

Projekt	380-kV-Leitung Stade – Landesbergen
Abschnitt	Abschnitt 4: Sottrum – Verden, LH-10-3038

Planfeststellungsunterlage

Anlage 11.1.1

Immissionsbericht Freileitung

Teil A: Elektrische und magnetische Felder

Teil B: Koronageräusche

Verzeichnis der Anhänge

Nummer	Beschreibung
Anlage 11.1.2	Hersteller-Zertifikat für die Software WinField
Anlage 11.1.3	Berechnungsergebnisse des Bewertungsabstands
Anlage 11.1.4	Berechnungsergebnisse innerhalb des Einwirkungsbereichs
Anlage 11.1.5	Berechnungsergebnisse Provisorien
Anlage 11.1.6	Nachweis HF-Anlagen

Verfahrensführende Behörde:	Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (NLSTBV) Göttinger Chaussee 76 A 30453 Hannover
Antragsteller	TenneT TSO GmbH Bernecker Str. 70 95448 Bayreuth
Antragsunterlagen erstellt durch	SPIE SAG GmbH, CN&G Bereich CeGIT Lucia Wandra Landshuter Straße 65 84030 Ergolding
Berichtsdatum	01.07.2022
Version	<V1.0>

Unterschrift
TenneT TSO GmbH,

van Westrenen

Unterschrift
SPIE SAG GmbH,

Wandra

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Anhänge.....	2
Tabellenverzeichnis	6
1 Einleitung und Hintergrund	7
2 Aufgabenstellung.....	8
TEIL A – ELEKTRISCHE UND MAGNETISCHE FELDER	9
3 Rechtliche Grundlagen und Anforderungen	9
4 Technische Grundlagen und Hintergründe.....	11
4.1 Elektrische Felder	11
4.2 Magnetische Felder	11
5 Technische Daten der Freileitungen.....	12
6 Nachweismethodik.....	15
6.1 Nachweis der Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen .	16
6.2 Maßgebliche Immissionsorte	17
6.3 Weitere maßgebliche Minimierungsorte innerhalb des Einwirkungsbereichs (26. BlmSchVVwV)	19
7 Darstellung und Bewertung der Ergebnisse der elektrischen und magnetischen Felder	20
7.1 Berechnung und Prüfung der Immissionen innerhalb des Bewertungsabstands ...	20
7.2 Berechnung und Prüfung der Immissionen innerhalb des Einwirkungsbereichs....	21
7.3 Darstellung der Ergebnisse der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte	22
8 Prüfung des Minimierungsgebotes.....	26
8.1 Vorprüfung.....	26
8.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen.....	27
8.3 Maßnahmenbewertung	27
8.4 Festlegung und Zusammenfassung der vorgesehenen Minimierungsmaßnahmen: 31	
9 Betrachtung der Provisorien.....	32
TEIL B – KORONAGERÄUSCHE.....	34
10 Rechtliche Grundlagen und Anforderungen	34

10.1 Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte.....	35
11 Abschätzung zur Einhaltung der TA Lärm	36
11.1 Nachweismethodik.....	36
11.2 Darstellung der Ergebnisse Schallpegel.....	38
12 Zusammenfassung und Fazit.....	40
Abkürzungsverzeichnis	42
Literaturverzeichnis	43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3: Technische Daten der 380-kV-Freileitung Sottrum – Verden, LH-10-3038	12
Tabelle 4: Technische Daten der 380-kV-Freileitung Landesbergen – Sottrum, LH-10-3003	12
Tabelle 5: Technische Daten der 110-kV-Leitung Sottrum – Dörverden/WK, LH-10-1006	13
Tabelle 6: Verwendete Masttypen	13
Tabelle 7: Berücksichtigte Niederfrequenzanlagen	14
Tabelle 1: Maßgebliche Immissionsorte für den Trassenverlauf	18
Tabelle 2: Weitere maßgebliche Minimierungsorte innerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage	19
Tabelle 8: Zu erwartende magnetische Flussdichten und elektrische Feldstärken an den maßgeblichen Immissionsorten	20
Tabelle 9: Zu erwartende magnetische Flussdichten und elektrische Feldstärken an den Bezugspunkten	21
Tabelle 10: Maßgebliche Immissionsorte im provisorischen Trassenverlauf	32
Tabelle 11: Zu erwartende magnetische Flussdichten und elektrische Feldstärken an den maßgeblichen Immissionsorten	33
Tabelle 12: Berechnungsergebnisse der Schallpegel im Einwirkungsbereich der Trasse	37

1 Einleitung und Hintergrund

Durch die Forderung nach einem freien europäischen Stromhandel und durch den weiteren Ausbau regenerativer Energieerzeugungsanlagen entsteht ein stark zunehmender Bedarf an Übertragungskapazität im Bereich unseres Stromnetzes, dem in diesem Fall durch Ausbaumaßnahmen begegnet werden soll.

