

# Immissionsschutzbericht

Nr. B0057

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

Ersatzneubau der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach  
– Bundesgrenze (LU), Bl. 4247

einschließlich erforderlicher Provisorien.

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

Ausgestellt: 31.10.2024

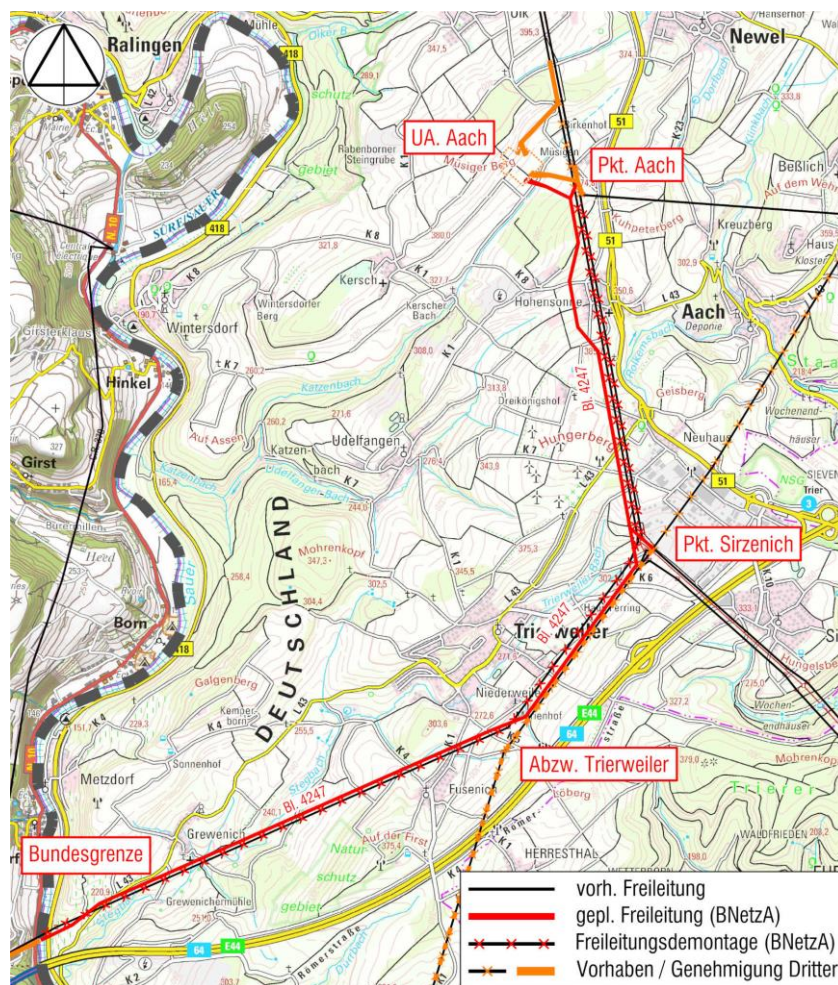
Dieses Dokument besteht aus 57 Seiten.  
Registratur: G-TI-P/Suh

## Inhalt

1	Einführender Teil .....	3
1.1	Physikalische Grundlagen.....	5
1.2	Gesetzliche Anforderungen an Niederfrequenzanlagen .....	6
2	Anlagenbeschreibung.....	9
2.1	Technische Parameter .....	12
2.2	Leitungseinführung: UA Aach – Pkt. Aach, Spannfelder von P001/P002 bis Mast Nr. 2 .....	13
2.3	Technischer Abschnitt 1: Pkt. Aach – Pkt. Sirzenich, Spannfelder von Mast Nr. 2 – Mast Nr. 12 .....	15
2.4	Technischer Abschnitt 2: Pkt. Sirzenich – Abzweig Trierweiler, Spannfeld von Mast Nr. 12 – Mast Nr. 16 .....	19
2.5	Technischer Abschnitt 3: Abzweig Trierweiler – Bundesgrenze, Spannfeld von Mast Nr. 16 – Bundesgrenze.....	20
2.6	Temporär zu errichtende Freileitungs- und Baueinsatzkabelprovisorien .....	21
3	Ermittlung .....	26
3.1	Methodik .....	26
3.2	Maßgebliche Immissionsorte .....	27
3.3	Immissionsbetrachtung .....	31
3.4	Maßgebliche Minimierungsorte .....	32
4	Ergebnisse .....	39
4.1	Grenzwerteinhaltung .....	39
4.2	Immissionsbetrachtung .....	40
4.3	Vermeidung erheblicher Belästigungen oder Schäden.....	41
4.4	Anforderungen zur Vorsorge.....	41
5	Angaben zur Qualität.....	50
6	Fazit .....	51
A	Verzeichnisse .....	52
A.1	Fachliteratur, Gesetze und Normen .....	52
A.2	Abbildungen .....	53
A.3	Tabellen .....	53
A.4	Abkürzungen.....	55
A.5	Formelzeichen .....	56
B	Zertifikate .....	57

# 1 Einführender Teil

Die Amprion GmbH plant den Bau und Betrieb der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, von der geplanten Umspannanlage Aach (separates Antragsverfahren) bis zur deutsch-luxemburgischen Grenze. Geplant ist eine ca. 10,7 km lange 380-kV-Drehstrom-Freileitung mit zwei Stromkreisen als Ersatzneubau im bzw. unmittelbar neben dem vorhandenen Trassenraum der 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Niederstedem, Bl. 4530, und der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384. Diese werden nach Inbetriebnahme der Bl. 4247 ganz (Bl. 2384) bzw. teilweise (Bl. 4530) demontiert.



**Abbildung 1:** Übersicht des Trassenverlaufs der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247.

Im Abschnitt vom Pkt. Aach bis zum Pkt. Sirzenich werden auf einem Mehrfachgestänge zwei 380-kV-Stromkreise der Amprion GmbH und zwei 110-kV-Stromkreise der Westnetz GmbH geplant. Dafür ist eine Anbindung an die bestehende 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier (Westnetz GmbH), Bl. 0143 geplant, ausgehend von dem Mast Nr. 69 der Bl. 0143 auf die geplante Bl. 4247, Mast Nr. 2, sowie eine Rückführung auf die bestehenden Bl. 0143, Mast Nr. 83, von dem Mast Nr. 11 der Bl. 4247. Nach Inbetriebnahme der Bl. 4247 wird der Abschnitt von Mast Nr. 70 bis Mast Nr. 82 der Bl. 0143 ebenfalls demontiert.

**Seite 4 von 57**

Der geplante Trassenverlauf ist in Abbildung 1 dargestellt.

Diese Planung wird bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Immissionen elektrischer und magnetischer Felder in diesem Bericht betrachtet und die Zulässigkeit im Sinne der 26. BImSchV bewertet.

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 immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige 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 des Betriebs der beantragten Höchstspannungsfreileitungen zu erwartenden elektrischen und magnetischen Felder rechnerisch prognostiziert und die Zulässigkeit des Vorhabens bezüglich der Anforderungen der 26. BImSchV bewertet.

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 Art. 1 des Gesetzes vom 03. Juli 2024 I Nr. 225
- *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, BAnz AT 03.03.2016 B6)
- *LAI- Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren sowie Hinweise zur schalltechnischen Beurteilung bei der Umstellung von Übertragungsnetzen auf das Betriebskonzept des witterungsabhängigen Freileitungsbetriebs (WAFB)* mit Beschluss des Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) in der 143. Sitzung am 29. und 30 März 2022 im UMK Umlaufverfahren Nr. 14/2022
- *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 2023 (Build 3226) der Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie – FGEU mbH, Berlin

**Seite 5 von 57**

- *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 50413:2020*, Berlin: VDE Verlag GmbH.
- *Grundsätze für die Ausbauplanung des deutschen Übertragungsnetzes der vier Übertragungsnetzbetreiber in Deutschland*. Ausgabe Juli 2022. <https://www.amprion.net/Netzausbau/Netzplanungsgrundsätze/>

Die für diesen Immissionsbericht verantwortlichen Mitarbeiter\*innen 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 beträgt die Frequenz der elektrischen und magnetischen Felder 50 Hertz (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 durch das Anliegen einer Spannung 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 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.

**Seite 6 von 57**

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 Einspeisung und Last tageszeiten-, jahreszeiten- und witterungsabhängig. Im gleichen Verhältnis der 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 beeinflusst werden. Dies ist großräumig, etwa bei Gebäuden, nicht praktikabel.

Die zu betrachtende physikalische Größe ist die magnetische Flussdichte  $B$ . Sie wird in Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ) 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 wider [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 und -erdkabel 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 $\mu\text{T}$

**Tabelle 1:** Grenzwerte für 50-Hz-Anlagen.

**Seite 7 von 57**

Davon abweichend gelten nach §§ 3 Abs. 1 und 4 Abs. 1 der 26. BImSchV für bestimmte Altanlagen spezifische Sonderregelungen für kurzzeitige und kleinräumige Überschreitungen der Grenzwerte.

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.

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 unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren. Das Nähere regelt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) [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 reduziert werden. Als maßgebliche Minimierungsorte gelten Gebäude, Gebäudeteile oder Grundstücke, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, insbesondere Wohnungen, Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze oder ähnliche Einrichtungen.

Die Prüfung möglicher Minimierungsmaßnahmen erfolgt dabei individuell für die geplante Niederfrequenzanlage einschließlich ihrer geplanten Leistung und für die festgelegte Trasse. 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



**Seite 8 von 57**

der jeweiligen Anlage befindet. Liegen mehrere maßgebliche Minimierungsorte innerhalb des Einwirkungsbereiches, werden bei der Minimierung alle maßgeblichen Minimierungsorte gleichrangig betrachtet.

In Abhängigkeit der geplanten Niederfrequenzanlagen kann 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 nach Ziff. 3.1 der 26. BImSchVVwV 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.

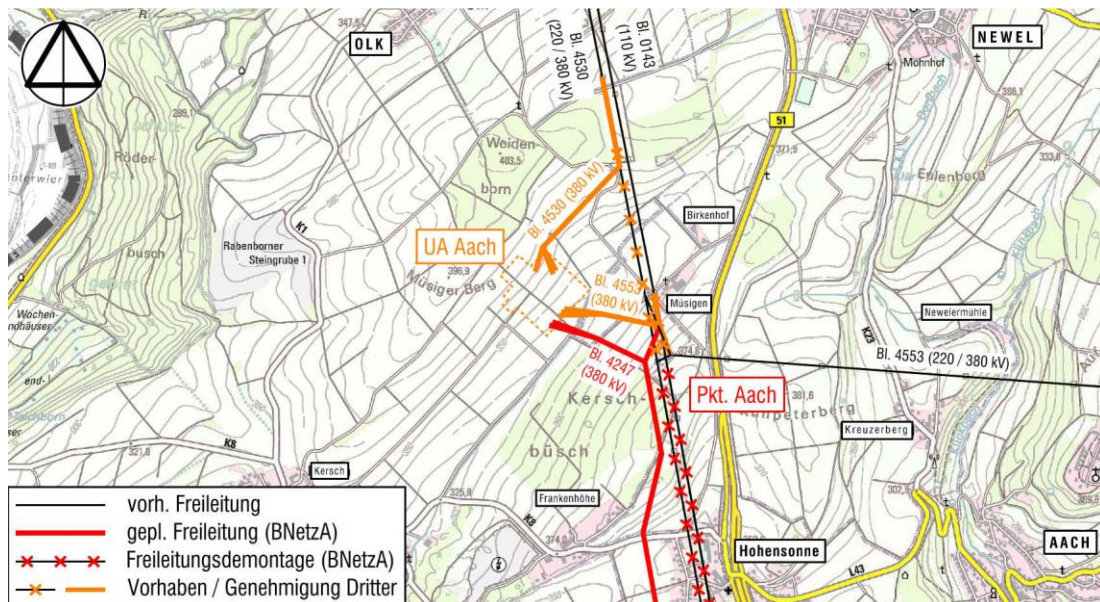
Die Umsetzung des Minimierungsgebotes erfolgt in drei Teilschritten: einer Vorprüfung nach Nr. 3.2.1, einer Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen nach Nr. 3.2.2 und einer Maßnahmenbewertung nach Nr. 3.2.3 der 26. BImSchVVwV.



## 2 Anlagenbeschreibung

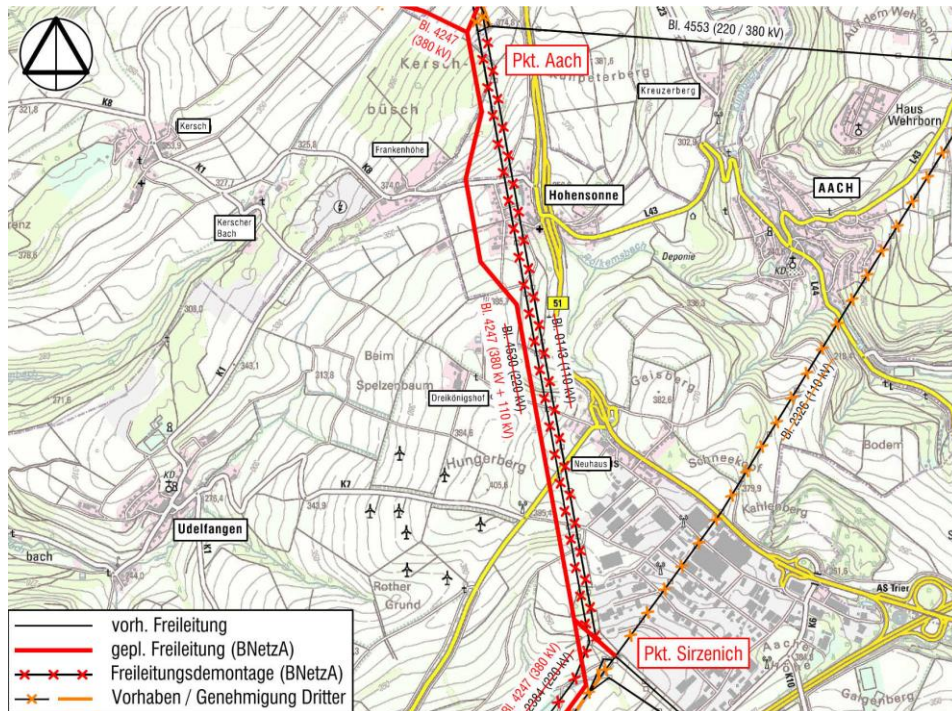
Grundlage für die Ermittlung und Bewertung der elektrischen und magnetischen Felder an den Immissions- und Minimierungsorten ist der Verlauf der Trasse sowie die technischen und elektrischen Konfigurationen der Höchstspannungsleitungen. In dem Register 2 (Übersichtspl., M 1:25.000) ist der Trassenverlauf des gesamten Vorhabens kartografisch dargestellt.

Der Ersatzneubau der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, ist aufgrund verschiedener Konstellationen, wie zum Beispiel das teilweise Mitführen der 110-kV-Hochspannungsfreileitung, in mehrere Teile gegliedert. Diese umfassen die Leitungseinführung der Bl. 4247 in die geplante Umspannanlage Aach sowie drei technische Leitungsabschnitte, die im Folgenden detailliert beschrieben werden. In den Abbildungen 2-5 sind die Abschnitte dargestellt.

