

Auslegungsvermerk der Gemeinde
(Öffentlichkeitsbeteiligung § 43b EnWG)

Der Plan hat ausgelegen in der Zeit vom 20...
bis 20...

in der Gemeinde.....

Gemeinde

Siegel

Planfeststellungsvermerk der Planfeststellungsbehörde

Nach § 43b EnWG i.V.m. § 74 VwVfG planfestgestellt durch Beschluss vom 20...
Planfeststellungsbehörde

Siegel

Auslegungsvermerk der Gemeinde
(Planfeststellungsbeschluss und festgestellter Plan (§ 43b EnWG i.V.m. § 74 VwVfG))

Der Planfeststellungsbeschluss und Ausfertigung des festgestellten Planes
haben ausgelegen in der Zeit vom 20...
bis 20...

in der Gemeinde.....

Gemeinde

Siegel

Immissionsschutzbericht

Geplanter Neubau und Betrieb der
110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung
Pkt. Metternich – Niederstedem, Bl. 4225
Abschnitt: UA Wengerohr – UA Niederstedem

und

Geplanter Neubau und Betrieb der
220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung
Niederstedem - Pkt. Meckel, Bl. 4531

sowie notwendige Folgemaßnahmen in den Kreuzungs-
bereichen und an den anzubindenden Freileitungen

Stand:	28.02.2020	 Genehmigungen Leitungen Süd
Inhalt:	42 Seiten	

Immissionsschutzbericht

Nr. B 0003

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

Unsere Zeichen A-PI/San DIS700475230
Dokument Anlage 10.1
Immissionsschutzbericht.docx
Dieses Dokument besteht
aus 42 Seiten.
Datum 28.02.2020

- Geplanter Neubau und Betrieb der
110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung
Pkt. Metternich – Niederstedem, Bl. 4225

Abschnitt: UA Wengerohr – UA Niederstedem

- Geplanter Neubau und Betrieb der
220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung
Niederstedem – Pkt. Meckel, Bl. 4531

Seite 1 von 42

Amprion GmbH
Immissionsmanagement Leitungen
Robert-Schuman-Straße 7
44263 Dortmund
Germany

T +49 231 5849-0
F +49 231 5849-14188
www.amprion.net

Aufsichtsratsvorsitzender:
Heinz-Werner Ufer

Geschäftsführung:
Dr. Hans-Jürgen Brick
Dr. Klaus Kleinekorte

Sitz der Gesellschaft:
Dortmund
Eingetragen beim
Amtsgericht Dortmund
Handelsregister-Nr.
HR B 15940

Bankverbindung:
Commerzbank AG Dortmund
IBAN: DE27 4404 0037 0352 0087 00
BIC: COBADEFFXXX
USt.-IdNr. DE 8137 61 356

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

Ausgestellt am: 28.02.2020

Inhaltsverzeichnis

1	Einführender Teil	4
1.1	Physikalische Grundlagen	6
1.1.1	Das elektrische Feld von Hochspannungsfreileitungen.....	6
1.1.2	Das magnetische Feld von Hochspannungsfreileitungen.....	7
1.2	Gesetzliche Anforderungen an Niederfrequenzanlagen.....	7
1.2.1	26. BImSchV	8
1.2.2	26. BImSchVVwV	9
2	Ausgangssituation	10
2.1	Technische Parameter	10
2.2	Ersatzneubau UA Wengerohr – Pkt. Meckel, Bl. 4225 (1. Technischer Abschnitt)	12
2.3	Ersatzneubau Pkt. Meckel – UA Niederstedem, Bl. 4225 und Bl. 4531 (2. Technischer Abschnitt)	12
3	Ermittlung	15
3.1	Methodik.....	15
3.2	Maßgebliche Immissionssorte	16
3.2.1	Ersatzneubau UA Wengerohr – Pkt. Meckel, Bl. 4225 (1. Technischer Abschnitt)	16
3.2.2	Ersatzneubau Pkt. Meckel – UA Niederstedem, Bl. 4225 und Bl. 4531 (2. Technischer Abschnitt)	18
3.2.3	110-/220-kV-Freileitungsprovisorium Pkt. Wittlich - Altrich (Bl.2409)	18
3.3	Maßgebliche Minimierungsorte.....	19
3.3.1	Ersatzneubau UA Wengerohr – Pkt. Meckel, Bl. 4225 (1. Technischer Abschnitt)	19
3.3.2	Ersatzneubau Pkt. Meckel – UA Niederstedem, Bl. 4225 und Bl. 4531 (2. Technischer Abschnitt)	23
4	Ergebnisse	24
4.1	Grenzwerteinhaltung	24
4.2	Überspannungsverbot und Vermeidung erheblicher Belästigungen oder Schäden.....	27
4.3	Minimierungsgebot	27
4.3.1	Vorprüfung	28
4.3.2	Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen	28
4.3.3	Maßnahmenbewertung.....	29
5	Angaben zur Qualität	37
6	Fazit	38
A	Verzeichnisse	39
A.1	Fachliteratur, Gesetze und Normen.....	39
A.2	Abbildungen	40

Immissionsschutzbericht 0003

110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Metternich – Niederstedem, Bl. 4225

Abschnitt UA Wengerohr – UA Niederstedem

Seite 3 von 42

A.3	Tabellen	40
A.4	Abkürzungen	41
A.5	Formelzeichen.....	42

1 Einführender Teil

Die Amprion GmbH plant zur Erfüllung ihrer gesetzlichen Verpflichtungen eine sichere Energieversorgung zu gewährleisten, das Stromübertragungsnetz in Rheinland-Pfalz bedarfsgerecht auszubauen. Das Gesamtvorhaben ist definiert als Maßnahme zur Netzverstärkung und dient unter anderem dem Abtransport von Windstrom aus der Eifel sowie zur Verbesserung der Anbindung von Luxemburg und Frankreich [1].

Gegenstand des vorliegenden Planfeststellungsantrages ist insbesondere die als Ersatzneubau für die 110-/220-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Neuwied (Bl. 2409) geplante 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Punkt Metternich – Niederstedem (Bl. 4225) im Genehmigungsabschnitt Nr. 3 von der UA Wengerohr bis zur UA Niederstedem.

Alle für die Umsetzung der Antragsplanung notwendigen Maßnahmen sind detailliert im Kapitel 3.2 der Anlage 1 als Antragsgegenstände aufgeführt.

Das hiermit beantragte Leitungsbauvorhaben bezieht sich auf den 39 km langen dritten Genehmigungsabschnitt des insgesamt 105 km langen BBPIG-Vorhabens Nr. 15, welches wie folgt dargestellt aufgeteilt wurde (s. Abb. 1).

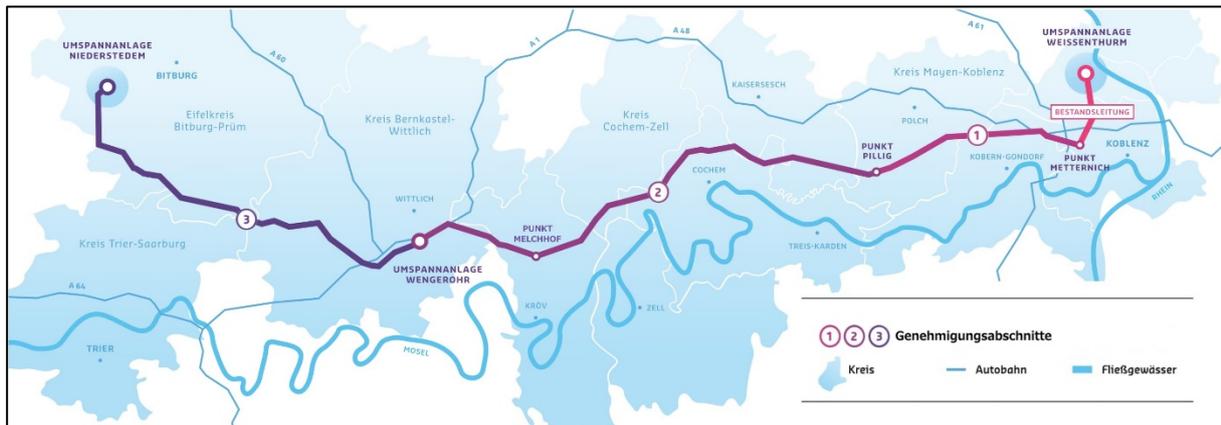


Abbildung 1: Darstellung des Trassenverlaufs (schematisch)

Genehmigungsabschnitte (GA):

Punkt Metternich – Punkt Pillig

(ca. 19 km, Status: Planfestgestellt, baulich umgesetzt und im Betrieb)

Punkt Pillig – UA Wengerohr

(ca. 47 km, Status: Planfeststellungsverfahren derzeit in der Durchführung)

UA Wengerohr – UA Niederstedem

(ca. 39 km, Status: Gegenstand des vorliegenden Antrags)

Der Übertragungsnetzbedarf zwischen dem westlich von Koblenz liegenden Punkt Metternich und der UA Niederstedem kann mittel- bis langfristig nicht über das derzeit bestehende 220-kV-System der Bl. 2409 übertragen werden. Deshalb soll der ansteigende Übertragungsnetzbedarf durch zwei 380-kV-Systeme auf dem Gestänge der neu geplanten Bl. 4225 abgedeckt werden, um auch zukünftig die notwendigen Strommengen sicher übertragen zu können.

