7 km erforderlich (siehe Abbildung 1). Zum einen werden vier 380-kV-Stromkreise neu in die Umspannanlage eingeführt. Dabei werden bestehende Leitungstrassen genutzt. Als zweites werden die 220-kV-Stromkreise aus der Umspannanlage Pöppinghausen heraus verlagert und westlich vorbeigeführt. Dies bedingt den Neubau eines Masts. Zudem wird ca. 1 km einer bestehenden 380-kV-Freileitung rückgebaut. Im Einzelnen sind Anpassungen und Änderungen der

- 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Mengede – Pöppinghausen, Bl. 4313
- 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Gersteinwerk – Pöppinghausen, Bl. 2601
- 110-/220-kV-Höchstspannungsfreileitung Knepper – Pöppinghausen, Bl. 2670
- 380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pöppinghausen – Pkt. Wanne, Bl. 4302
- 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pöppinghausen – Pkt. Emscher, Bl. 4304
- 110-kV-Hochspannungsfreileitung Knepper – Pöppinghausen, Bl. 1615

geplant. Des Weiteren finden die zur Bauausführung notwendige Freileitungsprovisorien Berücksichtigung.



Seite 4 von 44

Eine detaillierte Beschreibung und Darstellung des Vorhabens ist dem Erläuterungsbericht (Anlage 1) sowie dem Übersichtsplan (Anlage 2) zu entnehmen.

Das Vorhaben umfasst Änderungen an Hochspannungsfreileitungen mit einer Netzfrequenz von 50 Hz und einer Nennspannung größer 1 kV. Hochspannungsfreileitungen sind gem. § 4 Abs. 1 BImSchG i.V.m. der 4. BImSchV nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen [1, 2]. Dennoch sind insbesondere die Betreiberpflichten nach § 22 BImSchG zu beachten. Hochspannungsfreileitungen stellen Niederfrequenzanlagen gem. § 1 Abs. 2 der 26. BImSchV dar [3]. Im Folgenden werden die im Rahmen der Änderungen der Hochspannungsfreileitungen zu erwartenden elektrischen und magnetischen Felder rechnerisch prognostiziert und die Zulässigkeit des Vorhabens bezüglich der Anforderungen der 26. BImSchV untersucht.

Die rechtlichen, fachlichen und technischen Grundlagen hierfür basieren auf:

- *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes 24. September 2021 (BGBl. I S. 4458)*
- *Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266)*
- *Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) vom 26. Februar 2016 (BAnz AT 03.03.2016 B5)*
- *Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder mit Beschluss der 54. Amtschefkonferenz in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 17. und 18. September 2014 in Landshut*
- *FNN-Hinweis: Minimierung elektrischer und magnetischer Felder, 2. Ausgabe Februar 2017, Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE, Berlin*
- *WinField – Electric and Magnetic Field Calculation, Version 2021 (Build 3210) der Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie – FGEU mbH, Berlin*
- *DIN EN 50413 (VDE 0848-1) Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz); Deutsche Fassung EN 50413:2009, Berlin: VDE Verlag GmbH.*
- *Grundsätze für die Ausbauplanung des deutschen Übertragungsnetzes der vier Übertragungsnetzbetreiber in Deutschland. Ausgabe Juli 2018. <https://www.amprion.net/Netzausbau/Netzplanungsgrundsätze/>*

Die für diesen Immissionsbericht verantwortlichen Mitarbeiter erfüllen aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, jahrelangen Berufserfahrung sowie einschlägiger Kenntnisse in Mess- und Berechnungsverfahren, die Anforderungen an Sachverständige für die Bestimmung der Exposition gegenüber elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern [4]. Die entsprechenden Nachweise liegen der Amprion GmbH vor.

1.1 Physikalische Grundlagen

Beim Betrieb von Höchstspannungsfreileitungen treten niederfrequente elektrische und magnetische Felder auf. Sie entstehen in unmittelbarer Nähe von spannungs- bzw. stromführenden Leitern. Die Feldstärken lassen sich messen und berechnen. Die theoretische Grundlage bietet die von James Clerk Maxwell Mitte des 19. Jahrhunderts begründete klassische Elektrodynamik mit den nach ihm benannten Maxwell-Gleichungen [5]. Elektrische und magnetische Felder bei Niederfrequenz wie der Energieversorgung sind voneinander entkoppelt und werden daher getrennt in quasistationärer Näherung betrachtet. Ebenso sind etwaige Niederfrequenzanlagen anderer Betriebsfrequenzen getrennt zu betrachten. Im Fall von Drehstromleitungen wechseln die elektrischen und magnetischen Felder ihre Polarität mit einer Frequenz von 50 Hertz (Hz); im Fall von Bahnstromfernleitungen mit einer Frequenz von 16,7 Hz.

1.1.1 Das elektrische Feld von Hochspannungsfreileitungen

Ursache niederfrequenter elektrischer Felder sind spannungsführende Leiter in elektrischen Geräten ebenso wie Leitungen zur elektrischen Energieversorgung. Das elektrische Feld tritt immer schon dann auf, wenn elektrische Energie bereitgestellt wird. Es resultiert aus der Betriebsspannung einer Leitung und ist deshalb nahezu konstant. Das elektrische Feld ist unabhängig von der Stromstärke.

Die Stärke des elektrischen Feldes ist abhängig von der Nähe zum Leiterseil. Bei ebenem Gelände ist zwischen zwei Masten der Durchhang des Leiterseils in der Spannfeldmitte am größten und daher der Abstand zum Erdboden am geringsten. Daraus resultiert, dass in der Spannfeldmitte die größten Feldstärken am Erdboden auftreten. Entsprechend treten in Mastnähe die geringsten Feldstärken auf. Noch ausgeprägter sinkt die Feldstärke mit zunehmendem seitlichem Abstand zur Freileitung.

Das elektrische Feld wird durch leitfähige Gegenstände wie Bäume, Büsche oder Bauwerke beeinflusst. Daher können niederfrequente elektrische Felder relativ leicht und nahezu vollständig abgeschirmt werden. Nach dem Prinzip des Faraday'schen Käfigs ist das Innere eines leitfähigen Körpers feldfrei. Die meisten Baustoffe sind ausreichend leitfähig und schirmen ein von außen wirkendes elektrisches Feld fast vollständig im Inneren eines Gebäudes ab.

Die zu betrachtende physikalische Größe ist die elektrische Feldstärke E . Sie wird in Kilovolt pro Meter (kV/m) angegeben.

1.1.2 Das magnetische Feld von Hochspannungsfreileitungen

Magnetische Felder treten nur dann auf, wenn elektrischer Strom fließt. Der Betriebsstrom, der durch die Leiterseile fließt, ist im Gegensatz zur Spannung nicht konstant. Er schwankt je nach Verbrauch, d.h. Last tageszeiten-, jahreszeiten- und witterungsabhängig. Bei den Bahnstromfernleitungen ist der Betriebsstrom stark vom laufenden Fahrbetrieb der Bahnen abhängig und schwankt daher noch stärker. Im gleichen Verhältnis wie die Stromänderung ändert sich auch die Stärke des Magnetfeldes.

Wie für elektrische Felder gilt auch für magnetische Felder, dass am Erdboden die Feldstärken dort am höchsten sind, wo die Leiterseile dem Boden am nächsten sind, also bei ebenem

Gelände in der Mitte zwischen zwei Masten. Mit zunehmender Höhe der Leiterseile und mit zunehmendem seitlichem Abstand nimmt die Feldstärke schnell ab.

Das Magnetfeld kann im Gegensatz zum elektrischen Feld nur durch spezielle Werkstoffe, die eine hohe Permeabilität besitzen, beeinflusst werden. Dies ist großflächig, etwa bei Gebäuden, nicht praktikabel.

Die zu betrachtende physikalische Größe ist die magnetische Flussdichte B . Sie wird in Mikrottesla (μT) angegeben.

1.2 Gesetzliche Anforderungen an Niederfrequenzanlagen

Die Festlegung von Grenzwerten zur Gewährleistung einer hohen Sicherheit der Bevölkerung obliegt dem Gesetzgeber. Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch elektrische und magnetische Felder hat er Anforderungen in der sechsundzwanzigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) festgesetzt [3]. Die Vorgaben beruhen auf Empfehlungen eines von der Weltgesundheitsorganisation anerkannten wissenschaftlichen Gremiums, der Internationalen Kommission für den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (ICNIRP), und spiegeln den aktuellen Stand der Forschung bezüglich möglicher Wirkungen durch Felder auf den Menschen wieder [6, 7].

1.2.1 26. BImSchV

Die 26. BImSchV ist seit dem 16. Dezember 1996, zuletzt novelliert am 14. August 2013, im deutschen Recht verankert und für Hochspannungsfreileitungen verbindlich anzuwenden. Nach § 3 Abs. 2 S. 1 der 26. BImSchV sind diese so zu errichten und zu betreiben, dass sie bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, die im Anhang 1a der 26. BImSchV genannten Grenzwerte nicht überschreiten, wobei Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hz die Hälfte des in Anhang 1a der 26. BImSchV genannten Grenzwertes der magnetischen Flussdichte nicht überschreiten dürfen. Die Grenzwerte sind in Tabelle 1 für 50-Hz-Anlagen zusammengefasst.

Betriebsfrequenz f	Elektrische Feldstärke E	Magnetische Flussdichte B
50 Hz	5 kV/m	100 μT

Tabelle 1: Grenzwerte für 50-Hz-Anlagen

Die Immissionsbeiträge $I(f)$ der elektrischen und magnetischen Feldkomponenten von allen Niederfrequenzanlagen sowie von ortfesten Hochfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 9 kHz bis 10 MHz sind nach Frequenzkomponenten getrennt zu bestimmen und mit dem jeweiligen Grenzwert $G(f)$ zu gewichten. Die gewichteten Summen müssen nach Anhang 2a der 26. BImSchV getrennt für das elektrische und das magnetische Feld folgende Bedingung erfüllen:

$$\sum_{f=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{I(f)}{G(f)} \leq 1$$

Darüber hinaus dürfen nach § 4 Abs. 3 der 26. BImSchV Niederfrequenzanlagen zur Fortleitung von Elektrizität mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Nennspannung von 220 kV und mehr, die in einer neuen Trasse errichtet werden, Gebäude oder Gebäudeteile nicht überspannen, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Davon abweichend gelten nach §§ 3 und 4 Abs. 1 der 26. BImSchV für bestimmte Altanlagen spezifische Sonderregelungen für kurzzeitige und kleinräumige Überschreitungen der Grenzwerte.

Des Weiteren sind nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV zum Zwecke der Vorsorge bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik zu minimieren. Das Nähere regelt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSch-VVwV) [8].

1.2.2 26. BImSchVVwV

Das Ziel des Minimierungsgebots nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV ist es, die von Niederfrequenzanlagen ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich so zu minimieren, dass die Immissionen an den maßgeblichen Minimierungsorten der jeweiligen Anlage minimiert werden.

Die Prüfung möglicher Minimierungsmaßnahmen erfolgt dabei individuell für die geplante Niederfrequenzanlage. Das Minimierungsgebot verlangt jedoch keine Prüfung nach dem im Energiewirtschaftsrecht verankerten sogenannten NOVA-Prinzip (Netzoptimierung vor Netzverstärkung vor Netzausbau) und keine Alternativenprüfung (z.B. Erdkabel statt Freileitung), alternative Trassenführung oder Standortalternativen, die nach den sonstigen Rechtsvorschriften, insbesondere nach dem Planfeststellungsrecht, erforderlich sein können. Es sind Minimierungsmaßnahmen dann zu prüfen, wenn sich mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der jeweiligen Anlage befindet. Liegen mehrere maßgebliche Minimierungsorte innerhalb des Einwirkungsbereiches, werden bei der Minimierung alle maßgeblichen Minimierungsorte gleichrangig betrachtet.

Es kann in Abhängigkeit der geplanten Niederfrequenzanlagen die Anwendung mehrerer Minimierungsmaßnahmen in Betracht kommen. Soweit deren gemeinsame Anwendung ausscheidet, ist eine Auswahl anhand der in der 26. BImSchVVwV enthaltenen inhaltlichen Maßgaben zu treffen. Wirken sich eine oder mehrere Minimierungsmaßnahmen unterschiedlich auf das elektrische und das magnetische Feld aus, ist bei der Auswahl für Niederfrequenzanlagen die Minimierung des magnetischen Feldes zu bevorzugen. Eine Maßnahme kommt als Minimierungsmaßnahme nicht in Betracht, wenn sie zu einer Erhöhung der Immissionen an einem maßgeblichen Minimierungsort führen würde.

Bei der Auswahl der Minimierungsmaßnahmen ist insbesondere der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu wahren, indem Aufwand und Nutzen der möglichen Maßnahmen betrachtet werden. Zudem sind mögliche nachteilige Auswirkungen auf andere Schutzgüter zu berücksichtigen. Wird auf bestehendem Gestänge eine neue Leitung mitgeführt oder eine bereits mitgeführte Leitung wesentlich geändert, bezieht sich das Minimierungsgebot nur auf diese mitgeführte Leitung, sofern die bestehende Leitung nicht ihrerseits wesentlich geändert wird. Hierbei ist unbeachtlich, ob sich Spannungsebene und Frequenz der Leitungen unterscheiden. Bei der Minimierung der neuen oder wesentlich geänderten Leitung sind jedoch die Felder der bestehenden Leitung mit zu berücksichtigen.

Die Umsetzung des Minimierungsgebotes erfolgt in drei Teilschritten: einer Vorprüfung nach Nr. 3.2.1, einer Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen nach Nr. 3.2.2 und einer Maßnahmenbewertung nach Nr. 3.2.3 der 26. BImSchVVwV.

2 Ausgangssituation

Grundlage für die Ermittlung und Bewertung der elektrischen und magnetischen Felder an den Immissions- und Minimierungsorten ist der Verlauf der Trasse sowie die technischen und elektrischen Konfigurationen der Hochspannungsleitungen. In Anlage 10.3 Blatt 1 ist der Trassenverlauf des gesamten Vorhabens kartografisch dargestellt (M 1:5.000). Die Katasterpläne basieren auf den Geobasisdaten Nordrhein-Westfalen der Bezirksregierung Köln, Abteilung 7 (https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/index.html). Dargestellt sind die verschiedenen Leitungsabschnitte des gegenständlichen Vorhabens sowie alle zu berücksichtigenden sich in Parallellage befindenden Freileitungen. Das Vorhaben lässt sich in drei Abschnitte untergliedern: Die westliche und die östliche Einführung der 380-kV-Stromkreise sowie die Verlagerung der 220-kV-Stromkreise. Die Spannfelder der Bl. 4302 zwischen Mast Bl. 4313/20 und Mast Bl 4302/W2 werden rückgebaut. Die Freileitungen sollen mit den folgenden wesentlichen Anlagenkenngrößen betrieben werden.