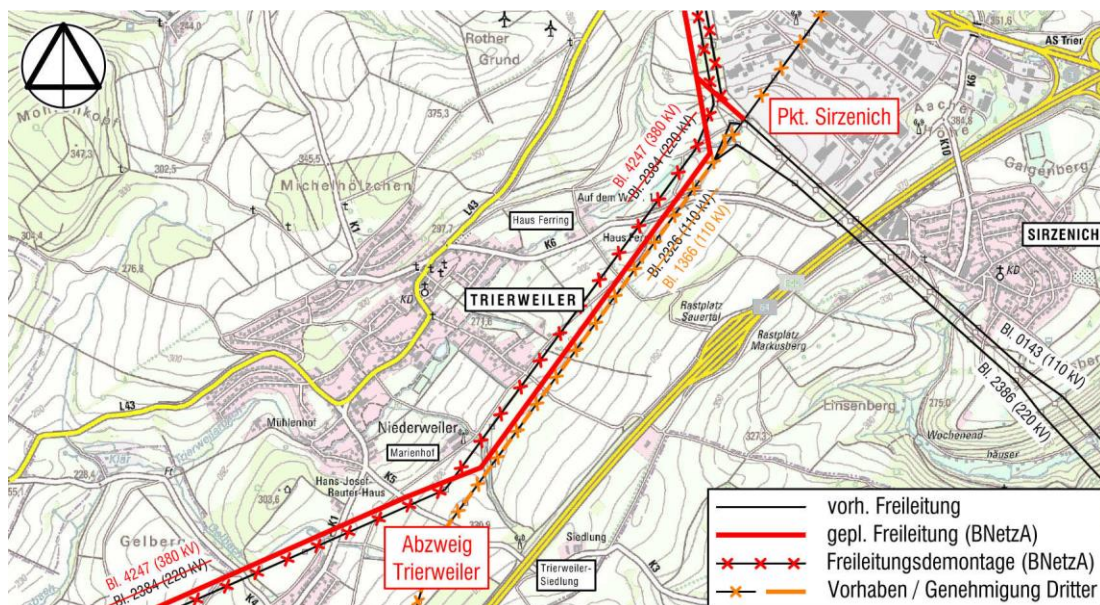


**Abbildung 2:** Leitungseinführung in die UA Aach mit den Spannungsfeldern von den Portalen P001/P002 bis zum Mast Nr. 2 der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247.



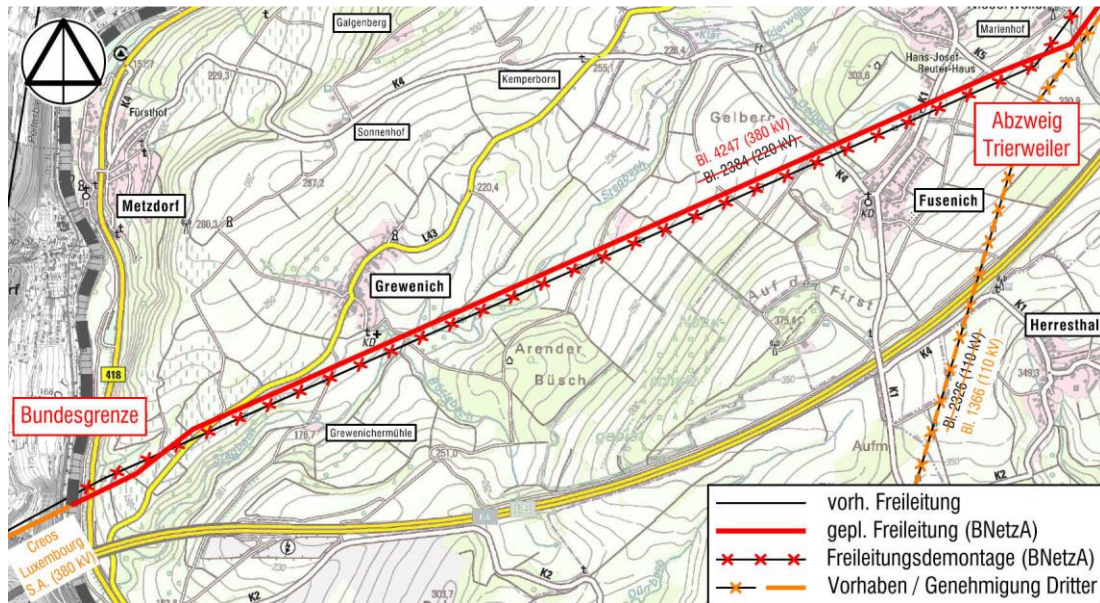


**Abbildung 3:** Erster technischer Abschnitt mit den Spannungsfeldern von Mast Nr. 2 bis Mast Nr. 12 der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247.



**Abbildung 4:** Zweiter technischer Abschnitt mit den Spannungsfeldern von Mast Nr. 12 bis Mast Nr. 16 der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247.





**Abbildung 5:** Dritter technischer Abschnitt mit den Spannungsfeldern von Mast Nr. 16 bis Bundesgrenze (LU) der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247.

Nach Inbetriebnahme der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitungsleitung Aach – Bundesgrenze (LU) werden zudem Rückbaumaßnahmen an folgenden bestehenden Freileitungen notwendig

- Demontage der 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich - Niederstedem, Bl. 4530, der Amprion GmbH zwischen dem Pkt. Aach und dem Pkt. Sirzenich, Maste Nr. 1 bis 11 mit zwei 220-kV-Stromkreisen und einem Ankerstromkreis.
- Demontage der 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg - Trier, Bl. 0143, der Westnetz GmbH zwischen dem Pkt. Aach und dem Pkt. Sirzenich, Maste Nr. 70 bis 82 mit zwei 110-kV-Stromkreisen.
- Demontage der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich - Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384, der Amprion GmbH zwischen dem Pkt. Sirzenich und der Bundesgrenze zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Großherzogtum Luxemburg, Maste Nr. 1 bis 21 mit zwei 220-kV-Stromkreisen.

Eine detaillierte Auflistung der zu demontierenden Beseilungen ist im Erläuterungsbericht, Kapitel 2.1 Maßnahmenbeschreibung, Tabelle 1 zu finden.

Die Errichtung der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, ist westlich der bestehenden 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Niederstedem, Bl. 4530, und der 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier (Westnetz GmbH), Bl. 0143, sowie nördlich und südlich der bestehenden 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384, geplant. Um die Stromversorgung zwischen dem Großherzogtum Luxemburg und der Bundesrepublik Deutschland während der Bauphase der geplanten Bl. 4247 permanent sicher aufrecht zu halten, bleiben

**Seite 12 von 57**

die Stromkreise auf der Bl. 4350, der Bl. 2384 und der Bl. 0143 während der Bauphase mithilfe von Provisorien in Betrieb.

Nach Fertigstellung der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, kann die Demontage der oben genannten Abschnitte erfolgen.

## 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. Zudem ist es zur Gewährleistung der Netzstabilität notwendig, die Netzfrequenz in einem sehr engen Toleranzbereich zu halten.

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 dem deutschen Verteil- und Übertragungsnetz eingesetzte Spannungsebenen nach DIN EN 50160.

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. Stromstärken über 4 kA, wie z. B. bei Viererbündel mit Seilen des Typs AL/ACS 550/70 möglich sind, dürfen im Grundfall und (n-1)-Ausfall jedoch nach den derzeit gültigen Planungsgrundsätzen der vier Übertragungsnetzbetreiber nicht überschritten werden [10]. Insofern sind die auf Grundlage von Stromstärken über 4 kA ermittelten magnetischen Felder höher als die tatsächlich maximal auftretenden.

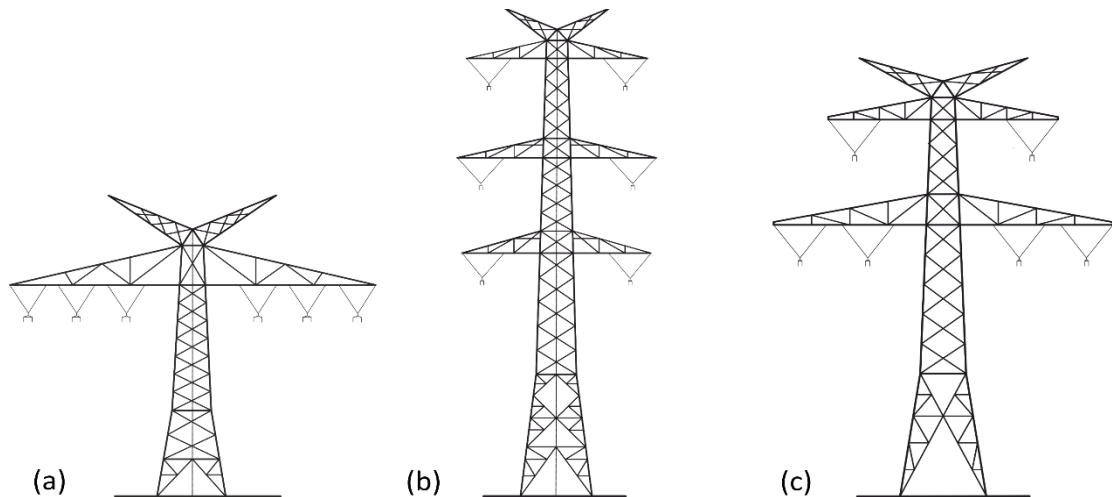
Bezeichnung	Einfachseil	Zweierbündel	Dreierbündel	Viererbündel
AL/ST 240/40	0,645 kA	1,290 kA	1,935 kA	2,580 kA
AL/ST 265/35	0,680 kA	1,360 kA	2,040 kA	2,720 kA
AL/ACS 550/70	1,087 kA	2,174 kA	3,261 kA	4,348 kA

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

Die zum Einsatz kommenden Mastkopfgeometrien setzen sich aus drei Grundformen zusammen – Einebene, Tonne oder Donau. Sie sind in Abbildung 6 gezeigt. Diese Grundformen können für den Fall, dass mehrere Stromkreise geführt werden sollen, auch kombiniert oder

**Seite 13 von 57**

erweitert werden. Jede Grundform weist Vor- und Nachteile auf, weshalb die Auswahl einzelfallbezogen in Abhängigkeit von beispielsweise planerischen, umweltfachlichen und feldreduzierenden Aspekten erfolgt. Auch betriebliche Gründe sind dabei zu berücksichtigen und können die Auswahl einschränken.



**Abbildung 6:** Mastgrundformen: (a) Einebene, (b) Tonne, (c) Donau.

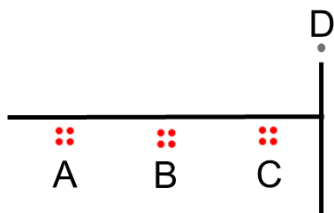
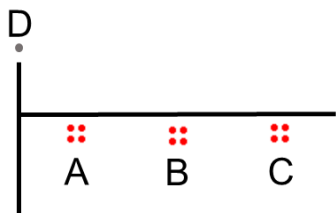
## 2.2 Leitungseinführung: UA Aach – Pkt. Aach, Spannungsfelder von P001/P002 bis Mast Nr. 2

Für die geplante Umspannanlage Aach ist die Einführung der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, mit zwei 380-kV-Stromkreisen vorgesehen. Diese Stromkreise verlaufen vom Punkt Aach, Mast Nr. 2, bis zu den beiden Portalen an der Umspannanlage Aach, P001 und P002.

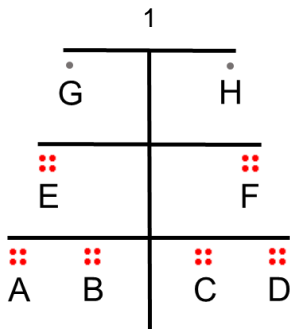
Nördlich der Leitungseinführung, ebenfalls von der Umspannanlage Aach ausgehend, verläuft zukünftig die 110-/220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Uchtelfangen, Bl. 4553. Deren Umbau ist nicht Teil dieses Antragsverfahrens, wird jedoch für den Immissionsschutzbericht der Bl. 4247 berücksichtigt. In diesem Abschnitt erstreckt sich die Bl. 4553 von der UA Aach bis zu dem Mast Nr. 1.

Eine Zusammenfassung der Beseilung und Leiteranordnung der geplanten Freileitung für die Leitungseinführung in die UA Aach ist der Tabelle 4 und Tabelle 5 zu entnehmen. Die Beseilung und Leiteranordnung der berücksichtigten Bl. 4553 in paralleler Lage ist in Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 13 zu finden.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1/2	380	ABC	4	AL/ACS 550/70
Erdseil	–	D	1	AY/ACS 241/40

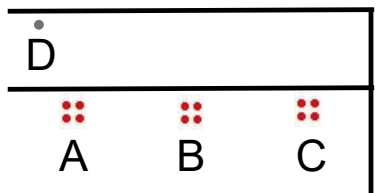
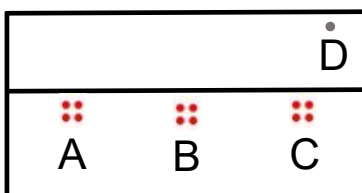
Mastnr.	P001	P002
Masttyp		

**Tabelle 4:** Stromkreisbelegung von UA Aach (P001 und P002) bis Mast Nr. 1 der Bl. 4247.

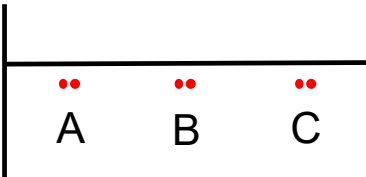
System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	380	ABE	4	AL/ACS 550/70
2	380	CDF	4	AL/ACS 550/70
Erdseil	–	G	1	AY/ACS 241/40
Erdseil	–	H	1	AY/ACS 241/40
<b>Mastnr.</b>	1			
<b>Masttyp</b>				

**Tabelle 5:** Stromkreisbelegung an Mast Nr. 1 der Bl. 4247.

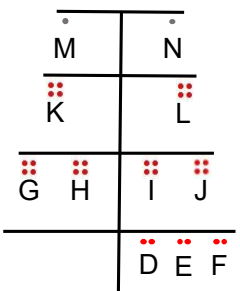
System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1/2	380	ABC	4	TALACS 265/35
Erdseil	–	D	1	AL/ACS 265/35 & AY/ACS 421/40

Mastnr.	P011			P012		
Masttyp						

**Tabelle 6:** Stromkreisbelegung an den Portalen P011 und P012 der Bl. 4553.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
3	220	ABC	2	AL/ACS 265/35
<b>Mastnr.</b>		P013		
<b>Masttyp</b>				

**Tabelle 7:** Stromkreisbelegung an dem Portal P013 der Bl. 4553.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	380	GHK	4	TALACS 265/35
2	380	IJL	4	TALACS 265/35
3	220	DEF	2	AL/ACS 265/35
Erdseil	–	M	1	AL/ACS 265/35
Erdseil	–	N	1	AY/ACS 241/40
<b>Mastnr.</b>		1A		
<b>Masttyp</b>				

**Tabelle 8:** Stromkreisbelegung an Mast Nr. 1A der Bl. 4553.

### 2.3 Technischer Abschnitt 1: Pkt. Aach – Pkt. Sirzenich, Spannungsfelder von Mast Nr. 2 – Mast Nr. 12

Der erste technische Abschnitt der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, beginnt ab Mast Nr. 2 und endet bei Mast Nr. 12.

Nördlich zu dem ersten Spannungsfeld, ebenfalls von der Umspannanlage Aach ausgehend, verläuft zukünftig die 110-/220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Uchtelfangen, Bl. 4553, deren Umbau nicht Teil dieses Antragsverfahrens ist, welche jedoch für den Immissionsschutzbericht der Bl. 4247 berücksichtigt wird. Parallel zum ersten technischen Abschnitt verlaufen die Spannungsfelder von Mast Nr. 1B bis Mast Nr. 1 der Bl. 4553.

Ab Mast Nr. 2 der Bl. 4247 werden bis Mast Nr. 11 zusätzlich zwei 110-kV-Stromkreise der Westnetz GmbH mitgeführt. Diese kommen aus nördlicher Richtung von der bestehenden



**Seite 16 von 57**

110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143, ausgehend von Mast Nr. 69. Die Anbindung der Bl. 0143 von Mast Nr. 69 über den geplanten Mast Nr. 1B der Bl. 4553 bis zu der geplanten Bl. 4247 an den Mast Nr. 2 ist ebenfalls Teil dieses Verfahrens.

