

Netzverstärkung Pasewalk – Güstrow

Höchstspannungsleitung Güstrow – Siedenbrünzow

– Iven/West – Pasewalk/Nord – Pasewalk

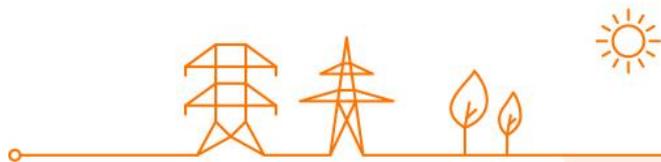
Drehstrom Nennspannung 380 kV

(BBPIG Vorhaben Nr. 53)

Abschnitt: Iven/West – Pasewalk/Nord – Pasewalk

Antrag auf Planfeststellung gemäß § 43 EnWG

8.2.1.1 Immissionsschutzrechtliche Bewertung der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte



Allgemeine Informationen

Vorhabenträgerin:

50Hertz Transmission GmbH

Heidestraße 2

10557 Berlin

Deutschland

T +49 (0)30 5150-0

F +49 (0)30 5150-4477

info@50hertz.com

www.50hertz.com

Ansprechpartner/in:

Projektleiterin Genehmigung

Andra Deharde

T +49 (0)30 5150-2760

M +49 (0) 172 9902 897

Andra.Deharde@50hertz.com

Projektleiter

Marcus Brüning

T +49 (0) 30 5150-3441

M +49 (0) 15111120288

marcuskurt.bruening@50hertz.com

Erstellt durch/unter Mitwirkung von:

Omexom Hochspannung GmbH

BU Planung Nord/Ost

Schulstraße 124

29664 Walsrode

Deutschland

Genehmigungsbehörde:

Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg

Abteilung 4 Energie, Dezernat 41 Planfeststellung Energie

Parzellenstraße 10

03046 Cottbus

Inhaltsverzeichnis

I	Tabellenverzeichnis	4
II	Abkürzungsverzeichnis	5
III	Anlagenverzeichnis	6
IV	Anhangsverzeichnis	7
1	Einleitung und Hintergrund	8
2	Rechtliche Grundlagen und Anforderungen	9
3	Technische Grundlagen und Hintergründe	11
3.1	Elektrische Felder	11
3.2	Magnetische Felder.....	11
4	Nachweismethodik	12
4.1	Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte	13
4.2	Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte	13
4.3	Nachweis der Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen	14
5	Darstellung und Bewertung der Ergebnisse	15
5.1	Berechnung der Immissionen	15
5.2	Prüfung des Minimierungsgebotes	15
5.2.1	Abstandsoptimierung	15
5.2.2	Elektrische Schirmung	16
5.2.3	Minimieren der Seilabstände	16
5.2.4	Optimierung der Mastkopfgeometrie.....	16
5.2.5	Optimieren der Leiteranordnung	17
6	Zusammenfassung und Fazit	18
7	Literatur	19

I Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Berechnungsparameter der betrachteten Stromkreise	8
Tabelle 2: Maßgebliche Minimierungsorte außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf	13

II Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
A	Ampere (Einheit für die Stromstärke)
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BBPIG	Bundesbedarfsplangesetz
26. BImSchV	26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
26. BImSchVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV
EMF	Elektrische und magnetische Felder
Hz	Hertz (Einheit für die Frequenz)
kV	Kilovolt (Einheit für die elektrische Spannung, 1 kV = 1000 V)
kV/m	Kilovolt pro Meter (Einheit für die elektrische Feldstärke)
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
μT	Mikrotesla (Einheit für die magnetische Flussdichte, 1 μT = 1 x 10 ⁻⁶ T)
UW	Umspannwerk

III Anlagenverzeichnis

Anlage 8.2.1.2: Lagepläne elektrische Feldstärke

Anlage 8.2.1.3: Lagepläne magnetische Flussdichte

IV Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Zertifizierungsbestätigung des Programms WinField

1 Einleitung und Hintergrund

Die 50Hertz Transmission GmbH (50Hertz) plant den Ersatzneubau der 220-/380-kV-Freileitung von Pasewalk über Iven und Siedenbrünzow bis nach Güstrow. Die Maßnahme umfasst einerseits den parallelen Ersatzneubau der 380-kV-Freileitung sowie andererseits die Demontage der 220-kV-Bestandsleitung. Das geplante Vorhaben dient der Erhöhung der Übertragungskapazität in Mecklenburg-Vorpommern und unterstützt bei der gestiegenen Aufnahme von Strom aus erneuerbaren Energien, wie z. B. Photovoltaik- und Windenergieanlagen.