2.1 Technische Parameter

In Deutschland kommen in den Verteil- und Übertragungsnetzen drei Spannungsebenen mit den Nennspannungen 110 kV, 220 kV und 380 kV zum Einsatz. Die Anforderungen an die Nennspannung der verschiedenen Hoch- und Höchstspannungsebenen sind in der Norm DIN EN 50160 definiert [9]. Demnach sind die zulässigen Spannungsbereiche gemäß der Stromtragfähigkeit der verschiedenen im Bestand vorkommenden und im Vorhaben geplanten Seiltypen in Abhängigkeit der Bündelleiterzahl auf. Es werden diese oder vergleichbare Seiltypen zum Einsatz kommen.

Nennspannung	Niedrigste Betriebsspannung $U_{b,min}$	Höchste Betriebsspannung $U_{b,max}$
110 kV	100 kV	123 kV
220 kV	210 kV	245 kV

380 kV	360 kV	420 kV
--------	--------	--------

Tabelle 2 zur Gewährleistung der Spannungsqualität in den unterlagerten Netzen einzuhalten.

Die maximale Stromstärke wird durch den thermischen Grenzstrom, d.h. maximal zulässigen Dauerstrom I_D , des jeweiligen Seiltyps als materialbezogene Angabe bestimmt. Tabelle 3 listet die Stromtragfähigkeit der verschiedenen im Bestand vorkommenden und im Vorhaben geplanten Seiltypen in Abhängigkeit der Bündelleiterzahl auf. Es werden diese oder vergleichbare Seiltypen zum Einsatz kommen.

Nennspannung	Niedrigste Betriebsspannung $U_{b,min}$	Höchste Betriebsspannung $U_{b,max}$
110 kV	100 kV	123 kV
220 kV	210 kV	245 kV
380 kV	360 kV	420 kV

Tabelle 2: Spannungsbereiche der in den deutschen Verteil- und Übertragungsnetz eingesetzten Spannungsebenen.

Bezeichnung	Einfachseil	Zweierbündel	Dreierbündel	Viererbündel
AL/ST 210/50	0,610 kA	1,220 kA	1,830 kA	2,440 kA
AL/ST 240/40	0,645 kA	1,290 kA	1,935 kA	2,580 kA
AL/ST 265/35	0,680 kA	1,360 kA	2,040 kA	2,720 kA
AL/ACS 265/35	0,690 kA	1,380 kA	2,070 kA	2,760 kA
AL/ACS 550/70	1,087 kA	2,174 kA	3,261 kA	4,348 kA
ACSR/AW 258/40	0,735 kA	1,470 kA	2,205 kA	2,940 kA

Tabelle 3: Thermisch maximal zulässiger Dauerstrom I_D der im Bestand vorkommenden und im Vorhaben geplanten Leiterseile und Bündelleiter.

Die zum Einsatz kommenden Maste setzen sich aus drei Grundformen zusammen – Einebene, Tonne oder Donau. Sie sind in Abbildung 2 gezeigt. Diese Grundformen können für den Fall, dass mehrere Stromkreise geführt werden sollen, auch kombiniert oder erweitert werden. Jede Grundform weist Vor- und Nachteile auf und die Auswahl erfolgt in Abhängigkeit von planerischen, umweltfachlichen und feldreduzierenden Aspekten. Betriebliche Gründe können die Auswahl jedoch einschränken.

Oberwellenanteile (z.B. 150 Hz, 250 Hz) werden bei der Bewertung nicht betrachtet. Sie können, wie in Kapitel 3.1 näher ausgeführt, vernachlässigt werden.

2.2 Verwendete Masttypen und Belegung

Um die Umspannanlage Pöppinghausen von der 220-kV-Spannungsebene auf die 380-kV-Spannungsebene umzustellen, müssen zukünftig 380-kV-Stromkreise eingeführt werden, während die 220-kV-Stromkreise, die die Umspannanlage bisher versorgen, westlich an der Umspannanlage vorbeigeführt werden. In den Abschnitten 2.2.1 und 2.2.2 wird die Stromkreisbelegung der westlichen und der östlichen 380-kV-Einführung dargestellt. Die Stromkreisbelegung der verlagerten 220-kV-Stromkreise ist in Abschnitt 2.2.3 aufgeführt. Während der Bau- und Maßnahmen wird ein temporäres Freileitungsprovisorium für die Bl. 4302 und die Bl. 1791 benötigt. Die Stromkreisbelegung auf den Provisorien wird in Abschnitt 2.2.4 beschrieben.

Weitere Angaben zu den geplanten Masten wie Schemazeichnungen, Bemaßung, Höhenangaben und Standortdaten finden sich in den Anlagen 3 und 4.

2.2.1 Westliche 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen, Bl. 4304

Die zwei von Westen kommenden 380-kV-Stromkreise der Bl. 4302 sollen zukünftig ab Mast W2 über die Maste der Bl. 4304 gemeinsam mit zwei 110-kV-Stromkreisen der Westnetz GmbH in die Umspannanlage Pöppinghausen eingeführt werden. Dazu werden die Maste W1A bis W3A der Bl. 4304 sowie der Mast W2 der Bl. 4302 in bestehendem Trassenraum ersatzneugebaut (neue Mastbezeichnung: Bl. 4304 Maste Nr. 1 bis 4). Es handelt sich um Maste des Typs D12A00, die zukünftig mit nachfolgender Belegung betrieben werden sollen.

Masttyp	System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
	1	380	GHK	4	AL/ACS 550/70
	2	380	IJL	4	AL/ACS 550/70
	3	110	ABC	1	AL/ST 265/35

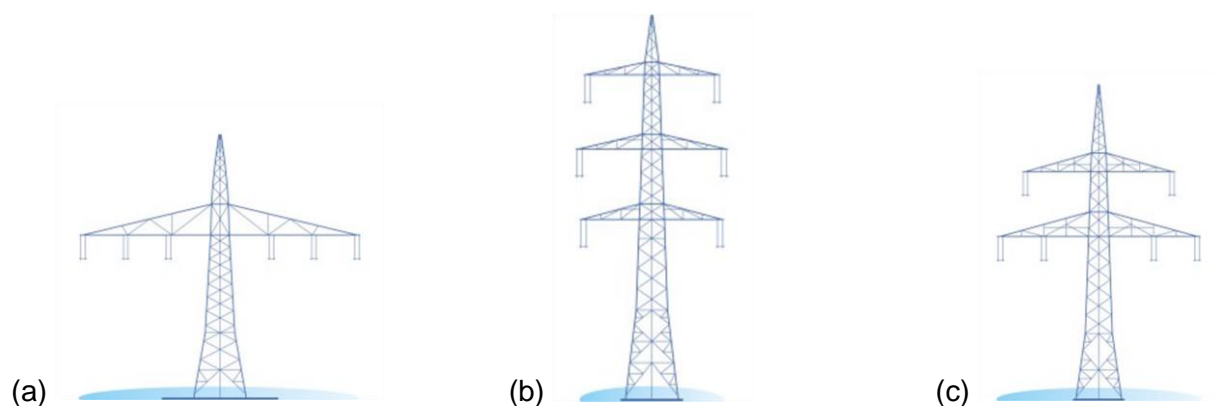


Abbildung 2: Mastgrundformen: (a) Einebene, (b) Tonne, (c) Donau

	4	110	DEF	1	AL/ST 265/35
	Erdseil	–	M	1	AY/ACS 159/34
	Erdseil	–	O	1	AY/ACS 241/40
	Erdseil	–	P	1	AL/ACS 265/35

Tabelle 4: Stromkreisbelegung der Bl. 4304.

Ab Mast Bl. 4304/4 werden die 380-kV-Stromkreise und die 110-kV-Stromkreise nicht mehr auf einem gemeinsamen Gestänge geführt. Die zwei 380-kV-Stromkreise sind im Spannungsfeld Bl. 4304/4 zu Bl. 4302/W3 in Donau-Anordnung mit Viererbündeln des Seiltyps AL/ACS 265/35 angeordnet. Die zwei 110-kV-Stromkreise gehen im Spannungsfeld Bl. 4304/4 zu Bl. 1791/3 von einer Einebene in eine Donau über. Die Leiterseile sind Einfachseile des Typs AL/ST 265/35.

Die Einführung der zwei 380-kV-Stromkreise sowie der zwei 110-kV-Stromkreise erfolgt über die Portale Bl. 4304/P003 und Bl. 4304/P004 sowie das Portal Bl. 4304/P001. Die Anordnung an den Portalen erfolgt in einer Einebene. Es werden Seile des gleichen Typs und mit gleicher Anzahl an Leiterseilen pro Bündel wie in Tabelle 4 verwendet.

2.2.2 Östliche 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen, Bl. 4313

Von Osten kommt die 220-/380-kV-Freileitung Bl. 4313, deren zwei 380-kV-Stromkreise zukünftig ebenfalls in die Umspannanlage Pöppinghausen eingeführt werden sollen. Bis Mast 1021 werden auf dem Gestänge noch zwei 110-kV-Stromkreise mitgeführt, welche dann auf der Bl. 1615 bis Mast 23 mit unveränderter Stromkreisbelegung weiterlaufen. Im Rahmen des Projekts 380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen werden die drei Maste 20 bis 22 der Bl. 4313 in bestehendem Trassenraum ersatzneugebaut (neue Mastbezeichnungen: Bl. 4313 Mast Nr. 1020 bis 1022), wobei der Mast 1020 in bestehender Achse nach Osten verschoben wird. Durch diese Maßnahme wird der Abstand zwischen Freileitung und Wohnbebauung vergrößert und die elektrischen und magnetischen Immissionen im Bereich der Wohnbebauung reduziert. Es handelt sich um Maste des Typs D12A00. Die Stromkreisbelegung von Mast 19 bis Mast 1021 ist in Tabelle 5 dargestellt.

Masttyp	System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
	1	380	GHK	4	AL/ACS 550/70 oder AL/ST 265/35
	2	380	IJL	4	AL/ACS 550/70 oder AL/ST 240/40
	3	110	ABC	2	AL/ST 265/35 oder AL/ST 240/40
	4	110	DEF	2	AL/ST 265/35 oder AL/ST 240/40

Erdseil	–	M	1	AY/ACS 241/40 oder AL/ST 240/40
Erdseil	–	N	1	AY/ACS 241/40 oder AL/ST 240/40

Tabelle 5: Stromkreisbelegung der Bl. 4313.

Im Spannungsfeld Bl. 4313/1021 zu 1022 findet ein Übergang von der Donau-Anordnung der 380-kV-Stromkreise zur Tonnen-Anordnung statt. Als Leiterseile werden Viererbündel des Typs AL/ACS 550/70 verwendet.

Die Einführung der zwei 380-kV-Stromkreise erfolgt über die Portale Bl. 4313/P002 und Bl. 4313/P003. Die Leiterseile sind an den Portalen in einer Ebene mit Viererbündeln des Typs AL/ACS 550/70 angeordnet.

2.2.3 Verlagerung der 220-kV-Freileitungen, Bl. 2601

Nach der Umstellung der Umspannanlage Pöppinghausen von der 220-kV-Spannungsebene zur 380-kV-Spannungsebene werden die 220-kV-Stromkreise der Bl. 2601 aus der Umspannanlage heraus verlagert und über den neu zu errichtenden Mast Bl. 2601/1014 westlich daran vorbeigeführt. Die Stromkreisbelegung im Spannungsfeld Bl. 2601/113 – 114 ist in Tabelle 6 aufgeführt.

Masttyp	System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
	1	220	GHK	2	AL/ACS 265/35
	2	220	IJL	2	AL/ACS 265/35
	3	110	ABC	1	AL/ST 265/35
	4	110	DEF	1	AL/ST 265/35
	Erdseil	–	M	1	AL/ST 185/30

Tabelle 6: Stromkreisbelegung der Bl. 2601.

Im Spannungsfeld Bl. 2601/114 – 1014 unterkreuzen die zwei 220-kV-Stromkreise die Bl. 4304. Daher findet die Anordnung der Leiterseile an Mast 1014 in einer Ebene statt. Die Stromkreise werden mit der Bl. 2613 an Mast 1C zusammengeführt. Die Leiterseilbelegung bleibt von Mast Bl. 2613/113 bis Mast Bl. 2613/1C unverändert.

Die im Spannungsfeld zwischen Mast 113 und 114 der Bl. 2601 auf gemeinsamen Gestänge mitgeführten 110-kV-Stromkreise der Westnetz GmbH werden mit unveränderter Mastkopfgeometrie und dem gleichen Seiltyp über den Mast Bl. 2601/115 und das Portal Bl. 2601/P004 in die Umspannanlage Pöppinghausen eingeführt. Es handelt sich hierbei um Spannungsfelder des Bestands, da keine Änderungen vorgenommen werden.

2.2.4 Temporär zu errichtende Leitungsprovisorien

Während der Bauphase sind temporär zu errichtende Freileitungsprovisorien zur Aufrechterhaltung der Energieversorgung für die Leitungen Bl. 4302 und Bl. 1791 notwendig.

Um den Ersatzneubau der Maste 1 bis 4 der Bl. 4304 realisieren zu können, müssen die zwei 380-kV-Stromkreise der Bl. 4302 zwischen Mast Bl. 4302/1 und Mast Bl. 4302/W3 sowie die zwei 110-kV-Stromkreise der Bl. 1791 zwischen Mast Bl. 1791/3 und der Umspannanlage Pöppinghausen freigeschaltet werden. Es werden daher ein 110-kV-Freileitungsprovisorium und ein 380-kV-Freileitungsprovisorium geplant. Der Verlauf der Provisorien wurde unter Berücksichtigung räumlicher und technischer Einschränkungen mit größtmöglichem Abstand zur Wohnbebauung geplant. Räumliche Einschränkungen entstehen beispielsweise durch die Baustelleneinrichtungsfläche und die Seilzugfläche des Masts Bl. 4304/4. Technische Einschränkungen treten beispielsweise auf Grund der zulässigen Winkel zwischen den einzelnen Spannungsfeldern auf.