Diese Netzverstärkungsmaßnahme wurde sowohl im Netzentwicklungsplan als auch im Bundesbedarfsplangesetz aufgenommen (siehe auch Anlage 1).

Die Amprion GmbH plant die Maßnahme im bestehenden Trassenraum der vorhandenen Höchstspannungsfreileitungen Bl. 2409 und in Teilabschnitten in den bestehenden Trassenräumen der Bl. 2326 bzw. Bl. 4530. Im Zuge der baulichen Umsetzung der geplanten Leitung, wird die bisher als 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Neuwied (Bl. 2409) betriebene Freileitung im Abschnitt zwischen Pkt. Wittlich und Pkt. Meckel demontiert.

Die Planung sieht vor, über die 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung (Bl. 4225) die zwei neuen 380-kV-Systeme der Amprion GmbH sowie das derzeit auf der Bl. 2409 aufliegende 110-kV-System der Westnetz GmbH über das neue Gestänge zu führen.

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 vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432)
- *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 2018 (Build 3181) 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 sechszwanzigsten 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 16,7-Hz- und 50-Hz-Anlagen zusammengefasst.

Die Immissionsbeiträge $W(f)$ 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:

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

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. BImSchVVwV) [8].

Betriebsfrequenz f	Elektrische Feldstärke E	Magnetische Flussdichte B
16,7 Hz	5 kV/m	300 μ T
50 Hz	5 kV/m	100 μ T

Tabelle 1: Grenzwerte für 16,7-Hz- und 50-Hz-Anlagen

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 10.5 Blatt 1 bis 12 ist der Trassenverlauf des gesamten Vorhabens kartografisch dargestellt (M 1:5.000). Die Katasterpläne basieren auf den Geobasisdaten der LVermGeo Rheinland-Pfalz. Dargestellt sind die verschiedenen Leitungsabschnitte des gegenständlichen Vorhabens sowie alle zu berücksichtigenden sich in Parallellage befindenden Freileitungen. Das Vorhaben lässt sich in zwei technische Abschnitte untergliedern: In den Neubau der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung von der UA Wengerohr bis zur UA Niederstedem mit der Bauleitnummer (Bl.) 4225 und in den 220-/380-kV-Ersatzneubau vom Pkt. Meckel bis zur UA Niederstedem mit der Bl. 4531. Im zweiten technischen Abschnitt ersetzt die Bl. 4531 die bestehende 220-/380-kV-Freileitung Bl. 4530 Pkt. Sirzenich - Niederstedem. In deren Trasse verläuft hier die geplante 110-/380-kV-Freileitung Bl. 4225 in Parallelführung mit der Bl. 4531 bis zur UA Niederstedem. Die Freileitungen sollen mit den folgenden wesentlichen Anlagenkenngrößen betrieben werden. Bahnstromkreise mit einer Frequenz von 16,7 Hz kommen in diesem Genehmigungsabschnitt des Vorhabens nicht vor und müssen daher nicht berücksichtigt 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 Tabelle 2 zur Gewährleistung der Spannungsqualität in den unterlagerten Netzen einzuhalten.

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.

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.

Bezeichnung	Einfachseil	Zweierbündel	Dreierbündel	Viererbündel
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

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

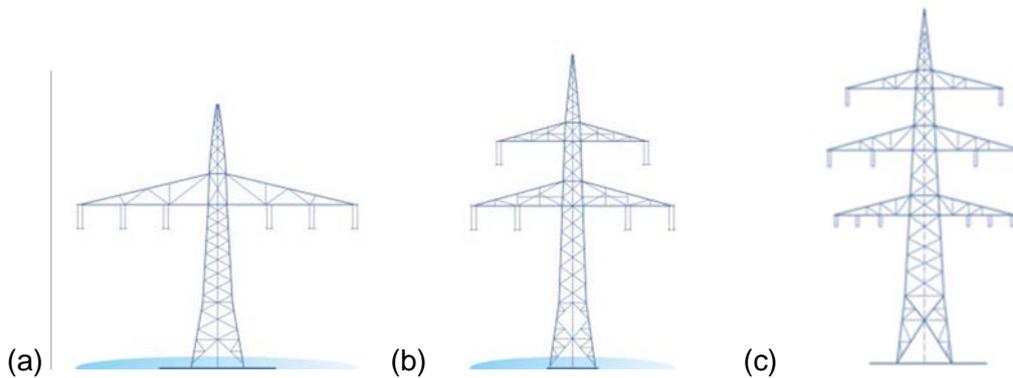


Abbildung 2: Mastgrundformen: (a) Einebene, (b) Donau, (c) Donau-Einebene

Die zum Einsatz kommenden Maste setzen sich aus zwei Grundformen zusammen – Einebene und 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 weißt 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 Ersatzneubau UA Wengerohr – Pkt. Meckel, Bl. 4225 (1. Technischer Abschnitt)

Der Ersatzneubau der geplanten 110-/380-kV-Freileitung Bl. 4225, welche die UA Wengerohr mit dem Pkt. Meckel verbindet, findet größtenteils im bisherigen Trassenraum der zu demontierenden Bl. 2409 statt. Hierbei werden zwei 380-kV-Stromkreise auf den Gestängen geführt. Ausgehend von Mast Nr. 178 im 2. Genehmigungsabschnitt der Bl. 4225 am Pkt. Wittlich, von den Einführungen in die UA Wengerohr kommend, führen diese allein verlaufend bis zum Pkt. Meckel. Zusätzlich wird der bisherige, bereits bestehende 110-kV-Stromkreis mit aufgelegt. Die geplanten Masten sind sogenannte AD Masttypen, eine Kombination aus Donau und Einebene, die zukünftig mit folgender Belegung betrieben werden sollen.

Masttyp	System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
	1	110	DEF	2	AL/ST 265/35
	2	380	GHI	4	AL/ACS 550/70
	3	380	JKL	4	AL/ACS 550/70
	Erdseil	–	M	1	AY/ACS 241/40
	Erdseil	–	O	1	AY/ACS 241/40

Zu beachten hierbei ist, dass die, in Leitungsrichtung, linke Seite der unteren Traverse I nicht montiert wird und somit auch nur ein 110-kV-Stromkreis mitgeführt werden kann.

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

2.3 Ersatzneubau Pkt. Meckel – UA Niederstedem, Bl. 4225 und Bl. 4531 (2. Technischer Abschnitt)

Beginnend am Pkt. Meckel ist ein Leitungsersatzneubau von zwei bestehenden Freileitungen bis hin zur UA Niederstedem geplant.

Es handelt sich hierbei um die 110-/380-kV-Freileitung Bl. 4225, welche als Ersatzneubau für die Bl. 2409 aus Richtung Wengerohr kommend von der Amprion GmbH betrieben werden soll. Die neu zu errichtende Freileitung verläuft dabei in der Trasse der zu demontierenden Bl. 4530. Zum Einsatz kommen sogenannte AD Masttypen, die zukünftig in diesem Abschnitt von Mast 266 bis Mast 282 mit folgender Belegung betrieben werden sollen.