Zwischen Mast Nr. 2 und Mast Nr. 11 der geplanten Bl. 4247 sollen auf dem Mehrfachgestänge demnach zukünftig vier Stromkreise betrieben werden, zwei 380-kV-Stromkreise der Amprion GmbH auf den beiden oberen Traversen und zwei 110-kV-Stromkreise der Westnetz GmbH auf den unteren Traversen.

Ab Mast Nr. 11 der Bl. 4247 werden die zwei 110-kV-Stromkreise zurück auf die bestehende 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143, auf Mast Nr. 83 geleitet.

Die 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143 verläuft im Weiteren zwischen Mast Nr. 70 und Mast Nr. 82 parallel zu der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsleitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, und wird nach Inbetriebnahme der Bl. 4247 in diesem Abschnitt zurückgebaut.

Ebenfalls zu dem technischen Abschnitt 1 parallel verlaufend ist die bestehende 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Niederstedem, Bl. 4530, welche im Zuge dieses Verfahrens zwischen Mast Nr. 1 bis Mast Nr. 11 zurückgebaut wird.

Eine Zusammenfassung der Beseilung und Leiteranordnung der geplanten Freileitung im technischen Abschnitt 1 ist der Tabelle 10, Tabelle 11 und für Mast Nr. 12 in Tabelle 14 zu entnehmen. Die Beseilung und Leiteranordnung der parallelen Bl. 4553 von Mast Nr. 1B bis Mast Nr. 1 ist in Tabelle 13 zu finden und die Beseilung und Leiteranordnung der Bl. 0143 Mast Nr. 69 und Mast Nr. 83 in Tabelle 9 und Tabelle 12.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	110	ABE	1	AL/ST 265/35
2	110	CDF	1	AL/ST 265/35
Erdseil	–	G	1	AY/AW 83/34

<b>Mastnr.</b>	69
<b>Masttyp</b>	

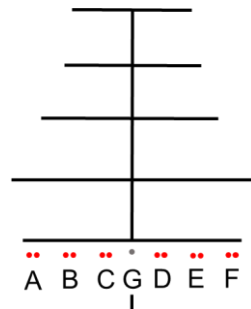
**Tabelle 9:** Stromkreisbelegung an Mast Nr. 69 der Bl. 0143.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	110	ABC	2	AL/ST 265/35
2	110	DEF	2	AL/ST 265/35
Erdseil	–	G	1	AY/ACS 241/40

**Mastnr.**

1B

**Masttyp**



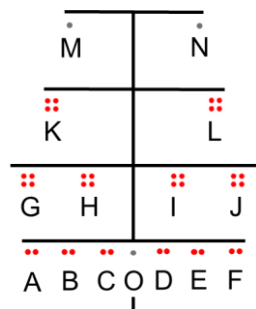
**Tabelle 10:** Stromkreisbelegung der zwei geplanten 110-kV-Stromkreise der Bl. 4247 an Mast Nr. 1B der Bl. 4553.

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	2	AL/ST 265/35
4	110	DEF	2	AL/ST 265/35
Erdseil	–	M	1	AY/ACS 241/40
Erdseil	–	N	1	AY/ACS 241/40
Erdseil	–	O	1	AY/ACS 241/40

**Mastnr.**

2 - 11

**Masttyp**

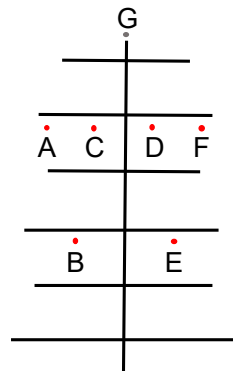


**Tabelle 11:** Stromkreisbelegung von Mast Nr. 2 bis Mast Nr. 11 der Bl. 4247.

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	AY/AW 163/34

**Mastnr.** 83

**Masttyp**



**Tabelle 12:** Stromkreisbelegung an Mast Nr. 83 der Bl. 0143.

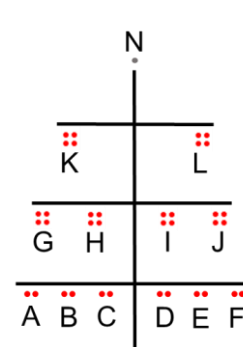
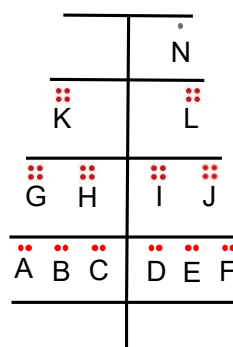
System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	380	GHK	4	TALACS 265/35
2	380	IJL	4	TALACS 265/35
3	220	ABC	2	AL/ACS 265/35
4	220	DEF	2	AL/ACS 265/35
Erdseil	–	N	1	AY/ACS 241/40

**Mastnr.**

1B

1

**Masttyp**



**Tabelle 13:** Stromkreisbelegung an Mast Nr. 1B und Mast Nr. 1 der Bl. 4553.

## 2.4 Technischer Abschnitt 2: Pkt. Sirzenich – Abzweig Trierweiler, Spannungsfeld von Mast Nr. 12 – Mast Nr. 16

Der technische Abschnitt 2 von Mast Nr. 12 bis Mast Nr. 16 der geplanten Bl. 4247, wird daher planmäßig mit zwei 380-kV Stromkreisen betrieben.

Der Ersatzneubau der geplanten Bl. 4247 ist auf diesem Abschnitt südlich der bestehenden 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384, geplant, die im Zuge dieses Verfahrens zurückgebaut wird.

Parallel zu der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, verläuft auf dem zweiten technischen Abschnitt die 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Koblenz – Merzig, Bl. 2326, der Westnetz GmbH. Diese wird mit zwei 110-kV-Stromkreisen betrieben. Die Freileitung ist nicht Teil des Verfahrens, wird für die Berechnung der elektrischen und magnetischen Felder jedoch mitberücksichtigt.

Eine Zusammenfassung der Beseilung und Leiteranordnung der geplanten Freileitung Bl. 4247 im technischen Abschnitt 2 ist der Tabelle 14 zu entnehmen. Die Beseilung und Leiteranordnung der berücksichtigten Bl. 2326 ist in Tabelle 15 zu finden.

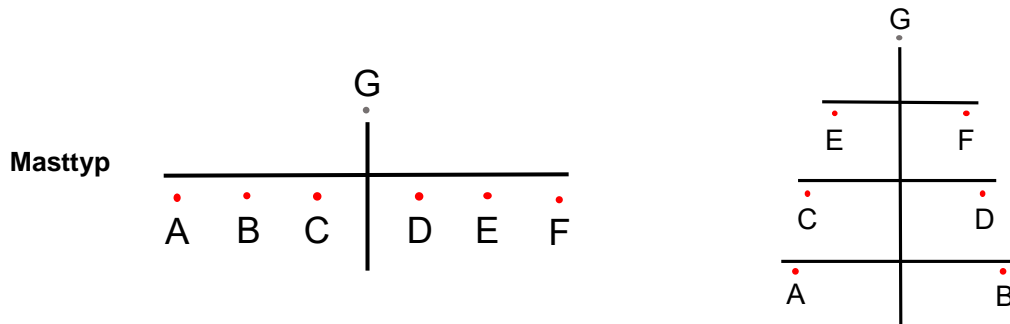
System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	380	ABE	4	AL/ACS 550/70
2	380	CDF	4	AL/ACS 550/70
Erdseil	–	G	1	AY/ACS 241/40
Erdseil	–	H	1	AY/ACS 241/40

<b>Mastnr.</b>	12-16	
<b>Masttyp</b>		

**Tabelle 14:** Stromkreisbelegung von Mast Nr. 12 bis Mast Nr. 16 der Bl. 4247.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	110	ACE	1	AL/ST 490/65
2	110	BDF	1	AL/ST 310/100
Erdseil	–	G	1	AY/AW 85/36
<b>Mastnr.</b>	436			436A - 445


**Tabelle 15:** Stromkreisbelegung von Mast Nr. 463 bis Mast Nr. 445 der Bl. 2326.

## 2.5 Technischer Abschnitt 3: Abzweig Trierweiler – Bundesgrenze, Spannungsfeld von Mast Nr. 16 – Bundesgrenze

Der dritte technische Abschnitt der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, streckt sich von Mast Nr. 16 und endet an der luxemburgischen Bundesgrenze zwischen Mast Nr. 28 und Mast Nr. XX der Creos Luxembourg S.A.. Auf diesem Abschnitt ist geplant die Freileitung mit zwei 380-kV Stromkreisen zu betreiben.

Südlich zu dem technischen Leitungsabschnitt 3 der geplanten Bl. 4247 verläuft derzeit die bestehende 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384, die im Zuge dieses Verfahrens zurückgebaut wird.

Für die Weiterführung der Höchstspannungsfreileitung auf dem Staatsgebiet des Großherzogtums Luxemburg ab der deutschen Bundesgrenze nach Mast Nr. 28 bis zu der geplanten Umspannanlage in Bofferdange ist die Creos Luxembourg S.A. zuständig. Dieser Abschnitt ist nicht Teil dieses Antragsverfahrens.

Eine Zusammenfassung der Beseilung und Leiteranordnung der geplanten Freileitung im technischen Abschnitt 3 ist Tabelle 16 zu entnehmen.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	380	ABE	4	AL/ACS 550/70
2	380	CDF	4	AL/ACS 550/70
Erdseil	–	G	1	AY/ACS 241/40
Erdseil	–	H	1	AY/ACS 241/40

<b>Mastnr.</b>	16 - 28			
<b>Masttyp</b>				

**Tabelle 16:** Stromkreisbelegung von Mast Nr. 16 bis Mast Nr. 28 der Bl. 4247.

## 2.6 Temporär zu errichtende Freileitungs- und Baueinsatzkabelprovisorien

Die geplante 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 ersetzt Teile der bestehenden 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Niederstedem, Bl. 4530, Abschnitte der 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143, der Westnetz GmbH sowie die gesamte 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384 auf deutscher Seite. Um die Stromversorgung zwischen dem Großherzogtum Luxemburg und der Bundesrepublik Deutschland während der Bauphase der geplanten Bl. 4247, permanent sicher aufrecht zu halten, werden Provisorien benötigt.

### 2.6.1 Provisorien der 110-/220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Uchtelfangen, Bl. 4553

Die Anbindung der bestehenden 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143, der Westnetz GmbH von Mast Nr. 69 an Mast Nr. 2 der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, erfolgt über Mast Nr. 1B der 110-/220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Uchtelfangen, Bl. 4553.

Während der Bauphase muss dieser Mast teilweise freigeschaltet werden, weshalb ein Provisorium zwischen Mast Nr. 1A und Mast Nr. 1 der Bl. 4553 erforderlich ist. Für dieses Provisorium wird ein 220-kV-Baueinsatzkabel verwendet, das eingezäunt auf dem Boden verlegt wird.

## 2.6.2 Provisorien der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384

Um die Stromversorgung zwischen dem Großherzogtum Luxemburg und der Bundesrepublik Deutschland während der Bauphase der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, permanent sicher aufrecht zu halten, kann die bestehende 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384, erst nach der Fertigstellung der Bl. 4247 außerbetrieb genommen und demontiert werden. Während der Bauphase bis hin zu der Inbetriebnahme der Bl. 4247 wird daher der Einsatz von mehreren Freileitungs- und Baueinsatzkabelprovisorien entlang der Bl. 2384 benötigt.

Das bestehende Spannungsfeld von Mast Nr. 1 der 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Niederstedem, Bl. 4530 bis zu dem Mast Nr. 1 der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384 wird von der geplanten Trasse der Bl. 4247 gekreuzt. Um den Betrieb der Bl. 2384 während der Bauphase zu gewährleisten, werden zwei 220-kV-Baueinsatzkabelprovisorien (BEK) von Mast Nr. 1 der Bl. 4530 bis kurz vor Mast Nr. 2 der Bl. 2384 verlegt. Diese verlaufen ab Mast Nr. 1 der Bl. 4530 unterhalb und parallel zu der geplanten Bl. 4247 eingezäunt auf dem Boden. Die 220-kV-BEKs enden an zwei temporären Stöma-Portalen, die nördlich des Mastes Nr. 2 der Bl. 2384 aufgestellt werden. Von den Stöma-Portalen weiterführend auf den Mast Nr. 2 der Bl. 2384 wird die Verbindung mit Hilfe von Freileitungsprovisorien hergestellt. Die folgende Tabelle 17 zeigt die Stromkreisbelegung der Stöma-Portale.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	220	ABE	2	AL/ST 240/40
2	220	CDF	2	AL/ST 240/40
Erdseil	–	H	1	AY/ACS 184/17

<b>Mastnr.</b>	P1	P2
----------------	----	----

<b>Masttyp</b>		
----------------	--	--

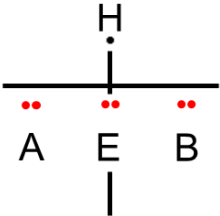

**Tabelle 17:** Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P1 und P2 der Bl. 2384.

Zwischen dem Mast Nr. 6 und dem Mast Nr. 7 der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384, quert die geplante Höchstspannungsfreileitung Bl. 4247 die bestehende Freileitung Bl. 2384 erneut. Für den fortlaufenden Betrieb der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung während der Bauphase werden südlich von Mast Nr. 5, P3 und P4, sowie nord-östlich von Mast Nr. 8, P5 und P6, jeweils zwei temporäre Stöma-Portale aufgebaut. Zwischen den Portalen kommen zwei 220-kV-Baueinsatzkabel zum Einsatz. Diese verlaufen unterhalb der geplanten Bl. 4247 eingezäunt auf dem Boden. Für die Anbindung an die bestehende Leitung von den Stöma-Portalen P3 und P4 an Mast Nr. 5 sowie von P5 und


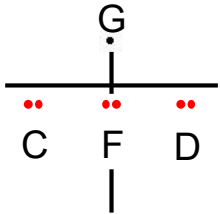


**Seite 23 von 57**

P6 an Mast Nr. 8 werden jeweils zwei 220-kV-Freileitungsprovisorien eingerichtet, die wie in Tabelle 18 und Tabelle 19 beschrieben betrieben werden.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	220	ABE	2	AL/ST 240/40
2	220	CDF	2	AL/ST 240/40
Erdseil	–	H	1	AY/ACS 184/17
<b>Mastnr.</b>	P3			P4
<b>Masttyp</b>				


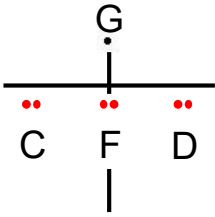
**Tabelle 18:** Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P3 und P4 der Bl. 2384.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	220	ABE	2	AL/ST 240/40
2	220	CDF	2	AL/ST 240/40
Erdseil	–	G	1	AY/ACS 184/17
<b>Mastnr.</b>	P5			P6
<b>Masttyp</b>				

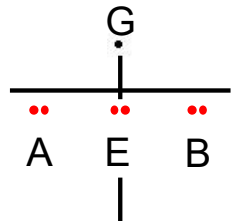

**Tabelle 19:** Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P5 und P6 der Bl. 2384.

Im Spannungsfeld von Mast Nr. 20 bis Mast Nr. 21 der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384, kommt es erneut zu einer Kreuzung mit der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247. Für die Unterquerung der neugeplanten Freileitung werden süd-westlich des Mastes Nr. 19, P7 und P8 sowie nord-östlich des Mastes Nr. 21, P9 und P10, jeweils zwei temporäre Stöma-Portale aufgestellt. Zwischen den Portalen kommen ebenfalls zwei 220-kV-Baueinsatzkabel zum Einsatz, diese verlaufen unterhalb der geplanten Bl. 4247 eingezäunt auf dem Boden.