Das 110-kV-Freileitungsprovisorium stellt eine Verbindung zwischen Mast Bl. 1788/24 und Mast Bl. 1791/3 her. Zum Einsatz kommen vier D-AMP.2 Masttypen als Einebenen-Mastform, die mit folgender Belegung betrieben werden.

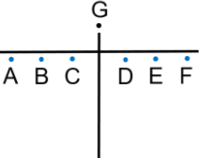
Masttyp	System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
	1	110	ABC	1	AL/ST 265/35
	2	110	DEF	1	AL/ST 265/35
	Erdseil	–	G	1	AL/ST 265/35

Tabelle 7: Stromkreisbelegung des 110-kV-Provisoriums.

Das 380-kV-Freileitungsprovisorium verbindet die Maste Bl. 4302/1 und Bl. 4302/W3. Zum Einsatz kommen drei sogenannte D-AMP.2 Masttypen als Tonnen-Mastform, die mit folgender Belegung betrieben werden.

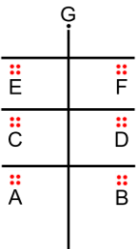
Masttyp	System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
	1	380	ACE	4	ACSR/AW 258/40
	2	380	BDF	4	ACSR/AW 258/40
	Erdseil	–	G	1	AY/ACS 241/40

Tabelle 8: Stromkreisbelegung des 380-kV-Provisoriums.

3 Ermittlung

Gemäß § 5 der 26. BImSchV [3] sind für die Ermittlung der elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten keine Messungen erforderlich, wenn die Einhaltung der Grenzwerte durch Berechnungsverfahren festgestellt werden kann. Entsprechend wurden an den maßgeblichen Immissionsorten Berechnungen nach folgender Methodik durchgeführt.

3.1 Methodik

Elektrische und magnetische Felder lassen sich mit den Gleichungen der klassischen Elektrodynamik sicher berechnen [5, 10, 11]. Anwendung finden diese Gleichungen in der Software *WinField* (auch als EFC-400 bezeichnet) der FGEU mbH [12]. Sie berechnet die elektrischen und magnetischen Felder der Niederfrequenz jeweils in quasistationärer Näherung. Zur Berechnung der elektrischen Feldstärke ist die Methode der Spiegelladung implementiert [5, 10, 11, 12], für die Berechnung der magnetischen Flussdichte wird das Ampère'sche Gesetz ausgewertet [5, 12]. Die verwendeten Methoden entsprechen damit den in der DIN EN 50413 spezifizierten Anforderungen [13].

Die geplanten Maßnahmen an der Bl. 4304, der Bl. 4313 und der Bl. 2601 sowie die parallel verlaufenden Freileitungen werden mit den Parametern nach Kapitel 2 digital modelliert. Aus dem digitalen Modell der Trassen kann mittels *WinField* für beliebige Koordinaten die elektri-

schen Feldstärken und magnetischen Flussdichten berechnet werden. Dabei keine Berücksichtigung finden Gebäude und Bewuchs, die auf Grund ihrer Leitfähigkeit das elektrische Feld verzerren, aber den Vorgaben der Betrachtung der freien Ausbreitung der Felder entgegenstehen.

Nach der 26. BImSchV sind die elektrischen und magnetischen Felder bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung zu bestimmen (vgl. Kapitel 1.2.1). Für die Berechnung wird daher stets die höchste Betriebsspannung $U_{b,max}$ nach die Stromtragfähigkeit der verschiedenen im Bestand vorkommenden und im Vorhaben geplanten Seiltypen in Abhängigkeit der Bündelleiterzahl auf. Es werden diese oder vergleichbare Seiltypen zum Einsatz kommen.

Nennspannung	Niedrigste Betriebsspannung $U_{b,min}$	Höchste Betriebsspannung $U_{b,max}$
110 kV	100 kV	123 kV
220 kV	210 kV	245 kV
380 kV	360 kV	420 kV

Tabelle 2 sowie der entsprechend der Bündelleiterzahl thermisch maximale Dauerstrom I_D nach Tabelle 3 verwendet. Die Stromstärken über 4 kA beim Viererbündel AL/ACS 550/70 werden jedoch nach den derzeit gültigen Planungsgrundsätzen der vier Übertragungsnetzbetreiber in der Praxis nicht zugelassen. Der maximale Betriebsstrom beträgt 3,6 kA (in Ausnahmefällen 4 kA) [14]. Insofern sind die auf Grundlage von Stromstärken über 4 kA ermittelten magnetischen Felder höher als die tatsächlich maximal auftretenden.

Des Weiteren werden die Berechnungen bei der Betriebsfrequenz der Hochspannungsleitungen (50 Hz) und ohne Berücksichtigung von Oberwellenanteilen bei den harmonischen Frequenzen (Vielfache der Betriebs- bzw. Grundfrequenz) durchgeführt. Nach DIN EN 50160 müssen unter normalen Betriebsbedingungen innerhalb eines beliebigen Wochenintervalls 95% der 10-Minuten-Mittelwerte des Spannungseffektivwertes jeder einzelnen Oberschwingung kleiner oder gleich den in Tabelle 4 der DIN EN 50160 hierfür genannten Werten sein [9]. Der Oberwellenanteil ist damit sehr gering und deren Immissionsbeitrag ist gegenüber dem Beitrag der Betriebsfrequenz verschwindend klein, weshalb sie vernachlässigt werden können.

Die Bewertung der Immissionen erfolgt in einer Höhe von 1 m über Erdbodenoberkante (vgl. 26. BImSchVV Nr. 4 a). Liegen Gebäude oder Gebäudeteile innerhalb des Einwirkungsbereichs gemäß der LAI-Hinweise, so wird der Geschossboden zur sicheren Seite abgeschätzt. Die Bewertung erfolgt in diesen Fällen in einer Höhe von mindestens 1 m über Geschossboden. Innerhalb von geschlossenen Räumen wird nur die magnetische Flussdichte angegeben, da das elektrische Feld des Außenraums im Inneren von Gebäuden abgeschirmt wird (vgl. Kapitel 1.1.1).

3.2 Maßgebliche Immissionssorte

Nach der 26. BImSchV sind die elektrischen und magnetischen Felder von Hochspannungsleitung in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt

von Menschen bestimmt sind, zu ermitteln (vgl. Kapitel 1.2.1). Eine Definition des Einwirkungsbereichs und welche Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen zählen, liefern die LAI-Hinweise [15].

Nach Ziffer II.3.1 der LAI-Hinweise gilt als Einwirkungsbereich einer Hochspannungsleitung der Bereich, in dem die Niederfrequenzanlage einen signifikanten von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen. Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt, die im Einwirkungsbereich liegen, gelten als maßgebliche Immissionsorte. Nach Ziffer II.3.2 der LAI-Hinweise sind Gebäude und Grundstücke, in oder auf denen nach der bestimmungsgemäßen Nutzung Personen regelmäßig länger - mehrere Stunden - verweilen können, Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt. Als solche kommen gem. den LAI-Hinweisen insbesondere Wohngebäude, Krankenhäuser, Schulen, Schulhöfe, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze und Kleingärten in Betracht. Auch Gaststätten, Versammlungsräume, Kirchen, Marktplätze mit regelmäßigem Marktbetrieb, Turnhallen und vergleichbare Sportstätten sowie Arbeitsstätten, z. B. Büro-, Geschäfts-, Verkaufsräume oder Werkstätten, können dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen.

Die Breite des Einwirkungsbereichs ist bei Freileitungen abhängig von ihrer Nennspannung und bemisst sich als ein an den ruhenden äußeren Leiter angrenzender Streifen. Für 380-kV-Freileitungen gilt gemäß LAI-Hinweisen eine Breite von 20 m zu beiden Seiten. Für 110-kV-Freileitungen eine Breite von 10 m.

Der gesamte Verlauf der 380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen und der erforderlichen 110-kV- und 380-kV-Provisorien wurde auf maßgebliche Immissionsorte untersucht. Dabei wurden Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts von Menschen sowohl mittels Luftbildern als auch gemäß rechtskräftigen Bebauungsplänen ausgewertet sowie eine Trassenbefahrung durchgeführt. Bei großen Grundstücken mit unterschiedlichen Nutzungen wurden ausgewiesene Nutzungsarten der Grundstücke entsprechend berücksichtigt. Es ergeben sich für die 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen die in Tabelle 9 aufgeführten maßgeblichen Immissionsorte, die auch in Anlage 10.3 kartografisch dargestellt sind. Die maßgeblichen Immissionsorte des 110-kV-Provisoriums sind in Tabelle 10 aufgelistet. Im Bereich des 380-kV-Provisoriums befinden sich keine Orte, die dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen. Somit liegen dort keine maßgeblichen Immissionsorte vor.

Lfd. Nr.	Immissionsort	Nutzungsart	Spannfeld
1	Pöppinghausen Fl. 3 F1St. 201	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 P004 – M1
2	Pöppinghausen Fl. 3 F1St. 202	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 P004 – M1
3	Pöppinghausen Fl. 3 F1St. 203	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 P004 – M1
4	Pöppinghausen Fl. 3 F1St. 335, 336	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 P004 – M1
5	Pöppinghausen Fl. 3 F1St. 433	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3

Immissionsschutzbericht B0032

380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen, Bl. 4304, Bl. 4313, Bl. 2601

Seite 17 von 44

6	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 432	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3
7	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 429	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3
8	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 428	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3
9	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 302	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3
10	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 462	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3
11	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 465	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3
12	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 170, 171	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3
13	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 145	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3
14	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 144, 147, 200, 211, 239	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3
15	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 148	Kleingarten	Bl.4304 M2 – M3
16	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 213, 238	Wohnhäuser, Garten	Bl.4304 M2 – M3
17	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 388	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3
18	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 389	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M2 – M3
19	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 16, 31	Friedhof	Bl.4304 M2 – M3
20	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 15	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M4 – Bl.1791 M3
21	Recklinghausen Fl. 552 FIST. 39	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M4 – Bl.1791 M3
22	Recklinghausen Fl. 552 FIST. 38	Wohnhaus, Garten	Bl.4304 M4 – Bl.1791 M3
23	Pöppinghausen Fl. 5 FIST. 219, 305, 310	Wohnhäuser, Garten	Bl.2601 M1014 – Bl.2613 M1C
24	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 653	Wohnhaus, Garten	Bl.2601 M113 – M114
25	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 550	Wohnhaus, Garten	Bl.2601 M113 – M114
26	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 549	Wohnhaus, Garten	Bl.2601 M113 – M114
27	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 181, 623	Wohnhaus, Garten	Bl.2601 M113 – M114
28	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 548	Wohnhaus, Garten	Bl.2601 M113 – M114
29	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 547	Wohnhaus, Garten	Bl.2601 M113 – M114
30	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 546	Wohnhaus, Garten	Bl.2601 M113 – M114
31	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 595	Wohnhäuser, Garten	Bl.2601 M113 – M114
32	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 299	Wohnhäuser, Garten	Bl.2601 M113 – M114
33	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 522	Wohnhaus, Garten	Bl.2601 M113 – M114
34	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 513	Wohnhaus, Garten	Bl.2601 M113 – M114
35	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 512	Wohnhaus, Garten	Bl.2601 M113 – M114
36	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 678, 679	Wohnhaus, Garten	Bl.2601 M113 – M114

37	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 11, 346, 527, 658, 681 – 685	Wohnhäuser, Gärten, Gewerbe	Bl.2601 M113 – M114
38	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 478, 479, 499	Wohnhaus, Garten	Bl.4313 M1021 – M1022
39	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 266	Wohnhaus, Garten	Bl.4313 M1021 – M1022

Tabelle 9: Maßgebliche Immissionsorte im Bereich der 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen.

Lfd. Nr.	Immissionsort	Nutzungsart	Spannfeld
21	Recklinghausen Fl. 552 FIST. 39	Wohnhaus, Garten	Bl.1788 p4 – Bl.1791 M3
22	Recklinghausen Fl. 552 FIST. 38	Wohnhaus, Garten	Bl.1788 p4 – Bl.1791 M3
40	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 28, 29, 422	Wohnen und Gewerbe	Bl.1788 p3 – p4, Bl.1788 p4 – Bl.1791 M3

Tabelle 10: Maßgebliche Immissionsorte im Bereich des 110-kV-Provisoriums.

3.3 Maßgebliche Minimierungsorte

Nach 26. BImSchVVwV sieht die Umsetzung des Minimierungsgebots zunächst eine Vorprüfung vor (vgl. Kapitel 1.2.2). Sie dient der Feststellung, ob überhaupt Minimierungsmaßnahmen durchzuführen sind. Dies ist gemäß Nr. 3.2.1 der 26. BImSchVVwV der Fall, wenn es sich um einen Neubau oder eine wesentliche Änderung handelt und sich mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der Niederfrequenzanlage befindet.

Da es sich bei dem geplanten Vorhaben teils um einen Ersatzneubau und teils um einen Neubau handelt, liegt eine wesentliche Änderung im Sinne der 26. BImSchVVwV vor. Als maßgebliche Minimierungsorte gelten Gebäude, Gebäudeteile oder Grundstücke, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, insb. Wohnungen, Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze oder ähnlichen Einrichtungen.

Der Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage ist der Bereich, in dem die Anlage sich signifikant von den natürlichen und mittleren anthropogen bedingten Immissionen abhebende elektrische oder magnetische Felder verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen. Die 26. BImSchVVwV trifft hierzu Festlegungen über konservative Pauschalwerte für verschiedene Anlagentypen. Für 380-kV-Freileitungen beträgt der Einwirkungsbereich 400 m nach beiden Seiten der Trasse ausgehend von der Bodenprojektion des ruhenden äußeren Leiters; für 110-kV-Freileitungen sind es 200 m vom ruhenden äußeren Leiterseil.