Masttyp	System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
	1	110	DEF	2	AL/ST 265/35
	2	380	GHI	4	AL/ACS 550/70
	3	380	JKL	4	AL/ACS 550/70
	Erdseil	–	M	1	AY/ACS 241/40
	Erdseil	–	O	1	AY/ACS 241/40

Zu beachten hierbei ist, dass die, in Leitungsrichtung, linke Seite der unteren Traverse I nicht montiert wird und somit auch nur ein 110-kV-Stromkreis mitgeführt werden kann.

Ausgehend von Mast 282 der Bl. 4225 wird der 110-kV-Stromkreis der Westnetz GmbH über den bestehenden Mast 1, Masttyp B (Einebene), der Bl. 2409 und die bestehenden Maste 1, 2, und 3 der Bl. 1128 und den Mast 67 (Bl. 2403) und den Mast 64 (Bl. 2365) zu den 110-kV-Bestandsanlagen geführt. Die Stromkreisbelegung des 110-kV-Stromkreises zu den Bestandsmasten ist in nachfolgender Darstellung aufgeführt.

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

In Parallellage zur geplanten Bl. 4225 wird ab dem Pkt. Meckel die geplante Bl. 4531 Niederstedem - Pkt. Meckel als Ersatzneubau für die Bl. 4530 in der derzeitigen Trasse der Bl. 2409 errichtet. Vorgesehen ist hier der Masttyp BD mit der in der folgenden Auflistung dargestellten Stromkreisbelegung vom Pkt. Meckel (Mast 19) bis zum Mast 2.

Masttyp	System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
	1	220	ABC	2	AL/ACS 265/35
	2	220	DEF	2	AL/ACS 265/35
	3	380	GHI	4	AL/ACS 550/70
	4	380	JKL	4	AL/ACS 550/70
	Erdseil	–	M	1	AY/ACS 241/40

Von Mast 2 der Bl. 4531 zum bestehenden Mast 55A der Bl. 4530 werden die 220-kV-Stromkreise zu den 220-kV-Bestandsanlagen geführt. Die hier vorliegende Stromkreisbelegung über den Masttyp BD zu den Anlagenportalen ist der nachfolgenden Darstellung zu entnehmen.

Masttyp	System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
	1	220	ABC	2	AL/ACS 265/35
	2	220	DEF	2	AL/ACS 265/35
	Erdseil	–	M	1	AY/AW 265/1

Die Einführungen der 380-kV-Stromkreise zu den Anlagenportalen werden jeweils über einen Masttyp D in Donauausführung realisiert. Für die beiden 380-kV-Stromkreise der Bl. 4225 erfolgt dies vom Mast 282 über den Mast 283 und über Mast 2 zum Mast 1 für die zwei 380-kV-Stromkreise der Bl. 4531 zu den Portalgerüsten der 380-kV-Bestandsanlage. Die Stromkreisbelegungen sind für beide Leitungen in diesen Spannungsfeldern identisch und in der nachfolgenden Darstellung aufgeführt.

Masttyp	System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
	1	380	GHI	4	AL/ACS 550/70
	2	380	JKL	4	AL/ACS 550/70
	Erdseil	–	M	1	AY/ACS 241/40

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

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 Ersatzneubauten Bl. 4225 und 4531 sowie die abgehenden Abzweige von Freileitungen werden mit den Parametern nach Kapitel 2 digital modelliert. Aus dem digitalen Modell der Trassen kann mittels *WinField* für beliebige Koordinaten die elektrischen 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 Tabelle 2 sowie der entsprechend der Bündelleiterzahl thermisch maximale Dauerstrom I_b 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 oder 16,7 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 Bewertungsbereichs, 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 Immissionsorte

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.

3.2.1 Ersatzneubau UA Wengerohr – Pkt. Meckel, Bl. 4225 (1. Technischer Abschnitt)

Der gesamte Verlauf der geplanten 110-/380-kV-Freileitung vom Pkt. Wittlich (UA Wengerohr) bis zum Pkt. Meckel wurde auf maßgebliche Immissionsorte abgesucht. Dabei wurden sowohl Luftbilder als auch gemäß rechtskräftigem Bebauungsplan für die Wohnnutzung vorgesehene Grundstücke ausgewertet sowie eine Trassenbefahrung durchgeführt. Bei großen Grundstücken mit unterschiedlichen Nutzungen wurden ausgewiesene Nutzungsarten der Grundstücke entsprechend berücksichtigt. Es ergeben sich die folgenden maßgeblichen Immissionsorte, die auch in Anlage 10.5 Blatt 1 bis 10 markiert sind.

Immissionsschutzbericht 0003

110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Metternich – Niederstedem, Bl. 4225

Abschnitt UA Wengerohr – UA Niederstedem

Seite 17 von 42

Laufende Nummer	Immissionsort	Nutzungsart	Spannfeld	EMF Übersichtskarte
1	Altrich Flur 23 Flurstück 5	Wohnen	M180/Bl.4225 zu M181/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 1
2	Altrich Flur 2 Flurstück 119	Wohnen, Hofffläche	M182/Bl.4225 zu M183/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 1
3	Dodenburg Flur 3 Flurstücke 30/1, 32, 33	Freizeitnutzung mit Wochenendhaus	M211/Bl.4225 zu M212/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 4
4	Dodenburg Flur 2 Flurstücke 29/1, 29/3, 28, 33, 33/1, 34/1, 35/1, 34/2, 35/2, 41/3, 42/3, 45/5, 43/2, 43/3, 44, 45 Flur 1 Flurstück 104/7	Betriebsgelände	M211/Bl.4225 zu M213/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 4
5	Zemmer Flur 25 Flurstück 15	Wohnen	M226/Bl.4225 zu M227/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 6
6	Zemmer Flur 24 Flurstücke 85/2, 84/2, 84/1	Wohnen, Hofffläche	M229/Bl.4225 zu M230/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 6
7	Zemmer Flur 24 Flurstück 44/1	Betriebsgelände	M231/Bl.4225 zu M232/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 6
8	Ittel Flur 2 Flurstücke 26/2, 28/4, 121/26, 44	Wohnen	M247/Bl.4225 zu M248/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 8
9	Idesheim Flur 52 Flurstück 62	Wohnen, Hofffläche	M255/Bl.4225 zu M256/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 9

Tabelle 4: Maßgebliche Immissionsorte im Bereich der Bl. 4225, 1. Technischer Abschnitt.

3.2.2 Ersatzneubau Pkt. Meckel – UA Niederstedem, Bl. 4225 und Bl. 4531 (2. Technischer Abschnitt)

Der gesamte Verlauf der parallelen Ersatzneubauleitungen vom Pkt. Meckel bis zur UA Niederstedem wurde auf maßgebliche Immissionsorte abgesucht. Dabei wurden sowohl Luftbilder als auch gemäß rechtskräftigem Bebauungsplan für die Wohnnutzung vorgesehene Grundstücke ausgewertet sowie eine Trassenbefahrung durchgeführt. Bei großen Grundstücken mit unterschiedlichen Nutzungen wurden ausgewiesene Nutzungsarten der Grundstücke entsprechend berücksichtigt. Es ergeben sich die folgenden maßgeblichen Immissionsorte, die auch in Anlage 10.5 Blatt 11 und 12 markiert sind.

Laufende Nummer	Immissionsort	Nutzungsart	Spannfeld	EMF Übersichtskarte
10	Niederstedem Flur 12 Flurstück 1	Militärgelände	M282/Bl.4225 zu M283/Bl.4225 M1/Bl.4531 zu M2/Bl.4531	Anlage 10.5 Blatt 12
11	Niederstedem Flur 14 Flurstück 19/10, 19/12	Wohnen	Einführungen UA Niederstedem	Anlage 10.5 Blatt 12

Tabelle 5: Maßgebliche Immissionsorte im Bereich der Bl. 4225 und Bl. 4531, 2. Technischer Abschnitt.