Das Vorhaben mit der geplanten Inbetriebnahme 2032 ist als Projekt P216 in dem von der Bundesnetzagentur (BNetzA) bestätigten Netzentwicklungsplans für das Zieljahr 2030 (NEP-2030 von 2019) geführt. Im Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG, zuletzt geändert am 23.12.2023) ist es mit der Nr. 53 genannt. Das Vorhaben 53 umfasst den Ersatzneubau zwischen dem geplanten Umspannwerk (UW) Iven/West und dem UW Pasewalk. Dazwischen ist zudem das UW Pasewalk/Nord geschaltet.

Die geplante 380-kV-Freileitung verläuft durch die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg. Dieser vorliegende Bericht thematisiert lediglich den in Brandenburg gelegenen Leitungsbereich zwischen den Masten 332 und 339.

Im Rahmen des Netzverstärkung ist der 2-systemige Neubau der 380-kV-Freileitung Pasewalk – Güstrow im Abschnitt zwischen den Umspannwerken Iven/West und Pasewalk als Ersatz für die 220-kV-Bestandsleitung geplant. Die Länge beträgt ca. 70 km. Der Neu- bzw. Umbau der einzelnen Umspannwerke ist nicht Teil dieser Betrachtung.

Für die im Rahmen dieses Verfahrens betrachtete Freileitung (graphische Darstellung des Leitungsverlaufs siehe Übersichtspläne in Anlage 2 der Antragsunterlage) gelten damit folgende Parameter für den geplanten Endzustand:

Tabelle 1: Berechnungsparameter der betrachteten Stromkreise

Stromkreis	Bereich	Spannung	Maximal betrieblicher Dauerstrom
380-kV-Leitung Pasewalk - Güstrow (Abschnitt Iven/West - Pasewalk)			
637/638	UW Iven/West – UW Pasewalk/Nord	420 kV*	4000 A
639/640	UW Pasewalk/Nord – UW Pasewalk	420 kV*	4000 A

* Berechnung mit 420 kV für Freileitungen mit einer Nennspannung von 380 kV (Aufschlag für Spannungsspitzen)

Freileitungen erzeugen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiter elektrische und magnetische Felder. Es handelt sich hierbei um Wechselfelder mit einer Frequenz von 50 Hertz (Hz). Diese Frequenz ist dem Niederfrequenzbereich zugeordnet.

Das elektrische Feld resultiert aus der Betriebsspannung der jeweiligen Stromkreise und verhält sich während des Betriebs nahezu konstant. Das magnetische Feld resultiert aus dem Stromfluss über die Leiterseile. Die physikalischen Grundlagen sind in den Kapiteln 3.1 und 3.2 näher erläutert.

2 Rechtliche Grundlagen und Anforderungen

Im Rahmen der Antragstellung sind die Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [1] zu beachten. Bei einer Höchstspannungs-Freileitung handelt es sich nach § 4 Abs. 1 BImSchG in Verbindung mit der 4. BImSchV um eine nicht genehmigungsbedürftige Anlage. Insofern richten sich die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen an die Freileitung nach § 22 BImSchG (Betreiberpflichten für nicht – nach dem BImSchG – genehmigungsbedürftige Anlagen).

Hinsichtlich elektrischer und magnetischer Felder sind die Anforderungen der Sechszwanzigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) [2] zu beachten.

Für die beschriebene Maßnahme sind demnach die mit dem Vorhaben verbundenen elektrischen und magnetischen Felder darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung vorgeschriebener Grenzwerte zu beurteilen.