Der gesamte Verlauf der 380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen wurde nach maßgeblichen Minimierungsorten überprüft. Dabei wurden sowohl Luftbilder als auch gemäß rechtskräftigem Bebauungsplan für die Wohnnutzung vorgesehene Grundstücke ausgewertet sowie eine Trassenbefahrung durchgeführt. Bei dichter Bebauung wurden ganze Siedlungsstrukturen berücksichtigt. Für den Bereich der 380-kV-Einführung in die UA Pöpping-

Immissionsschutzbericht B0032

380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen, Bl. 4304, Bl. 4313, Bl. 2601

Seite 19 von 44

hausen konnten die in Tabelle 11 aufgeführten maßgeblichen Minimierungsorte ermittelt werden, die auch in Anlage 10.3 kartografisch dargestellt sind. Die maßgeblichen Minimierungsorte im Bereich der 110-/380-kV-Provisorien sind in Tabelle 12 aufgelistet.

Lfd. Nr.	Minimierungsort	Nutzungsart	Spannfeld
1	Pöppinghausen Fl. 5 FIST. 184, 185, 219, 291-294, 299, 300, 304 – 308, 310, 314	Wohnen, Freizeit und Gewerbe	Bl.4304 P003 – M1, Bl.4304 P004 – M1
2	Pöppinghausen Fl. 5 FIST. 213, 215, 288	Wohnen, Gewerbe	Bl.4304 P003 – M1, Bl.4304 P004 – M1
3	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 89, 92 – 101, 104 – 111, 154 – 164, 191 – 193, 195 – 199, 201 – 203, 280, 281, 313, 320, 321, 326, 327, 335, 478, 479, 482, 483, 499, 531, 532, 646, 647, 664, 665	Wohnen, Gewerbe	Bl.4304 P003 – M1, Bl.4304 P004 – M1
4	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 75, 77, 78 Pöppinghausen Fl. 5 FIST. 184, 185, 291 – 294, 299, 300, 306 – 308, 314	Wohnen, Freizeit und Gewerbe	Bl.4304 M1 – M2
5	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 433	Wohnen	Bl.4304 M2 – M3
6	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 302	Wohnen	Bl.4304 M2 – M3
7	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 170, 171	Wohnen	Bl.4304 M2 – M3
8	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 465	Wohnen	Bl.4304 M2 – M3
9	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 144, 147, 200, 211, 239	Wohnen	Bl.4304 M2 – M3
10	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 388	Wohnen	Bl.4304 M2 – M3
11	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 213, 238	Wohnen	Bl.4304 M2 – M3
12	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 148	Kleingarten	Bl.4304 M2 – M3
13	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 66, 75, 77, 78, 145	Wohnen, Gewerbe	Bl.4304 M2 – M3
14	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 56, 57, 60, 169, 207, 220, 229-232, 242, 243 Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 11, 23, 131 – 137, 141, 146 – 151, 181, 282, 299, 339, 346, 372, 379, 384, 385, 389 – 395, 398, 400, 425, 428, 429, 432, 462, 502 – 504, 512, 513, 522, 526, 527, 539, 541, 546 – 550, 595, 596, 599, 609 – 616, 619, 620, 623, 648 – 650, 653, 658, 678, 679, 684, 685, 682, 683	Wohnen, Gewerbe	Bl.4304 M2 – M3
15	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 16, 31	Friedhof	Bl.4304 M2 – M3
16	Recklinghausen Fl. 552 FIST. 164, 165, 168	Wohnen, Gewerbe	Bl.4304 M3 – M4,

Immissionsschutzbericht B0032

380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen, Bl. 4304, Bl. 4313, Bl. 2601

Seite 21 von 44

	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 28, 29, 422		Bl.4304 M4 – Bl.4302 MW3
17	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 2 – 10, 15 – 21, 23, 51, 52 Recklinghausen Fl. 553 FIST. 96, 111, 116 – 118 Recklinghausen Fl. 552 FIST. 29 – 39, 57 – 61, 83 – 88, 91 – 95, 106, 107, 109 – 113, 115 – 117, 119 – 131, 191, 195, 220, 221 Recklinghausen Fl. 551 FIST. 98, 223, 244 – 249, 294 – 297, 707, 847	Wohnen, Gewerbe	Bl.4304 M4 – Bl.4302 MW3
18	Recklinghausen Fl. 551 FIST. 86 – 90, 848 Recklinghausen Fl. 553 FIST. 45 – 47, 51, 54, 65 – 71, 93, 97, 112, 113, 135, 159 – 161, 171, 174, 175, 181, 182, 189, 190, 192 Recklinghausen Fl. 555 FIST. 45, 48, 49, 51, 249, 250, 257	Wohnen, Gewerbe	Bl.4304 M4 – Bl.4302 MW3
19	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 2 – 10, 16 – 21, 23, 51, 52 Recklinghausen Fl. 553 FIST. 96, 111, 116 – 118 Recklinghausen Fl. 552 FIST. 106, 107, 109 – 113, 115 – 117, 119 – 131, 195 Recklinghausen Fl. 551 FIST. 98, 223, 244 – 249, 294 – 297, 707, 847	Wohnen, Gewerbe	Bl.4304 M4 – Bl.1791 M3
20	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 28, 29, 422	Wohnen, Gewerbe	Bl.4304 M4 – Bl.1791 M3
21	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 15	Wohnen	Bl.4304 M4 – Bl.1791 M3
22	Recklinghausen Fl. 552 FIST. 29 – 39, 57 – 61, 83 – 88, 91 – 95, 191, 220, 221	Wohnen	Bl.4304 M4 – Bl.1791 M3
23	Pöppinghausen Fl. 5 FIST. 213, 215	Wohnen	Bl.2601 M1014 – Bl.2613 M1C
24	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 75, 77, 78 Pöppinghausen Fl. 5 FIST. 184, 185, 219, 291 – 294, 299, 300, 304 – 308, 310, 314	Wohnen, Freizeit und Gewerbe	Bl.2601 M1014 – Bl.2613 M1C, Bl.4303 P001 – M1
25	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 89, 90, 92 – 101, 104 – 111, 115, 118 – 125, 156 –	Wohnen, Gewerbe	Bl.2601 M114 – M1014

Immissionsschutzbericht B0032

380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen, Bl. 4304, Bl. 4313, Bl. 2601

Seite 22 von 44

	164, 191 – 193, 195 – 199, 201 – 203, 280, 281, 313, 317, 318, 323, 326, 327, 335, 336, 340, 478, 479, 480, 482, 483, 495, 496, 499, 524, 531, 532, 646, 647, 664, 665, 672, 689, 691, 692		Bl.4303 M1 – M2
26	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 66, 75, 77, 78, 144, 145, 147, 200, 211, 239 Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 170, 171, 302, 339, 388 – 395, 398, 400, 425, 428, 429, 432, 433, 462, 465	Wohnen und Gewerbe	Bl.2601 M114 – M1014
27	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 653	Wohnen	Bl.2601 M113 – M114
28	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 550	Wohnen	Bl.2601 M113 – M114
29	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 549	Wohnen	Bl.2601 M113 – M114
30	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 181, 623	Wohnen	Bl.2601 M113 – M114
31	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 548	Wohnen	Bl.2601 M113 – M114
32	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 547	Wohnen	Bl.2601 M113 – M114
33	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 546	Wohnen	Bl.2601 M113 – M114
34	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 595	Wohnen	Bl.2601 M113 – M114
35	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 16, 31, 56, 57, 60, 148, 169, 207, 213, 220, 229 – 232, 238, 242, 243 Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 11, 346, 388 – 395, 512, 513, 522, 526, 527, 539, 541, 650, 658, 678, 679, 682 – 685	Wohnen, Kleingärten, Gewerbe und Friedhof	Bl.2601 M113 – M114
36	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 23, 131 – 137, 141, 146 – 151, 282, 372, 384 – 386, 379, 484, 502 – 504, 596, 599, 609 – 616, 619, 620, 626 – 631, 634 – 639, 641 – 643, 648, 649, 654 – 656	Wohnen, Kindergarten, Kirche	Bl.2601 M113 – M114
37	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 299	Wohnen	Bl.2601 M113 – M114
38	Pöppinghausen Fl. 5 FIST. 213, 215, 288	Wohnen, Gewerbe	Bl.4313 M1022 – P002, Bl.4313 M1022 – P003
39	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 89, 90, 92 – 101, 104 – 111, 154 – 164, 191 – 193, 195 – 199, 201 – 203, 280, 281, 313, 320, 321, 326, 327, 335, 478, 479, 482, 483, 499, 531, 532, 646, 647, 664, 665	Wohnen, Gewerbe	Bl.4313 M1022 – P002, Bl.4313 M1022 – P003
40	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 89, 90, 92 – 101, 104 – 111, 115, 118 – 125, 131 – 137, 141, 146 – 151, 156 – 164, 181,	Wohnen, Gewerbe	Bl.4313 M1021 – M1022, Bl.4313 M1021 – Bl.1615 M23

Immissionsschutzbericht B0032

380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen, Bl. 4304, Bl. 4313, Bl. 2601

Seite 23 von 44

191 – 193, 195 – 199, 201 – 203, 280,
281, 299, 313, 317, 318, 323, 326, 327,
335, 336, 340, 384, 385, 379, 478, 479,
480, 482, 483, 495, 496, 499, 502, 503,
524, 531, 532, 546 – 550, 595, 596,
609 – 616, 619, 620, 623, 646 – 649,
653, 664, 665, 672, 689, 691, 692

41	Bladenhorst Fl. 1 FIST. 5	Wohnen	Bl.4313 M1020 – M1021
42	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 23, 131 – 137, 141, 146 – 151, 282, 299, 372, 379, 384 – 386, 484, 502 – 504, 595, 596, 599, 609 – 616, 619, 620, 626 – 631, 634 – 639, 641 – 643, 654 – 656	Wohnen, Kindergarten, Kirche	Bl.4313 M1020 – M1021
43	Bladenhorst Fl. 1 FIST. 29	Wohnen	Bl.4313 M1020 – M1021
44	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 498	Wohnen	Bl.4313 M1020 – M1021
45	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 266	Wohnen	Bl.4313 M1020 – M1021
46	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 324	Wohnen	Bl.4313 M19 – M1020
47	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 45	Wohnen	Bl.4313 M19 – M1020
48	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 49, 50	Wohnen, Gewerbe	Bl.4313 M19 – M1020
49	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 48	Wohnen, Gewerbe	Bl.4313 M19 – M1020

Tabelle 11: Maßgebliche Minimierungsorte im Bereich der 380-kV-Einführungen in die UA Pöppinghausen.

Lfd. Nr.	Minimierungsort	Nutzungsart	Spannfeld
50	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 32 Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 11, 23, 229, 282, 346, 372, 504, 512, 513, 522, 595, 596, 599, 658, 678, 679, 682 – 685 Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 31, 36, 56, 57, 60, 169, 207, 220, 229 – 232, 242, 243,	Wohnen, Gewerbe, Sportstätte, Kindergarten, Kirche, Friedhof	Bl.4302 M1 – p1
51	Recklinghausen Fl. 552 FIST. 164, 165, 168 Recklinghausen Fl. 554 FIST. 28, 29, 422	Wohnen, Gewerbe	Bl.4302 M1 – p1
52	Recklinghausen Fl. 552 FIST. 29 – 39, 48 – 53, 57 – 61, 83 – 88, 91 – 95, 165, 168, 191, 220, 221	Wohnen, Gewerbe	Bl.4302 p1 – p2

	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 2 – 10, 15 – 21, 23, 28, 29, 51, 52, 422		
53	Recklinghausen Fl. 551 FIST. 86 – 90, 98, 188, 211, 218, 219, 223, 244 – 251, 294 – 297, 421, 707, 847, 848 Recklinghausen Fl. 553 FIST. 93, 96, 111, 116 – 118, 135 Recklinghausen Fl. 552 FIST. 29 – 39, 48 – 53, 57 – 61, 69, 71, 74 – 77, 83 – 88, 91 – 95, 106, 107, 109 – 113, 115 – 117, 119 – 131, 188, 191, 195, 220, 221, 225 Recklinghausen Fl. 554 FIST. 2 – 10, 15 – 21, 23, 51, 52	Wohnen, Gewerbe	Bl.4302 p2 – p3
54	Recklinghausen Fl. 551 FIST. 86 – 90, 218, 219, 421, 848, 188, 211 Recklinghausen Fl. 553 FIST. 93, 96, 111, 116 – 118, 135	Wohnen, Gewerbe	Bl.4302 p3 – MW3
55	Recklinghausen Fl. 553 FIST. 45 – 47, 51, 54, 65 – 71, 93, 97, 112, 113, 135, 159 – 161, 171, 174, 175, 181, 182, 189, 190, 192 Recklinghausen Fl. 555 FIST. 45, 48, 49, 51, 249, 250, 257	Wohnen, Gewerbe	Bl.4302 p3 – MW3
56	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 11, 282, 372, 658	Sportstätte, Gewerbe	Bl.1788 p1 – p2
57	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 28, 29, 422	Wohnen, Gewerbe	Bl.1788 p4 – Bl.1791 M3
58	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 3 – 8, 15 – 21 Recklinghausen Fl. 552 FIST. 29 – 39, 57 – 61, 83 – 88, 91 – 95, 106, 107, 109, 113, 115 – 117, 119, 126 – 131, 191, 195, 220, 221	Wohnen	Bl.1788 p4 – Bl.1791 M3

Tabelle 12: Maßgebliche Minimierungsorte im Bereich der 110-/380-kV-Provisorien.

4 Ergebnisse

Die Bewertung erfolgt entsprechend der einzelnen immissionsschutzrechtlichen Vorgaben für elektrische und magnetische Felder. Zunächst werden die Ergebnisse im Hinblick auf die einzuhaltenden Grenzwerte unter Berücksichtigung von Immissionsbeiträgen anderer Anlagen

dargelegt (i.S.v. Kapitel 1.2.1). Es folgen Aussagen zur Beachtung des Überspannungsverbots und zur Beachtung des Gebots zur Vermeidung erheblicher Belästigungen oder Schäden. Danach wird die Bewertung im Hinblick auf die Beachtung des Minimierungsgebots dargelegt (i.S.v. Kapitel 1.2.2).