3.2.3 110-/220-kV-Freileitungsprovisorium Pkt. Wittlich - Altrich (Bl.2409)

Vom Pkt. Wittlich bis Altrich verläuft die geplante Bl. 4225 im 1. Technischen Abschnitt auf den ersten ca. 4 km im vorbelasteten Trassenraum zwischen den bestehenden Freileitungen Niederstedem – Neuwied (Bl. 2409) und Koblenz – Merzig (Bl. 2326). Im Trassenraum der zu demontierenden Bl. 2326 wird die Amprion GmbH ein 110-/220-kV-Freileitungsprovisorium in dem entsprechenden Trassenraum errichten. Auch hier wurde der gesamte Verlauf der Freileitungsprovisorien Pkt. Wittlich - Altrich (Bl.2409) auf maßgebliche Immissionsorte abgesucht. Dabei wurden sowohl Luftbilder als auch gemäß rechtskräftigem Bebauungsplan für die Wohnnutzung vorgesehene Grundstücke ausgewertet sowie eine Trassenbefahrung durchgeführt. Bei großen Grundstücken mit unterschiedlichen Nutzungen wurden ausgewiesene Nutzungsarten der Grundstücke entsprechend berücksichtigt. Es ergeben sich die folgenden maßgeblichen Immissionsorte.

Laufende Nummer	Immissionsort	Nutzungsart	Spannfeld	EMF Übersichtskarte
1	Altrich Flur 23 Flurstück 5	Wohnen	P180/Bl.2409 zu P181/Bl.2409	Anlage 10.5 Blatt 1
2	Altrich Flur 2 Flurstück 119	Wohnen, Hoffläche	P182/Bl.2409 zu P183/Bl.2409	Anlage 10.5 Blatt 1

Tabelle 6: Maßgebliche Immissionsorte im Bereich des 110-/220-kV-Freileitungsprovisorium Pkt. Wittlich - Altrich (Bl.2409)

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 um einen Ersatzneubau 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.

3.3.1 Ersatzneubau UA Wengerohr – Pkt. Meckel, Bl. 4225 (1. Technischer Abschnitt)

Der gesamte Verlauf der geplanten 110-/380-kV-Freileitung vom Pkt. Wittlich (UA Wengerohr) bis zum Pkt. Meckel 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. Es konnten die folgenden maßgeblichen Minimierungsorte ermittelt werden, die auch in Anlage 10.5 Blatt 1 bis 10 kartografisch dargestellt sind.

Immissionsschutzbericht 0003

110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Metternich – Niederstedem, Bl. 4225

Abschnitt UA Wengerohr – UA Niederstedem

Seite 20 von 42

Lau- fende Num- mer	Minimierungsort	Nutzungsart	Spannfeld	EMF Über- sichts- karte
1	Altrich	Wohnen	M180/Bl.4225 zu M181/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 1
2	Altrich	Siedlung	M181/Bl.4225 zu M184/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 1
3	Altrich	Kindergarten	M181/Bl.4225 zu M182/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 1
4	Altrich	Wohnen/Gewerbe	M182/Bl.4225 zu M183/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 1
5	Altrich	Wohnen	M183/Bl.4225 zu M184/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 1
6, 7	Altrich	Wohnen	M185/Bl.4225 zu M186/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 1
8	Altrich	Siedlung	M187/Bl.4225 zu M188/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 1
9	Altrich	Wohnen	M189/Bl.4225 zu M190/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 2
10	Altrich	Wohnen	M190/Bl.4225 zu M191/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 2
11, 12, 13, 14	Salmtal	Wohnen/Gewerbe	M195/Bl.4225 zu M196/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 2
15, 16	Salmtal	Wohnen/Gewerbe	M196/Bl.4225 zu M197/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 2
17	Salmtal	Siedlung	M197/Bl.4225 zu M198/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 2

Immissionsschutzbericht 0003

110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Metternich – Niederstedem, Bl. 4225

Abschnitt UA Wengerohr – UA Niederstedem

Seite 21 von 42

18	Salmtal	Siedlung	M198/BI.4225 zu M199/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 3
19	Salmtal	Wohnen	M199/BI.4225 zu M200/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 3
20	Dreis	Sportanlage/ Vereins- heim	M204/BI.4225 zu M205/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 3
21	Dreis	Sportanlage/ Vereins- heim	M205/BI.4225 zu M206/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 3
22	Dodenburg	Wochenendwohnen	M211/BI.4225 zu M212/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 4
23	Heidweiler	Wohnen/Gewerbe	M217/BI.4225 zu M218/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 5
24	Heidweiler	Siedlung	M218/BI.4225 zu M219/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 5
25	Heidweiler	Siedlung	M219/BI.4225 zu M220/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 5
26	Heidweiler	Siedlung	M220/BI.4225 zu M221/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 5
27, 28	Zemmer	Wohnen/Gewerbe	M226/BI.4225 zu M227/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 6
29	Zemmer	Wohnen	M228BI.4225 zu M229/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 6
30, 31	Zemmer	Wohnen/Gewerbe, Siedlung	M229/BI.4225 zu M230/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 6
32	Zemmer	Gewerbe	M231/BI.4225 zu M232/BI.4225	Anlage 10.5 Blatt 6

Immissionsschutzbericht 0003

110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Metternich – Niederstedem, Bl. 4225

Abschnitt UA Wengerohr – UA Niederstedem

Seite 22 von 42

33, 34	Ohrenhofen	Wohnen, Siedlung	M236/Bl.4225 zu M237/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 7
35	Ohrenhofen	Siedlung	M237/Bl.4225 zu M238/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 7
36	Ohrenhofen	Siedlung	M238/Bl.4225 zu M239/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 7
37	Ohrenhofen	Siedlung	M239/Bl.4225 zu M240/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 7
38	Ohrenhofen	Wohnen	M240/Bl.4225 zu M241/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 7
39	Zemmer	Wohnen	M240/Bl.4225 zu M242/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 7
40	Hosten	Siedlung	M244/Bl.4225 zu M245/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 8
41	Hosten	Siedlung	M245/Bl.4225 zu M246/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 8
42	Hosten	Wohnen	M247/Bl.4225 zu M248/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 8
43	Welschbillig	Wohnen	M247/Bl.4225 zu M248/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 8
44	Idesheim	Wohnen/Gewerbe	M255/Bl.4225 zu M256/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 9
45	Meckel	Siedlung	M263/Bl.4225 zu M264/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 10
46	Meckel	Wohnen	M264/Bl.4225 zu M265/Bl.4225	Anlage 10.5 Blatt 10

Tabelle 7: Maßgebliche Minimierungsorte im Bereich der Bl. 4225, 1. Technischer Abschnitt

3.3.2 Ersatzneubau Pkt. Meckel – UA Niederstedem, Bl. 4225 und Bl. 4531 (2. Technischer Abschnitt)

Der gesamte Verlauf der parallelen Ersatzneubauleitungen vom Pkt. Meckel bis zur UA Niederstedem 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. Es konnten die folgenden maßgeblichen Minimierungsorte ermittelt werden, die auch in Anlage 10.5 Blatt 11 und 12 kartografisch dargestellt sind.

Lau- fende Num- mer	Minimierungsort		Spannfeld	EMF Über- sichts- karte
47	Meckel	Wohnen	M266/Bl.4225 zu M267/Bl.4225 M17/Bl.4531 zu M18/Bl.4531	Anlage 10.5 Blatt 11
48, 49	Meckel	Wohnen	M267/Bl.4225 zu M268/Bl.4225 M16/Bl.4531 zu M17/Bl.4531	Anlage 10.5 Blatt 11
50	Meckel	Wohnen	M268/Bl.4225 zu M269/Bl.4225 M15/Bl.4531 zu M16/Bl.4531	Anlage 10.5 Blatt 11
51	Wolsfeld	Wohnen	M278/Bl.4225 zu M279/Bl.4225 M5/Bl.4531 zu M6/Bl.4531	Anlage 10.5 Blatt 12
52	Wolsfeld	Wohnen	M279/Bl.4225 zu M280/Bl.4225 M4/Bl.4531 zu M5/Bl.4531	Anlage 10.5 Blatt 12
53, 54, 55	Niederstedem	Gewerbe	M282/Bl.4225 zu M283/Bl.4225 M1/Bl.4531 zu M2/Bl.4531	Anlage 10.5 Blatt 12

56	Niederstedem	Wohnen	M282/Bl.4225 zu M283/Bl.4225 M282/Bl.4225 zu M1/Bl.2409 M282/Bl.4225 zu M55A/Bl.4530 M283/Bl.4225 zu Portal M1/Bl.4531 zu M2/Bl.4531 M1/Bl.4531 zu Portal M2/Bl.4531 zu M55A/Bl.4530	Anlage 10.5 Blatt 12
----	--------------	--------	---	----------------------------

