

**Höchstspannungsleitung
Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Wahle (BBPlG Nr. 10)**

**Einzelmaßnahme
Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Salzgitter**

**Abschnitt C
Wolmirstedt – Regelzonengrenze / LK Helmstedt**

EMF-Gutachten

**Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor
schädlichen Umweltauswirkungen gemäß 26. BImSchV**

Vorhabenträger/Auftraggeber



Elia Group
50Hertz Transmission GmbH
Heidestraße 2
10557 Berlin

Auftragnehmer



K2 Engineering GmbH
Am Egelingsberg 1
38542 Leiferde

Ersteller

Dr. Andre Lamert
Am Egelingsberg 1
38542 Leiferde
andre.lamert@k2e.de

Leiferde, 19.12.2024

Berichtsnummer: K2E-28077-1 Rev. 3
Berichtsumfang: 17 Seiten zzgl. Anhänge

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	3
2	GRUNDLAGEN	3
3	ÜBERSICHT DER GRENZWERTE	4
4	TECHNISCHE GRUNDLAGEN UND LEITUNGSPARAMETER.....	6
5	METHODIK	7
5.1	ELEKTRISCHE UND MAGNETISCHE FELDER	7
5.2	UMGANG MIT GEBÄUDEHÖHEN.....	8
5.3	VORBELASTUNG	8
5.4	ERST-RECHT-SCHLUSS	9
6	ERGEBNISSE	9
6.1	MAßGEBLICHE IMMISSIONSORTE	9
6.2	IMMISSIONEN ANDERER ANLAGEN	11
6.3	ÜBERSPANNUNGSVERBOT UND VERMEIDUNG ERHEBLICHER BELÄSTIGUNGEN.....	11
7	MINIMIERUNG ELEKTRISCHER UND MAGNETISCHER FELDER	11
7.1	VORPRÜFUNG	12
7.2	ERMITTLUNG UND BEWERTUNG DER MINIMIERUNGS-MAßNAHMEN	12
7.3	FESTLEGUNG DER MINIMIERUNGSMAßNAHMEN	14
8	ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT	14
	QUELLENANGABEN	16
	ANHÄNGE ZUM EMF-GUTACHTEN	17

	Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Wahle Abschnitt C	
EMF-Gutachten		

1 Einleitung

50Hertz plant im Zuge der Energiewende zur Erfüllung ihrer gesetzlichen Verpflichtung einer sicheren Energieversorgung die Umsetzung des Vorhabens Nr. 10 gemäß Anlage zu § 1 Abs. 1 Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Wahle; Drehstrom Nennspannung 380 kV“. Das Vorhaben Nr. 10 besteht aus den Einzelmaßnahmen „Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Hattorf – Wahle“ und „Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Salzgitter“. Das Vorhaben ist ein länderübergreifendes Vorhaben im Sinne von § 2 Abs. 1 NABEG.

Im von der Bundesnetzagentur (BNetzA) am 1. März 2024 bestätigten Netzentwicklungsplan Strom 2023-2037/2045 wird das Vorhaben Nr. 10 unter der Bezeichnung P33 „Netzverstärkung zwischen Wolmirstedt und Salzgitter“ mit den Einzelmaßnahmen M24b („Wolmirstedt – Helmstedt/Ost – Twieflingen/Schöningen – Liebenburg/Schlade-Werla – Bleckenstedt/Süd“) geführt.

Das Vorhaben dient der Erhöhung der Übertragungskapazität zwischen Sachsen-Anhalt und Niedersachsen und stellt somit sicher, dass die Übertragungskapazität für die Hauptflussrichtung Nordosten/Osten nach Südwesten/Westen, d. h. aus der 50Hertz-Regelzone in Richtung Regelzone der TenneT TSO GmbH (TenneT), den prognostizierten wachsenden Bedarfen gerecht wird.

Für den Abschnitt C des Vorhabens Nr. 10 „Wolmirstedt – Regelzonengrenze / LK Helmstedt“ (Vorhabenträger 50Hertz) sind die zu erwartenden Immissionen elektrischer und magnetischer Felder zu bestimmen und in Hinblick auf die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben im Sinne der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) [1] zu bewerten.

Das vorliegende Gutachten erläutert die durchgeführte Untersuchung und bewertet die Ergebnisse.

2 Grundlagen

Freileitungen erzeugen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiterseile elektrische und magnetische Felder mit einer Frequenz, die zur Betriebsfrequenz identisch ist. Die betrachtete Leitung weist eine Betriebsfrequenz von 50 Hz auf und ist damit als Niederfrequenzanlage im Sinne der 26. BImSchV einzuordnen.

Ursache des elektrischen Feldes ist die Spannung. Der Betrag des elektrischen Feldes hängt von der Höhe der Spannung sowie von der Konfiguration der Leiterseile am Mast, den Abständen zum Boden, dem Vorhandensein von Erdseilen und der Phasenfolge ab. Da Netze mit annähernd konstanter Spannung betrieben werden, ergibt sich kaum eine Variation der Feldstärke. Die Feldstärke verändert sich lediglich durch die mit der

Leiterseiltemperatur variierenden Seildurchhänge und den damit variierenden Bodenabständen.