4.1 Grenzwerteinhaltung

An allen maßgeblichen Immissionsorten der 380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen (siehe Tabelle 9) und der erforderlichen temporären Leitungsverbindungen (siehe Tabelle 10) werden die Grenzwertvorgaben der 26. BImSchV (vgl. Tabelle 1) sicher eingehalten. Die Immissionsbeiträge anderer Niederfrequenzanlagen wurden hierbei berücksichtigt. Die ermittelten elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten an den Immissionsorten im Bereich der 380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen sind in nachfolgender Tabelle 13 aufgeführt. Die ermittelten elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten an den Immissionsorten im Bereich des 110-kV-Provisoriums sind in Tabelle 14 aufgeführt. Im Bereich des 380-kV-Provisoriums liegen keine Immissionsorte.

Lfd. Nummer	Maßgeblicher Immissionsort	Elektrisches Feld		Magnetisches Feld		Anlage
		Feldstärke	Grenzwertauslastung	Flussdichte	Grenzwertauslastung	
1	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 201	1,7 kV/m	34 %	12 µT	12 %	–
2	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 202	2,6 kV/m	52 %	19 µT	19 %	–
3	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 203, 320	2,6 kV/m	52 %	27 µT	27 %	10.2.1
4	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 335, 336	1,1 kV/m	22 %	14 µT	14 %	–
5	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 433	0,4 kV/m	8,0 %	6,4 µT (6,1 µT in 5 m)	6,4 % (6,1 %)	–
6	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 432	0,4 kV/m	8,0 %	6,2 µT	6,2 %	–
7	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 429	0,4 kV/m	8,0 %	5,8 µT	5,8 %	–
8	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 428	0,4 kV/m	8,0 %	5,4 µT	5,4 %	–
9	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 302	0,5 kV/m	10 %	7,8 µT (8,7 µT in 5 m)	7,8 % (8,7 %)	–

Immissionsschutzbericht B0032

380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen, Bl. 4304, Bl. 4313, Bl. 2601

Seite 26 von 44

10	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 462	0,5 kV/m	10 %	6,2 µT	6,2 %	—
11	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 465	0,6 kV/m	12 %	7,5 µT (8,6 µT in 8 m)	7,5 % (8,6 %)	—
12	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 170, 171	0,5 kV/m	10 %	9,1 µT (7,6 µT in 5 m)	9,1 % (7,6 %)	—
13	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 145	0,5 kV/m	10 %	6,5 µT	6,5 %	—
14	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 144, 147, 200, 211, 239	0,8 kV/m	16 %	13 µT (13 µT in 5 m)	13 % (13 %)	—
15	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 148	1,1 kV/m	22 %	18 µT	18 %	10.2.2
16	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 213, 238	1,0 kV/m	20 %	15 µT (13 µT in 6,5 m)	15 % (13 %)	—
17	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 388	0,7 kV/m	14 %	9,0 µT	9,0 %	—
18	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 389	0,6 kV/m	12 %	6,9 µT	6,9 %	—
19	Pöppinghausen Fl. 2 FIST. 16, 31	0,9 kV/m	18 %	16 µT	16 %	—
20	Recklinghausen Fl. 554 FIST. 15	0,8 kV/m	16 %	6,7 µT (7,0 µT in 8,5 m)	6,7 % (7,0 %)	10.2.3
21	Recklinghausen Fl. 552 FIST. 39	0,7 kV/m	14 %	5,3 µT	5,3 %	—
22	Recklinghausen Fl. 552 FIST. 38	0,5 kV/m	10 %	4,4 µT	4,4 %	—
23	Pöppinghausen Fl. 5 FIST. 219, 305, 310	1,7 kV/m	34 %	15 µT	15 %	10.2.4
24	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 653	0,2 kV/m	4,0 %	4,1 µT (4,1 µT in 5 m)	4,1 % (4,1 %)	—
25	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 550	0,4 kV/m	8,0 %	5,3 µT (6,1 µT in 5 m)	5,3 % (6,1 %)	—
26	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 549	0,4 kV/m	8,0 %	5,4 µT (6,0 µT in 5 m)	5,4 % (6,0 %)	—

Immissionsschutzbericht B0032

380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen, Bl. 4304, Bl. 4313, Bl. 2601

Seite 27 von 44

27	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 181, 623	0,2 kV/m	4,0 %	4,7 µT (6,0 µT in 8 m)	4,7 % (6,0 %)	–
28	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 548	0,4 kV/m	8,0 %	6,1 µT (6,3 µT)	6,1 % (6,3 %)	–
29	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 547	0,4 kV/m	8,0 %	6,2 µT (7,5 µT)	6,2 % (7,5 %)	–
30	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 546	0,2 kV/m	4,0 %	4,4 µT (4,9 µT)	4,4 % (4,9 %)	–
31	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 595	0,2 kV/m	4,0 %	4,7 µT (8,3 µT in 11,5 m)	4,7 % (8,3 %)	–
32	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 299	0,2 kV/m	4,0 %	4,7 µT (6,9 µT in 8,5 m)	4,7 % (6,9 %)	–
33	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 522	0,5 kV/m	10 %	6,9 µT	6,9 %	–
34	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 513	0,5 kV/m	10 %	7,2 µT	7,2 %	–
35	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 512	0,5 kV/m	10 %	7,3 µT	7,3 %	–
36	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 678, 679	0,5 kV/m	10 %	7,2 µT	7,2 %	–
37	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 11, 346, 527, 658, 681 – 685	0,6 kV/m	12 %	12 µT	12 %	10.2.5
38	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 478, 479, 499	2,3 kV/m	46 %	23 µT	23 %	10.2.6
39	Pöppinghausen Fl. 3 FIST. 266	0,6 kV/m	12 %	6,7 µT	6,7 %	10.2.7

Tabelle 13: Feldimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten im Bereich der 380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen. Die Berechnung erfolgt in einer Höhe von 1 m über EOK. Bei bebauten Flächen innerhalb des Einwirkungsbereich gem. LAI-Hinweisen ist zusätzlich in Klammern die magnetische Flussdichte in 1 m über dem geschätzten Geschossboden des obersten Geschosses angegeben. Das elektrische Feld wird durch das Gebäude abgeschirmt und daher nur außerhalb der bebauten Flächen betrachtet.

Lfd. Num- mer	Maßgeblicher Immissionsort	Elektrisches Feld		Magnetisches Feld		Anlage
		Feldstärke	Grenzwert- auslastung	Flussdichte	Grenzwert- auslastung	
21	Recklinghausen Fl. 552 FSt. 39	0,5 kV/m	10%	3,9 µT	3,9 %	–
22	Recklinghausen Fl. 552 FSt. 38	0,5 kV/m	10 %	4,1 µT	4,1 %	10.2.8
40	Recklinghausen Fl. 554 FSt. 28, 29, 422	0,3 kV/m	6,0 %	2,4 µT	2,4 %	–

Tabelle 14: Feldimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten im Bereich des 110-kV-Provisoriums.

Für die maßgeblichen Immissionsorte mit der voraussichtlich stärksten Exposition wurden die Nachweise für Niederfrequenzanlagen gemäß LAI-Hinweisen erstellt. Auf Grund der Vielzahl kreuzender und parallel verlaufender Freileitungen sowie den wechselnden Masttypen liegt in fast jedem Spannungsfeld eine unterschiedliche technische Situation vor, sodass diese getrennt voneinander betrachtet werden müssen. Es ergeben sich dabei sieben Nachweise, da die Immissionsorte in sieben verschiedenen technischen Abschnitten liegen. Die Nachweise sind in den Anlagen 10.2.1 bis 10.2.7 zu finden. Des Weiteren ergibt sich ein Nachweis für die maßgeblichen Immissionsorte im Bereich des 110-kV-Freileitungsprovisoriums (siehe Anlage 10.2.8). Im Bereich des 380-kV-Freileitungsprovisoriums liegen keine maßgeblichen Immissionsorte.

Für die 380-kV-Einführung, Bl. 4304, im Spannungsfeld von Portal P004 bis Mast 1 stellt der maßgebliche Immissionsort Pöppinghausen Flur 3 Flurstücke 203 und 320 (Lfd. Nr. 3) den maßgeblichen Immissionsort mit der voraussichtlich stärksten Exposition dar (vgl. Tabelle 9 Lfd. Nrn. 1 bis 4).

Das Spannungsfeld Bl. 4304 von Mast 2 zu Mast 3 stellt auf Grund der Mitführung von zwei 110-kV-Stromkreisen zusätzlich zu den zwei 380-kV-Stromkreisen und der sich in Parallellage befindlichen Bl. 2601 einen weiteren technischen Abschnitt dar. Hier stellt der maßgebliche Immissionsort Pöppinghausen Flur 2 Flurstück 148 (Lfd. Nr. 15) den maßgeblichen Immissionsort mit der voraussichtlich stärksten Exposition dar (vgl. Tabelle 9 Lfd. Nrn. 5 bis 19).

Für die 110-kV-Freileitung Bl. 1791 im Spannungsfeld zwischen Bl. 4304 Mast 4 und Bl. 1791 Mast 3 stellt der maßgebliche Immissionsort Recklinghausen Flur 554 Flurstück 15 (Lfd. Nr. 20) den maßgeblichen Immissionsort mit der voraussichtlich stärksten Exposition dar (vgl. Tabelle 9 Lfd. Nrn. 20 bis 22).

Der maßgebliche Immissionsort Pöppinghausen Flur 5 Flurstücke 219, 305 und 310 (Lfd. Nr. 23) liegt als einziger maßgeblicher Immissionsort im technischen Abschnitt der Bl. 2601, in dem nur zwei 220-kV-Systeme geführt werden, und stellt somit den maßgeblichen Immissionsort mit der voraussichtlich stärksten Exposition dar (vgl. Tabelle 9 Lfd. Nr. 23).

Im Spannungsfeld Bl. 2601 von Mast 113 zu Mast 114 werden zwei 220-kV-Systeme und zwei 110-kV-Systeme auf gemeinsamem Gestänge geführt. Die Bl. 4304 verläuft in Parallellage. In diesem technischen Abschnitt stellt der maßgebliche Immissionsort Pöppinghausen Flur 3 Flurstücke 11, 346, 527, 658, 681 – 685 (Lfd. Nr. 37) den maßgeblichen Immissionsort mit der voraussichtlich stärksten Exposition dar (vgl. Tabelle 9 Lfd. Nrn. 24 bis 37).

Der maßgebliche Immissionsort Pöppinghausen Flur 3 Flurstücke 478, 479, 499 (Lfd. Nr. 38) liegt als einziger im technischen Abschnitt der Bl. 4313, in dem nur zwei 380-kV-Systeme geführt werden und stellt somit den maßgeblichen Immissionsort mit der voraussichtlich stärksten Exposition für diesen Abschnitt dar (vgl. Tabelle 9 Lfd. Nr. 38).

Ebenso liegt der maßgebliche Immissionsort Pöppinghausen Flur 3 Flurstück 266 (Lfd. Nr. 39) als einziger im technischen Abschnitt der Bl. 4313, in dem neben den zwei 380-kV-Systemen noch zwei 110-kV-Systeme auf gemeinsamem Gestänge mitgeführt werden, und stellt somit den maßgeblichen Immissionsort mit der voraussichtlich stärksten Exposition dar (vgl. Tabelle 9 Lfd. Nr. 39).

Im Bereich des 110-kV-Freileitungsprovisoriums stellt der maßgeblich Immissionsort Recklinghausen Flur 552 Flurstück 38 (Lfd. Nr. 38) den maßgeblichen Immissionsort mit der voraussichtlich stärksten Exposition dar (vgl. Tabelle 10 Lfd. Nr. 22).

Die betrachteten Orte (Lfd. Nrn. 3, 15, 20, 22, 23, 37, 38 und 39) sind damit repräsentativ für ihren jeweiligen Abschnitt, d.h. die Immissionen an allen anderen maßgeblichen Immissionsorten im jeweiligen Abschnitt sind geringer als an dem im Nachweis betrachteten Ort. Alle Nachweise enthalten detaillierte Angaben zur Nachvollziehbarkeit der Berechnungen der elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten an den maßgeblichen Immissionsorten.

Die Berücksichtigung von Immissionsbeiträgen ortsfester Hochfrequenzanlagen ist hier nicht erforderlich. Laut EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur (<https://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/>, abgerufen am 07.01.2021, auf Aktualität geprüft am 11.04.2022) befindet sich im Umkreis von mindestens 15 km Entfernung zum geplanten Vorhaben keine Funkanlagenstandorte mit einer Frequenz kleiner-gleich 10 MHz. Der entsprechende Auszug aus der EMF-Datenbank ist in Anlage 10.4 beigelegt. Entsprechend Ziffer II.3.4 der LAI-Hinweise tragen Hochfrequenzanlagen ab einem Abstand von 300 m nicht relevant zur Vorbelastung bei und machen daher eine weitere Betrachtung entbehrlich. Dieser Regelung liegt die Einschätzung von messtechnischen Fachstellen hinsichtlich der Immissionsbeiträge von Hochfrequenzanlagen im Spektrum von 9 kHz bis 10 MHz zugrunde [15].

Das geplante Vorhaben der 380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen inklusive der geplanten temporären Leitungsverbindungen erfüllt damit die Anforderungen aus §3 der 26. BImSchV sowohl hinsichtlich der Grenzwertvorgaben als auch der Summenbetrachtung von Immissionsbeiträgen anderer Anlagen.

4.2 Überspannungsverbot und Vermeidung erheblicher Belästigungen oder Schäden

Das Überspannungsverbot sowie ein möglichst großer Abstand zur Wohnbebauung sind bereits in der Planung und Trassierung wichtige Grundsätze. Dementsprechend sind in diesem Vorhaben keine Gebäudeüberspannungen vorgesehen. Dies lässt sich auch aus der kartografischen Darstellung in Anlage 10.3 Blatt 1 entnehmen.