Der Übertragungsnetzbetreiber TenneT TSO GmbH plant zur Netzverstärkung den Ersatz der 220-kV-Höchstspannungsleitungen zwischen Stade und Landesbergen durch eine 380-kV-Höchstspannungsleitung. Die geplante 380-kV-Leitung umfasst eine Länge von insgesamt etwa 154 Kilometern.

Gegenstand des Planfeststellungsantrags, zu welchem der vorliegende Immissionsbericht gehört, ist das Projekt „380-kV-Leitung Stade - Landesbergen, Abschnitt 4: Sottrum – Verden“. Die geplante 380-kV-Leitung wird in Abschnitt 4 teilweise als Freileitung (ca. 25,7 km) und teilweise als Erdkabel (ca. 4,5 km) errichtet.

Der Neubau beginnt an Mast 2001 direkt beim Umspannwerk Sottrum. Der erste Freileitungsabschnitt geht bis zum Mast 2063 nordöstlich der Stadt Verden (Aller). An Mast 2063 wird die Freileitung an der Kabelübergangsanlage (KÜA Verden Nord) aufgeführt. An der KÜA Verden Nord erfolgt die Abführung, anschließend wird die 380-kV-Leitung in Erdkabel-Bauweise weitergeführt.

Die Trasse der Erdverkabelung (Länge: ca. 4,5 km) beginnt an der KÜA Verden Nord und endet an der KÜA Verden Süd. An der Kabelübergangsanlage kommt die Leitung als Erdkabel an und wird von dort wieder als oberirdische Freileitung hoch- bzw. aufgeführt. Die Ermittlung und Dokumentation der Immissionen durch das Erdkabel erfolgt in einer separaten Unterlage und ist als Anlage 11.2 der Antragsunterlagen (Immissionsbericht Erdkabel) einsehbar.

Abgehend von der KÜA Verden Süd wird die Freileitung dann weiter auf den Mast 2066 (westlich von Hönisch) geführt. Der Mast 2066 ist der letzte Mast der Leitung im beantragten Abschnitt 4: Sottrum – Verden. Mast 2066 stellt keinen technischen Verknüpfungspunkt (Umspannwerk o.ä.) dar. Der weitere Leitungsverlauf (Richtung Süden) ist demzufolge ein fließender Übergang zum angrenzenden Abschnitt 5: Verden – Hoya, LH-10-3038/3039, der nicht Gegenstand des vorliegenden Antrags ist.

Des Weiteren umfasst dieser Planfeststellungsantrag weitere, im Nachfolgenden aufgeführte Folgemaßnahmen an bestehenden Hoch- und Höchstspannungsleitungen:

- Zweimalige Verlegung der 380-kV-Bestandsleitung LH-10-3003 Landesbergen – Sottrum und Beseilung eines weiteren Mastfeldes („Durchverbindung Sottrum“, siehe Kap. 3.7.4 in Anlage 1: Erläuterungsbericht)
- Leitungsmitnahme einer 110-kV-Bestandsleitung, 110-kV-Leitung LH-10-1006 Sottrum – Dörverden/WK des Verteilnetzbetreibers Avacon Netz GmbH

Weitere Beschreibungen der Maßnahmen sind in Anlage 1: Erläuterungsbericht einsehbar.

2 Aufgabenstellung

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

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für die 380-kV-Leitung Stade – Landesbergen, Abschnitt 4: Sottrum - Verden, LH-10-3038 und die daraus resultierenden Folgemaßnahmen (vgl. Kap. 0 in Anlage 1: Erläuterungsbericht) sind die von dem Vorhaben ausgehenden Immissionen darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung vorgeschriebener Grenz- und Richtwerte zu beurteilen. Hierbei handelt es sich im Einzelnen um:

- Elektrische Feldstärken (gemessen in Kilovolt pro Meter),
- Magnetische Flussdichten (gemessen in Mikrottesla),
- Korona-Geräusche (Schallpegel, gemessen in Dezibel)

Mit Hilfe des zertifizierten Rechenprogramms WinField (siehe auch Anlage 11.1.2) werden die zu erwartenden elektrischen Feldstärken, magnetischen Flussdichten und Schallemissionen (Korona-Geräusche) ermittelt.