Gemäß § 3 Abs. 2 Satz 1 i. V. m. Anhang 1a der 26. BImSchV sind für das vorliegende Vorhaben an Orten zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen im Einwirkungsbereich der Anlage folgende Grenzwerte gültig:

- Elektrische Feldstärke: 5 kV/m
- Magnetische Flussdichte: 100 μ T

Von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) wurde eine Richtlinie zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder erstellt [3]. In dieser Richtlinie sind im Kapitel II. 3.1 die Einwirkbereiche von Niederfrequenzanlagen und die maßgeblichen Immissionsorte beschrieben, wie sie nach § 3 Abs. 2 der 26. BImSchV relevant sind. Der Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage beschreibt demnach den Bereich, in dem die Anlage einen signifikanten von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen. Maßgebliche Immissionsorte sind Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und sich im genannten Bereich der Anlage befinden. Dieser Bereich der Anlage ist für Freileitungen abhängig von der Betriebsspannung der Leitung und bemisst sich als ein an den ruhenden äußeren Leiter angrenzenden Streifen der Breite

- 20 m bei 380 kV-Freileitungen
- 15 m bei 220 kV-Freileitungen
- 10 m bei 110 kV-Freileitungen
- 5 m bei Freileitungen mit Spannung kleiner 110 kV

Nach Kapitel II.3.2 der LAI-Durchführungshinweise dienen dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen Gebäude und Grundstücke, in oder auf denen nach der bestimmungsgemäßen Nutzung Personen regelmäßig länger – mehrere Stunden – verweilen können. Dementsprechend dienen dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt insbesondere Wohngebäude, Krankenhäuser, Schulen, Schulhöfe, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze und Kleingärten. Bei diesen Nutzungen sind in der Regel sowohl die Gebäude als auch die Grundstücke zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt. 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. Nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen dagegen Orte, an denen die Verweilzeit des Einzelnen in der Regel gering ist. Hierzu zählen beispielsweise Gebäude und Räume, die nur zur Lagerung von Waren oder Aufbewahrung von Gegenständen dienen, auch Garagen. Auch Orte, an denen sich zwar ständig Menschen aufhalten, die Verweilzeit des Einzelnen aber in der Regel gering

ist, wie beispielsweise Bahnsteige und Bushaltestellen, dienen im Sinne der Verordnung nur dem vorübergehenden Aufenthalt.

Die 26. BImSchV enthält in § 4 Abs. 2 auch über den Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen hinausgehende Anforderungen zur Vorsorge durch Minimierung. Näheres dazu regelt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) [4]. Diese werden im Kapitel 5 näher erläutert.

3 Technische Grundlagen und Hintergründe

3.1 Elektrische Felder

Wesentliche Parameter für die Stärke des elektrischen Feldes ist die Betriebsspannung. Darüber hinaus spielt für die bodennahe Feldstärke in der Umgebung der Freileitung die Anzahl, Abstände und Anordnung der Systeme zueinander (Mastkopfgeometrie), der Abstand der Leiter zum Boden sowie die Anordnung der Phasen eine wichtige Rolle. Zudem übt auch die Dimension und Bündelkonfiguration der Leiterseile sowie die Anzahl und Anordnung der Erdseile einen geringen Einfluss aus. Durch diese Parameter wird insbesondere der Verlauf der Feldstärke in unmittelbarer Nähe der Freileitung bestimmt. Mit zunehmendem Abstand von der Freileitung nimmt die Feldstärke ab und auch der Einfluss dieser Parameter wird geringer.

Elektrische Felder können mithilfe elektrisch leitfähiger Materialien, z. B. durch Bewuchs oder Bebauung, gut abgeschirmt werden.

Die Stärke eines elektrischen Feldes wird als elektrische Feldstärke in Kilovolt pro Meter (kV/m) angegeben.

3.2 Magnetische Felder

Wesentlicher Parameter für die Stärke des magnetischen Feldes ist die Stromstärke, welche in Abhängigkeit der Belastungssituation der Freileitung zeitlichen Schwankungen unterliegt. Darüber hinaus spielt für die bodennahe Feldstärke in der Umgebung der Freileitung die Anzahl, Abstände und Anordnung der Systeme zueinander (Mastkopfgeometrie), der Abstand der Leiter zum Boden sowie die Anordnung der Phasen eine wichtige Rolle. Auch hierbei gilt, dass die Feldstärke mit zunehmendem Abstand von der Freileitung abnimmt.