Ursache für das magnetische Feld ist der elektrische Strom. Bei niederfrequenten Feldern wird als zu bewertende Größe die magnetische Flussdichte herangezogen. Je größer die Stromstärke, desto höher ist auch die magnetische Flussdichte (lineare Abhängigkeit). Da die Stromstärke stark von der Netzbelastung abhängt, ergeben sich tages- und jahreszeitliche Schwankungen der magnetischen Flussdichte. Die höchsten Werte treten beim Betrieb der Leitung mit dem maximal zulässigen Dauerstrom auf. Normalerweise wird die Leitung mit einer geringeren Stromstärke betrieben, wodurch auch geringere Magnetfeldstärken auftreten. Wie auch beim elektrischen Feld, hängt die räumliche Ausdehnung und Größe von der Konfiguration der Leiterseile am Mast, den Mastabständen, dem Vorhandensein von Erdseilen und der Phasenfolge ab. Die magnetische Flussdichte verändert sich zusätzlich durch die mit der Leiterseiltemperatur variierenden Seildurchhänge und den damit variierenden Bodenabständen.

Die stärksten elektrischen und magnetischen Felder treten direkt unterhalb der Freileitung zwischen den Masten am Ort des geringsten Bodenabstandes der Leiterseile auf. Die Stärke der Felder nimmt mit zunehmender seitlicher Entfernung zu den äußeren Leiterseilen schnell ab. Elektrische Felder können durch elektrisch leitfähige Materialien, z. B. durch bauliche Strukturen oder Bewuchs, gut abgeschirmt werden. Magnetfelder können anorganische und organische Stoffe nahezu ungestört durchdringen.

3 Übersicht der Grenzwerte

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen definiert die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetz (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) [1] in § 3 (2) an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, Grenzwerte für die Immission von elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern im Einwirkungsbereich von Anlagen. Für niederfrequente Anlagen mit einer Frequenz von 50 Hz und Nennspannungen größer als 1 kV dürfen folgende Grenzwerte nicht überschritten werden:

- elektrische Feldstärke 5 kV/m
- magnetische Flussdichte 100 μT^1

Die LAI-Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder [2] definieren in Ziffer II.3.1 für Wechselstromanlagen mit einer Nennspannung von 380 kV die Orte als maßgebliche Immissionsorte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt

¹ Gemäß Anhang 1a zur 26. BImSchV beträgt der Grenzwert für Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz 200 μT . § 3 (2) der 26. BImSchV gibt vor, dass Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz die Hälfte des genannten Wertes nicht überschreiten dürfen.

	Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Wahle Abschnitt C	
EMF-Gutachten		

von Menschen bestimmt sind und sich in einem Streifen mit der Entfernung von 20 m, gemessen ab dem äußeren ruhenden Leiter, befinden.

Unabhängig von der Einhaltung der Grenzwerte sind gemäß § 4 (2) 26. BImSchV die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren.

Dazu definiert die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) [3] für Wechselstromanlagen mit Nennspannungen von 380 kV einen Einwirkungsbereich von 400 m, gemessen ab der Bodenprojektion des äußeren ruhenden Leiterseils. Maßgebliche Minimierungsorte sind alle im Einwirkungsbereich liegenden Gebäude oder Grundstücke im Sinne von § 4 (2) 26. BImSchV, sowie jedes Gebäude oder Gebäudeteil, das zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt ist.

Zur Einhaltung der Grenzwerte elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder sind gemäß § 3 (3) 26 BImSchV auch die Immissionsbeiträge anderer Anlagen mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 10 MHz zu betrachten. Dabei dürfen die prozentualen Anteile jedes Frequenzbeitrags am Grenzwert ihres jeweiligen Frequenzbandes zusammen genommen 100 % nicht überschreiten. Andere Niederfrequenzanlagen tragen gemäß Ziffer II.3.4 der LAI-Hinweise nur an den maßgeblichen Immissionsorten relevant zur Vorbelastung bei, die sich in einem der in Ziffer II.3.1 definierten Bereich um diese Anlage befinden.

Bei der Betrachtung anderer Anlagen sind gemäß § 3 (3) Satz 1 Hs. 2 26. BImSchV bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte alle Immissionen, die durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz, die einer Standortbescheinigung nach §§ 4 und 5 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen, zu berücksichtigen. Nach II.3.4 der LAI-Durchführungshinweise tragen Immissionen durch andere Hochfrequenzanlagen ab einem Abstand von 300 m nicht relevant zur Vorbelastung bei und machen daher eine gezielte Vorbelastungsermittlung entbehrlich, sofern keine gegenteiligen Anhaltspunkte bestehen.

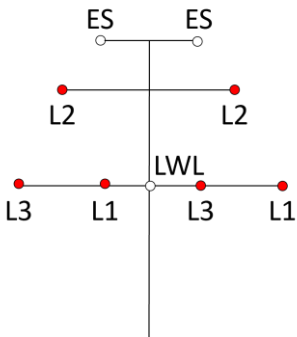
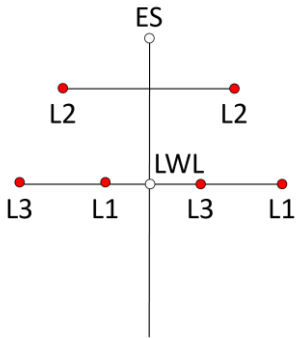
Gemäß § 4 (3) der 26. BImSchV dürfen Höchstspannungsleitung mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Nennspannung von 220 kV und mehr, die in einer neuen Trasse errichtet werden, Gebäude oder Gebäudeteile nicht überspannen, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Der dauerhafte Aufenthalt (z.B. Wohnen) ist dabei vom nicht nur vorübergehenden Aufenthalt dahingehend zu unterscheiden, dass letzterer sich durch einen regelmäßigen Aufenthalt über mehrere Stunden auszeichnet.