Für die Anbindung an die bestehende Leitung von den Stöma-Portalen P7 und P8 an Mast Nr. 19 sowie von P9 und P10 an Mast Nr. 21 werden jeweils zwei 220-kV-Freileitungsprovisorien eingerichtet, die wie in Tabelle 20 und Tabelle 21 beschrieben betrieben werden.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	220	ABE	2	AL/ST 240/40
2	220	CDF	2	AL/ST 240/40
Erdseil	–	G	1	AY/ACS 184/17
<b>Mastnr.</b>	P7		P8	
<b>Masttyp</b>				

**Tabelle 20:** Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P7 und P8 der Bl. 2384.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	220	ABE	2	AL/ST 240/40
2	220	CDF	2	AL/ST 240/40
Erdseil	–	G	1	AY/ACS 184/17
<b>Mastnr.</b>	P9		P10	
<b>Masttyp</b>				

**Tabelle 21:** Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P9 und P10 der Bl. 2384.

Bis zu der Fertigstellung der geplanten 380-kV-Höchstspannungsfreileitung der Creos Luxembourg S.A, die von der deutschen Bundesgrenze bis zu der Umspannanlage Bofferdange führen soll, wird die geplante 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 ab Mast Nr. 28 mittels zweier 220-kV-Baueinsatzkabelprovisorien auf die oben erwähnten Stöma-Portale P9 und P10 der Bl. 2384 geführt und an das Bestandnetz angeschlossen.


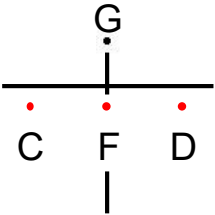
### 2.6.3 Provisorien der 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143

Um die Stromversorgung in der 110-kV-Ebene während der Umbauarbeiten dauerhaft zu gewährleisten, kann die 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143, erst nach Fertigstellung der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, im Teilstück von Mast Nr. 70 bis Mast Nr. 81 demontiert werden. Mast Nr. 82 kann bereits früher demontiert werden. Um den dauerhaften Betrieb der beiden 110-kV-

**Seite 25 von 57**

Stromkreise zu gewährleisten und uneingeschränkt an alle notwendigen Bauflächen zu gelangen, werden auf der Bl. 0143 zwischen Mast Nr. 81 bis Mast Nr. 83 die Freileitungen durch auf den Boden verlegte Baueinsatzkabelprovisorien ersetzt. Südlich des Mastes Nr. 81 werden dafür zwei temporäre Stöma-Portale, P5 und P6, aufgestellt und mit Hilfe von zwei 110-kV-Freileitungsprovisorien mit dem Bestandsmast Nr. 81 verbunden. Zwischen den Stöma Portalen und dem Mast Nr. 83 kommen zwei 110-kV-Baueinsatzkabel zum Einsatz.

In Tabelle 22 ist die Stromkreisbelegung der Stöma-Portale P5 und P6 der Bl. 0143 beschrieben.

System	Nennspannung [kV]	Seile	Bündel	Seiltyp
1	110	ABE	1	AL/ST 240/40
2	110	CDF	1	AL/ST 240/40
Erdseil	–	G	1	AL/ST 120/20
<b>Mastnr.</b>	P5		P6	
<b>Masttyp</b>				

**Tabelle 22:** Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P5 und P6 der Bl. 0143.

### 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 werden gem. der Methodik der LAI-Hinweise [11] maßgebliche Immissionsorte ermittelt und für diese die erforderlichen Berechnungen durchgeführt.

#### 3.1 Methodik

Elektrische und magnetische Felder lassen sich mit den Gleichungen der klassischen Elektrodynamik sicher berechnen [5, 12, 13]. Anwendung finden diese Gleichungen in der Software *WinField* (ebenfalls unter *EFC-400* vermarktet) der FGEU mbH [14]. 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, 12, 13, 14], für die Berechnung der magnetischen Flussdichte wird das Ampère'sche Gesetz ausgewertet [5, 14]. Die verwendeten Methoden entsprechen damit den in der DIN EN 50413 spezifizierten Anforderungen [15].

Der geplante Ersatzneubau der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 wird, einschließlich parallelverlaufender Hoch- und Höchstspannungsleitungen, mit den Parametern nach Kapitel 2.1 digital modelliert. Aus dem digitalen Modell der Trasse kann mittels *WinField* für beliebige Koordinaten die elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte berechnet werden. Dabei finden Gebäude und Bewuchs keine Berücksichtigung, da diese auf Grund ihrer Leitfähigkeit das elektrische Feld verzerren oder gänzlich abschirmen, und somit den Vorgaben der Betrachtung der freien Ausbreitung der Felder entgegenstehen. Das magnetische Feld wird durch Gebäude oder Bewuchs höchstens vernachlässigbar verzerrt, sodass auch hier eine Berücksichtigung nicht geboten ist.

Nach der 26. BImSchV sind die elektrischen und magnetischen Felder bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung zu bestimmen. Für die Berechnung wird daher stets die höchste Betriebsspannung  $U_{b,max}$  nach Tabelle 2 sowie der entsprechend der Bündelleiterzahl maximale thermische Dauerstrom  $I_b$  nach Tabelle 3 verwendet. Stromstärken über 4 kA, wie z. B. bei Viererbündel AL/ACS 550/70 möglich, werden nach den derzeit gültigen Planungsgrundsätzen der vier Übertragungsnetzbetreiber in der Praxis nicht zugelassen. Der maximale Betriebsstrom beträgt 3,6 kA (in Ausnahmefällen 4 kA) [10]. 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 von 50 Hz 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

**Seite 27 von 57**

[9]. Der Oberwellenanteil ist damit sehr gering und deren Immissionsbeitrag gegenüber dem Beitrag der Betriebsfrequenz verschwindend klein, weshalb er vernachlässigt werden kann.

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 oberste Geschossboden betrachtet. Die Bewertung erfolgt in diesen Fällen zusätzlich in einer Höhe von mindestens 1 m über dem obersten Geschossboden. Innerhalb von geschlossenen Räumen wird nur die magnetische Flussdichte angegeben, da das elektrische Feld des Außenraums im Inneren von Gebäuden abgeschirmt wird.

### 3.2 Maßgebliche Immissionsorte

Gemäß 26. BImSchV sind die elektrischen und magnetischen Felder von Hochspannungsleitungen in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, zu ermitteln. Eine Definition des Einwirkungsbereichs und welche Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen zählen, enthalten die LAI-Hinweise [11].

Nach Ziffer II.3.1 der LAI-Hinweise gilt als Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage der Bereich, in dem die Niederfrequenzanlage einen signifikanten von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen. Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen und im Einwirkungsbereich der Anlage 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.

Der Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage ist in Abhängigkeit von Anlagenart und Nennspannung definiert. Für Freileitungen bemisst sich der Einwirkungsbereich, der für die Beurteilung der Einhaltung der Grenzwerte der 26. BImSchV zu betrachten ist, als ein an den ruhenden äußeren Leiter angrenzender Streifen. Nach Ziffer II.3.1 der LAI-Hinweisen beträgt die Streifenbreite 20 m bei einer Nennspannung von 380 kV. Für 220-kV-Freileitungen gilt eine Breite von 15 m und für 110-kV-Freileitungen sind es 10 m. Bei Baueinsatzkabelanlagen ist der Einwirkungsbereich als radialer Abstand von 1 m definiert. Kabelübergabestationen gelten als Teil der Kabelanlage.

Eine kartographische Darstellung der Einwirkungsbereiche der Freileitungen (entspricht dem Bewertungsbereich nach 26. BImSchVV Nr. 4 a) ist dem Register 9.3 (EMF-Karten) im Maßstab

**Seite 28 von 57**

1:5000 zu entnehmen. Eine detailliertere Darstellung des Leitungsverlaufs im Maßstab 1:2000 ist dem Register 6 (Lagepläne) zu entnehmen.

**3.2.1 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247**

Der gesamte Verlauf des Ersatzneubaus der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 wurde auf maßgebliche Immissionsorte gemäß den LAI-Hinweisen geprüft. Dabei wurden das amtliche Kataster (ALKIS) auf Grundstücke durchsucht, die nach dort ausgewiesener tatsächlicher Nutzung dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen dienen. Zudem wurden Luftbilder ausgewertet und eine Trassenbefahrung durchgeführt. Bei großen Grundstücken mit unterschiedlichen Nutzungen wurden ausgewiesene Nutzungsarten der Grundstücke entsprechend berücksichtigt. So konnten die in Register 9.3.1 kartographisch dargestellten maßgeblichen Immissionsorte ermittelt werden. Diese sind in Tabelle 23 zusammengefasst.

Für die Leitungseinführung der Bl. 4247 von Mast Nr. 2 in die UA Aach konnten keine Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts ermittelt werden. Daher liegen gemäß den LAI-Hinweisen keine maßgeblichen Immissionsorte vor.

Auf dem ersten technischen Abschnitt befindet sich, gemäß den LAI-Hinweisen, an der 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143 an Mast Nr. 69 ein maßgeblicher Immissionsort.

Im zweiten technischen Abschnitt konnten zwei, im dritten ein Ort des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts ermittelt werden. Daher liegen gemäß den LAI-Hinweisen maßgebliche Immissionsorte vor, die in Tabelle 23 gelistet und in Register 9.3.1 kartographisch dargestellt sind.

<b>Nr.</b>	<b>Immissionsort</b>	<b>Nutzungsart</b>	<b>Spannfeld</b>	<b>EMF-Übersichtsplan</b>
1	Newel; Flur 5; FIST. 61/7	Wohnen	M 69 / Bl. 0143 – M 1B / Bl. 4553	Reg. 9.3.1 Blatt 1
2	Trierweiler; Flur 4; FIST. 21	Tierpark	M 12 / Bl. 4247 – M 13 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
3	Trierweiler; Flur 4; FIST. 65/2	Wohnen, Landwirtschaft	M 14 / Bl. 4247 – M 15 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
4	Mesenich; Flur 21; FIST. 80/3	Landwirtschaft	M 21 / Bl. 4247 – M 22 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 3

**Tabelle 23:** Immissionsorte im Bereich der geplanten 110-/380-kV Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247.

**3.2.2 Temporär zu errichtende Freileitungs- und Baueinsatzkabelprovisorien**

Um die Stromversorgung zwischen dem Großherzogtum Luxemburg und der Bundesrepublik Deutschland während der Bauphase der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung

**Seite 29 von 57**

Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, permanent sicher aufrecht zu halten, werden auf mehreren Abschnitten Freileitungsprovisorien und Baueinsatzkabelprovisorien für den Zeitraum der Bauphase benötigt.

Die Trassenstreifen von Baueinsatzkabeln werden grundsätzlich von mobilen Bauzäunen gesichert und sind somit zugangsbeschränkte Bereiche. Die BEK werden auf dem Boden verlegt und durch mobile Bauzäune in einem bis zu 6 Meter breiten Trassenstreifen gesichert. Der Einwirkungsbereich ergibt sich mit einem radialen Abstand von 1 m um das Baueinsatzkabel. Dieser Einwirkungsbereich liegt daher vollständig innerhalb des zugangsbeschränkten Bereichs. Etwaige Überfahrten gelten als Wegflächen und sind damit Orte des nur vorübergehenden Aufenthalts von Menschen. Somit liegen keine maßgeblichen Immissionsorte im Einwirkungsbereich der Baueinsatzkabel.

### **3.2.3 Provisorien der 110-/220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Uchtelfangen, Bl. 4553**

Während der Bauphase der Spannfelder von Mast Nr. 2 der Bl. 4247 über Mast Nr. 1B der Bl. 4553 bis Mast Nr. 69 der Bl. 0143 wird ein 220-kV-Baueinsatzkabel für die 110-/220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Uchtelfangen, Bl. 4553, verlegt. Innerhalb des Einwirkungsbereiches dieses Baueinsatzkabels wurden keine Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts vorgefunden. Daher liegen gemäß den LAI-Hinweisen keine maßgeblichen Immissionsorte vor, wie in Register 9.3.2 kartographisch dargestellt.

### **3.2.4 Provisorien der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384**

Zur Errichtung der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 werden temporäre Leitungsverbindungen an der bestehenden 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384 notwendig.

Der Einwirkungsbereich der temporär zu einzurichtenden Freileitungs- und Baueinsatzkabelprovisorien zwischen den Masten Nr. 1, Bl. 4530, und Mast Nr. 2, Bl. 2384, zwischen den Masten Nr. 6 und Nr. 7 der Bl. 2384, zwischen den Masten Nr. 19 und Mast Nr. 21 der Bl. 2384 sowie am Mast Nr. 21 der Bl. 2384 sowie an den zu errichtenden Stöma-Portalen P1 bis P10 wurde wie zuvor beschrieben untersucht.

Innerhalb der Einwirkungsbereichs der genannten Baueinsatzkabel und Freileitungsprovisorien wurden keine Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts vorgefunden. Daher liegen gemäß den LAI-Hinweisen keine maßgeblichen Immissionsorte vor, wie in Register 9.3.2 kartographisch dargestellt.

### **3.2.5 Provisorien der 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143**

Für den dauerhaft sicheren Betrieb des 110-kV-Hochspannungsnetzes werden während der Bauphase der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 Freileitungs- und Baueinsatzkabelprovisorien an der bestehenden 110-kV-



**Seite 30 von 57**

Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143 zwischen Mast Nr. 81 bis Mast Nr. 83 benötigt, sowie Stöma-Portale errichtet.

Innerhalb der Einwirkungsbereiche dieser Freileitungen und Baueinsatzkabel wurden keine Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts vorgefunden. Daher liegen gemäß den LAI-Hinweisen keine maßgeblichen Immissionsorte vor, wie in Register 9.3.2 kartographisch dargestellt.

### 3.2.6 Zu berücksichtigende Hochspannungs- oder Hochfrequenzsendeanlagen

Die Trasse der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, verläuft westlich der bestehenden 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Niederstedem, Bl. 4530, und der 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier (Westnetz GmbH), Bl. 0143, sowie nördlich und südlich der bestehenden 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384. Diese werden durch die geplanten Bl. 4247 ersetzt und in den parallelen Abschnitten nach Inbetriebnahme der geplanten B. 4247 zurückgebaut. Die entfallenden Freileitungen sind bei der Ermittlung der Immissionen daher nicht zu berücksichtigen.

Nördlich der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, ebenfalls von der geplanten Umspannanlage Aach ausgehend, verläuft zukünftig die 110-/220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Uchtelfangen, Bl. 4553, deren Umbau nicht Teil dieses Verfahrens ist, welche jedoch bei der Ermittlung der Immissionen berücksichtigt wurde.

Im zweiten technischen Abschnitt verläuft die geplante Bl. 4247 parallel zu der bestehenden 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Koblenz – Merzig, Bl. 2326, der Wetsnetz GmbH, welche für die Untersuchungen berücksichtigt wurde.