Im Gegensatz zu den elektrischen Feldern durchdringen magnetische Felder organische und anorganische Materialien nahezu ungestört.

Bei niederfrequenten Feldern wird als zu bewertende Größe die magnetische Flussdichte B angegeben. Die Maßeinheit der magnetischen Flussdichte ist Tesla (T), die Werte werden zweckmäßigerweise in Mikrottesla (μT) angegeben.

4 Nachweismethodik

Entsprechend den Regelungen in § 5 der 26. BImSchV [2] sind für die Ermittlung der Feldstärke- und Flusssichtewerte an den maßgeblichen Einwirkungsorten keine Messungen erforderlich, wenn die Einhaltung der Grenzwerte durch Berechnungsverfahren festgestellt werden kann. Dementsprechend wird die hier verwendete Nachweismethodik auf Berechnungsverfahren mit der zertifizierten Software Win-Field (Anhang 1) aufgebaut, die den Anforderungen an Mess- und Berechnungsverfahren nach DIN EN 50413 entspricht. Hierzu werden in dem Berechnungsprogramm die Leitungsabschnitte als Feldquellen modelliert. Grundlage sind die vorliegenden digitalen Trassenpläne mit Angaben zum kritischen Bodenabstand jedes Spannungsfeldes, der unteren Aufhängehöhen, Masttypen mit Angaben zu Traversenhöhen und Abständen der Aufhängungen, Art und Geometrie der Leiterseile (Bündelung, Abmessung der Bündel), Erdseile und LWL-Luftseile, Kreuzungen sowie weiteren Besonderheiten.

Für die Berechnung der Immissionswerte werden durchgängig konservative Ansätze gewählt. Die der Software zugrundeliegende Rechenmethode ermittelt somit die Feldstärke- und Flusssichtewerte, die über den real zu erwartenden Werten liegen.

Für die elektrotechnischen Parameter ist die höchste betriebliche Anlagenauslastung gemäß Kapitel 1 zu Grunde gelegt.

Diese Betriebsspannungen werden sowohl für die beantragte Freileitung als auch für alle bei der Immissionsermittlung zu berücksichtigenden Niederfrequenzanlagen, wie z. B. weitere Freileitungen, angenommen.

Nach den Ausführungen in den LAI-Durchführungshinweisen [4] sind zudem ortsfeste Hochfrequenzanlagen im Frequenzbereich 9 kHz bis 10 MHz in den Berechnungen zu berücksichtigen. Diese tragen ab einem Abstand von 300 Metern nicht relevant zur Vorbelastung bei. Für den Trassenverlauf sind laut EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur (<https://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/>), welche am 26.02.2025 aufgerufen wurde, keine entsprechenden Hochfrequenzanlagen in diesem Abstand vorhanden, so dass dieser Aspekt nicht weiter zu betrachten ist.

Die Stromrichtung ist abhängig von der jeweiligen vorherrschenden Netzsituation. Für die vorliegenden Berechnungen wurde die Stromrichtung entsprechend der aufsteigenden Mastnummerierung vom UW Iven/West zum UW Pasewalk/Nord sowie vom UW Pasewalk/Nord bis zum UW Pasewalk angesetzt. Eine umgekehrte Stromrichtung würde lediglich eine umgekehrte Betrachtung der Position des Immissionsorte zur Folge haben. Auf die Berechnungsergebnisse wirkt es sich somit nicht aus, da die Phasenordnung unverändert bleibt.

In den Berechnungen werden die Immissionen der Grundfrequenz (50 Hz) ermittelt. In Hoch- und Höchstspannungsnetzen sind Oberwellenanteile (z. B. 100 Hz, 150 Hz) sehr gering. Deren zusätzliche Immissionsbeiträge sind gegenüber den Immissionen der Grundfrequenz zu vernachlässigen und werden daher im Weiteren nicht betrachtet.