Das elektrische Feld resultiert aus der Betriebsspannung und das magnetische Feld resultiert aus dem Stromfluss. Die physikalischen Grundlagen sind in den Kapiteln 4.1 und 4.2 näher erläutert.

Teil A dieses Immissionsberichts widmet sich den von den Höchstspannungsfreileitungen ausgehenden elektrischen und magnetischen Feldern.

Teil B widmet sich den von den Höchstspannungsfreileitungen ausgehenden Koronageräuschen.

TEIL A – ELEKTRISCHE UND MAGNETISCHE FELDER

3 Rechtliche Grundlagen und Anforderungen

26. BImSchV

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Niederfrequenzanlagen gemäß 26. BImSchV [2] § 3 (1), die vor dem 22. August 2013 errichtet worden sind, so zu betreiben, dass sie in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung die unten genannten Grenzwerte nicht überschreiten:

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

Bei der 380-kV-Leitung Sottrum – Verden (LH-10-3038) handelt es sich im Sinne der 26. BImSchV um eine Niederfrequenzanlage.

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

Ebenfalls sind im Zusammenhang mit den anzustellenden Betrachtungen zur 26. BImSchV [2] die von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) erlassenen Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder [3] zu beachten.

26. BImSchVVwV

Des Weiteren sind nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV [2] bei der Neuerrichtung oder wesentlichen Änderung einer Freileitung 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.

Näheres dazu regelt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder 26. BImSchVVwV [4]). Demnach sind Minimierungsmaßnahmen zu prüfen, wenn sich mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der Anlage befindet.

Der für die Minimierung zu betrachtende Einwirkungsbereich beträgt für Freileitungen mit

- 380 kV Nennspannung 400 m,
- 220 kV Nennspannung 300 m,
- 110 kV Nennspannung 200 m

gemessen ab dem ruhenden äußeren Leiter der Freileitung.

Zur Ermittlung der zu prüfenden Minimierungsmaßnahmen ist zwischen einer individuellen Minimierungsprüfung und einer Prüfung nur an den Bezugspunkten zu unterscheiden. Eine individuelle Minimierungsprüfung ist für alle maßgeblichen Minimierungsorte durchzuführen, welche sich im unmittelbaren Nahbereich der Leitung, also innerhalb des Bewertungsabstandes befinden. Dieser beträgt bei 380-kV-Freileitungen 20 m ab dem ruhenden äußeren Leiter. Für alle anderen Minimierungsorte, die sich zwischen dem Bewertungsabstand und der Grenze des Einwirkungsbereichs befinden, wird das Minimierungspotential nur an den Bezugspunkten ermittelt.

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

Die Verwaltungsvorschrift zur Durchführung 26. BImSchVVwV [4] konkretisiert diese Anforderungen und schreibt die durchzuführenden planerischen Prüfschritte vor. Die Umsetzung des Minimierungsgebotes erfolgt dabei in drei Teilschritten:

- Vorprüfung
- Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen
- Maßnahmen Bewertung

Für die beschriebenen Maßnahmen sind, weil es sich dabei um Änderungen (Neuerrichtung und wesentliche Änderung) im Sinne der 26. BImSchV [2] handelt, die mit dem Vorhaben verbundenen elektrischen und magnetischen Felder darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte zu beurteilen.

4 Technische Grundlagen und Hintergründe

4.1 Elektrische Felder

Wesentlicher Parameter für die Stärke des elektrischen Feldes ist die Betriebsspannung. Darüber hinaus spielt für die bodennahe Feldstärke in der Umgebung einer 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 hat auch der Leitertyp und die Bündelkonfiguration sowie die Anzahl und Anordnung der Erdseile einen geringen Einfluss. Durch diese Parameter wird insbesondere der Verlauf der Feldstärke in unmittelbarer Nähe der Freileitung bestimmt. Mit zunehmendem Abstand von der Freileitung nimmt die elektrische Feldstärke rasch 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.

4.2 Magnetische Felder

Wesentlicher Parameter für die Stärke des magnetischen Feldes ist die Stromstärke, welche in Abhängigkeit der Belastungssituation zeitlichen Schwankungen unterliegt. Darüber hinaus spielt für die bodennahe Feldstärke in der Umgebung einer 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 die magnetische Feldstärke nimmt mit zunehmendem Abstand zur Anlage ab.

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 ermittelten Werte werden in Mikrottesla (μT) angegeben.