Bei der Frage nach erheblichen Belästigungen oder Schäden geht es um den Effekt der sogenannten Funkenentladung, beispielsweise durch Aufladung des Fahrrads oder eines Regenschirms unter einer Höchstspannungsfreileitung. Dieser Effekt ist physikalisch erklärbar und verantwortlich hierfür ist das elektrische Feld unterhalb einer Freileitung. Es führt in leitfähigen Materialien zu einer Verschiebung von elektrischen Ladungsträgern, die eine Mikroentladung zur Folge haben kann. Die spürbaren Effekte an der Hautoberfläche sind dadurch zu erklären, dass die metallenen Gegenstände im elektrischen Feld ein anderes Potential annehmen als die Person selbst. Bei Annäherung an die leitfähigen Teile des Fahrrades, des Regenschirms oder auch anderer Gegenstände kommt es dann zu einer Entladung. Die Wahrnehmung solcher Mikroentladungen hängt von Witterungsbedingungen sowie von anderen Einflussgrößen wie Größe der metallenen Objekte, Beschaffenheit von Kleidung, Schuhen, Sätteln usw. ab. Die hierbei hervorgerufenen Ströme bei der Entladung werden in ihrer Intensität unterschiedlich wahrgenommen. Sie sind jedoch sehr klein und ungefährlich. Ein solcher Effekt ist vergleichbar mit der elektrostatischen Entladungserscheinung, die z.B. beim Berühren von metallenen Türklinken auftreten kann, nachdem man über synthetische Teppichböden gegangen ist. Dieser Effekt tritt bei allen Spannungsebenen der Freileitung auf und lässt sich nicht vollständig vermeiden. Erhebliche Belästigungen oder Schäden sind jedoch bei Einhaltung eines Wertes von 5 kV/m für das elektrische Feld auszuschließen. Dieser Wert wird im gegenständlichen Vorhaben eingehalten bzw. deutlich unterschritten (vgl. Kapitel 4.1).

4.3 Minimierungsgebot

Das Minimierungsgebot gemäß § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV i.V.m. 26. BImSchVVwV wird beachtet. Die Umsetzung erfolgte entsprechend der Vorgaben – siehe Kapitel 1.2.2 – in drei Teilschritten: einer Vorprüfung nach Nr. 3.2.1, einer Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen nach Nr. 3.2.2 und einer Maßnahmenbewertung nach Nr. 3.2.3 der 26. BImSchVVwV.

4.3.1 Vorprüfung

Das Ergebnis der Vorprüfung ist in Kapitel 3.3 dargestellt und hat sowohl für die westliche 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen (Bl. 4304), die östliche 380-kV-Einführung (Bl. 4313) als auch für die Verlagerung der 220-kV-Stromkreise (Bl. 2601) Minimierungsorte ergeben (siehe Tabelle 11 und Tabelle 12).

4.3.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen

Die Prüfung der Minimierung ist von der Lage der Minimierungsorte abhängig. Befindet sich ein Minimierungsort innerhalb des Einwirkungsbereichs, aber nicht innerhalb des Bewertungsbereichs (Fläche zwischen Bewertungsabstand und Trassenachse), so erfolgte die Prüfung

nur am Bezugspunkt, wohingegen bei Lage innerhalb des Bewertungsbereichs eine individuelle Minimierungsprüfung erfolgte. Bei der individuellen Minimierungsprüfung wurde zusätzlich geprüft, ob eine Minimierungsmaßnahme zu einer Erhöhung der Immissionen an maßgeblichen Minimierungsorten innerhalb des Bewertungsbereichs führt.

Der Bewertungsabstand beträgt für 380-kV-Freileitungen 20 m, für 220-kV-Freileitungen 15 m und für 110-kV-Freileitungen 10 m nach beiden Seiten der Trasse ausgehend von der Bodenprojektion des ruhenden äußeren Leiters [8]. Es ergibt sich damit ein Bewertungsbereich der ebenso groß ist wie der Einwirkungsbereich gemäß LAI-Hinweisen (vgl. Kapitel 3.2). Somit war für die maßgeblichen Minimierungsorte mit der laufenden Nummer 5 – 13, 15, 21, 27 – 34 und 37 eine individuelle Minimierungsprüfung erforderlich. Für alle anderen maßgeblichen Minimierungsorte erfolgte die Prüfung am Bezugspunkt. Als Bezugspunkt bezeichnet man den Punkt, der im Bewertungsabstand auf der kürzesten Geraden zwischen dem jeweiligen maßgeblichen Minimierungsort und der jeweiligen Trassenachse liegt. Bei dichter Bebauung, d.h. einer Vielzahl von Bezugspunkten, können repräsentative Bezugspunkte gewählt werden. Diese repräsentativen Bezugspunkte wurden im Bewertungsabstand in Spannungsfeldmitte gesetzt, da in der Regel in Spannungsfeldmitte die größten Feldstärken am Boden auftreten (vgl. Kapitel 1.1).

Die Prüfung des Minimierungspotential hat bei Drehstromfreileitungen auf Basis der in Nr. 5.3.1 der 26. BImSchVV aufgeführten technischen Möglichkeiten zu erfolgen und gliedert sich in folgende Maßnahmen.

- Abstandsoptimierung (Nr. 5.3.1.1) z.B. durch Erhöhung des Bodenabstandes durch zusätzliche Masterhöhen
- Elektrische Schirmung (Nr. 5.3.1.2) z.B. durch zusätzliche Erdungsseile unterhalb der Leiterseile
- Minimieren der Seilabstände (Nr. 5.3.1.3) z.B. durch Verkürzung der Seilabstände zwischen den Aufhängepunkten der Leiterseile an den Traversen
- Optimieren der Mastkopfgeometrie (Nr. 5.3.1.4) durch Veränderung der Abstände von Phasen und Stromkreisen untereinander
- Optimieren der Leiteranordnung (Nr. 5.3.1.5) durch Veränderung der Phasenfolge am Mast

Für die 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen werden sowohl bei der westlichen als auch bei der östlichen Einführung Maste im bestehenden Trassenraum ersatzneugebaut. Im Bereich der Verlagerung der 220-kV-Stromkreise nach Westen aus der UA Pöppinghausen heraus wird ein Mast neu gebaut. Auf Grund des Neubaus sind grundsätzlich alle technischen Möglichkeiten zur Minimierung umsetzbar, jedoch ist die Wahl des Masttyps durch die Gegebenheiten der anzubindenden Bestandsleitungen eingeschränkt. Es wurden insofern alle Minimierungsmaßnahmen hinsichtlich ihres Minimierungspotentials für die ermittelten maßgeblichen Minimierungsorte bzw. Bezugspunkte (vgl. Tabelle 11) bewertet.

Die neu geplanten oder wesentlich geänderten Leitungen werden mit dem Bestandsnetz verbunden. Das Minimierungsgebot bezieht sich dabei nur auf diese neu zu errichtenden oder

wesentlich geänderten Leitungen (vgl. Kapitel 1.2.2). Daher sind in Bezug auf die Beachtung des Minimierungsgebots keine Maßnahmen an den nicht wesentlich geänderten Anlagenteilen zu prüfen oder vorzunehmen. Die von den nicht wesentlich geänderten Anlagenteilen ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder wurde bei der Maßnahmenbewertung berücksichtigt.

Nach Nr. 3.2.2.3 der 26. BImSchVVwV ist das Minimierungspotential entweder über Mess- und Berechnungsverfahren oder über eine pauschalierende Betrachtung zu ermitteln. Vorliegend wurde im geplanten Vorhaben überwiegend eine pauschalierende Betrachtung gewählt, die insbesondere den Stand der Technik, Erfahrungen mit bestehenden Anlagen und allgemeine physikalische Grundsätze mit einbezieht.

4.3.3 Maßnahmenbewertung

Es wird hierbei insbesondere die Verhältnismäßigkeit der technischen Möglichkeiten zur Minimierung bewertet. Dabei einbezogen wird zum Beispiel die Wirksamkeit der Maßnahmen, die Auswirkung auf die Gesamtimmission an den maßgeblichen Minimierungsorten, die zu erreichende Immissionsreduzierung an den maßgeblichen Minimierungsorten, die Investitions- und Betriebskosten der Maßnahmen sowie die Auswirkungen auf die Wartung und Verfügbarkeit der Anlagen. Eine Maßnahme wird generell soweit angewendet, wie sie mit vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand und Nutzen umgesetzt werden kann.

4.3.3.1 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen und Verlagerung der 220-kV-Stromkreise

Für die 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen sowie die Verlagerung der 220-kV-Stromkreise nach Westen aus der Umspannanlage heraus wurden als Minimierungsmaßnahmen die Abstandsoptimierung, die elektrische Schirmung, das Minimieren der Seilabstände sowie das Optimieren der Mastkopfgeometrie und der Leiteranordnung identifiziert (vgl. Kapitel 4.3.2) und im Rahmen der Verhältnismäßigkeit angewendet. Die Anwendung der Minimierungsmaßnahmen kann jedoch nicht unabhängig voneinander erfolgen. Das Ändern der Mastkopfgeometrie hat beispielsweise gleichzeitig eine Auswirkung auf die Seilabstände. Auch die Wirksamkeit der Minimierungsmaßnahme hinsichtlich ihrer Reduktion von elektrischen und magnetischen Feldern ist unterschiedlich. Zudem kann eine Maßnahme zwar technisch umsetzbar aber nachteilige Wirkungen auf andere Schutzgüter haben. All diese Abhängigkeiten sind bei der Festlegung von Minimierungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Ziel bei der Planung der 380-kV-Einführungen und der Verlagerung der 220-kV-Stromkreise war es, die Grenzwertvorgaben der 26. BImSchV von 5 kV/m und 100 μ T (vgl. Tabelle 1) soweit wie möglich zu unterschreiten. Im Folgenden werden die einzelnen Minimierungsoptionen geprüft und hinsichtlich ihres Minimierungspotentials für die ermittelten maßgeblichen Minimierungsorte bzw. Bezugspunkte (vgl. Tabelle 11) bewertet.

Abstandsoptimierung

Die Wirksamkeit der Abstandsoptimierung ist in Trassennähe hoch und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Trasse ab. Grundsätzliches Ziel dieser Maßnahme ist es, den Abstand der Leiterseile zum Erdboden und dadurch zu maßgeblichen Minimierungsorten zu vergrößern.

Die von der Wohnbebauung abrückende Trasse und die resultierende Reduktion der Immissionen im Bereich der Wohnbebauung stellt keine Abstandsoptimierung i.S.v. Nr. 5.3.1.1 der 26. BImSchVV dar und wird im Folgenden nicht betrachtet.

Für maßgebliche Minimierungsorte im Bewertungsbereich (Lfd. Nrn. 5 – 12, 15, 21, 27 – 34 und 37) führen möglichst hohe Maste und ein geringer Seildurchhang zu einer Verringerung der Feldexposition. Nach DIN EN 50341-1 [16] und DIN EN 50341-2-4 [17] darf der Seildurchhang zu einem minimalen Bodenabstand von 6,0 m für Leiterseile der 110-kV-Stromkreise, von 6,7 m für Leiterseile der 220-kV-Stromkreise und von 7,8 m für Leiterseile der 380-kV-Stromkreise führen.

Ziel der Minimierung war es diesen Bodenabstand zu erhöhen. Eine Option bestand in der Errichtung zusätzlicher Maste zur Verkürzung der Spannfeldlängen, wodurch der Seildurchhang geringer ausfällt und damit der Bodenabstand vergrößert wird. Die für die individuellen maßgeblichen Minimierungsorte entscheidenden Spannfelder Bl. 4304 von Mast 2 bis Mast 3, Bl. 4304 von Mast 4 bis Bl. 1791 Mast 3 und Bl. 2601 von Mast 113 bis Mast 114 (vgl. Tabelle 11) überspannen mehrere Grundstücke mit Wohnhäusern und Gärten, einen Friedhof und ein Gewerbegrundstück. Durch den Neubau eines Masts werden die Schutzgüter Mensch, Landschaft und Boden beeinträchtigt. Jeder zusätzliche Mast würde einen großen Eingriff in diese Flächen bedeuten und bei einem Teil der Gärten die weitere Nutzung mindestens erheblich einschränken. Da die Grenzwerte mit der geplanten Trasse bereits sicher eingehalten werden, wurde diese Option, auch unter Berücksichtigung des Erhalts der Gärten, als unverhältnismäßig eingestuft.

Es bleibt damit die Masterrhöhung als Option zur Vergrößerung des Bodenabstandes der Leiterseile. Eine Masterrhöhung hat jedoch durch stärkere Eckstiele und höhere Masten grundsätzlich visuelle Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch und führt zu einer Beeinträchtigung des Schutzgut Landschaft aufgrund einer größeren Rauminanspruchnahme. Auf ökonomischer Seite sind deutliche Mehrkosten durch Material und Bauausführung sowie Entschädigungszahlungen aufgrund der dinglichen Sicherung von Nutzungsrechten zu erwarten. Zudem ist die Erhöhung des Seilbodenabstands in den Einführungsspannfeldern durch die Portale der Umspannanlage wesentlich eingeschränkt. In Abwägung dieser Belange und unter Beachtung der normativen Vorgaben wurden für die 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen und die Verlagerung der 220-kV-Stromkreise Masthöhen zwischen 13,58 m und 65,65 m gewählt. Bei der östlichen Einführung wurde unter Abwägung der genannten Schutzgüter entschieden, die Traversen beim Ersatzneubau um bis zu 10 m gegenüber den Bestandsmasten anzuheben und somit den Seil-Boden-Abstand zu vergrößern.

Mit den geplanten Masthöhen ergeben sich minimale Seil-Boden-Abstände von 11,5 m für die 110-kV-Spannungsebene im Spannfeld Bl. 4304/4 – 1791/3, von 14,8 m für die 220-kV-Spannungsebene im Spannfeld Bl. 2601/113 – 114 und von 20,9 m für die 380-kV-Spannungsebene im Spannfeld Bl. 4304/2 – 3. Damit liegen die geplanten Seil-Boden-Abstände deutlich über den normativen Mindestabständen sodass die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte effektiv minimiert werden. Im Hinblick auf die erzielte Reduktion der elektri-

schen und magnetischen Felder und unter Berücksichtigung der genannten Beeinträchtigungen anderer Schutzgüter wie dem erhöhten Eingriff in Boden, Landschaftsbild und Eigentum wird eine weitere Erhöhung der Maste als nicht verhältnismäßig angesehen.

Bei der Anordnung der Systeme wurde darauf geachtet, dass die Systeme mit der höchsten Spannung auf den oberen Traversen angebracht werden. Dadurch wurde für die Systeme mit den größten elektrischen und magnetischen Feldern der Abstand der Leiterseile zum Boden maximiert und somit die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte am Boden minimiert.