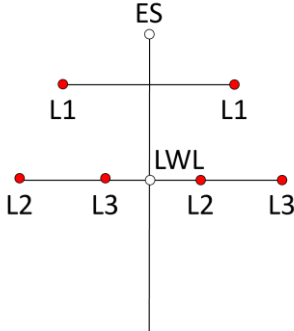
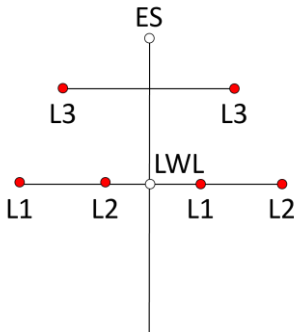
4 Technische Grundlagen und Leitungsparameter

Für die Berechnung der magnetischen Flussdichte B und der elektrischen Feldstärke E an den Immissionsorten werden die Lagepläne der Anlage, Mastlisten, Mastskizzen aus Unterlage 3.7, sowie die Leitungsparameter aus Tabelle 1 benutzt, um die Leitung zu modellieren.

Die betrachtete Frequenz beschränkt sich auf die jeweilige Netzfrequenz der Leitung. Oberwellenanteile sind so gering, dass diese vernachlässigt werden können.

Tabelle 1: Leitungsparameter für die geplante 380-kV-Leitung

	380-kV-Leitung geplant
Höchste Betriebsspannung	420 kV
Höchster Betriebsstrom je Phase	4000 A
Frequenz	50 Hz
Leiterseile	2x3x4 550-AL1/71-ST1A
Erdseile	212-AL1/49-ST1A
LWL	Äquivalent zum Erdseil
Mastkopfskizze D86DE/19/21 Mastbereiche 5-10 117 – UW Wolmirstedt	
Mastkopfskizze D86/19/21 Mastbereiche 10-22 102 – 117	

Mastkopfskizze D86/19/21 Mastbereich 22-61	
Mastkopfskizze D86/19/21 Mastbereiche 61-102	

5 Methodik

5.1 Elektrische und magnetische Felder

Zur Bestimmung der Immissionswerte werden in einem ersten Schritt maßgebliche Immissionsorte als Orte identifiziert, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt bestimmt sind und sich in einem horizontalen Abstand von bis zu 20 m von den äußeren ruhenden Leiterseilen befinden. Eine Liste der ermittelten maßgeblichen Immissionsorte befindet sich in Abschnitt 6.1 (Tabelle 3).

Aufgrund der Vorgaben des Untersuchungsrahmens der Bundesnetzagentur vom 28.06.2024 ist für zwei Orte die Einhaltung der Grenzwerte gemäß 26. BImSchV besonders zu prüfen. Sie werden daher über die Richtlinien der LAI-Hinweise hinaus in Tabelle 4 untersucht und bewertet.

Nach Identifikation der maßgeblichen Immissionsorte und der zusätzlich untersuchten Immissionsorte erfolgt eine Modellierung der zu betrachtenden Leitung und die Berechnung der elektrischen Feldstärke sowie der magnetischen Flussdichte mit Hilfe des Programms WinField [7].

5.2 Umgang mit Gebäudehöhen

Die Immissionswerte sind in einer Höhe von einem Meter über dem Gelände zu bestimmen. Hierzu wird entlang der untersuchten Freileitung ein digitales Geländemodell verwendet. Darüber hinaus wird bei mehrgeschossigen Gebäuden der Immissionswert in Höhe des obersten Geschosses bestimmt.

Die Gebäudegeschosszahl wird anhand der Gebäudehöhe unter der Annahme einer typischen Geschosshöhe von 3 m abgeschätzt. Dazu wird die Systematik aus Tabelle 2 verwendet. Für höhere als die gelisteten Gebäude erfolgt die Bestimmung der Geschosszahl und der Berechnungshöhe in Schritten von 3 m.

Tabelle 2: Bestimmung der Berechnungshöhe in Abhängigkeit der Gebäudehöhe

Gebäudehöhe	Geschosszahl	Berechnungshöhe
kleiner als 4m	1	1m
4m bis 7m	2	4m
7m bis 10m	3	7m
10m bis 13m	4	10m
13m bis 16m	5	13m

5.3 Vorbelastung

Gemäß § 3 (3) der 26. BImSchV sind als Vorbelastung alle Immissionen von elektrischen und magnetischen Feldern zu berücksichtigen, welche durch andere Niederfrequenzanlagen sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz, die einer Standortbescheinigung bedürfen, hervorgerufen werden. In Abschnitt II.3.4 der LAI-Hinweise werden weiterführende Hinweise bezüglich der Notwendigkeit der Berücksichtigung von Vorbelastungen gegeben. Dort wird ausgeführt, dass Immissionen durch andere Hochfrequenzanlagen ab einem Abstand von 300 Metern nicht relevant zur Vorbelastung beitragen.

Andere Niederfrequenzanlagen tragen gemäß Abschnitt II.3.4. der LAI-Hinweise in der Regel nur an maßgeblichen Immissionsorten relevant zur Vorbelastung bei, wenn sich diese maßgeblichen Immissionsorte zugleich in einem der in Abschnitt II.3.1 der LAI-Hinweise definierten Bereiche um diese andere Niederfrequenzanlage befinden.