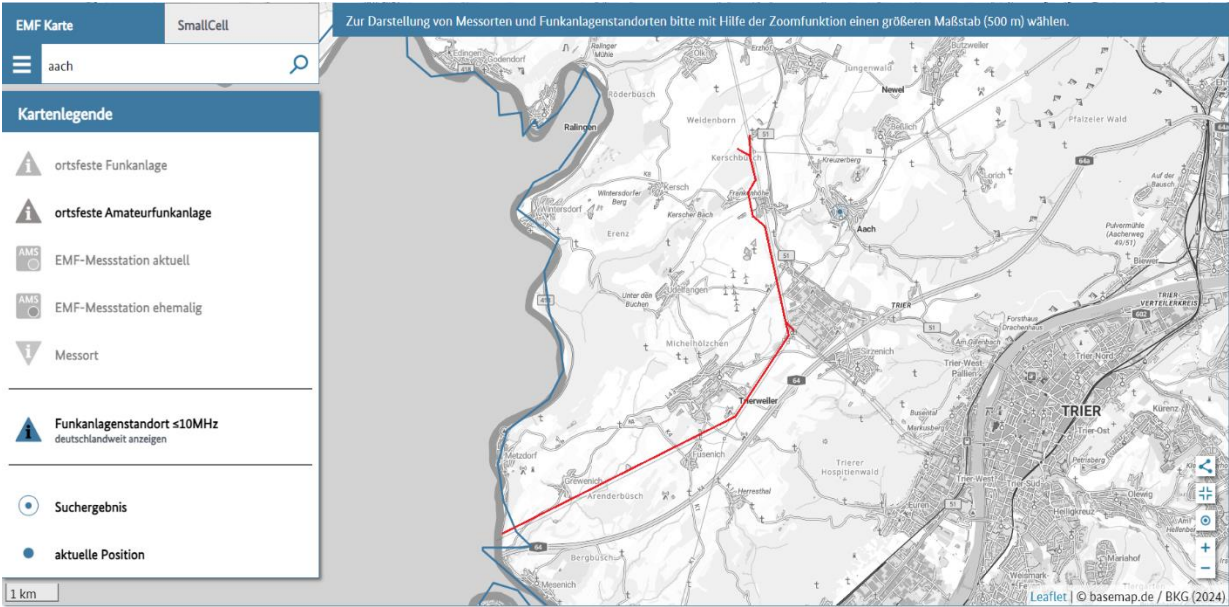
Zur Auskunft über bestehende, genehmigungsbedürftige Hochfrequenzanlagen betreibt die Bundesnetzagentur eine online einsehbare, bundesweite Standortdatenbank, die EMF-Datenbank<sup>1</sup>. In dieser sind unter anderem ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit einer Frequenz kleiner-gleich 10 MHz verzeichnet, die einer Standortbescheinigung bedürfen und zu berücksichtigen sind.

Gemäß der EMF-Datenbankauskunft (Abbildung 7) befinden sich im Umkreis von mindestens 10 km Entfernung zum geplanten Vorhaben keine Funkanlagenstandorte mit einer Frequenz kleiner-gleich 10 MHz. 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

---

<sup>1</sup> Bundesnetzagentur, online: <https://emf3.bundesnetzagentur.de/>

von 9 kHz bis 10 MHz zugrunde [11]. Die Berücksichtigung von Immissionsbeiträgen ortsfester Hochfrequenzanlagen war hier daher nicht erforderlich.



**Abbildung 7:** Auszug aus EMF-Datenbank der BNetzA der Funkanlage mit Frequenz  $f \leq 10$  MHz, abgerufen am 06.06.2024. Kein zu betrachtender Funkanlagenstandort im Bereich des Vorhabens.

3.3 Immissionsbetrachtung

Auf Teilen des ersten technischen Abschnittes, von Mast Nr. 2 bis Mast Nr. 11, wird die geplante 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, mit vier Systemen betrieben, zwei 380-kV-Stromkreisen und zwei 110-kV-Stromkreisen. Auf dem Abschnitt von Mast Nr. 2 bis Mast Nr. 11 der Bl. 4247 befinden sich gemäß der Definition der 26. BImSchV und den dazugehörigen LAI-Durchführungshinweisen keine maßgeblichen Immissionsorte. Um diese Phasen- und Leiteranordnung der Maste ebenfalls informativ in diesem Bericht mit aufzunehmen, wird für eine nahe liegende Wohnbebauung eine Immissionsbetrachtung durchgeführt. Dafür wurde der Immissionsbetrachtungsort Nr. 1 Gemarkung Aach, Flurstück 9, Flur 8 gewählt, auf dem sich ein Wohnhaus befindet. Nach den LAI-Hinweisen handelt es sich dabei demnach nicht um einen maßgeblichen Immissionsort. In Tabelle 24 ist dieser Ort für die Immissionsbetrachtung gelistet.

Nr.	Immissionsbetrachtungsort	Nutzungsart	Spannfeld	EMF-Übersichtsplan
1	Aach; Flur 8; FIST. 9	Wohnen	M 4 / Bl. 4247 – M 5 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1

**Tabelle 24:** Immissionsbetrachtung im Bereich der geplanten 110-/380-kV Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247.

### 3.4 Maßgebliche Minimierungsorte

Die 26. BImSchVVwV sieht zur Umsetzung des Minimierungsgebots zunächst eine Vorprüfung vor. Sie dient der Feststellung, ob 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.

Bei dem geplanten Vorhaben handelt es sich um einen Neubau i. S. d. 26. BImSchVVwV.

Als maßgebliche Minimierungsorte gelten Gebäude, Gebäudeteile oder Grundstücke, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, insbesondere Wohnungen, Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze oder ähnliche Einrichtungen. Der Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage ist gem. Ziff. 2.5 der 26. BImSchVVwV der Bereich, in dem die Anlage signifikant von den natürlichen und mittleren anthropogen bedingten Immissionen abhebende elektrische oder magnetische Felder verursacht, unabhängig davon, ob diese Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen. Die 26. BImSchVVwV trifft hierzu in Ziff. 3.2.1.2 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 Leiterseils, für 220-kV-Freileitungen gilt 300 m vom ruhenden äußeren Leiterseil und für 110-kV-Freileitungen sind es 200 m. Für 220-kV-Kabel gilt 75 m und für 110-kV-Kabel 35 m ausgehend von dem äußeren Kabel.

#### 3.4.1 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247

Der gesamte Verlauf der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 von der UA Aach bis zu der deutschen Bundesgrenze wurden auf maßgebliche Minimierungsorte überprüft. Dabei wurden aus dem amtlichen Kataster (ALKIS) Gebäude, die für den nicht nur vorübergehenden Aufenthalt vorgesehen sind, ermittelt, Luftbilder ausgewertet sowie eine Trassenbefahrung durchgeführt. Bei dichter Bebauung wurden ganze Siedlungsstrukturen berücksichtigt und gemäß Ziff. 3.2.2.1 der 26. BImSchVVwV zu einem repräsentativen Bezugspunkt zusammengefasst. Die ermittelten maßgeblichen Minimierungsorte sind in Tabelle 25 zusammengefasst. Eine kartographische Darstellung aller maßgeblichen Minimierungsorte ist dem Register 9.3.1 zu entnehmen.

Nr.	Minimierungsort	Nutzungsart	Spannfeld	EMF-Übersichtsplan
1	Newel; Flur 5; FIST. 61	Wohnen, Gewerbe	M 69 / Bl. 0143 – M 1B / Bl. 4553	Reg. 9.3.1 Blatt 1
2	Kersch; Flur 1; FIST. 154	Wohnen, Freizeitfläche	M 3 / Bl. 4247 – M 4 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
3	Kersch; Flur 1; FIST. 154	Wohnen, Gewerbe	M 4 / Bl. 4247 – M 5 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
4	Kersch; Flur 1; FIST. 155	Gewerbe, Freizeitfläche	M 4 / Bl. 4247 – M 5 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1

Nr.	Minimierungsort	Nutzungsart	Spannfeld	EMF-Übersichtsplan
5	Newel; Flur 5; FIST. 42	Wohnen, Gewerbe	M 3 / Bl. 4247 – M 4 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
6	Aach; Flur 8; FIST. 21, 23	Wohnen, Gewerbe	M 3 / Bl. 4247 – M 4 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
7	Aach; Flur 8; FIST. 1, 100, 14, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 31, 4, 5, 6, 7, 8, 85, 88, 9, 99	Reitplatz, Freizeitfläche, Wohnen, Gewerbe	M 4 / Bl. 4247 – M 5 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
8	Aach; Flur 8; FIST. 47, 49, 52	Wohnen, Freizeitfläche	M 4 / Bl. 4247 – M 5 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
9	Udelfangen; Flur 1; FIST. 16	Landwirtschaft	M 4 / Bl. 4247 – M 5 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
10	Udelfangen; Flur 1; FIST. 24, 25	Gewerbe, Wohnen	M 6 / Bl. 4247 – M 7 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
11	Udelfangen; Flur 1; FIST. 42	Gewerbe, Reitplatz, Freizeitfläche	M 7 / Bl. 4247 – M 8 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
12	Sirzenich; Flur 1; FIST. 6	Wohnen, Reitplatz	M 7 / Bl. 4247 – M 8 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
13	Sirzenich; Flur 1; FIST. 10, 12, 27, 28, 29, 30, 31, 9	Gewerbe, Freizeitfläche, Wohnen	M 8 / Bl. 4247 – M 9 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
14	Sirzenich; Flur 1; FIST. 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	Landwirtschaft, Freizeitfläche, Gewerbe, Wohnen	M 8 / Bl. 4247 – M 9 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
15	Trierweiler; Flur 3; FIST. 41, 43, 44, 48, 49, 50, 51, 54, 55, 56	Gewerbegebiet	M 9 / Bl. 4247 – M 10 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
16	Trierweiler; Flur 3; FIST. 59, 60, 61, 84, 85	Gewerbegebiet	M 10 / Bl. 4247 – M 11 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1
17	Trierweiler; Flur 3; FIST. 88	Gewerbegebiet	M 11 / Bl. 4247 – M 83 / Bl. 0143	Reg. 9.3.1 Blatt 1
18	Trierweiler; Flur 3; FIST. 88	Gewerbe, Wohnen	M 11 / Bl. 4247 – M 83 / Bl. 0143	Reg. 9.3.1 Blatt 1
19	Trierweiler; Flur 4; FIST. 21	Tierpark, Freizeitfläche	M 12 / Bl. 4247 – M 13 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
20	Trierweiler; Flur 4; FIST. 12	Freizeitfläche	M 12 / Bl. 4247 – M 13 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
21	Trierweiler; Flur 4; FIST. 10, 11, 14, 8,	Gewerbe, Wohnen, Freizeitfläche	M 13 / Bl. 4247 – M 14 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
22	Trierweiler; Flur 6; FIST. 102, 103, 104, 105, 106, 17, 18	Wohnen, Landwirtschaft	M 13 / Bl. 4247 – M 14 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2

<b>Nr.</b>	<b>Minimierungsort</b>	<b>Nutzungsart</b>	<b>Spannfeld</b>	<b>EMF-Übersichtsplan</b>
23	Trierweiler; Flur 6; FIST. 114	Landwirtschaft	M 14 / Bl. 4247 – M 15 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
24	Trierweiler; Flur 6; FIST. 114	Wohnen	M 14 / Bl. 4247 – M 15 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
25	Trierweiler; Flur 4; FIST. 65	Landwirtschaft, Wohnen	M 14 / Bl. 4247 – M 15 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
26	Trierweiler; Flur 6; FIST. 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157	Gewerbe, Wohnen	M 14 / Bl. 4247 – M 15 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
27	Trierweiler; Flur 6; FIST. 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182	Gewerbe, Wohnen, Freizeitfläche	M 15 / Bl. 4247 – M 16 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
28	Trierweiler; Flur 9; FIST. 79	Spielplatz	M 15 / Bl. 4247 – M 16 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
29	Trierweiler; Flur 6; FIST. 130, 131	Freizeitfläche	M 14 / Bl. 4247 – M 15 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
30	Trierweiler; Flur 9; FIST. 78, 79	Tennisplatz	M 15 / Bl. 4247 – M 16 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
31	Trierweiler; Flur 5; FIST. 42	Landwirtschaft, Wohnen	M 16 / Bl. 4247 – M 17 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
32	Trierweiler; Flur 5; FIST. 45, 46, 47, 48	Gewerbe, Wohnen	M 17 / Bl. 4247 – M 18 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
33	Trierweiler; Flur 9; FIST. 43	Wohnen	M 17 / Bl. 4247 – M 18 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
34	Trierweiler; Flur 10; FIST. 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 95, 97, 98, 99	Gewerbe, Wohnen, Landwirtschaft	M 17 / Bl. 4247 – M 18 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2

Nr.	Minimierungsort	Nutzungsart	Spannfeld	EMF-Übersichtsplan
35	Fusenich; Flur 2; FIST. 19	Wohnen	M 17 / Bl. 4247 – M 18 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 3
36	Fusenich; Flur 2; FIST. 10	Freizeitfläche	M 18 / Bl. 4247 – M 19 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 3
37	Fusenich; Flur 1; FIST. 100, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 123, 16, 21, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 79, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98	Wohnen, Öffentliche Gebäude, Gewerbe	M 18 / Bl. 4247 – M 19 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 3
38	Fusenich; Flur 1; FIST. 10, 100, 101, 102, 11, 12, 13, 14, 15, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 79, 8, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 9, 96, 97, 98, 99	Wohnen	M 19 / Bl. 4247 – M 20 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 3
39	Mesenich; Flur 21; FIST. 80	Landwirtschaft	M 21 / Bl. 4247 – M 22 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 3
40	Mesenich; Flur 21; FIST. 38	Wohnen	M 23 / Bl. 4247 – M 24 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 3
41	Grewenich; Flur 10; FIST. 110, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 192, 195, 33	Wohnen, Öffentliche Gebäude, Gewerbe	M 24 / Bl. 4247 – M 25 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 3
42	Grewenich; Flur 10; FIST. 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114,	Wohnen	M 24 / Bl. 4247 – M 25 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 3

<b>Nr.</b>	<b>Minimierungsort</b>	<b>Nutzungsart</b>	<b>Spannfeld</b>	<b>EMF-Übersichtsplan</b>
	40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 74, 94			
43	Grewenich; Flur 10; FIST. 127, 128	Wohnen	M 25 / Bl. 4247 – M 27 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 3

**Tabelle 25:** Minimierungsorte im Bereich der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247.



**3.4.2 Temporär zu errichtende Freileitungs- und Baueinsatzkabelprovisorien**

Zur Errichtung der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 werden temporäre Leitungsverbindungen der bestehenden 110-/220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Uchtelfangen, Bl. 4553, der 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143, sowie der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384, notwendig. Auch die Einwirkungsbereiche der geplanten temporär zu errichtende Freileitungs- und Baueinsatzkabelprovisorien wurden auf maßgebliche Minimierungsorte untersucht. Dabei wurden aus dem amtlichen Kataster (ALKIS) Gebäude, die für den nicht nur vorübergehenden Aufenthalt vorgesehen sind, ermittelt, Luftbilder ausgewertet sowie eine Trassenbefahrung durchgeführt. Bei dichter Bebauung wurden ganze Siedlungsstrukturen berücksichtigt und gemäß Ziff. 3.2.2.1 der 26. BImSchVV zu einem repräsentativen Bezugspunkt zusammengefasst. Eine kartographische Darstellung aller maßgeblichen Minimierungsorte ist dem Register 9.3.2 zu entnehmen und in Tabelle 26 zusammengefasst.