Elektrische Schirmung

Die Wirksamkeit der elektrischen Schirmung ist niedrig und überwiegend auf die elektrische Feldstärke beschränkt. Durch Auflage zusätzlicher, in der Regel geerdeter Leiterseile, soll eine Reduktion insb. der elektrischen Felder am Boden erreicht werden.

Zur Einführung der 380-kV-Stromkreise in die UA Pöppinghausen werden Bestandstrassen genutzt. Bei den Masten 1 bis 4 der Bl. 4304 und den Masten 1020 bis 1022 der Bl. 4313 handelt es sich um Ersatzneubaumaste in bestehendem Trassenraum. Diese Optimierungsmaßnahme ist nur in ersatzneuzubauenden Abschnitten realisierbar, da hierbei eine zusätzliche Traverse unterhalb der mit den Stromkreisen belegten Traversen eingeplant werden kann. In den Spannungsfeldern, in denen die Anknüpfung an den Bestand stattfindet, ist die Auflage von Schirmseilen nicht möglich, da die Bestandsmaste keine freie Traverse besitzen.

Für die Verlagerung der 220-kV-Stromkreise aus der Umspannanlage heraus wird der Mast Bl. 2601/1014 neu gebaut. Da jedoch die angrenzenden Bestandsmaste Bl. 2601/114 und Bl. 2613/1C keine freie Traverse haben, ist die Auflage von Schirmseilen ohne weitere Ersatzneubaumaste nicht möglich.

Unter Berücksichtigung der Mindestisolierluftstrecken zwischen dem Schirmseil und den spannungsführenden Leiterseilen, der kreuzenden Freileitungen sowie des einzuhaltenden Mindestbodenabstandes führt die zusätzliche Traversenebene für das Schirmseil zu einer deutlichen Erhöhung der Masten. Die nachteiligen Auswirkungen einer Masterrhöhung wurden im vorangegangenen Abschnitt erläutert.

Eine Schirmung ist zudem nur effektiv, wenn mehrere Schirmseile gleichzeitig aufgelegt sind. Bei einem einzelnen Schirmseil tritt nur eine sehr lokale Reduktion der Felder auf, die an anderer Stelle eines maßgeblichen Minimierungsortes zu einer Verschlechterung führen kann, so dass eine solche Maßnahme nicht durchgeführt werden dürfte, da eine Erhöhung der Immissionen an einem maßgeblichen Minimierungsort die Anwendung ausschließt (vgl. Kapitel 1.2.2). Die Anwendung mehrerer Schirmseile hat jedoch Auswirkungen auf die Statik, so dass stärkere Maste und Fundamente eingesetzt werden müssen. Dies bringt wiederum höhere Kosten mit sich und bedeutet einen stärkeren Eingriff in das Schutzgut Boden.

Wie bereits zuvor beschrieben, wird durch die Wahl der Mastkopfgeometrie mit den 110-kV-Stromkreisen unterhalb der 220-/380-kV-Stromkreise erreicht, dass die elektrischen Felder am Boden durch die 110-kV-Stromkreise bestimmt werden und die 220-/380-kV-Stromkreise nicht mehr maßgebend sind.

In Abwägung dieser wesentlichen Nachteile und der nur niedrigen Wirksamkeit wird von einer Auflage zusätzlicher Schirmseile abgesehen.

Minimieren der Seilabstände

Durch Minimieren der Seilabstände kann unter Berücksichtigung der optimierten Leiteranordnung eine hohe Feldkompensation erreicht werden, die zu niedrigeren elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten am Boden führt. Mit den Seilabständen ist der Abstand der Aufhängepunkte der Leiterseile an den Traversen gemeint, nicht der Abstand der einzelnen Bündelleiter untereinander.

Die Seilabstände können jedoch nicht beliebig verkürzt werden. Es müssen die Mindestisolierluftstrecken eingehalten werden, um einen Überschlag zwischen den Leiterseilen untereinander oder zwischen Leiterseilen und geerdeten Teilen zu verhindern. Diese Mindestabstände sind durch die DIN EN 50341-1 [16] und DIN EN 50341-2-4 [17] vorgegeben. Die Wahl der Aufhängepunkte der Leiterseile untereinander orientiert sich bei allen Maßnahmen dieses Projekts an diesen Mindestabständen, so dass zwischen den Stromkreisen auf der linken und auf der rechten Mastseite eine hohe Kompensation erreicht wird und somit die Felder minimiert werden. Im Rahmen des Ersatzneubaus konnten sowohl die horizontalen als auch die vertikalen Seilabstände der westlichen und der östlichen Einführung gegenüber dem Bestand verringert werden.

Der Abstand der Leiterseile zum Mast wird größer gewählt als die Mindestisolierluftstrecken. Der Grund sind Sicherheitsabstände für Personen, die zur Wartung der 220-/380-kV-Stromkreise den Mast besteigen müssen. Würden nur die Mindestabstände zwischen den Leiterseilen und dem Mast berücksichtigt, müssten alle Stromkreise, die auf dem Mast liegen, zur Wartung eines einzelnen der Stromkreise abgeschaltet werden. Das Abschalten aller Stromkreise kann jedoch die Versorgungssicherheit der Region gefährden, weshalb dies keine Option darstellt.

Optimieren der Mastkopfgeometrie

Die Wirksamkeit der Optimierung der Mastkopfgeometrie ist hoch. Unter der Mastkopfgeometrie wird die geometrische Anordnung der Leiterseile am Mast, wie bspw. die Tonnenanordnung oder die Donauanordnung, verstanden (siehe Abbildung 2). Die Mastbauart (z.B. Stahlgitter oder Stahlvollwand) ist hierbei unwesentlich.

Die Optimierung der Mastkopfgeometrie unterliegt planerischen Einschränkungen. Allgemein unterscheiden sich die Mastkopfgeometrien in Höhe und Breite und bestimmen mit den sich daraus ergebenden notwendigen Schutzstreifenbreiten die Eingriffe in das Eigentum Dritter. Weiterhin wirkt sich eine Erhöhung der Maste beeinträchtigend auf das Schutzgut Landschaft sowie auf das potentielle Anflugrisiko von Vögeln aus. An bestimmten Stellen ergibt sich aus der Führung der jeweiligen Leiterseile eine technisch notwendige Mastkopfgeometrie, wie beispielsweise bei der Kreuzung zweier Stromtrassen. Zudem ist ein häufiger Wechsel der Mastkopfgeometrie für die Symmetrierung nachteilig, sodass die im Bestandsnetz verwendete Mastkopfgeometrie vorrangig gewählt wird.

Durch die Mitführung der 110-kV-Stromkreise der Westnetz GmbH sind bis zu vier Stromkreise auf den Masten zu tragen. Beim Optimieren der Mastkopfgeometrie fiel die Wahl daher auf ein AB bzw. AD Masttyp mit einer Einebenen für die zwei 110-kV-Stromkreise und einer Donauanordnung für die zwei 220-kV- bzw. 380-kV-Stromkreise. Die geringsten Felder entstehen an den 110-kV-Stromkreisen aufgrund ihrer niedrigen Spannung und geringen Stromtragfähigkeit der geplanten Leiterseile (vgl. Kapitel 2.1). Sie werden daher auf die unterste Position am Mast gelegt, wodurch der Abstand der Stromkreise mit höheren Spannungsebenen zum Boden vergrößert und damit die elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte am Boden reduziert werden. Die kompakte Anordnung der 220-kV- bzw. 380-kV-Stromkreise als Donau oben und die breite Anordnung der 110-kV-Stromkreise als Einebene darunter, führt außerdem dazu, dass insb. die elektrischen Felder der 220-kV- bzw. 380-kV-Stromkreise abgeschirmt werden.

Eine Alternative wäre, die 380-kV-Stromkreise als Tonnenanordnung auszuführen. Dies würde allerdings zu keiner nennenswerten Feldreduktion führen, jedoch eine zusätzliche Traversenebene und damit eine deutliche Erhöhung der Maste erfordern. Eine Erhöhung von Masten ist jedoch mit zusätzlichen Belastungen verbunden wie in den vorherigen Abschnitten bereits aufgezeigt wurde.

An Mast Bl. 4313/1022 sind lediglich zwei 380-kV-Stromkreise zu tragen, sodass diese in einer Tonne angeordnet wurden ohne dass der Mast die maximale Höhe der anderen Maste überträgt. Somit werden unverhältnismäßig große Eingriffe in die Schutzgüter Landschaft und Boden vermieden. Die schmale Tonnen-Mastkopfgeometrie verringert zudem die durch die Schutzstreifen erforderliche Eigentumsinanspruchnahme.

Die Anordnung der 220-kV-Stromkreise an Mast Bl. 2601/1014 erfolgt in einer Einebene, da das Spannungsfeld Bl. 4304 Mast 2 zu Mast 3 unterkreuzt wird und mit dieser Anordnung die geringste Masthöhe erreicht werden kann.

Unter Berücksichtigung der Eingriffe in die Schutzgüter Landschaft, Boden und Mensch, den räumlichen Gegebenheiten durch kreuzende und parallel verlaufende Freileitungen ist die geplante Ausführung als Donau-Einebene vorzugswürdig.

Optimieren der Leiteranordnung

Das Optimieren der Leiteranordnung stellt eine Maßnahme zur Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder mit hoher Wirksamkeit dar. Die Leiteranordnung beschreibt die Anordnung der Phasen, d.h. die Anschlussreihenfolge der Leiterseile.

Im Drehstromsystem besteht jeder Stromkreis aus drei Leiterseilen, deren Spannungen / Ströme entsprechend dem elektrischen Grundsatz von Drehstromsystemen zeitlich jeweils um 120° versetzt schwingen. Sie werden als Phasen u, w und v bezeichnet. Durch die Phasenverschiebung der Spannungen / Ströme, erreichen auch die elektrischen und magnetischen Felder eines jeden Leiterseils ihr Maximum zueinander zeitversetzt. Bei optimierter Anordnung der Phasen am Mast, kann somit eine Kompensation der elektrischen und magnetischen Felder erzielt werden.

Bei der Reihenfolge der Phasen u, w und v kann unter Beachtung der vorgenannten Bedingungen zwischen einem hohen Feld direkt unter der Leitung verbunden mit einem steilen Abfall des Feldes mit zunehmendem Abstand oder einem niedrigeren Feld unter der Leitung mit einem etwas flacheren Abfall des Feldes optimiert werden. Wenn maßgebliche Minimierungsorte sowohl im Nahbereich direkt unter der Freileitung als auch im Fernbereich in einigen Metern Abstand zur Leitung liegen, wird die Leiteranordnung üblicherweise so gewählt, dass sich ein Feldverlauf mit im Vergleich niedrigerem Feld direkt unter der Leitung dafür aber etwas flacherem Abfall des Feldes mit zunehmendem Abstand ergibt. Damit ist die Optimierung für alle maßgeblichen Minimierungsorte wirksam.

In diesem Projekt ist die Phasenlage durch die angrenzenden Spannungsfelder des Bestands und die unveränderliche Phasenlage an den Portalen der Umspannanlage vorgegeben. Die Phasenlage wurde bereits beim Bau des Bestandsnetzes optimiert und liegt daher sowohl bei den 380-kV-Einführungen in die UA Pöppinghausen (Bl. 4304 und Bl. 4313) sowie auf der zu verlagernden 220-kV-Freileitung Bl. 2601 in einer optimierten Phasenlage vor.

4.3.3.2 Temporär zu errichtende Leitungsverbindungen

Um die Versorgung der umliegenden Region während der Baumaßnahmen aufrecht zu erhalten wird ein 110-kV- und ein 380-kV-Provisorium geplant. Die Bauausführung findet in beiden Fällen als Freileitungsprovisorium auf temporär zu errichtenden Gestängen statt.

Die Freileitungsprovisorien werden mithilfe von Auflastgewichten errichtet, um den Eingriff in Grund und Eigentum für die temporären Bauwerke auf ein Mindestmaß zu beschränken. Daraus ergeben sich technische Einschränkungen in den Parametern Masthöhe, Spannungsfeldlänge und Seiltragfähigkeit. Dennoch wurden die temporären Maste der Provisorien so konstruiert und trassiert, dass der Seilbodenabstand stets groß genug ist, um flächendeckend die Anforderungen der 26. BImSchV einzuhalten.

Abstandsoptimierung

Wie zuvor beschrieben ist das Ziel dieser Maßnahme, den Abstand der Leiterseile zu maßgeblichen Minimierungsorten zu vergrößern.

Im Bewertungsbereich der Provisorien liegen keine individuellen Minimierungsorte, für die die Abstandsoptimierung besonders wirksam wäre. Dennoch wurde der Bodenabstand der Leiterseile im Rahmen der Minimierung für die maßgeblichen Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Provisorien größer als der in den Normen vorgegebene minimale Bodenabstand gewählt. Nach DIN EN 50341-1 [16] und DIN EN 50341-2-4 [17] darf der Seildurchhang zu einem minimalen Bodenabstand von 6,0 m für Leiterseile der 110-kV-Stromkreise und von 7,8 m für Leiterseile der 380-kV-Stromkreise führen. Bei dem 110-kV-Provisorium tritt ein minimaler Bodenabstand von 8,6 m auf, bei dem 380-kV-Provisorium beträgt der minimale Bodenabstand der Leiterseile 23,7 m.

Die Masthöhe hat direkten Einfluss auf die Anforderungen an die Gründung eines Mastes. Durch die Verwendung temporärer Auflastfundamente war die Wahl der Masthöhe eingeschränkt. Die Maste wurden daher so hoch geplant, dass ihre Fundamente die entstehenden

Lasten sicher ableiten können, aber dennoch eine Reduzierung der elektrischen und magnetischen Felder gegenüber den nach Norm zulässigen Mindestabständen eintrat. Weiterhin entstanden Anforderungen an die Masthöhe durch die Kreuzung mit anderen Spannungsfeldern.

Eine Erhöhung des Bodenabstands könnte auch durch die Errichtung weiterer temporärer Maste zur Verkürzung der Spannungsfeldlängen erreicht werden, da dadurch der Seildurchhang geringer ausfällt und somit der Bodenabstand vergrößert wird. Jeder zusätzliche Mast würde die Schutzgüter Mensch, Landschaft und Boden weiter beeinträchtigen. Da die Grenzwerte mit der geplanten Variante der Provisorien bereits sicher eingehalten werden wurde diese Option auch unter Berücksichtigung ökonomischer Faktoren als unverhältnismäßig eingestuft.