5 Technische Daten der Freileitungen

Tabelle 1: Technische Daten der 380-kV-Freileitung Sottrum – Verden, LH-10-3038

380-kV-Leitung Sottrum – Verden, LH-10-3038	
Leitung	2-systemige 380-kV-Freileitung als Stahlgittermastkonstruktion
Isolation	Verbund-Langstabisolator aus Kunststoff
Leitenseil	2x3x4x565-AL1/72-ST1A (Finch)
Erdseil	im Bereich der geteilten Erdseilstützen: 184-AL1/30-ST1A
Lichtwellenleiter – Ausführung als LES	im Bereich der (einfachen) Erdseilspitze: 181-AL3/25-A20SA 2x24 SMF im Bereich der geteilten Erdseilstützen: 181-AL3/25-A20SA 2x24 SMF
Höchste maximal mögliche Anlagenauslastung (n-1-Fall)	4.000 A je Stromkreis
Grundlastfall (Normalbetrieb)	bis zu 2.160 A je Stromkreis

Tabelle 2: Technische Daten der 380-kV-Freileitung Landesbergen – Sottrum, LH-10-3003

380-kV-Leitung Landesbergen-Sottrum, LH-10-3003	
Leitung	2-systemige 380-kV-Freileitung als Stahlgittermastkonstruktion
Isolation	Verbund-Langstabisolator aus Kunststoff
Leitenseil	2x3x4x565-AL1/72-ST1A (Finch)
Lichtwellenleiter – Ausführung als LES	1x261-AL3/25-A20SA – 26,0 (2x24 SMF)
Höchste maximal mögliche Anlagenauslastung (n-1-Fall)	2.100 A je Stromkreis

Tabelle 3: Technische Daten der 110-kV-Leitung Sottrum – Dörverden/WK, LH-10-1006

110-kV-Leitung Sottrum – Dörverden/WK, LH-10-1006 (Avacon Netz GmbH)	
Leitung	2-systemige 110-kV-Freileitung als Stahlgittermastkonstruktion
Leiterseil	2x3x2x565-AL1/72-ST1A (Finch)
Erdseil	-
Lichtwellenleiter – Ausführung als LES	261-AL3/25-A20SA-26,0
Höchste maximal mögliche Anlagenauslastung (n-1-Fall)	2.100 A je Stromkreis

An den Maststandorten der jeweiligen Freileitungen bzw. Freileitungsabschnitte kommen folgende Masttypen zum Einsatz:

Tabelle 4: Verwendete Masttypen

Leistungsnummer	Mastnummer	Masttyp	Mastliste (Anlagen-Nr.)
LH-10-3038	2001 – 2002	Einebenenmast (E)	Anlage 10.2.1
	2003 – 2055	Donaumasten (D)	
	2056 – 2063	Doppel-Einebenenmasten (EE)	
	2066	Donaumast (D)	
LH-10-3003	139A, 140A, 141N	Donaumasten (D)	Anlage 10.2.2.1
	148N, 149A, 149B, 150N	Donaumasten (D)	
LH-10-1006	55N, 67N	Donaumasten (D)	Anlage 10.2.3.1

Nach II.3.4 der LAI-Durchführungshinweise tragen bei diesem Vorhaben die folgenden Niederfrequenzanlagen (siehe Tabelle 5) zur Vorbelastung bei:

Tabelle 5: Berücksichtigte Niederfrequenzanlagen

Leitungs- anlage	Bereich der hier zu betrachtenden Leitungsanlage von Mast – bis Mast	Anlagenname der beeinflussenden Anlage	Betreiber
LH-10-3038	2029 - 2030	Landesbergen – Sottrum, LH-10-3003	TenneT
LH-10-3038	2037 - 2038	Landesbergen – Sottrum, LH-10-3003 Sottrum - Dörverden/ WK, LH-14-1066	TenneT Avacon
LH-10-3038	2039 - 2040	Sottrum - Dörverden/ WK, LH-14-1177	Avacon
LH-10-3038	2044 - 2045	Landesbergen – Sottrum, LH-10-3003	TenneT

Die Lage, Geometrie der Masten, die Spannfeldlängen, die Seildurchhänge und andere Parameter der zu beeinflussenden Leitungen sind in weiteren Anlagen der Planfeststellungsunterlagen im Detail aufgeführt, u.a. in

- Anlage 6: Mastprinzipskizzen
- Anlage 7: Lage-/Grunderwerbspläne
- Anlage 8: Längenprofile
- Anlage 10.2: Mastlisten

6 Nachweismethodik

Entsprechend den Regelungen in § 5 der 26. BImSchV [2] sind für die Ermittlung der Feldstärke- und Flusssdichtewerte an den maßgeblichen Einwirkungsorten keine Messungen erforderlich, wenn die Einhaltung der Grenzwerte durch Berechnungsverfahren festgestellt werden kann. Dementsprechend wird das Berechnungsverfahren mit der zertifizierten Software WinField durchgeführt, die den Anforderungen an Mess- und Berechnungsverfahren nach DIN EN 50413 entspricht (siehe Anlage 11.1.2). Hierzu werden in dem Berechnungsprogramm die Leitungsabschnitte als Feldquelle modelliert.