<b>Nr.</b>	<b>Minimierungsort</b>	<b>Nutzungsart</b>	<b>Spannfeld</b>	<b>EMF-Übersichtsplan</b>
44	Trierweiler; Flur 3; FIST. 59, 60, 85	Gewerbegebiet	M 80 / Bl. 0143 – M 81 / Bl. 0143	Reg. 9.3.2 Blatt 2
45	Trierweiler; Flur 3; FIST. 88	Gewerbegebiet	M 81 / Bl. 0143 – M 82 / Bl. 0143	Reg. 9.3.2 Blatt 2
46	Trierweiler; Flur 4; FIST. 21	Tierpark, Freizeitfläche	M 1 / Bl. 2384 – M 2 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
47	Trierweiler; Flur 4; FIST. 12	Freizeitfläche	M 1 / Bl. 2384 – M 2 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
48	Trierweiler; Flur 4; FIST. 14	Gewerbe, Wohnen, Freizeitfläche	M 2 / Bl. 2384 – M 3 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
49	Trierweiler; Flur 4; FIST. 10	Gewerbe, Wohnen, Freizeitfläche	M 2 / Bl. 2384 – M 3 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
50	Trierweiler; Flur 6; FIST. 114	Wohnen	M 4 / Bl. 2384 – M 5 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
51	Trierweiler; Flur 6; FIST. 114	Landwirtschaft	M 4 / Bl. 2384 – M 5 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
52	Trierweiler; Flur 4; FIST. 65	Landwirtschaft, Wohnen	M 4 / Bl. 2384 – M 5 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
53	Trierweiler; Flur 6; FIST. 130, 131	Freizeitfläche	M 4 / Bl. 2384 – M 5 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
54	Trierweiler; Flur 6; FIST. 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157	Gewerbe, Wohnen	M 4 / Bl. 2384 – M 5 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2

Nr.	Minimierungsort	Nutzungsart	Spannfeld	EMF-Übersichtsplan
55	Trierweiler; Flur 6; FIST. 166, 167, 168, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182	Gewerbe, Wohnen, Freizeitfläche	M 4 / Bl. 2384 – M 5 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
56	Trierweiler; Flur 5; FIST. 42	Landwirtschaft, Wohnen	M 6 / Bl. 2384 – M 7 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
57	Trierweiler; Flur 5; FIST. 45, 46	Gewerbe, Wohnen	M 7 / Bl. 2384 – M 8 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
58	Trierweiler; Flur 10; FIST. 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118	Gewerbe, Wohnen, Landwirtschaft	M 7 / Bl. 2384 – M 8 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
59	Fusenich; Flur 2; FIST. 19	Wohnen	M 8 / Bl. 2384 – M 9 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
60	Fusenich; Flur 1; FIST. 40, 117, 118	Wohnen	M 8 / Bl. 2384 – M 9 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 2
61	Grewenich; Flur 10; FIST. 127, 128	Wohnen	M 18 / Bl. 2384 – M 19 / Bl. 2384	Reg. 9.3.2 Blatt 3

**Tabelle 26:** Minimierungsorte im Bereich der geplanten Freileitung- und Baueinsatzkabelprovisorien an der 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143 sowie der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384.

## 4 Ergebnisse

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

### 4.1 Grenzwerteinhaltung

An allen maßgeblichen Immissionsorten werden die Grenzwertvorgaben der 26. BImSchV eingehalten. Die Immissionsbeiträge anderer Niederfrequenzanlagen wurden hierbei berücksichtigt. Die ermittelten elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten sind in Tabelle 27 aufgeführt. Für die maßgeblichen Immissionsorte mit der voraussichtlich stärksten Exposition eines technischen Abschnitts wurden die Nachweise für Niederfrequenzanlagen gemäß LAI-Hinweisen erstellt.

Nr.	Elektrische Feld		Magnetisches Feld		Spannfeld	EMF-Übersichtsplan
	Feldstärke	Grenzwertausschüttung	Flussdichte	Grenzwertausschüttung		
1	0,7 kV/m	14 %	4,3 µT	4,3 %	M 69 / Bl. 0143 – M 1B / Bl. 4553	Reg. 9.3.1 Blatt 1
2	0,9 kV/m	18 %	11 µT	11 %	M 12 / Bl. 4247 – M 13 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
3	0,8 kV/m	16 %	9 µT	9 %	M 14 / Bl. 4247 – M 15 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 2
4	2,4 kV/m	48 %	24 µT	24 %	M 21 / Bl. 4247 – M 22 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 3

**Tabelle 27:** Feldimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten in 1 m über EOK.

#### 4.1.1 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247

Gemäß den LAI-Hinweisen befindet sich im ersten technischen Abschnitt ein maßgeblicher Immissionsort in dem Spannfeld Mast Nr. 69 der Bl. 0143 bis Mast Nr. 1B der Bl. 4553. Dessen Nachweis ist dem Register 9.2.1 zu entnehmen. An diesem Ort wurde eine maximale elektrische Feldstärke von 0,7 kV/m und eine maximale magnetische Flussdichte von 4,3 µT bei der Netzfrequenz von 50 Hz ermittelt. Damit erfüllt die geplante Anlage im ersten Abschnitt sicher die Anforderungen aus § 3 der 26. BImSchV.

**Seite 40 von 57**

Im Einwirkungsbereich des zweiten technischen Abschnittes liegen zwei maßgebliche Immissionsorte vor. Es wurde ein Nachweis am Ort der höchsten Immissionen erstellt. Dieser Nachweis ist Register 9.2.2 zu entnehmen. An diesem Ort wurde eine maximale elektrische Feldstärke von 0,9 kV/m und eine maximale magnetische Flussdichte von 11  $\mu$ T bei der Netzfrequenz von 50 Hz ermittelt. Damit erfüllt die geplante Anlage in diesem Abschnitt sicher die Anforderungen aus § 3 der 26. BImSchV.

Im technischen Abschnitt 3 wurde ein maßgeblicher Immissionsort im Einwirkungsbereich ermittelt. Der Nachweis befindet sich im Register 9.2.3. An diesem Ort wurde eine maximale elektrische Feldstärke von 2,4 kV/m und eine maximale magnetische Flussdichte von 24  $\mu$ T bei der Netzfrequenz von 50 Hz ermittelt. Damit erfüllt die geplante Anlage in diesem Abschnitt ebenfalls sicher die Anforderungen aus § 3 der 26. BImSchV.

#### **4.1.2 Provisorien der 110-/220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Niederstedem – Uchtelfangen, Bl. 4553**

In den Einwirkungsbereichen des Baueinsatzkabelprovisoriums im Bereich des Pkt. Aach liegen keine maßgeblichen Immissionsorte. Damit erfüllen die geplanten Änderungen an Niederfrequenzanlagen bereits die Anforderungen aus § 3 Abs. 1-2 der 26. BImSchV.

#### **4.1.3 Provisorien an der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384**

In den Einwirkungsbereichen der Freileitungs- und Baueinsatzkabelprovisorien im Bereich der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384, liegen keine maßgeblichen Immissionsorte. Damit erfüllen die geplanten Änderungen an Niederfrequenzanlagen bereits die Anforderungen aus § 3 Abs. 1-2 der 26. BImSchV.

#### **4.1.4 Provisorien an der 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143**

In den Einwirkungsbereichen der Freileitungs- und Baueinsatzkabelprovisorien im Bereich der 110-kV Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143, liegen keine maßgeblichen Immissionsorte. Damit erfüllen die geplanten Änderungen an Niederfrequenzanlagen bereits die Anforderungen aus § 3 Abs. 1-2 der 26. BImSchV.

### **4.2 Immissionsbetrachtung**

Für den Ort der Immissionsbetrachtung zwischen Spannfeld Mast Nr. 4 und Mast Nr. 5 der Bl. 4247 wurden ebenfalls informativ elektrische Feldstärken und magnetische Flussdichten ermittelt. Die Immissionsbeiträge anderer Niederfrequenzanlagen wurden hierbei berücksichtigt. Die Ermittelten Werte sind in Tabelle 28 gelistet. Zudem wurde für die Immissionsbetrachtung ein Nachweis erstellt, der sich in dem Register 9.2.4 findet.

An diesem Ort wurde eine maximale elektrische Feldstärke von 0,4 kV/m und eine maximale magnetische Flussdichte von 6  $\mu$ T bei der Netzfrequenz von 50 Hz ermittelt.

Nr.	Elektrische Feld		Magnetisches Feld		Spannfeld	EMF-Übersichtsplan
	Feldstärke	Grenzwertauslastung	Flussdichte	Grenzwertauslastung		
1	0,4 kV/m	8 %	6 $\mu$ T	6 %	M 4 / Bl. 4247 – M 5 / Bl. 4247	Reg. 9.3.1 Blatt 1

**Tabelle 28:** Feldimmissionen an den Orten für die Immissionsbetrachtung in 1 m über EOK.

### 4.3 Vermeidung erheblicher Belästigungen oder Schäden

Bei der Frage nach erheblichen Belästigungen oder Schäden geht es um den Effekt der sogenannten Funkenentladung durch Aufladung von metallischen Gegenständen unter einer Höchstspannungsfreileitung, wie beispielsweise eines Fahrrads oder eines Regenschirms. Dieser Effekt ist physikalisch erklärbar. Verantwortlich hierfür ist das elektrische Feld unterhalb einer Freileitung, das in leitfähigen Materialien zu einer Verschiebung von elektrischen Ladungsträgern führt, 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).

### 4.4 Anforderungen zur Vorsorge

Die Anforderungen zur Vorsorge an Niederfrequenzanlagen ergeben sich aus § 4 der 26. BImSchV und umfassen das s. g. Minimierungsgebot nach § 4 Abs. 2 und das Überspannungsverbot nach § 4 Abs. 3 der 26. BImSchV. Zudem werden in § 4 Abs. 1 der 26. BImSchV Anforderungen an die Zulässigkeit von wesentlichen Änderungen von Niederfrequenzanlagen definiert.

#### 4.4.1 Minimierungsgebot

Zur Vorsorge sind nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV elektrische und magnetische Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit zu reduzieren. Dazu

**Seite 42 von 57**

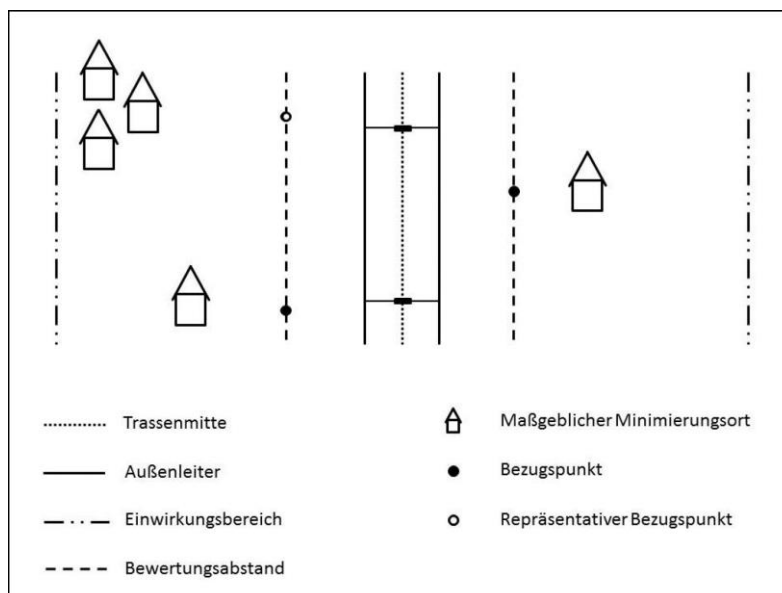
sieht die 26. BImSchVV ein Vorgehen in drei Schritten vor. Die Untersuchung der möglichen feldreduzierenden Maßnahmen folgte diesen Vorgaben. Die Umsetzung erfolgte in den drei Teilschritten: Vorprüfung nach Nr. 3.2.1, Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen nach Nr. 3.2.2 und Maßnahmenbewertung nach Nr. 3.2.3 der 26. BImSchVV.

#### 4.4.2 Vorprüfung

Das Ergebnis der Vorprüfung ist in Kapitel 3.3 dargestellt. Im Einwirkungsbereich der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Ach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 sowie in den Einwirkungsbereichen der notwendigen Leitungsprovisorien wurden maßgebliche Minimierungsorte ermittelt. Diese wurden in Tabelle 25 und Tabelle 26 zusammengefasst. Daher wird für diese Anlagen im Folgenden die Minimierungsprüfung durchgeführt.

#### 4.4.3 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen

Die Prüfung der Minimierung ist von der Lage der Minimierungsorte abhängig. Befindet sich ein Minimierungsort innerhalb des Einwirkungsbereichs, nicht aber innerhalb des Bewertungsbereichs (Fläche zwischen Bewertungsabstand und Trassenmitte, vgl. Abbildung 8) so hat die Prüfung am Bezugspunkt zu erfolgen, wohingegen bei einer Lage innerhalb des Bewertungsbereichs eine individuelle Minimierungsprüfung zu erfolgen hat. Bei der Minimierungsprüfung ist zusätzlich zu prüfen, ob eine Minimierungsmaßnahme zu einer Erhöhung der Immissionen an anderen Minimierungsorten innerhalb des Einwirkungsbereichs führt und somit unzulässig wäre.



**Abbildung 8:** Beispiele für die Ermittlung von Bezugspunkten gem. 26. BImSchVV.

Der Bewertungsabstand ist abhängig von der Spannungsebene und verwendeter Technik. So beträgt der Bewertungsabstand für Freileitungen mit 380 kV Nennspannung 20 m, für 220 kV 15 m und für 110 kV 10 m, jeweils zu beiden Seiten der Trasse ausgehend von der Bodenprojektion des ruhenden äußeren Leiterseils [8]. Es ergibt sich im Fall der Freileitung ein Bewertungsbereich, der ebenso groß ist, wie der Einwirkungsbereich gemäß LAI-Hinweisen (vgl.

**Seite 43 von 57**

Kapitel 3.2). Damit sind die maßgeblichen Minimierungsorte, für die eine individuelle Minimierungsprüfung erforderlich war, identisch mit den maßgeblichen Immissionsorten. Für ermittelten 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, wurden repräsentative Bezugspunkte gewählt.

Die Prüfung des Minimierungspotentials hat bei Wechselstromfreileitungen auf Basis der in Nr. 5.3.1 der 26. BImSchVVwV aufgeführten technischen Möglichkeiten zu erfolgen.

- 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, im Folgenden Phasenordnung genannt

Beim vorliegenden Ersatzneubau der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 sind grundsätzlich alle genannten technischen Möglichkeiten umsetzbar. Es wurden daher alle Minimierungsmaßnahmen hinsichtlich ihres Minimierungspotentials für die ermittelten maßgeblichen Minimierungsorte bzw. deren Bezugspunkte bewertet. Im Fall der notwendigen Leitungsprovisorien sind aufgrund des jeweiligen Umfangs einzelne Minimierungsmaßnahmen nicht umsetzbar.

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 die allgemeinen physikalischen Grundsätze, den Stand der Technik und die Erfahrungen mit bestehenden Anlagen einbezieht.

#### 4.4.4 Maßnahmenbewertung

Bei der Maßnahmenbewertung ist gem. Nr. 3.1 der 26. BImSchVVwV insbesondere die Verhältnismäßigkeit der technischen Möglichkeiten zur Minimierung zu bewerten. 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. Zudem sind die Auswirkungen auf andere Schutzgüter zu berücksichtigen. Eine Maßnahme wird generell soweit

**Seite 44 von 57**

angewendet, wie sie mit vertretbarem wirtschaftlichem Aufwand und Nutzen umgesetzt werden kann.

**110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247**

Für die geplante 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 wurden alle oben genannten Optimierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes geprüft.

Die Anwendung der Optimierungsmaßnahmen kann jedoch nicht unabhängig voneinander erfolgen. Eine Änderung der Mastkopfgeometrie hat beispielsweise gleichzeitig Auswirkungen auf die inneren Seilabstände. Auch die Wirksamkeit der Optimierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Reduktion von elektrischen und magnetischen Feldern ist unterschiedlich. Zudem kann eine Maßnahme zwar technisch umsetzbar sein, aber nachteilige Wirkungen auf andere Schutzgüter haben. All diese Abhängigkeiten sind bei der Festlegung von Optimierungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Ziel der Minimierungsprüfung war es, elektrische und magnetische Felder unter den o. g. Rahmenbedingungen zu reduzieren. Eine generell hohe Wirksamkeit hierbei hat die Optimierung der Mastkopfgeometrie und der Phasenordnung sowie das Minimieren der Seilabstände. Es wurde entsprechend mit diesen Optimierungsmaßnahmen begonnen.