Die Abstände gemäß Abschnitt II.3.1 der LAI-Hinweise betragen:

- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Freileitungen • Erdkabel • Bahnoberleitungen • Umspannanlagen/
Unterwerke • Ortsnetzstationen/
Netzstationen | <p>Breite des jeweils an den ruhenden äußeren Leiter angrenzenden Streifens:</p> <p>Bereich im Radius um das Kabel:</p> <p>Breite der jeweils zu beiden Seiten an das elektrifizierte Gleis angrenzenden Streifen, von Gleismitte</p> <p>Breite des jeweils an die Anlage angrenzenden Streifens</p> <p>Breite des jeweils an die Einhausung angrenzenden Streifens</p> | <p>380 kV 20 m</p> <p>220 kV 15 m</p> <p>110 kV 10 m</p> <p>unter 110 kV 5 m</p> <p>1 m</p> <p>10 m</p> <p>5 m</p> <p>1 m</p> |
|--|---|---|

5.4 Erst-Recht-Schluss

Viele der Einflussgrößen, wie Stromstärke, Spannung und Beseilung, welche die Höhe der magnetischen Flussdichte und der elektrischen Feldstärke bestimmen, sind für den gesamten Leitungsabschnitt identisch.

Magnetische und elektrische Felder klingen mit zunehmender Entfernung zur Quelle sehr schnell ab. Das Geländeprofil und der Bodenabstand müssen bei der Berechnung ebenfalls berücksichtigt werden und haben einen Einfluss auf die magnetische Flussdichte und die elektrische Feldstärke. Der grundlegende Verlauf der Feldausbreitung ändert sich dadurch allerdings nicht und der Abstand zur Feldquelle bleibt der dominierende Einflussfaktor.

Stellt sich für die untersuchten maßgeblichen Immissionsorte im zu betrachteten Bereich heraus, dass alle immissionsschutzrechtlichen Vorgaben eingehalten werden, kann davon ausgegangen werden, dass dies „erst recht“ für weiter entfernte Immissionsorte gilt (sog. Erst-Recht-Schluss).

6 Ergebnisse

6.1 Maßgebliche Immissionsorte

Es werden die Immissionen des elektrischen und magnetischen Feldes in 1 m Höhe über der Erdoberkante (EOK) an Orten ermittelt, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und sich in den unter Ziffer II.3.1 der LAI-Hinweise genannten Abständen zur neu zu errichtenden Leitung befinden. Befinden sich Gebäude im Bereich maßgeblicher Immissionsorte werden für diese die Immissionswerte, soweit keine

abweichenden Anhaltspunkte vorliegen, im obersten Stockwerk entsprechend der Systematik aus Tabelle 2 bestimmt. Die Immissionswerte aller untersuchten Flurstücke mit maßgeblichen Immissionsorten werden in Tabelle 3 aufgeführt. Als Abstand zur Trassenachse ist dabei der Punkt mit dem Höchstwert der elektrischen Feldstärke angegeben.

Tabelle 3: Elektrisches und magnetisches Feld an maßgeblichen Immissionsorten

Punkt-Nr.	Mast-feld	Gemarkung Flur, Flurstück	Nutzung	Immissions-ort	Abstand Trassen- achse [m]	Gebäude- höhe [m]	Magnetische Flussdichte [μT]	Elektrische Feldstärke [kV/m]
1	51-52	Erleben Flur 7, FlSt 8/20	Gewerbe	Flurstück	29	-	13.0	1.25
2	51-52	Erleben Flur 7, FlSt 8/19	Gewerbe	Flurstück	21	-	15.2	1.63
3	51-52	Erleben Flur 7, FlSt 8/18	Gewerbe	Flurstück	13	-	15.3	1.71
4	51-52	Erleben Flur 7, FlSt 8/17	Gewerbe	Flurstück	12	-	14.0	1.69
5	51-52	Erleben Flur 7, FlSt 250/8	Gewerbe	Flurstück	10	-	12.5	1.56
6	52-53	Erleben Flur 7, FlSt 20/17	Gewerbe	Flurstück	13	-	12.0	1.52
7	52-53	Erleben Flur 7, FlSt 20/23	Gewerbe	Flurstück	12	-	15.5	1.90

Zusätzlich zu den maßgeblichen Immissionsorten wurden zwei Flurstücke entsprechend der Vorgaben des Untersuchungsrahmens der Bundesnetzagentur untersucht. Diese sind in Tabelle 4 dargestellt. Die zusätzlich untersuchten Immissionsorte befinden sich außerhalb der Abstände maßgeblicher Immissionsorte.

Tabelle 4: Elektrisches und magnetisches Feld an zusätzlich untersuchten Immissionsorten

Punkt-Nr.	Mast-feld	Gemarkung Flur, Flurstück	Nutzung	Immissions-ort	Abstand Trassen- achse [m]	Gebäude- höhe [m]	Magnetische Flussdichte [μT]	Elektrisches Feld [kV/m]
Z1	51-52	Erleben Flur 7, FlSt 270	Landw. Betrieb	Flurstück	243	-	0.3	0.08
Z2				Gebäude	252	14.5	0.3	0.07
Z3	51-52	Bebertal Flur 8, FlSt 145	Wohnen	Flurstück	51	-	7.5	0.45
Z4				Gebäude	61	9.0	4.5	0.28

An allen maßgeblichen und zusätzlichen Immissionsorten werden die Grenzwerte für die elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte gemäß 26. BImSchV deutlich unterschritten.

6.2 Immissionen anderer Anlagen

Die betrachtete Leitung verläuft auf gesamter Strecke annähernd parallel zu bestehenden Freileitungen. Die identifizierten maßgeblichen Immissionsorte stellen jedoch keine maßgeblichen Immissionsorte der nahegelegenen Leitungen oder anderer Niederfrequenzanlagen dar (vgl. Kapitel 5.3). Es ist daher keine Betrachtung von Vorbelastungen der maßgeblichen Immissionsorte erforderlich.