Für die Ermittlung und Modellierung der Immissionsorte wurden folgende notwendigen Datengrundlagen abgefragt:

- digitales Geländemodell (DGM), Gebäudemodelle (LoD), Kataster, georeferenzierte Orthofotos (DOP)
- Flächennutzungspläne (FNP) und Bebauungspläne (B-Pläne) der Gemeinden

4.1 Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte

Bei der Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte sind die Anforderungen der 26. BImSchV [2] und die zugehörigen Ausführungen in den LAI-Durchführungshinweisen [4] zu beachten (siehe auch Kapitel 2).

Maßgebliche Immissionsorte sind Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt, die sich in einem Abstand bis zu 20 m des äußersten ruhenden Leiters einer 380-kV-Freileitung befinden. Die äußersten ruhenden Leiterseile befinden sich im brandenburgischen Leitungsabschnitt zwischen den Masten 332 und 339 in einem Abstand von 22,60 m zur Trassenachse.

Um für den Trassenverlauf die maßgeblichen Immissionsorte zu ermitteln, wurde der gesamte Verlauf auf entsprechende Orte mit Hilfe von Luftbildern und durch Trassenbefahrung abgesucht. Dabei wurden keine maßgeblichen Immissionsorte identifiziert.

4.2 Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte

Nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV sind bei Neuerrichtung oder wesentlicher Änderung einer Freileitung die Möglichkeiten zur Minimierung des von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldes nach dem Stand der Technik zu prüfen. Der Einwirkungsbereich einer 380-kV-Freileitung beträgt dabei entsprechend 26. BImSchVVwV [4] 400 m zu den ruhenden äußeren Leiterseilen. Der Einwirkungsbereich einer Anlage ist dabei der Bereich, in dem die elektrischen oder magnetische Felder der Anlage gegenüber der Hintergrundexposition signifikant sind, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen.

Der gesamte Verlauf der Leitung wurde mit Hilfe von Luftbildern abgesucht. Dabei wurden in den folgenden Mastbereichen das Vorhandensein von maßgeblichen Minimierungsorten festgestellt. Es handelt sich hierbei um maßgebliche Minimierungsorte, die außerhalb des Bewertungsabstandes liegen. Diese werden tabellarisch in der folgenden Tabelle 2 aufgezeigt.

Tabelle 2: Maßgebliche Minimierungsorte außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf

Mastbereich		Maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich bis	
von Mast	nach Mast	400 m links zur Bodenprojektion des ruhenden äußeren Leiters	400 m rechts zur Bodenprojektion des ruhenden äußeren Leiters
332	333	-	x
333	334	-	x
334	335	-	x
337	338	x	-
338	339	-	x

4.3 Nachweis der Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 2 ist zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen der Nachweis zu erbringen, dass im Einwirkungsbereich der Freileitung an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, die Grenzwerte für die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte eingehalten werden.

Die Immissionen werden in der Regel in einer Höhe von 1 m über Erdoberkante (EOK) ermittelt. Befinden sich Gebäude oder Gebäudeteile auf dem zu betrachtenden Grundstück, so wird an diesem eine zusätzliche Berechnung der Feldstärken durchgeführt. Dabei wird die Gebäudehöhe zur Ermittlung der Feldstärken herangezogen. Die Höhe wird anhand der durch das Geoportal Brandenburg (BrandenburgViewer) bereitgestellten Gebäudemodelle ermittelt und innerhalb des Bewertungsabstandes auch mittels Laserdaten überprüft. Wie bereits dargelegt, sind die Feldstärken stark abstandsabhängig. Die größten Feldstärken werden bei dem geringsten Abstand des betrachteten Ortes von den Feldquellen, d. h. den Leiterseilen, erreicht. Für ein zu betrachtendes Spannfeld ist dies in der Regel am Ort des geringsten Bodenabstands der Leiterseile der Fall. Dies ist somit von der örtlichen Topografie abhängig, wird bei ebenem Gelände jedoch etwa in Spannfeldmitte erreicht.