Tabelle 8: Maßgebliche Minimierungsorte im Bereich der Bl. 4225 und Bl. 4531, 2. Technischer Abschnitt

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 (siehe Tabelle 4 und Tabelle 5) werden die Grenzwertvorgaben der 26. BImSchV (vgl. Tabelle 1: Grenzwerte für 16,7-Hz- und 50-Hz-Anlagen) eingehalten. Die Immissionsbeiträge anderer Niederfrequenzanlagen wurden hierbei berücksichtigt. Die ermittelten elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt:

Immissionsschutzbericht 0003

110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Metternich – Niederstedem, Bl. 4225

Abschnitt UA Wengerohr – UA Niederstedem

Seite 25 von 42

Lfd. Nummer	Maßgeblicher Immissionsort	Elektrisches Feld		Magnetisches Feld		Anlage
		Feldstärke	Grenzwertauslastung	Flussdichte	Grenzwertauslastung	
1	Altrich Flur 23 Flurstück 5	0,7 kV/m	14%	11 µT	11%	–
2	Altrich Flur 2 Flurstück 119	0,9 kV/m	18%	14 µT	14%	–
3	Dodenburg Flur 3 Flurstücke 30/1, 32, 33	2,0 kV/m	40%	21 µT	21%	10.2
4	Dodenburg Flur 2 Flurstücke 29/1, 29/3, 28, 33, 33/1, 34/1, 35/1, 34/2, 35/2, 41/3, 42/3, 45/5, 43/2, 43/3, 44, 45 Flur 1 Flurstück 104/7	1,9 kV/m	38%	21 µT	21%	–
5	Zemmer Flur 25 Flurstück 15	0,5 kV/m	10%	8 µT	8%	–
6	Zemmer Flur 24 Flurstücke 85/2, 84/2, 84/1	0,6 kV/m	12%	7 µT	7%	–
7	Zemmer Flur 24 Flurstück 44/1	0,8 kV/m	16%	12 µT	12%	–
8	Ittel Flur 2 Flurstücke 26/2, 28/4, 121/26, 44	>0,1 kV/m	1%	1 µT	1%	–
9	Idesheim Flur 52 Flurstück 62	1,2 kV/m	24%	11 µT	11%	–
10	Niederstedem Flur 12 Flurstück 1	0,9 kV/m	18%	10 µT	10%	–
11	Niederstedem Flur 14 Flurstücke 19/10, 19/12	0,9 kV/m	18%	56 µT	56%	10.3

Tabelle 9: Feldimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten.

Für die maßgeblichen Immissionsorte mit der voraussichtlich stärksten Exposition wurden die Nachweise für Niederfrequenzanlagen gemäß LAI-Hinweisen erstellt. Es ergeben sich dabei zwei Nachweise, nämlich für jeden Abschnitt mit technischen Unterschieden einer. Für den 110-/380-kV-Ersatzneubau in Alleinlage verlaufend (Bl. 4225) stellt der maßgebliche Immissionsort Gemarkung Dodenburg, Flur 3, Flurstücke 30/1, 32, 33 (Lfd. Nr. 3) den maßgeblichen Immissionsort mit der voraussichtlich stärksten Exposition dar (vgl. Tabelle 5 Lfd. Nrn. 1 bis 9).

Für den 110-/380-kV-Ersatzneubau (Bl. 4225) mit Parallelführung des geplanten 220-/380-kV-Ersatzneubaus (Bl. 4531) stellt der maßgebliche Immissionsort Niederstedem, Flur 14, Flurstücke 19/10, 19/12 (Lfd. Nr. 11) den maßgeblichen Immissionsort mit der voraussichtlich stärksten Exposition dar (vgl. Tabelle 6 Lfd. Nrn. 10 und 11). Der entsprechende Nachweis findet sich in Anlage 10.3.

Für das geplante 110-/220-kV-Freileitungsprovisorium Pkt. Wittlich - Altrich (Bl.2409) stellt der maßgebliche Immissionsort Altrich, Flur 23, Flurstück 5 den maßgeblichen Immissionsort mit der voraussichtlich stärksten Exposition von 0,5 kV/m für das elektrische Feld und 9,5 μ T für das magnetische Feld dar. Der entsprechende Nachweis findet sich in Anlage 10.4.

Die betrachteten Orte (Lfd. Nrn. 3 und 11) 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 24.10.2019) befindet sich im Umkreis von mindestens 26 km Entfernung zum geplanten Vorhaben keine Funkanlagenstandorte mit einer Frequenz kleiner-gleich 10 MHz. Der entsprechende Auszug aus der EMF-Datenbank ist in Anlage 10.6 beigefügt. 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 Ersatzneubaumaßnahmen der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Metternich – Niederstedem, Bl. 4225 im Abschnitt: UA Wengerohr – UA Niederstedem und der 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Pkt. Meckel, Bl. 4531 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 fast keine Gebäudeüberspannungen vorgesehen. Eine Ausnahme bildet dabei die Überspannung eines Wochenendhauses im Spannungsfeld Mast 211 – 212 (Bl. 4225). Diese Überspannung findet auch bei der heute bestehenden 110-/220-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Neuwied, (Bl. 2409). Gemäß §3 Satz 3 der 26. BImSchV gilt das Überspannungsverbot von Gebäuden oder Gebäudeteilen, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, nicht bei Neuerrichtungen in vorhandenen Trassen, wie in diesem Fall. Weitere Überspannungen von Wohngebäuden finden nicht statt. Die Anforderungen der 26. BImSch sind somit auch hier erfüllt. Dies lässt sich auch aus der kartografischen Darstellung in Anlage 10.5 Blatt 1 bis 12 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 in allen Abschnitten 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 den 1. Technischen Abschnitt des Ersatzneubaus der geplanten 110-/380-kV-Leitung (Bl. 4225) wie auch für den 2. Technischen Abschnitt mit dem parallel geplanten 110-/380-kV-Ersatzneubau (Bl. 4225) und dem 220-/380-kV-Ersatzneubau (Bl. 4531) Minimierungsorte ergeben (siehe Tabelle 7 und Tabelle 8).

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). Das bedeutet, die maßgeblichen Minimierungsorte für die eine individuelle Minimierungsprüfung erforderlich war, sind identisch mit den maßgeblichen Immissionsorten. Dies betrifft die maßgeblichen Minimierungsorte mit der laufenden Nummer 1, 4, 22, 28, 30, 32, 43, 44, 53, 54 und 56. 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 Spannfeldmitte gesetzt, da in der Regel in Spannfeldmitte 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 Masterhöhungen
- 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

Bei beiden Ersatzneubauabschnitten vom Pkt. Wittlich (UA Wengerohr) bis zum Pkt. Meckel (1. Technischer Abschnitt) und vom Pkt. Meckel bis zur UA Niederstedem (2. Technischer Abschnitt), sind aufgrund des Neubaus grundsätzlich alle technischen Möglichkeiten umsetzbar. Es wurden insofern alle Minimierungsmaßnahmen hinsichtlich ihres Minimierungspotentials für die ermittelten maßgeblichen Minimierungsorte bzw. Bezugspunkte (vgl. Tabelle 7 und 8) bewertet.

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

Die Maßnahmenbewertung erfolgt aufgrund der Ausführungen als Ersatzneubaumaßnahmen für beide technischen Abschnitte von Pkt. Wittlich (UA Wengerohr) bis zum Pkt. Meckel (Bl. 4225) und von dort bis zur UA Niederstedem (Bl. 4225 und Bl. 4531) gemeinsam. 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 Gesamtmission 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.

Für den 110-/380-kV-Ersatzneubau (Bl. 4225) und 220-/380-kV-Ersatzneubau (Bl. 4531) vom Pkt. Wittlich bis zur UA Niederstedem 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 des Ersatzneubaus war es die Grenzwertvorgaben der 26. BImSchV von 5 kV/m und 100 µT (vgl. Tabelle 1: Grenzwerte für 16,7-Hz- und 50-Hz-Anlagen) soweit wie

möglich zu unterschreiten. Eine generell hohe Wirksamkeit hierbei hat das Optimieren der Mastkopfgeometrie, der Leiteranordnung und der Seilabstände. Es wurde entsprechend mit diesen Minimierungsmaßnahmen begonnen.