Andere, ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz, die einer Standortbescheinigung nach §§ 4 und 5 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen, tragen nur relevant zur Vorbelastung bei, wenn sie sich in einem Abstand von bis zu 300m um die maßgeblichen Immissionsorte befinden. Auf Grundlage der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur (zuletzt abgerufen am 08.10.2024) konnten in diesem Abstand keine entsprechenden Funkanlagen identifiziert werden.

6.3 Überspannungsverbot und Vermeidung erheblicher Belästigungen

Die geplante Leitungsführung wurde auf die Einhaltung des Überspannungsverbots nach §4 (3) 26. BImSchV geprüft. Dabei konnten keine Gebäude oder Gebäudeteile zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen identifiziert werden, die durch die von den maximal ausgeschwungenen Leitern aufgespannte Fläche überspannt werden.

In Bezug auf erhebliche Belästigungen oder Schäden durch Berührungsspannungen oder Funkenentladungen werden in den LAI-Hinweisen Wirkungen auf Grundlage von Untersuchungen der Strahlenschutzkommission genannt. Der geringste Wert der elektrischen Feldstärke, ab dem diese Wirkungen auftreten können, beträgt 7 kV/m. Wie aus den Ausbreitungskarten E-Feld (Anhang 2 zu Unterlage 5.1) entnommen werden kann, wird dieser Wert an keinem Punkt entlang der Leitung erreicht. Es liegen daher keine Anhaltspunkte für erheblicher Belästigungen oder Schäden durch Berührungsspannungen oder Funkenentladungen vor.

7 Minimierung elektrischer und magnetischer Felder

In § 4 (2) 26. BImSchV werden Anforderungen zur Vorsorge geregelt. Im speziellen geht es dabei um die Möglichkeiten elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder nach dem Stand der Technik zu minimieren. Näheres regelt die 26. BImSchVVwV.

Ziffer 3.2 26. BImSchVVwV sieht für die Umsetzung des Minimierungsgebotes drei Teilschritte vor: eine Vorprüfung, eine Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und eine Bewertung der Maßnahmen.

7.1 Vorprüfung

Im Zuge der Vorprüfung wird der Einwirkungsbereich der Niederfrequenzanlage auf maßgebliche Minimierungsorte überprüft. Der Einwirkungsbereich, im Sinne der 26. BImSchVVwV, beträgt für Freileitungen mit einer Nennspannung von 380 kV, gemessen ab der Bodenprojektion des äußeren ruhenden Leiterseils, 400 m.

Entlang der neu geplanten Leitung liegen maßgebliche Minimierungsorte (MMO) vor. Es sind daher Minimierungsmaßnahmen zu prüfen.

7.2 Ermittlung und Bewertung der Minimierungsmaßnahmen

Die Minimierungsprüfung ist abhängig von der Lage der MMO in Bezug auf den Bewertungsabstand. Für Freileitungen mit einer Spannung von 380 kV beträgt der Bewertungsabstand 20 m, gemessen ab der Bodenprojektion des äußeren ruhenden Leiterseils. Liegt mindestens ein MMO innerhalb dieses Bewertungsabstandes ist eine individuelle Minimierungsprüfung durchzuführen. Für MMO außerhalb des Bewertungsabstandes erfolgt die Minimierungsprüfung an Bezugspunkten. Die Bezugspunkte liegen dabei im Bewertungsabstand auf der kürzesten Geraden zwischen Trassenachse und MMO. Bei dichter Bebauung können mehrere Bezugspunkte zu repräsentativen Bezugspunkten zusammengefasst werden.

Insgesamt können 31 maßgebliche Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes bzw. Bezugspunkte für MMO außerhalb des Bewertungsabstandes identifiziert werden. Diese sind in Anhang 2 aufgeführt und in der Übersichtskarte Immissionen (Anhang 1 zu Unterlage 5.1) dargestellt.

Da sich die Immissionseigenschaften der Leitung in ihrem Verlauf nur geringfügig ändern, sollen im Folgenden die technischen Möglichkeiten entsprechend der 26. BImSchVVwV zur Minimierung untersucht werden. In Bezug auf die Immissionsreduzierung nimmt eine Minimierungsmaßnahme an Bedeutung zu, je stärker die Immissionswerte vor Umsetzung der Maßnahmen an die Grenzwerte nach §3 (2) 26. BImSchV heranreichen. Die technischen Möglichkeiten umfassen folgende Punkte:

- **Abstandsoptimierung:** Das Ziel besteht darin die Distanz zwischen den Leiterseilen und den maßgeblichen Minimierungsorten zu vergrößern. Dies geschieht durch Masterhöhung, Verringerung der Spannfeldlänge oder Verlegung von Leiterseilen auf die dem Minimierungsort abgewandte Seite.

Die Masthöhe ist bereits so gewählt, dass der einzuhaltenden Mindestbodenabstand gemäß DIN EN 50341-1 DE 0210-1:2013-11 [4] von 7,8 m um mindestens 4,2 m überschritten wird. Weitere Masterhöhungen führen zu erheblichen Mehrkosten und wirken sich negativ auf das Landschaftsbild aus.

Die Verringerung der Spannfeldlänge würde die Errichtung weiterer Masten notwendig machen und somit das Landschaftsbild stärker als erforderlich beeinträchtigen.