Zur Vermeidung von etwaigen Funkenentladungen und ähnlichen Wirkungen wurden die Bereiche mit den höchsten zu erwartenden Feldstärken unterhalb der Leitung untersucht (Spannfelder mit geringem Bodenabstand). Vereinzelt Ergebnisse im Bereich der gemäß LAI II 3.6 genannten Feldstärken werden nur äußerst kleinräumig und ausschließlich in Bereichen von Unland, Wald bzw. Acker erreicht. Die maximal ermittelte Feldstärke liegt dabei immer unterhalb der laut LAI einzuhaltenden Werte. Innerhalb dieser Bereiche sind keine ortsfesten nicht geerdeten metallischen Gegenstände vorhanden. Der Zugang mit z. B. großen Maschinen ist auf einen eingeschränkten Nutzerkreis zu beschränkten Zeiten begrenzt. Erhebliche Belästigungen durch Funkenentladungen sind daher nicht zu erwarten.

5 Darstellung und Bewertung der Ergebnisse

5.1 Berechnung der Immissionen

Die zu erwartenden elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten werden mit Hilfe des Programms WinField für die maßgeblichen Immissionsorte ermittelt. Wie bereits in Kapitel 4.1 erläutert, können im brandenburgischen Leitungsabschnitt zwischen den Masten 332 und 339 keine maßgeblichen Immissionsorte identifiziert werden. Eine Berechnung der Feldstärke- und Flussdichtewerte für die Leitung wird dennoch durchgeführt und in den Plänen der Anlagen 8.2.1.2 und 8.2.1.3 dargestellt.

5.2 Prüfung des Minimierungsgebotes

Die nach Kapitel 5.3 der 26. BImSchVVwV zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten zur Minimierung sind zu prüfen und zu bewerten. Das Minimierungsgebot verlangt gemäß Kapitel 3.1 der 26. BImSchVVwV keine Prüfung nach dem im Energiewirtschaftsrecht verankerten sogenannten NOVA-Prinzip – Netzoptimierung vor Netzverstärkung vor Netzausbau – und keine Alternativenprüfung, wie zum Beispiel Erdkabel statt Freileitung, alternative Trassenführung oder Standortalternativen. Die für eine Drehstrom-Freileitung zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten zur Minimierung sind in der 26. BImSchVVwV in Kapitel 5.3 definiert:

- Abstandsoptimierung
- Elektrische Schirmung
- Minimieren der Seilabstände
- Optimieren der Mastkopfgeometrie
- Optimieren der Leiteranordnung

Die Bewertung der Maßnahmen erfolgt gemäß Kapitel 3.2.3 der 26. BImSchVVwV. Dabei sind die Verhältnismäßigkeit, der wirtschaftliche Aufwand und Nutzen und die mögliche nachteilige Auswirkung auf andere Schutzgüter zu beachten.

Im Nachfolgenden werden die Minimierungsmaßnahmen für alle maßgeblichen Minimierungsorte betrachtet. Hierzu zählen alle in Tabelle 2 enthaltenen Objekte.

5.2.1 Abstandsoptimierung

Ziel dieser Maßnahme ist es, die Distanz der Leiterseile zu maßgeblichen Minimierungsorten zu vergrößern. Die Mindestbodenabstände gemäß DIN EN 50341 betragen 7,8 m für 380-kV-Systeme. Unter anderem zur uneingeschränkten Einhaltung der Grenzwerte der 26. BImSchV unterhalb der gesamten Leitung, wurde der Bodenabstand für den geplanten Ersatzneubau generell auf 12 m erhöht. Somit sind die Bodenabstände bereits deutlich höher als von der Norm gefordert.

Darüber hinaus ist die Wirksamkeit dieser Maßnahme im Nahbereich der Trasse grundsätzlich hoch und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Trasse ab. Das Minimierungspotential beschränkt sich somit hauptsächlich auf die Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes. Da im Mastbereich 332 – 339 keine Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes zu finden sind und die geplante 380-kV-Freileitung bereits mit einem höheren Bodenabstand trassiert wurde, ist das Minimierungspotenzial weitestgehend ausgeschöpft. Eine weitere Abstandsoptimierung ist unter Berücksichtigung des Eingriffs in andere Schutzgüter (Landschaftsbild, Eingriff in den Boden) unverhältnismäßig und scheidet somit aus.