Elektrische Schirmung

Um eine effektive Schirmung des elektrischen Felds zu erreichen, müsste unterhalb der untersten Traverse eine weitere Traverse mit geerdeten Schirmseilen angebracht werden. In dem vorangegangenen Absatz wurden die Einschränkungen der Masthöhe bereits erläutert. Die Wirksamkeit ist in erster Linie auf die Minimierungsorte im Bewertungsbereich beschränkt und betrifft zudem überwiegend die elektrische Feldstärke. Da es sich hierbei um eine temporäre Leitungsverbindung handelt und im Bereich der Provisorien keine individuellen Minimierungsorte vorhanden sind, wird das Auflegen weiterer Schirmseile als unverhältnismäßig eingestuft.

Minimieren der Seilabstände

Die variable Gestaltung der Provisoriumsmaste ermöglichte eine möglichst enge Anordnung der Leiterseile mit einer möglichst guten Kompensation der Emissionen der einzelnen Phasenleiter. Auch im Hinblick auf die Flächeninanspruchnahme war eine möglichst kompakte Bauform als günstig zu bewerten. Jedoch bewirkt eine Verringerung der Seil-Seil-Abstände eine Erhöhung der Randfeldstärke.

Optimieren der Mastkopfgeometrie

Die Stromkreise des 380-kV-Provisoriums werden in einer Tonneanordnung geführt, bei der die Leiterseile in drei Ebenen übereinander am Mast positioniert sind. Mit dieser Anordnung wird ein hoher mittlerer Abstand der Leiterseile zum Boden und damit einhergehend eine Reduzierung der Feldimmissionen am Boden erreicht. Die Stromkreise des 110-kV-Provisoriums sind in einer Einebene angeordnet, da auf Grund der Unterkreuzung des bestehenden Spannungsfelds Bl. 2601 Mast 113 zu Bl. 1788 Mast 24 die Höhe der Leiterseile stark eingeschränkt ist und die Anordnung der Leiterseile auf einer Traversenebene den größtmöglichen Seil-Boden-Abstand ermöglicht.

Optimieren der Leiteranordnung

Die Anordnung der Leiterseile der bestehenden Systeme des 380-kV-Freileitungsprovisoriums wird an beiden Enden direkt vom Bestandsnetz übernommen, welches daher die Anschlussreihenfolge der einzelnen Phasen fest vorgibt. Ebenso legt das Bestandsnetz die Phasenfolge für das 110-kV-Freileitungsprovisorium fest, da der Provisoriums-Mast Bl. 1788/p4 direkt mit dem Bestandsmast Bl. 1791/3 verbunden ist. Auf Grund dieser technischen Randbedingungen ist diese Minimierungsmaßnahme nicht umsetzbar.

4.3.3.3 Zusammenfassung der Minimierungsmaßnahmen

Zusammenfassend ist festzustellen, dass alle Minimierungsmaßnahmen für die 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen, die Verlagerung der 220-kV-Stromkreise sowie für die temporären Leitungsverbindungen geprüft und unter Berücksichtigung der Schutzgüter Boden, Landschaft und Mensch und der räumlichen Einschränkungen durch parallel verlaufende und kreuzende Freileitungen bewertet wurden.

Die Anordnung der Stromkreise wurde so gewählt, dass die 220-kV- bzw. 380-kV-Stromkreise den größtmöglichen Abstand zum Boden haben. Auf Grund des schlechten Aufwand-Nutzen-Verhältnisses wurde entschieden, keine zusätzlichen Erdseile zur elektrischen Schirmung anzubringen. Die Leiterseilabstände orientieren sich an den Mindestisolierluftstrecken, sodass eine hohe Kompensation der Felder erreicht werden kann. Die geplante Donau-Ebenen-Mastkopfgeometrie wurde für die Anordnung von zwei 110-kV-Stromkreisen und zwei 220-kV- bzw. 380-kV-Stromkreisen als vorzugswürdig identifiziert. Bei dem 380-kV-Provisorium müssen lediglich zwei Stromkreise auf einem Gestänge geführt werden, sodass mit der Tonnenaordnung ein hoher mittlerer Seil-Boden-Abstand erreicht wird. Die Leiteranordnung ist durch den Anschluss an das Bestandsnetz und durch die unveränderliche Anordnung an den Portalen festgelegt. Jedoch liegt die Phasenlage bereits im Bestand optimiert vor.

Insgesamt wurden alle Minimierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit an allen maßgeblichen Minimierungsorten (Lfd. Nrn. 1 - 58) wirksam umgesetzt.

5 Angaben zur Qualität

Alle diesem Immissionsschutzbericht zugrundeliegenden Berechnungen wurden sorgfältig und gewissenhaft durchgeführt. Der Berechnungsfehler der verwendeten Software beträgt maximal 1,4% gemäß Hersteller Zertifikat der FGEU mbH. Siehe hierzu Anlage 10.5.

6 Fazit

Die Amprion GmbH plant die Umstellung der Umspannanlage Pöppinghausen von der 220-kV-Ebene auf die 380-kV-Ebene. Dies erfordert die Einführung von 380-kV-Stromkreisen in die Umspannanlage während die bestehenden 220-kV-Stromkreise westlich an der Umspannanlage vorbeigeführt werden. Die Maßnahmen finden überwiegend in bestehendem Trassenraum statt. Teils findet ein Ersatzneubau einzelner Maste in bestehender Achse statt. Zur Realisierung der Verlagerung der 220-kV-Stromkreise wird der Neubau eines Masts erforderlich. Die durch dieses Vorhaben hervorgerufenen Immissionen elektrischer und magnetischer Felder wurden in diesem Bericht geprüft.

Die Bewertung erfolgte gemäß den immissionsschutzrechtlichen Vorgaben der 26. BImSchV und 26. BImSchVVwV. Wie in Kapitel 4.1 dargelegt, werden die Anforderungen an Niederfrequenzanlagen (§ 3 der 26. BImSchV) eingehalten. Die maximal prognostizierten Werte für die elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte betragen 2,6 kV/m und 27 µT (vgl. Tabelle 13). Sie liegen damit deutlich unterhalb der Grenzwertvorgaben der 26. BImSchV von 5 kV/m und 100 µT.

Diese Maximalwerte (2,6 kV/m und 27 µT) gelten für die Immissions- bzw. Minimierungsorte im Bewertungsbereich. Ausgehend von diesem Abstand nehmen die Felder streng monoton ab – näherungsweise mit $1/r^2$ (Abstandsquadratgesetz). Das bedeutet, dass beispielsweise in 100 m Abstand zur Leitung die Stärke der Felder nur noch ein Fünfundzwanzigstel der Werte in 20 m Abstand betragen. In 400 m nur noch ein Vierhundertstel.

Kapitel 4.3 lässt sich die Umsetzung des Minimierungsgebots entnehmen. Für die 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen, die Verlagerung der 220-kV-Stromkreise der Bl. 2601 sowie für die temporären Leitungsverbindungen wurden alle technischen Möglichkeiten gemäß 26. BImSchVVwV hinsichtlich ihres Minimierungspotentials geprüft und Maßnahmen im Rahmen der Verhältnismäßigkeit wirksam angewendet.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass alle immissionsschutzrechtlichen Vorgaben für elektrische und magnetische Felder, einschließlich zu berücksichtigender Unsicherheiten, eingehalten werden.

Amprion GmbH
Netzprojekte
Immissionsmanagement Leitungen

A Verzeichnisse

A.1 Fachliteratur, Gesetze und Normen

- [1] *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)*, in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. September 2021 (BGBl. I S. 4458).
- [2] *Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV)*, in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440).
- [3] *Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV)*, in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. IS. 3266).
- [4] Strahlenschutzkommission, „Anforderungen an Sachverständige für die Bestimmung der Exposition gegenüber elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern,“ Verabschiedet in der 188. Sitzung der Strahlenschutzkommission, 2004.
- [5] J. D. Jackson, *Klassische Elektrodynamik*, 3 Hrsg., Berlin: Walter de Gruyter, 2002.
- [6] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, "ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (100 kHz to 300 GHz)," *Health Physics*, vol. 118, no. 5, pp. 483-524, 2020.
- [7] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, „ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz - 100 kHz),“ *Health Physics*, Bd. 99, Nr. 6, pp. 818-836, 2010.
- [8] *Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV)*, vom 26. Februar 2016 (BAntz AT 03.03.2016 B5).
- [9] *DIN EN 50160: Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2011.
- [10] P. Bauhofer, *Handbuch für Hochspannungsleitungen: niederfrequente elektromagnetische Felder und deren wirksame Reduktion*, Wien: Verband d. Elektrizitätswerke Österreichs, 1994.
- [11] D. Oeding und B. R. Oswald, *Elektrische Kraftwerke und Netze*, 7. Hrsg., Heidelberg: Springer, 2013.
- [12] Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH, *Benutzerhandbuch WinField (R) - Magnetic and Electric Field Calculation*, Berlin, 2019.
- [13] *DIN EN 50413 (VDE 0848-1): Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz); Deutsche Fassung EN 50413:2009*, Berlin: VDE Verlag GmbH.
- [14] *Grundsätze für die Ausbauplanung des deutschen Übertragungsnetzes der vier Übertragungsnetzbetreiber in Deutschland.*, Ausgabe Juli 2018.
<https://www.amprion.net/Netzausbau/Netzplanungsgrundsätze/>.
- [15] *Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder mit Beschluss der 54. Amtschefkonferenz*, in der Fassung des Beschlusses der 128.

Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 17. und 18. September 2014 in Landshut.

- [16] *DIN EN 50341-1 (VDE 0210-1): Freileitungen über AC 45 kV; Teil 1: Allgemeine Anforderungen - gemeinsame Festlegung*, Berlin: VDE Verlag GmbH.
- [17] *DIN EN 50341-2-4 (VDE 0210-2-4): Freileitungen über AC 1 kV; Teil 2-4: Nationale Normative Festsetzungen (NNA) für Deutschland*, Berlin: VDE Verlag GmbH.
- [18] *DIN EN 50341-2 (VDE 0210-2): Freileitungen über AC 45 kV; Teil 2: Index der NNA (Nationale Normative Festsetzung)*, Berlin: VDE Verlag GmbH.

A.2 Abbildungen

- Abbildung 1:** Darstellung des Planungsbereichs des Vorhabens Leitungseinführung UA Pöppinghausen (Auszug aus Anlage 2, Blatt 1 der Planfeststellungsunterlagen) 3
- Abbildung 2:** Mastgrundformen: (a) Einebene, (b) Tonne, (c) Donau 9

A.3 Tabellen

- Tabelle 1:** Grenzwerte für 50-Hz-Anlagen 6
- Tabelle 2:** Spannungsbereiche der in den deutschen Verteil- und Übertragungsnetz eingesetzten Spannungsebenen. 9
- Tabelle 3:** Thermisch maximal zulässiger Dauerstrom I_D der im Bestand vorkommenden und im Vorhaben geplanten Leiterseile und Bündelleiter. 9
- Tabelle 4:** Stromkreisbelegung der Bl. 4304. 10
- Tabelle 5:** Stromkreisbelegung der Bl. 4313. 11
- Tabelle 6:** Stromkreisbelegung der Bl. 2601. 12
- Tabelle 7:** Stromkreisbelegung des 110-kV-Provisoriums. 13
- Tabelle 8:** Stromkreisbelegung des 380-kV-Provisoriums. 13
- Tabelle 9:** Maßgebliche Immissionsorte im Bereich der 380-kV-Einführung in die UA Pöppinghausen. 16
- Tabelle 10:** Maßgebliche Immissionsorte im Bereich des 110-kV-Provisoriums. 17
- Tabelle 11:** Maßgebliche Minimierungsorte im Bereich der 380-kV-Einführungen in die UA Pöppinghausen. 21
- Tabelle 12:** Maßgebliche Minimierungsorte im Bereich der 110-/380-kV-Provisorien. 22
- Tabelle 13:** Feldimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten im Bereich der 380-kV-Einführung in die Umspannanlage Pöppinghausen. Die Berechnung erfolgt in einer Höhe von 1 m über EOK. Bei bebauten Flächen innerhalb des Einwirkungsbereich gem. LAI-Hinweisen ist zusätzlich in Klammern die magnetische Flussdichte in 1 m über dem geschätzten Geschossboden des obersten Geschosses angegeben. Das elektrische Feld wird durch das Gebäude abgeschirmt und daher nur außerhalb der bebauten Flächen betrachtet. 25
- Tabelle 14:** Feldimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten im Bereich des 110-kV-Provisoriums. 26

A.4 Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
Abs.	Absatz
AL/ST	Seilbezeichnung: Aluminium-Stahl-Seil
AL/ACS	Seilbezeichnung: Aluminium-Stalum-Seil
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Eine Verordnung zur Durchführung des BImSchG
Bl.	Bauleitnummer
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EN	Europäische Norm
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
i.S.	im Sinne
i.V.m.	in Verbindung mit
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, englisch: Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
Lfd.	Laufend(e)
Nr. / Nrn.	Nummer / Nummern
Pkt.	Punkt
S.	Satz
TALACS	Seilbezeichnung: temperaturbeständiges Aluminium-Stalum-Seil
UA	Umspannanlage
VDE	VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel

A.5 Formelzeichen

In diesem Bericht verwendete Formelzeichen werden kursiv gesetzt. Indizes werden, da sie eine Spezifizierung darstellen (z.B.: Betriebsspannung U_b), gerade gesetzt. Physikalische Größen werden in SI-Einheiten¹ in der typischerweise verwendeten Größenordnung angegeben.

Zeichen	Bedeutung
B	Magnetische Flussdichte; in Mikrottesla (μT)
E	Elektrische Feldstärke; in Kilovolt pro Meter (kV/m)
f	Frequenz; in Hertz (Hz)
$G(f)$	Grenzwert bei der Frequenz f
I, I_b	Elektrische Stromstärke, maximal zulässige Dauerstromstärke; in Ampere (A) oder Kiloampere (kA)
r	Abstand oder Länge; in Meter (m)
U, U_b	Elektrische Spannung, Betriebsspannung; in Kilovolt (kV)
$I(f)$	Immissionswert bei der Frequenz f

¹SI: Système international d'unités (französisch: Internationales Einheitensystem)