Die Verlegung der Leiterseile, auf die einem MMO abgewandte Seite, ist grundsätzlich nicht möglich, da die Leitungen über jeweils ein System auf beiden Seiten verfügt. Ein Gestänge mit zwei Systemen auf einer Seite ist statisch nicht sinnvoll und steht nicht zur Verfügung.

- **Elektrische Schirmung:** Elektrisch leitfähige Schirmflächen oder -leiter werden zwischen spannungsführenden Leitungsteilen und einem MMO als Bestandteil der Leitung eingefügt oder zusätzliche Erdleiter mitgeführt.

Das Einbringen zusätzlicher Schirmflächen ist aufgrund der Maststatik nicht möglich. Zusätzliche Erdleiter zeigen nur eine Minderungswirkung, wenn sie mit einem signifikanten Abstand unterhalb der Leiterseile geführt werden. Diese Wirkung ist in ihrem Umfang gering, auf das elektrische Feld beschränkt und entfaltet sich nur direkt unterhalb des Erdleiters. Zur Einhaltung vorgeschriebener Abstände des Erdleiters zum Boden oder zu Objekten wäre daher eine Erhöhung der Masten notwendig.

- **Minimieren der Seilabstände:** Der Abstand zwischen den Traversen und damit zwischen den Leitern eines Systems und der Abstand zwischen den Systemen ist konstruktionsbedingt bereits optimiert worden. Eine weitere Abstandsverringern ist wegen der nach DIN EN 50341-1 VDE 0210-1:2013-11 erforderlichen inneren Abstände nicht möglich. Weiterhin werden standardisierte Masten verwendet, um die Baukosten zu verringern.
- **Optimieren der Mastkopfgeometrie:** Durch die Wahl der Mastkopfgeometrie soll eine bestmögliche Kompensation der Felder der einzelnen Leiterseile erreicht werden. Für die Leitungen wird das Mastkopfbild Donau verwendet. Das Mastkopfbild Donau weist aufgrund der Dreiecksanordnung der Leiterseile gute Kompensationseigenschaften des elektrischen Feldes und der magnetischen Flussdichte auf.
- **Optimieren der Leiteranordnung:** Die Phasen sollen den Leiterseilen so zugeordnet werden, dass eine bestmögliche Kompensation der Felder erreicht wird. Eine allgemeingültige optimale Leiteranordnung zur Optimierung der elektrischen und magnetischen Felder gibt es nicht. Abhängig vom Beurteilungsort können unterschiedliche Leiteranordnungen zu wählen sein. Im Allgemeinen werden Leiteranordnungen in einem Netz so koordiniert und festgelegt, dass sich für dieses Netzgebilde geringstmögliche Unterschiede zwischen den Spannungen des Drehstromsystems ergeben. Insofern hat der Vorhabenträger für die Änderung auf einem kurzen Leitungsabschnitt nur geringe Freiheitsgrade, die feldoptimierte

Leiteranordnung zu wählen. Eine Optimierung der Leiteranordnung kann unter Umständen zur Folge haben, dass es im gesamten Netz zu Anpassungen der Leiteranordnungen kommen kann. Umfangreiche Umbaumaßnahmen auf anderen Leitungen und in Umspannwerken können die Folge sein. Für dieses Projekt wurden die netztechnisch notwendigen Leiteranordnungen vorausgesetzt.

7.3 Festlegung der Minimierungsmaßnahmen

Folgende Minimierungsmaßnahmen sind in der Planung im Rahmen der Verhältnismäßigkeit bereits umgesetzt:

- Abstandsoptimierung durch die Wahl höherer Bodenabstände als nach DIN EN 50341-1 VDE 0210-1:2013-11 vorgegeben.
- Minimieren der Seilabstände bis zu Beschränkungen durch innere Abstände gemäß DIN EN 50341-1 VDE 0210-1:2013-11.
- Die Wahl des Mastkopfbildes „Donau“ führt zu einer guten Kompensation elektrischer und magnetischer Felder im Vergleich zu anderen Mastkopfbildern, wie beispielsweise das Mastkopfbild „Einebene“.

Das Anbringen weiterer Erdleiter ist nur in Verbindung mit einer signifikanten Masterhöhung möglich. Einer geringen und räumlich eingeschränkten Wirkung stehen hohe Kosten entgegen. Die Phasenordnung unterliegt starken technischen Einschränkungen. Lokal beschränkte Anpassungen sind nur mit erheblichem Mehraufwand möglich.

8 Zusammenfassung und Fazit

Entsprechend den Anforderungen der 26. BImSchV wurde die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte bestimmt und auf die Einhaltung der Grenzwerte untersucht.

Die in der 26. BImSchV festgelegten Grenzwerte für Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt bestimmt sind, betragen:

Elektrisches Feld: 5 kV/m

Magnetische Flussdichte: 100 µT

Aus der Betrachtung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte an maßgeblichen Immissionsorten und zusätzlich untersuchten Immissionsorten (Tabelle 3 und Tabelle 4) ergeben sich folgende Maximalwerte:

Betrachtete Flurstücke (Punktnummer 7):

Magnetische Flussdichte:	15,5 µT	Grenzwertauslastung:	15,5 %
Elektrisches Feld:	1,9 kV/m	Grenzwertauslastung:	38,0 %

	Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Wahle Abschnitt C	
EMF-Gutachten		

Gebäude (Punktnummer Z4):

Magnetische Flussdichte: 4,5 μ T Grenzwertauslastung: 4,5 %

Elektrisches Feld: 0,3 kV/m Grenzwertauslastung: 6,0 %

In allen Fällen werden die Grenzwerte deutlich unterschritten.