5.2.2 Elektrische Schirmung

Die Maßnahme wirkt sich ausschließlich im unmittelbaren Nahbereich der Leitung und überwiegend auf das elektrische Feld aus. Gemäß 26. BImSchVVwV, Kapitel 3.1. ist bei Niederfrequenzanlagen die Minimierung des magnetischen Feldes zu bevorzugen.

Eine zusätzliche Schirmung umfasst das zusätzliche Anbringen von Schirmflächen oder Leitern unterhalb oder seitlich der spannungsführenden Leiter. Die Umsetzung der Maßnahme erfordert in der Regel eine zusätzliche Traverse, was durch die Notwendigkeit einer damit verbundenen Masterhöhung auch auf das Landschaftsbild und den Eingriff in den Boden (Fundamentverstärkung) auswirken würde. Darüber hinaus existiert im Rahmen der verwendeten Gestänge derzeit keine Möglichkeit, unterhalb der Traverse der spannungsführenden Leiter eine weitere Traverse anzubringen.

Aufgrund der begrenzten Wirksamkeit und in Anbetracht der sehr geringen Immissionswerte für die elektrischen Felder wird die Maßnahme als unverhältnismäßig im Sinne von Kapitel 3.1 der 26. BImSchVVwV bewertet. Eine elektrische Schirmung wird daher nicht vorgesehen.

5.2.3 Minimieren der Seilabstände

Bei dieser Maßnahme sollen die Abstände zwischen den Leiterseilen minimiert werden, hierzu gehört auch die Minimierung der Seilabstände innerhalb eines Stromkreises und zu anderen Stromkreisen. Dabei sind aber Mindestisolierluftstrecken zwischen den Seilen, zwischen Leiterseilen und dem Mast sowie anderen geerdeten Anlagenteilen oder zum Boden entsprechend DIN EN 50341 einzuhalten. Zudem ist zu beachten, dass verringerte Abstände zwischen elektrischen Bauteilen die Geräuschemission durch Koronaeffekte fördern und besondere Maßnahmen bei der Wartung, zum Beispiel bei der Besteigbarkeit der Maste nach sich ziehen. Die Wirksamkeit der Maßnahme ist im Nahbereich der Anlage hoch, wird aber auch durch andere Parameter (Mastkopfgeometrie, Phasenordnung) stark beeinflusst und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Anlage ab.

Die in der Planung verwendeten Gestängentypen wurden in ihrer Entwicklung bereits in Hinblick auf diese Abstände optimiert, d. h. die dort gewählten Seilabstände stellen unter der Berücksichtigung aller betrieblichen Belange (Isolationsabstände, Seilausschwingen) bereits ein Optimum dar. Eine weitere Reduzierung ist nicht möglich. Die Anwendung der Maßnahme wird daher bestmöglich beachtet.

5.2.4 Optimierung der Mastkopfgeometrie

Die wesentlichen Unterschiede der verschiedenen Mastkopfgeometrien bestehen in der geometrischen Anordnung der Phasen eines Stromkreises, die horizontal, vertikal oder dreieckförmig sein kann. Dabei ist laut 26. BImSchVVwV, Kapitel 5.3.1.4 für die Kompensation von elektrischen und magnetischen Feldern grundsätzlich eine vertikale Anordnung vorteilhaft, was aber streng genommen nur im Bereich des Bewertungsabstands und für einzelne Phasenordnungen gilt. Bei weiterer Entfernung von der Anlage, typischerweise ab Abständen von 100 m und mehr von der Trassenachse, sind nur noch marginale Unterschiede zwischen den Mastkopfgeometrien nachweisbar.

Dementsprechend stellt das Donaugestänge die Vorzugsbauweise dar, da diese deutliche Vorteile hinsichtlich der elektrischen Symmetrie, des Verhältnisses aus Masthöhe und Trassenbreite, des Landschaftsbildes sowie der Anforderungen an das Gestänge und die Gründung bietet. Aufgrund der avifaunistischen Besonderheiten – insbesondere durch das verbreitete Vorkommen des Schreiadlers – kommt auf der geplanten 380-kV-Freileitung Iven/West – Pasewalk/Nord – Pasewalk anstelle des Donaugestänges überwiegend ein Einebenengestänge zum Einsatz. Auch im brandenburgischen Leitungsabschnitt zwischen den Maste 332 und 339 kommen Einebenenmaste zum Einsatz.