Optimieren der Mastkopfgeometrie

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.

Durch die Mitführung des 110-kV-Stromkreises der Westnetz GmbH sind drei Stromkreise auf den Masten der Bl. 4225 zu tragen. Beim Optimieren der Mastkopfgeometrie fiel die Wahl daher auf einen AD Masttyp mit einer Einebenentraverse für den 110-kV-Stromkreis (einseitig montiert) und einer Donauanordnung für die zwei 380-kV-Stromkreise (vgl. Kapitel 2.3). Die stärksten Felder entstehen an den 380-kV-Stromkreisen aufgrund ihrer hohen Spannung und großen Stromtragfähigkeit der geplanten Leiterseile (vgl. Kapitel 2.1). Sie werden daher auf die oberste Position am Mast gelegt, wodurch der Abstand zum Boden vergrößert und damit die elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte am Boden reduziert werden. Die kompakte Anordnung der 380-kV-Stromkreise als Donau oben und die breite Anordnung der 110-kV-Stromkreise als Einebene darunter, führt außerdem einseitig dazu, dass hier die elektrischen Felder der 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 im Folgenden bei der Bewertung der Abstandsoptimierung aufgezeigt wird. Die geplante Ausführung als Donau--Einebene ist daher vorzugswürdig.

Weitere theoretische Varianten wie den 110-kV-Stromkreis als Donau oder Tonne oder die 380-kV-Stromkreise als Einebene auszuführen würden im Gegensatz zur geplanten Mastkopfgeometrie zu einer mindestens lokalen Erhöhung der elektrischen Feldstärken oder magnetischen Flussdichten an maßgeblichen Minimierungsorten direkt unter der Leitung führen. Sie kommen daher nicht in Betracht, da eine Erhöhung der Immissionen an einem maßgeblichen Minimierungsort die Anwendung ausschließt (vgl. Kapitel 1.2.2).

Dies gilt ebenso für die ersatzneuzubauende Freileitung Bl. 4531. Diese wird aus den oben geschilderten Gründen ebenfalls als Donau-Einebene ausgeführt (hier als Masttyp BD). Auch hier sind die feldbestimmenden 380-kV-Stromkreise in Donauanordnung auf den oberen beiden Traversen geführt, während die 220-kV-Stromkreise, hier beidseitig auf der unteren Traverse in einer Ebene angeordnet sind, und so ebenfalls abschirmend wirken.

Optimieren der Leiteranordnung

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 am Boden entstehenden elektrischen und magnetischen Felder erzielt werden.

Durch die Ersatzneubauten kann direkt eine optimierte Leiteranordnung gewählt werden, die die Erfordernisse der elektrischen Symmetrie sowie die Beeinflussung des mitgeführten Stromkreises der Westnetz GmbH berücksichtigt. Beim Optimieren der Leiteranordnung wurden physikalische Grundsätze wie ein regelmäßiger Phasenwechsel oder keine gleichen Phasen auf einer Traverse angewendet. 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. In diesem Vorhaben liegen maßgebliche Minimierungsorte sowohl im Nahbereich direkt unter der Leitung als auch im Fernbereich in einigen oder mehreren Metern Abstand zur Leitung (siehe Tabelle 7 und 8). Es wurde daher die Leiteranordnung so optimiert, 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.

Ein Vergleich der nicht optimierten Leiteranordnung (ungünstigste Phasenlage) und der geplanten optimierten Leiteranordnung (optimierte Phasenlage) zeigt die Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder. In Tabelle 10 sind für den maßgeblichen Minimierungsort Gemarkung Dodenburg, Flur 3, Flurstück 30/1, 32, 33 die Maximalwerte der berechneten elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten für die in Einzellage verlaufende geplante Bl. 4225 aufgeführt. Dieser Minimierungsort stellt den maßgeblichen Minimierungsort mit stärkster Exposition dar. Das heißt, an allen übrigen Minimierungsorten sind die elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten geringer (Erst-Recht-Schluss).

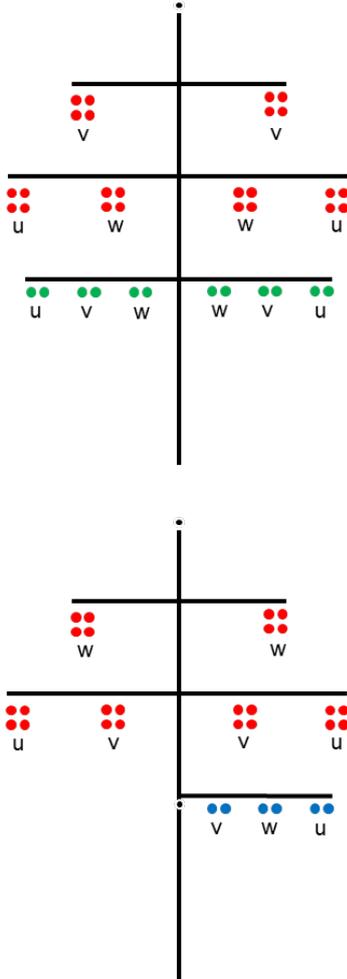
	Leiteranordnung	Dodenburg Flur 3 Flurstück 30/1, 32, 33
Ungünstigste Phasenlage		Elektrische Feldstärke 2,3 kV/m Magnetische Flussdichte 34 μ T
Optimierte Phasenlage (siehe Anlage 10.2 und 10.3)		Elektrische Feldstärke 2,0 kV/m Magnetische Flussdichte 21 μ T

Tabelle 10: Vergleich der Feldimmissionen bei nicht optimierter Leiteranordnung (Ungünstigste Phasenlage) und der geplanten optimierten Leiteranordnung im 1. Technischen Abschnitt.

Das Optimieren der Leiteranordnung führt zu einer Reduzierung auf mindestens 2,0 kV/m und 21 μ T. Dies entspricht einer maximalen Grenzwertausschöpfung von 40% für das elektrische Feld und 21% für das magnetische Feld. Die Minimierungsmaßnahme wurde auf gesamter Strecke vom Pkt. Wittlich bis zum Pkt. Meckel bei allen Spannfeldern angewendet. Damit umfasst die Optimierung alle maßgeblichen Minimierungsorte (Lfd. Nrn. 1 – 46) und wurde wirksam umgesetzt.

Die geplante Leiteranordnung der Bl. 4225 ist auch der Anlage 10.2 zu entnehmen. Die identische Vorgehensweise wurde bei der Leiteranordnung der geplanten Bl. 4531 (siehe auch Anlage 10.3) gewählt. Wobei hierbei am Pkt. Meckel die Verbindung der 220-kV- und 380-kV-Stromkreise zur bestehenden Freileitung Bl. 4530 in Richtung Pkt. Sirzenich zu beachten ist und technisch aufeinander abgestimmt werden muss. Zusätzlich wurde im Bereich des Parallelneubaus der beiden geplanten Freileitungen Bl. 4225 und Bl. 4531 die Leiteranordnung der Stromkreissysteme zueinander optimiert.

Da sich innerhalb des Bewertungsabstands keine maßgeblichen Minimierungsorte in diesem 2. technischen Abschnitt befinden wurde beispielhaft im Spannungsfeld zwischen den Masten 274 und 275 der Bl. 4225 und den Masten 9 und 10 der Bl. 4531, im Bereich der Grenze zwischen den Gemarkungen Meckel und Wolfsfeld, ein Vergleich der nicht optimierten Leiteranordnung (ungünstigste Phasenlage) und der geplanten optimierten Leiteranordnung (optimierte Phasenlage) beider geplanter Freileitungen berechnet. Die Ergebnisse sind Tabelle 11 zu entnehmen.