Zur Minimierung elektrischer und magnetischer Felder wurden in den Planungen Maßnahmen in Form von Abstandsoptimierung, Minimierung der Seilabstände und durch die Wahl des Mastkopfbildes im Rahmen der Verhältnismäßigkeit umgesetzt. Weiteren Minimierungsmaßnahmen stehen ein erheblicher Mehraufwand sowie Gründe zum Schutz des Landschaftsbildes entgegen.

Die Vorgaben der 26. BImSchV werden durch das geplante Vorhaben Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Salzgitter (Abschnitt C: Wolmirstedt – Regelzone / LK Helmstedt) eingehalten.

Quellenangaben

Quellen

- [1] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV), Neugefasst durch Bek. v. 14.8.2013 I 3266.
- [2] LAI, 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.
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV), 2016.
- [4] VDE e.V.: DIN EN 50341-1 VDE 0210-1:2013-11, Freileitungen über AC 1 kV, Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen, VDE-Verlag, 2013.
- [5] 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; zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 3.7.2024 I Nr. 225, Nr. 340.
- [6] LAI, Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren sowie Hinweise zur schall-technischen Beurteilung bei der Umstellung von Übertragungsnetzen auf das Betriebskonzept des witterungsabhängigen Freileitungsbetriebs (WAFB), Beschlussfassung durch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) in der 143. Sitzung am 29. und 30. März 2022.

Software

- [7] WinField & Sound / EFC-400 Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbh, Version 2024.

	Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Wahle Abschnitt C	
EMF-Gutachten		

Anhänge zum EMF-Gutachten

Anhang 1 WinField-Zertifikat

Anhang 2 Übersicht maßgeblicher Minimierungsorte und Bezugspunkte

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:	1.1.2019
PRODUCT RELEASE DATE:	1.1.2019	VERSION:	>= V2019

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.

Dr. rer. nat. Olaf Plotzke

unabhängiger Sachverständiger für "Elektromagnetische Umweltverträglichkeit - EMVU"


Forschungsgesellschaft
für Energie
und Umwelttechnologie GmbH
Yorckstr. 60, D-10965 Berlin, Tel 786 97 99, Fax 786 63 89

Forschungsgesellschaft für Energie und
Umwelttechnologie - FGEU mbH

Hersteller Zertifikat

Declaration of Conformity (DoC)

(Genauigkeit der Berechnung der Schallausbreitung für Koronageräusche)

WinField / EFC-400 - Electric and Magnetic Field Calculation

ISSUER:	FGEU mbH	SERIAL NUMBER:	*****
PRODUCT NAME:	WinField / EFC-400	ISSUE DATE:	01.01.2019
PRODUCT RELEASE DATE:	01.01.2019	VERSION:	>= V2019

Die Norm DIN 45687 „Akustik – Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschemission im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen“ (Ausgabedatum: 2006-05) fordert vom Programm-Hersteller, neben der Konformitätserklärung, die Abgabe eines Prüfprotokolls.

In ISO/TR 17534-3:2015 „Acoustics – Software for the calculation of sound outdoors – Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1“ werden Testaufgaben für DIN ISO 9613-2 formuliert.

Prüfprotokoll:

Das Protokoll enthält als Anlage eine Aufstellung der geprüften normativen Testaufgaben. Da die Software WinField / EFC-400 Schallpegel als reine Freiraumausbreitung berechnet, ohne Reflexion oder Störung durch Hindernisse (i.d.R. entspricht dies dem ‚worst-case‘), können nur die Testfälle T01 bis T07 geprüft werden. Für diese folgt:

maximale Abweichung der Berechnung für die Testfälle T01-T07 = ± 0.02 dB

Formelle Konformitätserklärung:

Wir erklären hiermit, dass die korrekte Berechnung der normativen Testaufgaben T01-T07 mit der oben genannten WinField- / EFC-400-Version für Koronageräusche zur Umsetzung der Anforderungen an die Qualitätssicherung nach DIN 45687 und ISO 17534 geprüft wurde.

FGEU mbH, Yorckstr. 60, D-10965 Berlin

Dr. rer. nat. Olaf Plotzke

Geschäftsführender Gesellschafter, unabhängiger Sachverständiger für „Elektromagnetische Umweltverträglichkeit“ (EMV) 786 63 89
Yorckstr. 60, D-10965 Berlin, Tel 786 63 89

Anlage: Normative Testaufgaben für WinField / EFC-400

Bereich	Berechnungsvorschrift	Herkunft (Land)	Anzahl Testdateien
Industrie	DIN ISO 9613	-	7 (T01-T07)
Summe:			7

Forschungsgesellschaft für Energie und
Umwelttechnologie - FGEU mbH

Hersteller Zertifikat

Declaration of Conformity (DoC)

(Genauigkeit der Randfeldstärke- und Schallleistungspegel-Berechnung für Koronageräusche)

WinField / EFC-400 - Electric and Magnetic Field Calculation

ISSUER:	FGEU mbH	SERIAL NUMBER:	*****
PRODUCT NAME:	WinField / EFC-400	ISSUE DATE:	01.01.2019
PRODUCT RELEASE DATE:	01.01.2019	VERSION:	>= V2019

Die Berechnung der elektrischen Randfeldstärke erfolgt nach der physikalischen Theorie wie in „Bauhofer: Handbuch für Hochspannungsleitungen, 1994, Verband der Elektrizitätswerke Österreichs, ISBN 3-9014-1100-3“ explizit dargestellt. Die Schallleistungspegel-Berechnung entspricht den Formeln der EPRI Veröffentlichung „Electric Power Research Institute: Transmission Line Reference Book, 345 kV and Above, Second Edition, 1982, Palo Alto“.