**Optimieren der Mastkopfgeometrie**

Unter der Mastkopfgeometrie wird die geometrische Anordnung der Leiterseile am Mast wie beispielsweise die Tonnen- oder Donauanordnung verstanden (siehe Abbildung 6). Unter Berücksichtigung der abschnittswisen Mitführung von 110-kV-Stromkreisen kommen verschiedene Mastkopfgeometrien in den technischen Abschnitten zum Einsatz.

Im ersten technischen Abschnitt der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, werden zwei 110-kV-Stromkreise der Westnetz GmbH gemeinsam mit zwei 380-kV-Stromkreisen auf den Masten geführt. Beim Optimieren der Mastkopfgeometrie fiel die Wahl daher auf ein den D12A00 Masttyp, bei dem zwei 380-kV-Stromkreise auf den oberen Traversen in Donauanordnung geführt werden und die zwei 110-kV-Stromkreise als Einebene angeordnet sind. Bei der Anordnung der 110-kV-Stromkreise in einer Einebene wird gegenüber der Anordnung als Donau eine Traverse weniger benötigt, um bei vergleichbarer Masthöhe einen möglichst großen Seil-Boden-Abstand zu gewährleisten. 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.

Im technischen Abschnitt zwei und drei wird die geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, mit zwei 380-kV-Stromkreisen betrieben. Beim



**Seite 45 von 57**

Optimieren der Mastkopfgeometrie fiel die Wahl hier auf ein Masttyp D12, als Donauanordnung für die zwei 380-kV-Stromkreise (vgl. Kapitel 2.4 und 2.5). Die kompakte Anordnung der Leiterseile des jeweiligen 380-kV-Stromkreise im Dreieck führt dazu, dass die elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte am Boden reduziert werden.

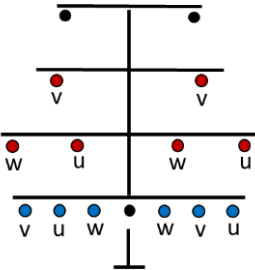
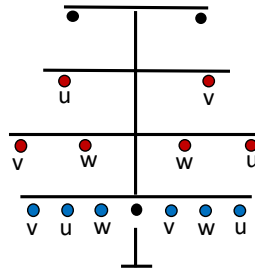
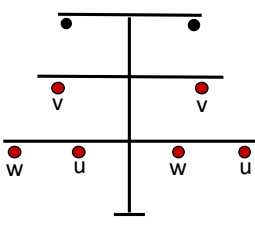
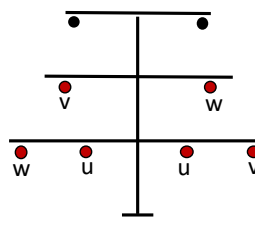
Eine Alternative wäre die 380-kV-Stromkreise als Tonnen- oder Tannenanordnung auszuführen. Dies würde allerdings zu keiner nennenswerten Feldreduktion führen, jedoch eine zusätzliche Traversenebene und damit eine deutliche Erhöhung der Maste erfordern. Eine Erhöhung von Masten ist jedoch mit zusätzlichen Belastungen verbunden wie im Folgenden bei der Bewertung der Abstandsoptimierung aufgezeigt wird. Die geplante Ausführung als Donau ist daher vorzugswürdig.

Eine weitere theoretische Variante wie 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).

**Optimieren der Leiteranordnung**

Die Leiteranordnung meint die Phasenfolge, d.h. die Anschlussreihenfolge der Leiterseile. Sie nutzt die 120°-Phasenverschiebung der Spannungen und Ströme zwischen den drei einzelnen Phasen u, v und w (auch: R, S, T oder L1, L2, L3) im Drehstromsystem zur Feldkompensation aus, wenn mindestens zwei Systeme in räumlicher Nähe geführt werden. Durch die Phasenverschiebung der Spannungen und Ströme der einzelnen Phasen erreichen auch die elektrischen und magnetischen Felder eines jeden Phasenleiters ihr Maximum zueinander zeitversetzt. Bei optimierter Anordnung der Phasenfolge am Mast kann somit eine Kompensation der am Boden bestehenden elektrischen und magnetischen Felder erzielt werden.

Die Optimierung der Phasenfolge wurde im Vergleich zur ungünstigsten, möglichen Phasenfolge für die magnetische Flussdichte durchgeführt. Dazu wurden die Phasenordnung an den drei technischen Abschnitten betrachtet, wobei der Abschnitt zwei und drei aufgrund gleicher Phasenordnung zusammengefasst wurde und die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte mit der geplanten sowie der ungünstigsten Phasenfolge berechnet. Dafür wurde auf dem ersten technischen Abschnitt das Spannungsfeld neben dem Ort der Immissionsbetrachtung 1 gewählt, Mast Nr. 4 - 5, und für Abschnitt zwei und drei das Spannungsfeld neben dem Immissionsort mit der höchsten Grenzwert Auslastung, Immissionsort 4, Mast Nr. 21 - 22. Die im Spannungsfeld maximal möglichen Immissionen für die geplante Phasenlage und die ungünstigste Phasenlage werden in Tabelle 29 gegenübergestellt. In allen Fällen ergab sich eine deutliche Reduktion der vorrangig zu optimierenden magnetischen Flussdichte bei höchstens gleichbleibender elektrischer Feldstärke.

Geplante Phasenfolge	Immissionen bei geplanter Phasen- folge	Ungünstigste Phasenfolge	Immissionen bei ungünstigster Pha- senfolge
	Zwischen Mast Nr. 4 - 5 Elektr. Feldstärke 0,7 kV/m Magn. Flussdichte 15 $\mu$ T		Zwischen Mast Nr. 4 - 5 Elektr. Feldstärke 0,7 kV/m Magn. Flussdichte 17 $\mu$ T
	Zwischen Mast Nr. 21 - 22 Elektr. Feldstärke 2,9 kV/m Magn. Flussdichte 27 $\mu$ T		Zwischen Mast Nr. 21 - 22 Elektr. Feldstärke 3,7 kV/m Magn. Flussdichte 41 $\mu$ T

**Tabelle 29:** Feldimmissionen unterhalb der Freileitung. Die Optimierung erfolgte in der Nähe der Immissionsbetrachtung Nr. 1 und des maßgeblichen Immissionsort Nr. 4 in 1 m über EOK. Systeme mit Nennspannung 110 kV in blau, mit 380 kV in rot und Erdseile in schwarz.

### Minimieren der Seilabstände

Mit den Seilabständen ist der Abstand der Aufhängepunkte der Leiterseile an den Traversen und damit zu benachbarten Leiterseilen gemeint, nicht aber der Abstand einzelnen Teilleiter eines Leiterbündels untereinander, dem Bündelabstand der typischerweise 40 cm beträgt.

Durch Minimieren der Seilabstände kann unter Berücksichtigung der optimierten Phasenfolge eine günstige Überlagerung der Feldanteile am Boden erreicht werden, um dort niedrigere elektrische Feldstärken und magnetische Flussdichten zu erreichen. Eine Verringerung der Seilabstände führt zu einer Erhöhung der elektrischen Felder an den Leiterseilen selbst und damit einhergehend zu stärkeren Koronaentladungen. Die Seilabstände können zudem nicht beliebig verringert werden: Es müssen die Mindestisolierluftstrecken eingehalten werden, um einen Überschlag zwischen den Leiterseilen untereinander oder zu geerdeten Teilen zu verhindern. Diese Mindestisolierluftstrecken sind durch die DIN EN 50341-1 [16] und DIN EN 50341-2-4 [17] vorgegeben.

Um Inspektionen und kleinere Wartungsarbeiten auch unabhängig von Abschaltungen der Stromkreise und somit unter Spannung zu ermöglichen, müssen u. a. die Anforderungen des Arbeitsschutzes [18] und der DIN VDE 105-100 [19] berücksichtigt werden. Dies gilt insbesondere bei mehreren Systemen auf einer Mastseite.

Die Seilabstände wurden unter Berücksichtigung der genannten technischen Mindestabstände geplant. Damit ergibt sich ebenfalls eine möglichst hohe Kompensation der Felder.

**Abstandsoptimierung**

Die Wirksamkeit der Abstandsoptimierung ist in Trassennähe hoch und nimmt mit zunehmendem seitlichem Abstand zur Trasse ab. Grundsätzliches Ziel dieser Maßnahme ist es, den Abstand der Leiterseile zum Erdboden und damit zu maßgeblichen Minimierungsorten zu vergrößern. Dies kann durch zwei Maßnahmen erreicht werden: zum einen können Spannungsfelder durch zusätzliche Maste verkürzt werden und zum anderen können Maste erhöht werden.

Der Einsatz zusätzlicher Maste zur Verkürzung der Spannungsfeldlängen hat den Effekt, dass der Seildurchhang geringer ausfällt und damit der Bodenabstand vergrößert wird. Eine Erhöhung der Mastanzahl wirkt sich jedoch ungünstig auf das Schutzgut Landschaftsbild aus. Darüber hinaus sind Belange Dritter zu beachten, wenn zusätzliche Eingriffe ins Eigentum notwendig werden. Zusätzliche Maste 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 Vereinbarungen und die grundbuchliche Sicherung von Nutzungsrechten zu erwarten. Da die Grenzwerte durch die anderen zuvor beschriebenen Minimierungsmaßnahmen bereits sicher eingehalten werden können, wurde diese Option als unverhältnismäßig eingestuft.

Eine Masterrhöhung hat visuelle Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch und führt zu einer Beeinträchtigung des Schutzgut Landschaft aufgrund einer größeren Rauminanspruchnahme. Weiterhin wirkt sich die Höhe der Leiterseile über dem Boden in empfindlichen Bereichen auf das Anflugrisiko von Vögeln aus. Es handelt sich bei den aufgeführten Belangen daher um potentiell konkurrierende Effekte. Auf ökonomischer Seite sind auch hier deutliche Mehrkosten durch Material und Bauausführung sowie Entschädigungszahlungen aufgrund der dinglichen Sicherung von Nutzungsrechten zu erwarten.

Es ergaben sich aufgrund der notwendigen Abstände zu vorhandenen und konkret geplanten Objekten im Vergleich zu den Mindestseilbodenabständen nach DIN EN 50341-1 [16] und DIN EN 50341-2-4 [17] bereits deutlich größere Seilbodenabstände und eine sehr deutliche Reduktion der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte.

In diesem Vorhaben richten sich die Seilbodenabstände nach den sich aus der Topographie ergebenden Erfordernissen, um die notwendigen technischen Abstände einzuhalten. Um die Nutzung der überspannten Flächen zu schonen und den topologischen Gegebenheiten gerecht zu werden, wurden feldreduzierend höhere Seilbodenabstände geplant. Diese Anforderungen gehen über die der technischen Sicherheit nach DIN-Norm und denen des Immissionsschutzrechts hinaus. Eine weitere Erhöhung um wenige Meter hätte aufgrund der bereits großen Abstände der Freileitungstrasse zu nächstgelegenen Minimierungsorten nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf den radialen Abstand zwischen Minimierungsort und Feldquelle und einhergehend auf die Höhe der Immissionen an den Minimierungsorten.

Eine deutliche Erhöhung erschien für diese Minimierungsorte aufgrund der dann erhöhten Sichtbarkeit der Freileitung, des stärkeren optischen Eindrucks durch stärkere Eckstiele und

**Seite 48 von 57**

größere Mastfundamente ebenfalls nachteilig. Eine weitere Erhöhung der Masten wurde daher als unverhältnismäßig angesehen.

### **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 insbesondere der elektrischen Felder am Boden direkt unterhalb der Leiterseile erreicht werden.

Das Anbringen eines zusätzlichen geerdeten Schirmseils unterhalb der spannungsführenden Leiterseilbündel würde eine zusätzliche Traversenebene erfordern. Unter Berücksichtigung der Mindestisolierluftstrecken zwischen dem Schirmseil und den spannungsführenden Leiterseilbündeln sowie des einzuhaltenden Mindestbodenabstandes würde eine zusätzliche Traversenebene für das Schirmseil zu einer deutlichen Erhöhung der Masten führen. Zudem bestimmen die äußeren Seile der untersten Traversenebene in der Regel den Schutzstreifen. Entsprechend würden zusätzliche Seile nachteilig bezüglich der Grundeigentuminanspruchnahme wirken. Die weiterhin nachteiligen Auswirkungen einer Masterrhöhung wurden im vorangegangenen Unterkapitel erläutert.

Eine Schirmung wäre zudem nur effektiv, wenn mehrere Schirmseile gleichzeitig aufgelegt würden. Bei einem einzelnen Schirmseil tritt nur eine sehr lokale Reduktion der Felder auf, die an anderer Stelle eines maßgeblichen Minimierungsortes zu einer Verschlechterung führen könnte, sodass eine solche Maßnahme nicht durchgeführt werden dürfte, da eine Erhöhung der Immissionen an einem maßgeblichen Minimierungsort die Anwendung ausschließt. Die Anwendung mehrerer Schirmseile hätte Auswirkungen auf die Statik, sodass stärkere Masten und Fundamente eingesetzt werden müssten. Dies würde wiederum nachteilige Auswirkungen auf andere Schutzgüter zur Folge haben.

In Abwägung der genannten wesentlichen Nachteile und der vernachlässigbaren Wirkung dieser Optimierungsmaßnahme wurde von einer Auflage zusätzlicher Schirmseile abgesehen.

### **Zwischenfazit**

Unter Abwägung aller Belange, wie u. a. der Nutzung der Flächen und den Schutzgütern nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz, wurden für den Ersatzneubau der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 durch die geplanten Optimierungen die Immissionen elektrischer und magnetischer Felder wirksam reduziert werden. Als besonders wirksam konnte durch die Optimierung der Phasenfolge die magnetische Flussdichte in allen Freileitungsabschnitten deutlich reduziert werden.

### ***Temporär zu errichtende Freileitungs- Baueinsatzkabelprovisorien***

Um die Stromversorgung zwischen dem Großherzogtum Luxemburg und der Bundesrepublik Deutschland während der Bauphase der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung

**Seite 49 von 57**

Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247, permanent sicher aufrecht zu halten, sowie zur Aufrechterhaltung des Verteilnetzbetriebs werden Provisorien verwendet. Dafür werden Baueinsatzkabel verlegt, die über temporär zu errichtende Stöma-Portale mit den bestehenden Masten verbunden werden.

Diese temporären Maste sind auf die bestehen Maste abzustimmen, um insbesondere die technisch notwendigen Abstände der Seile untereinander und zum Erdboden zu gewährleisten. Daher waren die temporären Maste ebenfalls in Einebenengeometrie auszuführen. Der Einsatz von Schirmseilen würde Änderungen an weiteren, bisher nicht berührten Masten erfordern und ist somit nicht umsetzbar. Ebenso scheidet eine Änderung der Phasenfolge aus, da auch diese Änderungen an bisher nicht berührten Masten erfordern würde. Die Seilbodenabstände wurden im Rahmen der technischen Möglichkeiten mit möglichst großem Seilbodenabstand gewählt und dadurch optimiert.

Einzelleiterbaueinsatzkabel weisen eine vorkonfektionierte feste Länge auf und werden in zeitweise zugangsbeschränkten Bereichen auf dem Erdboden verlegt. Zur Reduktion des zu beschränkenden Bereichs werden die einzelnen Baueinsatzkabel unter Beachtung der technisch notwendigen Mindestabstände so dicht wie möglich verlegt. Sie werden temporär ohne Eingriff in den Erdboden verlegt. Die Maßnahme Optimierung der Verlegetiefe ist somit nicht möglich. Ebenso ist aufgrund der Verlegung direkt auf dem Erdboden die Verlegegeometrie in einer Ebene vorgegeben. Leiter eines Systems werden nach Möglichkeit nebeneinander verlegt. Bei mehreren Systemen wird die optimierte, alternierende Phasenfolge verwendet, bei der benachbarte Baueinsatzkabel unterschiedliche Phasen führen. Dadurch wird eine gute Kompensation für das magnetische Feld erreicht. Damit werden mögliche feldoptimierende Maßnahmen unter den vorliegenden Gegebenheiten bestmöglich umgesetzt.