Die Verwendung der Einebenenordnung hat grundsätzlich höhere Werte der magnetischen Flussdichte sowie der elektrischen Feldstärke zur Folge. Da die Grenzwerte an allen Orten unterhalb der Leitung, innerhalb des Bewertungsabstands sowie im Einwirkungsbereich der geplanten Leitung eingehalten werden, sind weitergehende Optimierungen hinsichtlich der Auswahl der Mastkopfgeometrie aufgrund der Berücksichtigung der Avifauna nicht vorgesehen.

5.2.5 Optimieren der Leiteranordnung

Die Phasenordnung beeinflusst die elektrischen Eigenschaften der Leitung im Netz, wobei aus betrieblicher Sicht Maßnahmen zur Reduzierung elektrischer Unsymmetrien die Wahl der Phasenlage einschränken. Daher ist eine Optimierung mit Blick auf einzelne Minimierungsorte entlang einer Leitung oft nicht möglich.

Darüber hinaus existiert für das Gesamtvorhaben der geplanten 380-kV-Freileitung ein Verdrillungskonzept, welches die optimale Phasenlage aus betrieblicher Sicht widerspiegelt und den Berechnungen der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte zugrunde liegt. Eine darüberhinausgehende Änderung der Leiterfolge im Leitungsverlauf bedarf das Vorhandensein von weiteren Verdrillungsmasten. Hinzu kommt, dass eine Änderung der Leiteranordnung aufgrund der bestehenden Einführungen und Anschlüsse im Umspannwerk aus technischen Gründen nicht möglich ist bzw. einen massiven Umbau der Umspannanlage erfordern würde.

Grundsätzlich kommt eine Änderung der Phasenordnung nur dann als Minimierungsoption für ein Objekt in Frage, wenn sich dadurch die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte an keinem anderen maßgeblichen Immissionsort erhöht.

Da auf dem betrachteten Leitungsabschnitt in Brandenburg keine maßgeblichen Immissionsorte zu identifizieren sind, die Grenzwerte im gesamten Einwirkungsbereich deutlich unterschritten werden und die Phasenlage für die gesamte Leitung betrachtet wird, ergibt sich für den Leitungsbereich zwischen den Masten 332 und 339 kein weiteres Optimierungspotenzial durch Anpassung der Phasenordnung.

6 Zusammenfassung und Fazit

Freileitungen erzeugen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiter elektrische und magnetische Felder. Daher sind die Vorschriften des BImSchG [1] zu beachten bzw. die Einhaltung der konkreten Anforderungen der 26. BImSchV [2] für Niederfrequenzanlagen darzulegen.

Im vorliegenden Bericht wird geprüft, ob bei Betrieb der Leitung nach dem Ersatzneubau alle Anforderungen eingehalten werden. Dabei wird durch Berechnungen nachgewiesen, dass die Feldstärken der elektrischen und magnetischen Felder unterhalb der zulässigen Grenzwerte liegen und damit alle Schutzanforderungen erfüllt sind. Die Prüfung hat ergeben, dass im betrachteten Leitungsabschnitt keine maßgeblichen Immissionsorte zu identifizieren sind. Die Anforderungen zur Vorsorge und das darin enthaltene Minimierungsgebot der 26. BImSchVVwV [3] wurden geprüft und umfassend erfüllt.

7 Literatur

- [1] BImSchG – 1974, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG)*, Neugefasst durch Bek. v. 17.5.2013 I 1274; 2021, 123; zuletzt geändert durch Art. 3 G v. 03.07.2024 I Nr. 225, Nr. 340.
- [2] 26. BImSchV – 1996, *Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder) vom 16. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1966)*, Neugefasst durch Bek. v. 14.08.2023 I 3266.
- [3] 26. BIMSCHVVWV - 2016, *Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektro-magnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) vom 26. Februar 2016, BAnz. AT 03. März 2016 B5.*
- [4] LAI - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (2014), *Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV)*. 74 S.
- [5] LAI-Handlungsempfehlungen, *Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren*, 29.03.2022.