Prüfprotokoll:

Das Protokoll enthält als Anlage eine Aufstellung der geprüften internen Testaufgaben. Für diese folgt:

max. Abweichung der Randfeldstärke für die Testfälle T01-T04 = $\pm 1.5 \cdot 10^{-7}$
max. Abweichung des Schallleistungspegels nach EPRI für die Testfälle T03-T04 = $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ dB

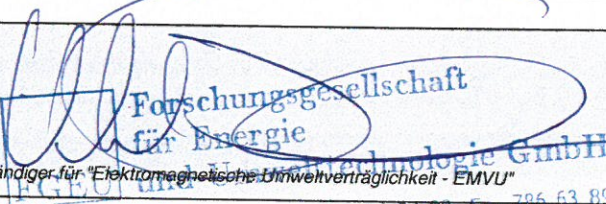
Formelle Konformitätserklärung:

Wir erklären hiermit, dass die korrekte Berechnung der internen Testaufgaben T01-T04 mit der oben genannten WinField- / EFC-400-Version für Koronageräusche zur Umsetzung der Anforderungen an die Qualitätssicherung nach physikalischer Theorie und EPRI geprüft wurde.

FGEU mbH, Yorckstr. 60, D-10965 Berlin

Dr. rer. nat. Olaf Plotzke

Geschäftsführender Gesellschafter, unabhängiger Sachverständiger für: „Elektromagnetische Umweltverträglichkeit - EMVU“



Anlage: Interne Testaufgaben für WinField / EFC-400 für elektrische Randfeldstärke

Bereich	Berechnungsvorschrift	Herkunft (Land)	Anzahl Testdateien
Industrie	Physical Theory + EPRI Publication	-	4 (T01-T04)
Summe:			4

Anlage: Interne Testaufgaben für WinField / EFC-400 für Schallleistungspegel nach EPRI

Bereich	Berechnungsvorschrift	Herkunft (Land)	Anzahl Testdateien
Industrie	Physical Theory + EPRI Publication	-	2 (T03-T04)
Summe:			2

	Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Wahle, Abschnitt C
EMF-Gutachten Anhang 2	Übersicht maßgeblicher Minimierungsorte und Bezugspunkte

Punkt-nr.	Mastfeld	Lage innerhalb des Bewertungsabstandes	Bezugspunkt*	Maßgeblicher Minimierungsort oder Bezugsort der Bezugspunkte
1	34-35	nein	rBP	Ortschaft Beisdorf
2	50-51	nein	rBP	Ortschaft Erxleben
3	51-52	nein	rBP	Ortschaft Erxleben
4	51-52	nein	rBP	Landw. Betrieb südlich von Erxleben
5	51-52	ja	ohne	Gemarkung Erxleben, Flur 7, Flurstück 8/20
6	51-52	ja	ohne	Gemarkung Erxleben, Flur 7, Flurstück 8/19
7	51-52	ja	ohne	Gemarkung Erxleben, Flur 7, Flurstück 8/18
8	51-52	ja	ohne	Gemarkung Erxleben, Flur 7, Flurstück 8/17
9	51-52	ja	ohne	Gemarkung Erxleben, Flur 7, Flurstück 250/8
10	52-53	nein	rBP	Ortschaft Erxleben
11	52-53	ja	ohne	Gemarkung Erxleben, Flur 7, Flurstück 20/17
12	52-53	ja	ohne	Gemarkung Erxleben, Flur 7, Flurstück 20/23
13	53-54	nein	rBP	Ortschaft Erxleben
14	54-55	nein	BP	Schießbahn östlich Erxleben
15	64-65	nein	rBP	Einzelgebäude westlich von Bebertal an der B245
16	67-68	nein	rBP	Hof auf der Sorge und Gebäude im Süden von Bebertal
17	78-79	nein	rBP	Ortschaft Hundisburg
18	79-80	nein	rBP	Ortschaft Hundisburg
19	81-82	nein	BP	Gewerbe östlich von Hundisburg
20	87-88	nein	BP	Gut Glüsig
21	94-95	nein	BP	Gewerbegebiet südlich von Vahldorf

	Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Helmstedt Ost – Wahle, Abschnitt C
EMF-Gutachten Anhang 2	Übersicht maßgeblicher Minimierungsorte und Bezugspunkte

Punkt-nr.	Mastfeld	Lage innerhalb des Bewertungsabstandes	Bezugspunkt*	Maßgeblicher Minimierungsort oder Bezugsort der Bezugspunkte
22	95-96	nein	rBP	Gewerbegebiet südlich von Vahldorf
23	98-99	nein	BP	Sportplatz Ammensleben
24	99-100	nein	rBP	Gewerbegebiet Ammensleben
25	108-109	nein	rBP	Ortschaft Samswegen
26	118-119	nein	rBP	Gewerbegebiet südwestlich von Mose
27	119-120	nein	rBP	Ortschaft Mose
28	120-121	nein	rBP	Ortschaft Mose
29	121-122	nein	BP	Gewerbe östlich von Mose
30	122-Portal	nein	BP	Gewerbe östlich von Mose
31	122-Portal	nein	BP	UW Wolmirstedt

*BP - Bezugspunkt

rBP - repräsentative Bezugspunkt