***Zusammenfassung***

Durch Anwendung der beschriebenen Maßnahmen im Bereich der geplanten Höchstspannungsfreileitungen konnte eine Reduktion der elektrischen und magnetischen Felder erreicht werden.

Insbesondere durch die Optimierung der Phasenfolge konnte eine sehr deutliche Reduktion der elektrischen Feldstärke von 3,7 kV/m auf 2,9 kV/m und der magnetischen Flussdichte von 41 µT auf 27 µT erreicht werden. Ebenso konnte durch den vergrößerten Seilbodenabstand eine effektive Reduktion beider Felder erreicht werden.

Auch die geplanten Änderungen an bestehenden Freileitungen und die notwendigen Provisorien wurden auf umsetzbare Optimierungsmaßnahmen geprüft. Durch die Umsetzung der möglichen Optimierungsmaßnahmen konnte eine Reduktion der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte erreicht werden.

#### 4.4.5 Überspannungsverbot

Gebäudeüberspannungen durch die geplante 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247 sind nicht geplant. Das Überspannungsverbot gem. § 4 Abs. 3 der 26. BImSchV wird in der beantragten Planung somit beachtet.

## 5 Angaben zur Qualität

Alle diesem Immissionsschutzbericht zugrundeliegenden Berechnungen wurden sorgfältig und gewissenhaft durchgeführt. Der Berechnungsfehler der verwendeten Software *WinField* beträgt gemäß Herstellerzertifikat der FGEU mbH in Anhang B maximal 1,4%. Die verwendete Software ist konform zu DIN EN 50413.

## 6 Fazit

Die Amprion GmbH plant den Ersatzneubau und Betrieb einer 110-/380-kV Höchstspannungsleitung von der UA Aach bis zu der deutsch-luxemburgischen Grenze. Diese wird als Freileitung mit der Bauleitnummer (Bl.) 4247 realisiert. 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 i. V. m. der 26. BImSchVVwV. Wie in Kapitel 4.1 dargelegt, werden die Anforderungen an Niederfrequenzanlagen zum Schutz der Bevölkerung gem. § 3 der 26. BImSchV eingehalten.

An den maßgeblichen Immissionsorten des Ersatzneubaus wurde eine maximale elektrische Feldstärke von 2,4 kV/m prognostiziert und für die magnetische Flussdichte 24 µT (vgl. Tabelle 27).

Als Reduktionsmaßnahmen wurden bei der Planung der Freileitungsabschnitte eine nach Ziff. 5.3.1.4 der 26. BImSchVVwV optimierte Mastkopfgeometrie verwendet und die Seilabstände untereinander auf das betriebliche sowie technische Minimum reduziert. Die Auflage von zusätzlichen Schirmseilen unterhalb der spannungsführenden Seile schied als nicht vorzugswürdig aus. Durch über die Mindestseilbodenabstände hinausgehende Seilbodenabstände und eine Optimierung der Phasenfolge konnten weitere Reduktionen der elektrischen und magnetischen Feldimmissionen erreicht werden.

Unter Beachtung und Abwägung aller Belange konnten die elektrischen und magnetischen Felder an den maßgeblichen Minimierungsorten reduziert werden. Damit wurden alle technischen Möglichkeiten gemäß 26. BImSchVVwV hinsichtlich ihres Minimierungspotentials geprüft und Maßnahmen im Rahmen der Verhältnismäßigkeit wirksam angewendet. Dem Vorsorgegedanken wurde somit umfangreich Rechnung getragen.

Somit wurde sichergestellt, dass alle immissionsschutzrechtlichen Anforderungen sowohl zum Schutz als auch zur Vorsorge vor elektrischem und magnetischem Feld, einschließlich zu berücksichtigender Unsicherheiten, eingehalten werden.

Amprion GmbH

Netzprojekte

Portfoliobearbeitung

Immissionsmanagement Leitungen

i.A. Sophia Suhrcke

Fachlich Verantwortliche

i.A. Oliver Sanders

Leiter Portfoliobearbeitung Immissionsmanagement Leitungen



# Anhang

## 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 Art. 1 des Gesetzes vom 03. Juli 2024 I Nr. 225.
- [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), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Januar 2021 (BGBl. I S. 69) geändert worden ist..
- [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 - 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, 2020.
- [10] *Grundsätze für die Ausbauplanung des deutschen Übertragungsnetzes der vier Übertragungsnetzbetreiber in Deutschland.*, Ausgabe Juli 2022.  
<https://www.amprion.net/Netzausbau/Netzplanungsgrundsätze/>.
- [11] *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.
- [12] P. Bauhofer, *Handbuch für Hochspannungsleitungen: niederfrequente elektromagnetische Felder und deren wirksame Reduktion*, Wien: Verband d. Elektrizitätswerke Österreichs, 1994.
- [13] D. Oeding und B. R. Oswald, *Elektrische Kraftwerke und Netze*, 7. Hrsg., Heidelberg: Springer, 2013.
- [14] Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH, *Benutzerhandbuch WinField (R) - Magnetic and Electric Field Calculation*, Berlin, 2022.

- [15] *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 50413:2020*, Berlin: VDE Verlag GmbH, 2020.
- [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] *Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder*.
- [19] *DIN VDE 105-100 (VDE 0105-100): Betrieb von elektrischen Anlagen - Teil 100: Allgemeine Festlegungen*, Berlin: VDE Verlag GmbH, 2015.
- [20] *DIN EN 50341-2 (VDE 0210-2): Freileitungen über AC 45 kV; Teil 2: Index der NNA (Nationale Normative Festsetzung)*, Berlin: VDE Verlag GmbH.
- [21] *LAI-Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs- Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren (..)*, in der Fassung des Beschlusses der 143. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 29. und 30. März 2022.

## A.2 Abbildungen

<b>Abbildung 1:</b> Übersicht des Trassenverlaufs der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247. ....	3
<b>Abbildung 2:</b> Leitungseinführung in die UA Aach mit den Spannungsfeldern von den Portalen P001/P002 bis zum Mast Nr. 2 der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247. ....	9
<b>Abbildung 3:</b> Erster technischer Abschnitt mit den Spannungsfeldern von Mast Nr. 2 bis Mast Nr. 12 der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247. ....	10
<b>Abbildung 4:</b> Zweiter technischer Abschnitt mit den Spannungsfeldern von Mast Nr. 12 bis Mast Nr. 16 der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247. ....	10
<b>Abbildung 5:</b> Dritter technischer Abschnitt mit den Spannungsfeldern von Mast Nr. 16 bis Bundesgrenze (LU) der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247. ..	11
<b>Abbildung 6:</b> Mastgrundformen: (a) Einebene, (b) Tonne, (c) Donau. ....	13
<b>Abbildung 7:</b> Auszug aus EMF-Datenbank der BNetzA der Funkanlage mit Frequenz $f \leq 10$ MHz, abgerufen am 06.06.2024. Kein zu betrachtender Funkanlagenstandort im Bereich des Vorhabens. ....	31
<b>Abbildung 8:</b> Beispiele für die Ermittlung von Bezugspunkten gem. 26. BImSchVVwV. ....	42

## A.3 Tabellen

<b>Tabelle 1:</b> Grenzwerte für 50-Hz-Anlagen. ....	6
<b>Tabelle 2:</b> Spannungsbereiche der in dem deutschen Verteil- und Übertragungsnetz eingesetzte Spannungsebenen nach DIN EN 50160. ....	12
<b>Tabelle 3:</b> Thermisch maximal zulässiger Dauerstrom $I_d$ der im Bestand vorkommenden und im Vorhaben geplanten Leiterseile und Bündelleiter. ....	12
<b>Tabelle 4:</b> Stromkreisbelegung von UA Aach (P001 und P002) bis Mast Nr. 1 der Bl. 4247. ....	14
<b>Tabelle 5:</b> Stromkreisbelegung an Mast Nr. 1 der Bl. 4247. ....	14
<b>Tabelle 6:</b> Stromkreisbelegung an den Portalen P011 und P012 der Bl. 4553. ....	14
<b>Tabelle 7:</b> Stromkreisbelegung an dem Portal P013 der Bl. 4553. ....	15
<b>Tabelle 8:</b> Stromkreisbelegung an Mast Nr. 1A der Bl. 4553. ....	15
<b>Tabelle 9:</b> Stromkreisbelegung an Mast Nr. 69 der Bl. 0143. ....	16

<b>Tabelle 10:</b> Stromkreisbelegung der zwei geplanten 110-kV-Stromkreise der Bl. 4247 an Mast Nr. 1B der Bl. 4553. ....	17
<b>Tabelle 11:</b> Stromkreisbelegung von Mast Nr. 2 bis Mast Nr. 11 der Bl. 4247. ....	17
<b>Tabelle 12:</b> Stromkreisbelegung an Mast Nr. 83 der Bl. 0143. ....	18
<b>Tabelle 13:</b> Stromkreisbelegung an Mast Nr. 1B und Mast Nr. 1 der Bl. 4553. ....	18
<b>Tabelle 14:</b> Stromkreisbelegung von Mast Nr. 12 bis Mast Nr. 16 der Bl. 4247. ....	19
<b>Tabelle 15:</b> Stromkreisbelegung von Mast Nr. 463 bis Mast Nr. 445 der Bl. 2326. ....	20
<b>Tabelle 16:</b> Stromkreisbelegung von Mast Nr. 16 bis Mast Nr. 28 der Bl. 4247. ....	21
<b>Tabelle 17:</b> Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P1 und P2 der Bl. 2384. ....	22
<b>Tabelle 18:</b> Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P3 und P4 der Bl. 2384. ....	23
<b>Tabelle 19:</b> Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P5 und P6 der Bl. 2384. ....	23
<b>Tabelle 20:</b> Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P7 und P8 der Bl. 2384. ....	24
<b>Tabelle 21:</b> Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P9 und P10 der Bl. 2384. ....	24
<b>Tabelle 22:</b> Stromkreisbelegung der Freileitungsprovisorien von P5 und P6 der Bl. 0143. ....	25
<b>Tabelle 23:</b> Immissionsorte im Bereich der geplanten 110-/380-kV Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247. ....	28
<b>Tabelle 24:</b> Immissionsbetrachtung im Bereich der geplanten 110-/380-kV Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247. ....	31
<b>Tabelle 25:</b> Minimierungsorte im Bereich der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Aach – Bundesgrenze (LU), Bl. 4247. ....	36
<b>Tabelle 26:</b> Minimierungsorte im Bereich der geplanten Freileitung- und Baueinsatzkabelprovisorien an der 110-kV-Hochspannungsfreileitung Bitburg – Trier, Bl. 0143 sowie der 220-kV-Höchstspannungsfreileitung Pkt. Sirzenich – Bundesgrenze (Heisdorf), Bl. 2384. ....	38
<b>Tabelle 27:</b> Feldimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten in 1 m über EOK. ....	39
<b>Tabelle 28:</b> Feldimmissionen an den Orten für die Immissionsbetrachtung in 1 m über EOK. ....	41
<b>Tabelle 29:</b> Feldimmissionen unterhalb der Freileitung. Die Optimierung erfolgte in der Nähe der Immissionsbetrachtung Nr. 1 und des maßgeblichen Immissionsort Nr. 4 in 1 m über EOK. Systeme mit Nennspannung 110 kV in blau, mit 380 kV in rot und Erdseile in schwarz. ....	46

## A.4 Abkürzungen

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
Abs.	Absatz
Abzw.	Abzweig
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
EOK	Erdbodenoberkante
Fl.	Flur, Flurnummer
FSt.	Flurstück
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
i. S., i. S. v.	im Sinne, im Sinne von
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
Stöma	Störmastprovisorium
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-Einheiten<sup>2</sup> in der typischerweise verwendeten Größenordnung angegeben.

<b>Zeichen</b>	<b>Bedeutung</b>
$B$	Magnetische Flussdichte; in Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ )
$E$	Elektrische Feldstärke; in Kilovolt pro Meter ( $\text{kV/m}$ )
$f$	Frequenz; in Hertz ( $\text{Hz}$ )
$G(f)$	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 $f$

---

<sup>2</sup>SI: Système international d'unités (französisch: Internationales Einheitensystem)

## B Zertifikate

### Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH

# Hersteller Zertifikat

(Genauigkeit der Feld-, Leistungsflußdichte- und Schallpegelberechnung)

**WinField / EFC-400 - Electric and Magnetic Field Calculation**

ISSUER:	FGEU mbH	SERIAL NUMBER:	*****
PRODUCT NAME:	WinField / EFC-400	ISSUE DATE:	1.1.2023
PRODUCT RELEASE DATE:	1.1.2023	VERSION:	>= V2023

#### Die Software ist konform zu DIN EN 50413 mit folgender Berechnungsgenauigkeit:

Der Fehler der Feldberechnung an geraden Leitern beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Software ohne die Berücksichtigung von Störeinflüssen durch Bebauung, Bewuchs oder ferromagnetische Materialien etc. beträgt für die magnetische Flußdichte 0.00001% und für die elektrische Feldstärke 0.0001%. Der Fehler der Feldberechnung für gerade Antennen ohne Berücksichtigung von Störeinflüssen beträgt im Fernfeld 0.0001%. Beim Einsatz von Antennenpattern wird der Gewinn bis auf 1% Genauigkeit durch Integration der Pattern bestimmt. Werden segmentierte Elemente wie z.B. kreis- oder spulenförmige Strukturen verwendet, erhöht sich der geometrische Fehler entsprechend der Fehlerdokumentation im Benutzerhandbuch. In der vordefinierten Standardeinstellung beträgt der Berechnungsfehler der magnetischen Flußdichte, der magnetischen und elektrischen Feldstärke, der Leistungsflußdichte sowie des Schallpegels, für die in der Software Dokumentation vorgesehenen Anlagenarten und Betrachtungsfälle ohne Störeinflüsse, folglich maximal:

**maximaler Berechnungsfehler = 1.4 %**

Die Vernachlässigung der Störeinflüsse durch Bebauung, Bewuchs oder ferromagnetische Materialien ist für die im Personenschutz maßgeblichen Abstände unerheblich, da die Berechnung in diesem Fall dem von der 26. BImSchV ausdrücklich stattgegebenen konservativen Ansatz entspricht und den 'worst-case' darstellt.

#### Besonderheiten:

Bei der benutzerdefinierten Konstruktion von Anlagen kann der Fehler entsprechend Fehlerdokumentation im Anhang des Benutzerhandbuches kleiner oder größer sein. Insbesondere wirkt sich ein geometrischer Fehler der Größe x% bei Eingabe der Anlagenmaße und Anlagenposition aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten als Fehler der Größe 2x% in der Feldberechnung aus. Dies gilt grundsätzlich, d.h. auch für Messungen an einer Referenzanlage, wenn sogenannte baugleiche Anlagen geometrische Abweichungen wie z.B. differierende Aufstellorte, Wandstärken etc. aufweisen.

Eine Vergleichbarkeit mit Meßwerten an Anlagen ist grundsätzlich nur bedingt gegeben, da normgerechte Meßverfahren die Feldstärken über eine Fläche von 100 cm² mitteln, wodurch bereits eine Erhöhung der Feldstärken um bis zu 78% gegenüber punktueller Feldmessung oder Berechnung gegeben sein kann.

FGEU mbH, Yorckstr. 60, D-10965 Berlin

Dr. rer. nat. Olaf Plotzke

Geschäftsführender Gesellschafter, unabhängiger Sachverständiger für Elektromagnetische Umweltverträglichkeit - EMVU

Forschungsgesellschaft  
für Energie  
und Umwelttechnologie GmbH

Yorckstr. 60, D-10965 Berlin, Tel. 786 97 90, Fax 786 63 89