Leiteranordnung	Meckel/Wolfsfeld Flur 10/8 Spannungsfeldmitte
 <p data-bbox="183 1070 359 1142">Ungünstigste Phasenlage</p>	<p data-bbox="970 1261 1262 1294">Elektrische Feldstärke</p> <p data-bbox="1054 1310 1174 1344">4,3 kV/m</p> <p data-bbox="954 1359 1278 1393">Magnetische Flussdichte</p> <p data-bbox="1075 1411 1155 1444">58 µT</p>

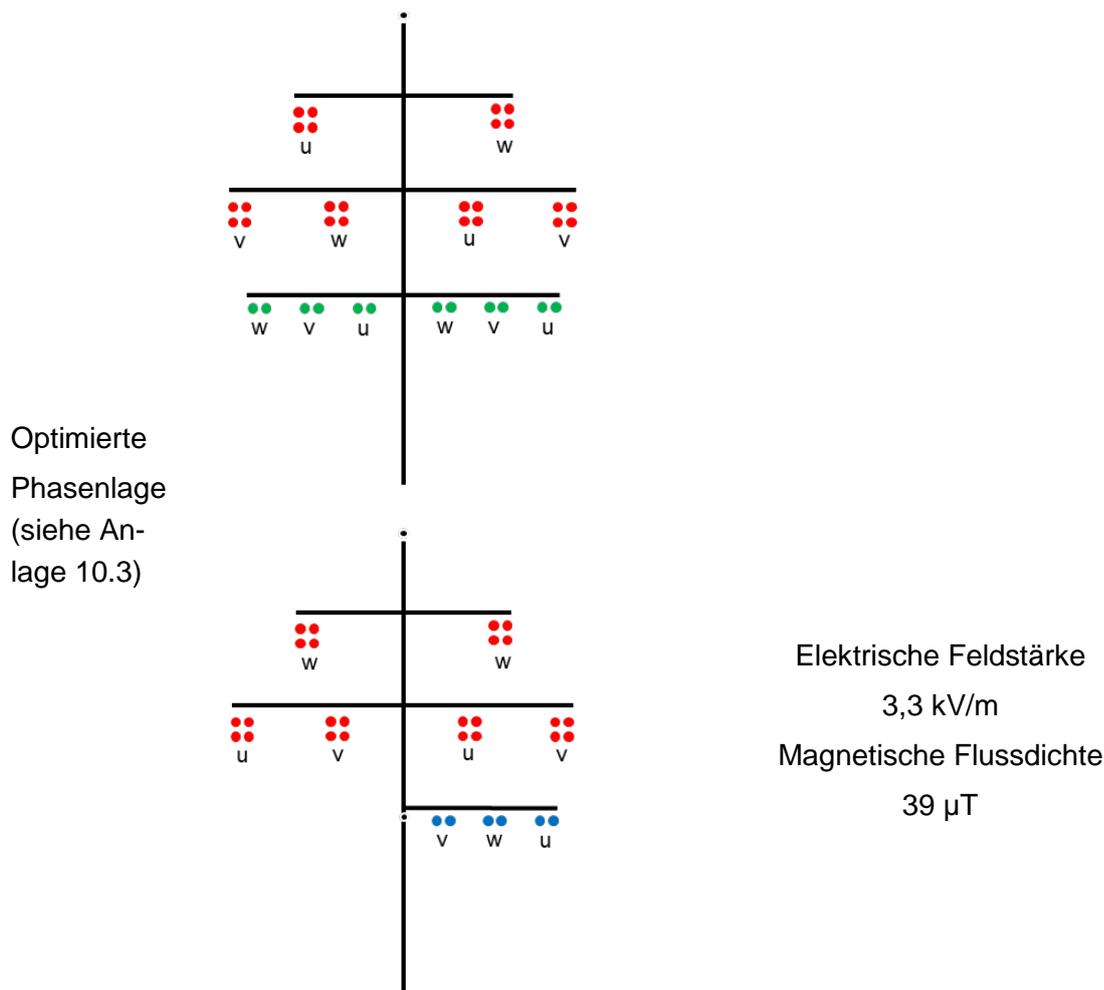


Tabelle 11: Vergleich der Feldimmissionen bei nicht optimierter Leiteranordnung (Ungünstigste Phasenlage) und der geplanten optimierten Leiteranordnung im 2. Technischen Abschnitt.

Das Optimieren der Leiteranordnung führt zu einer Reduzierung auf mindestens 3,3 kV/m und 39 µT. Dies entspricht einer maximalen Grenzwertausschöpfung von 66% für das elektrische Feld und 39% für das magnetische Feld. Die Minimierungsmaßnahme wurde auf gesamter Strecke vom Pkt. Meckel bis zum Bereich der Einführungen in die UA Niederstedem bei allen Spannfeldern angewendet. Damit umfasst die Optimierung alle maßgeblichen Minimierungsorte (Lfd. Nrn. 47 - 56) und wurde wirksam umgesetzt.

Im Bereich der Einführungen in die Umspannanlage Niederstedem der verschiedenen Stromkreise unterschiedlicher Spannungsebenen sind Optimierungen der Phasenordnungen nur sehr begrenzt möglich. Die Stromkreise verlaufen hauptsächlich in Alleinlage auf die Portale der Umspannanlage und sind daher nicht zueinander optimierbar. Weiterhin sind die Anordnungen bestimmt von den Verschaltungen an den Sammelschienen der Anlage, sodass eine freie Anordnung der Leiter aus technischen Abhängigkeiten nicht umsetzbar ist. Soweit möglich wurde die oben beschriebene Optimierung der Leiterseilanordnungen auch hier umgesetzt, (vgl. auch Anlage 10.3).

Minimieren der Seilabstände

Mit den Seilabständen ist der Abstand der Aufhängepunkte der Leiterseile an den Traversen gemeint, nicht der Abstand der einzelnen Bündelleiter untereinander, der beim Viererbündel typischerweise 400 mm beträgt.

Durch Minimieren der Seilabstände kann unter Berücksichtigung der optimierten Leiteranordnung eine hohe Feldkompensation erreicht werden, das zu niedrigeren elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten am Boden führt. 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 auf der gesamten Ersatzneubaustrecke an diesen Mindestabständen, so dass zwischen den Stromkreisen auf der linken und auf der rechten Mastseite eine hohe Kompensation erreicht wird.

Der Abstand der Leiterseile zum Mast wird größer gewählt als die Mindestisolierluftstrecken. Der Grund sind Sicherheitsabstände für Personen, die zur Wartung der 380-kV-Stromkreise den Mast besteigen müssen. Würden nur die Mindestabstände zwischen den Leiterseilen und dem Mast berücksichtigt, müssten der 110-kV-Stromkreis der Westnetz GmbH bei der Bl. 4225 und die beiden 220-kV-Stromkreise auf der Bl. 4531 zur Wartung der darüber liegenden 380-kV-Stromkreise abgeschaltet werden.

Abstandsoptimierung

Die Wirksamkeit der Abstandsoptimierung ist in Trassennähe hoch und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Trasse ab. Grundsätzliches Ziel dieser Maßnahme ist es, die Verringerung der Felder durch Erhöhung des Abstands zwischen den Leiterseilen und dem Erdboden zu minimieren. Praktisch ist dies zu erreichen, indem Maste erhöht oder Spannfelder durch zusätzliche Maste verkürzt werden. Dabei ist die minimale Leiterseilhöhe bei Vorliegen maßgeblicher Immissionssorte im Einwirkungsbereich nach 26. BImSchV durch die Einhaltung der entsprechenden Grenzwerte und im Übrigen durch minimal zulässige technisch bedingte Schutzabstände (z.B. gem. DIN EN 50341) [16;17;18] bestimmt.

Eine Erhöhung der Maste geht im Allgemeinen mit einer Erhöhung der Beeinträchtigung des Wohnumfeldes im Nahbereich einher. Diese Beeinträchtigung nimmt gewöhnlich mit Annäherung an die Leitungssachse zu, während gleichzeitig die relative Reduktion der Immissionswerte ebenfalls mit Annäherung an die Leitungssachse zunimmt. Eine Erhöhung der Maste geht ebenso mit einer Erhöhung der Beeinträchtigung des Schutzgutes Landschaftsbild einher. Weiterhin wirkt sich die Höhe der Leiterseile über dem Boden in insoweit empfindlichen Bereichen auf das Anflugrisiko für Vögel aus. Es handelt sich bei den aufgeführten Belangen daher um potentiell konkurrierende Effekte.

Eine Verkürzung der Spannfeldlängen und damit eine Erhöhung der Mastanzahl wirkt sich ebenfalls ungünstig auf das Schutzgut Landschaftsbild aus. Darüber hinaus sind Belange Dritter zu

beachten, wenn zusätzliche Eingriffe ins Eigentum notwendig werden. Zusätzliche Masten gehen ebenfalls mit einem erhöhten Eingriff in das Schutzgut Boden einher. Ebenfalls sind Beeinträchtigungen auf die Tier- und Pflanzenwelt durch weitere Maststandorte möglich. Auf ökonomischer Seite sind deutliche Mehrkosten durch Bau, privatrechtliche Verhandlungen und die grundbuchliche Sicherung von Nutzungsrechten zu erwarten.

Im verfahrensgegenständlichen Genehmigungsabschnitt des Freileitungsprojekts Pkt. Metternich – Niederstedem, Bl. 4225 Pkt. Wittlich (UA Wengerohr) bis zur UA Niederstedem wird auf der kompletten Strecke ein 110-kV-System der Westnetz GmbH auf der untersten Traverse des Mastgestänges mitgeführt. Daraus ergibt sich ein höherer Bodenabstand der 380-kV-Systeme, der in Verbindung mit der Schirmwirkung des darunter geführten 110-kV-Systems, eine Reduktion der elektrischen Feldstärke bewirkt.

Auch die zwischen dem Pkt. Meckel und der UA Niederstedem parallel zur Bl. 4225 geplante Bl. 4531 führt auf der unteren Traverse die beiden 220-kV-Systeme, wodurch sich auch hier ein höherer Bodenabstand der feldbestimmenden 380-kV-Systeme ergibt.

Mindestens die Beeinträchtigung des Schutzguts Landschaftsbild stellt im Gegensatz zur Nützlichkeit der hier diskutierten Feldreduktion einen eindeutigen nachweisbaren Effekt dar. Es kommt zu (zusätzlichen) Eingriffen in Boden und Eigentum.

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.

Wie bereits zuvor beschrieben, wird durch die gewählte Mastkopfgeometrie mit dem einseitigen 110-kV-Stromkreis erreicht, dass die elektrischen Felder am Boden (direkt unterhalb der Leiterseile) durch den 110-kV-Stromkreis bestimmt werden. Bei der nicht mit einem 110-kV-Stromkreis belegten Seite wird die maximale Feldstärke durch den 380-kV-Stromkreis bestimmt. Eine Anbringung von zusätzlichen Schirmseilen unter dem 380-kV-Stromkreis ist aufgrund der geringen Wirksamkeit und dadurch, dass sich der Effekt nur auf das elektrische Feld beschränkt als unverhältnismäßig bewertet worden. Dies vor dem Hintergrund, dass sich innerhalb des Bereichs direkt unterhalb der Leiterseile mit dem maßgeblichen Immissionsort in Dodenburg (Anlage 10.2) in beiden technischen Abschnitten nur ein Minimierungsort befindet und hier die Grenzwerte bereits deutlich unterschritten werden.

Diese Minimierungsmaßnahme wird durch Anordnung der 220-kV-Stromkreise bei der Bl. 4531 unterhalb der 380-kV-Stromkreise ebenfalls umgesetzt.

Das Anbringen eines zusätzlichen geerdeten Schirmseils noch unterhalb der 110-kV- oder 220-kV-Stromkreise, mit Ausnahme des auf dem geplanten Mastgestänge der Bl. 4225 einseitigen oben erläuterten Sonderfalls, erfordert eine zusätzliche Traversenebene. Unter Berücksichtigung

der Mindestisolierluftstrecken zwischen dem Schirmseil und den spannungsführenden Leiterseilen 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. Es ist außerdem zu beachten, dass ab ein Masthöhe von 100 m die Zustimmung der Luftfahrtbehörde vor einer Umsetzung erforderlich ist (vgl. §§ 12 und 14 LuftVG).

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.

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

Zusammenfassend bedeutet das für die Minimierung, dass durch Anwendung der beschriebenen Maßnahmen auf gesamter Strecke vom Pkt. Wittlich (UA Wengerohr) bis zu den Einführungen in die UA Niederstedem eine Reduzierung der elektrischen Felder auf eine maximale Grenzwertausschöpfung von 40% und eine Reduzierung der magnetischen Felder auf eine maximale Grenzwertausschöpfung von 21% erreicht werden konnte. Diese Werte gelten am maßgeblichen Minimierungsort mit der stärksten Exposition (Lfd. Nr. 22). An allen übrigen Minimierungsorten treten geringere elektrische Feldstärken und magnetische Flussdichten auf. Damit umfasst die Optimierung alle maßgeblichen Minimierungsorte (Lfd. Nrn. 1 - 56) und wurde wirksam umgesetzt.

Der im Bereich der Einführungen in die Anlage Niederstedem liegende maßgebliche Immissions- und Minimierungsort Gemarkung Niederstedem, Flur 14, Flurstücke 19/10, 19/12 ist aufgrund der technischen Gegebenheit die oben geschildert wurden soweit es die Lage im Bereich des Umspannanlagen Geländes zulassen minimiert.

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 10.7.

6 Fazit

Die Amprion GmbH plant als Ersatzneubau für die 110-/220-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Neuwied (Bl. 2409) die Errichtung 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Punkt Metternich – Niederstedem (Bl. 4225) im Genehmigungsabschnitt Nr. 3 von der UA Wengerohr bis zur UA Niederstedem, welche unter anderem dem Abtransport von Windstrom aus der Eifel sowie zur Verbesserung der Anbindung von Luxemburg und Frankreich dient. Weiterhin wird in diesem Vorhaben der Ersatzneubau der bestehenden Bl. 4530 durch die geplante Bl. 4531 realisiert.

Die durch diese 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 2,0 kV/m und 56 µT (vgl. Tabelle 9). Sie liegen damit deutlich unterhalb der Grenzwertvorgaben der 26. BImSchV von 5 kV/m und 100 µT.

Diese Maximalwerte (2,0 kV/m und 56 µT) gelten für die Immissions- bzw. Minimierungsorte direkt unter bzw. im Bewertungsabstand der Leitungen. 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. In beiden technischen Abschnitten vom Pkt. Wittlich bis hin zur UA Niederstedem 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
Asset Management
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), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432).
- [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 (up to 300 GHz)," *Health Physics*, vol. 74, no. 4, pp. 494-522, 1998.
- [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 (BAnz 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 Trassenverlaufs (schematisch).....	4
Abbildung 2: Mastgrundformen: (a) Einebene, (b) Donau, (c) Donau-Einebene.....	11

A.3 Tabellen

Tabelle 1: Grenzwerte für 16,7-Hz- und 50-Hz-Anlagen	8
Tabelle 2: Spannungsbereiche der in den deutschen Verteil- und Übertragungsnetz eingesetzten Spannungsebenen.	10
Tabelle 3: Thermisch maximal zulässiger Dauerstrom I_b der im Vorhaben geplanten Leiterseile und Bündelleiter.	11
Tabelle 4: Maßgebliche Immissionsorte im Bereich der Bl. 4225, 1. Technischer Abschnitt.	17
Tabelle 5: Maßgebliche Immissionsorte im Bereich der Bl. 4225 und Bl. 4531, 2. Technischer Abschnitt.	18
Tabelle 6: Maßgebliche Immissionsorte im Bereich des 110-/220-kV-Freileitungsprovisorium Pkt. Wittlich - Altrich (Bl.2409).....	19
Tabelle 7: Maßgebliche Minimierungsorte im Bereich der Bl. 4225, 1. Technischer Abschnitt.....	24
Tabelle 8: Maßgebliche Minimierungsorte im Bereich der Bl. 4225 und Bl. 4531, 2. Technischer Abschnitt.	25
Tabelle 9: Feldimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten.	25
Tabelle 10: Vergleich der Feldimmissionen bei nicht optimierter Leiteranordnung (Ungünstigste Phasenlage) und der geplanten optimierten Leiteranordnung im 1. Technischen Abschnitt..	32
Tabelle 11: Vergleich der Feldimmissionen bei nicht optimierter Leiteranordnung (Ungünstigste Phasenlage) und der geplanten optimierten Leiteranordnung im 2. Technischen Abschnitt..	33

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	Umspananlage
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)
$W(f)$	Immissionswert bei der Frequenz f

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