Für die Betriebsparameter ist die höchste betriebliche Anlagenauslastung zu Grunde zu legen. Dies bedeutet, dass folgende Betriebsspannungen in die Berechnung einfließen:

für 380-kV-Systeme	420 kV,
für 220-kV-Systeme	245 kV,
für 110-kV-Systeme	123 kV.

Zudem wird für die Strombelastbarkeit der maximale betriebliche Dauerstrom eines Systems herangezogen.

Diese Parameter werden sowohl für die beantragte Leitungsanlage 380-kV-Leitung Stade – Landesbergen, Abschnitt 4: Sottrum – Verden, LH-10-3038, als auch für alle zu berücksichtigenden Niederfrequenzanlagen, die sich aus Folgemaßnahmen ergeben (380-kV-Bestandsleitung LH-10-3003 Landesbergen – Sottrum und Leitungsmithnahme 110-kV-Leitung LH-10-1006 Sottrum – Dörverden/WK des Verteilnetzbetreibers Avacon Netz GmbH) angenommen.

Die technischen Parameter der anderen relevanten Niederfrequenzanlagen, die für die Ermittlung der Immissionsbeiträge berücksichtigt wurden, wurden beim jeweiligen Betreiber erfragt.

Entsprechend werden die technischen Parameter in Kapitel 5 für die jeweiligen betrachteten Leitungsabschnitte aufgeführt. Für die Berechnung der Immissionswerte werden durchgängig konservative Ansätze gewählt. Es werden somit Feldstärke- und Flusssdichtewerte ermittelt, die über den im Betrieb zu erwartenden Werten liegen.

Nach 26. BImSchV [2] sind auch Immissionen ortsfester Hochfrequenzanlagen im Frequenzbereich 9 kHz bis 10 MHz zu berücksichtigen. Diese tragen gemäß den Ausführungen in den LAI-Durchführungshinweisen [3] ab einem Abstand von 300 Metern nicht relevant zur Vorbelastung bei und machen daher eine gezielte Vorbelastungsermittlung entbehrlich, sofern keine gegenteiligen Anhaltspunkte bestehen. Für den Trassenverlauf sind laut EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur, welche am 30.06.2022 aufgerufen wurde, (<https://emf3.bundesnetzagentur.de/karte>) keine entsprechenden Hochfrequenzanlagen in diesem Abstand vorhanden (siehe Anlage 11.1.6), so dass dieser Aspekt hier nicht weiter zu betrachten ist.

Die Stromrichtung ist abhängig von der jeweiligen vorherrschenden Netzsituation. Für die vorliegenden Berechnungen wurde die Stromrichtung von Stade nach Landesbergen angesetzt.

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.

Die für die Ermittlung der Immissionsorte notwendigen Geodaten wurden von dem Leitungsbetreiber zur Verfügung gestellt.

6.1 Nachweis der Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 3 ist zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen der Nachweis zu erbringen, dass im Einwirkungsbereich der zu betrachtenden Anlage an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, die Grenzwerte für die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte eingehalten werden.

Wie bereits dargelegt, sind die Feldstärken stark abstandsabhängig. Die größten Feldstärken werden bei dem geringsten Abstand des betrachteten Ortes von der Feldquelle, d. h. der Anlage, erreicht. Für ein zu betrachtendes Freileitungsspannfeld ist dies in der Regel am Ort des geringsten Bodenabstands der Leiterseile der Fall. Dies ist somit von der örtlichen Topographie abhängig, wird aber bei ebenem Gelände etwa in Spannfeldmitte erreicht.

Die Immissionen werden bei Freileitungsabschnitten auf dem Flurstück in einer Höhe von 1 m über Erdoberkante (EOK) ermittelt.

Funkenentladungen und ähnliche Wirkungen sind aufgrund der Einhaltung des Grenzwertes der elektrischen Feldstärke nicht zu erwarten.

6.2 Maßgebliche Immissionsorte

Nach der 26. BImSchV sind die elektrischen und magnetischen Felder von Hochspannungsleitung in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, zu ermitteln (Kapitel 1.2.1).

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

Nach Ziffer II.3.2 der LAI-Hinweise sind maßgebliche Immissionsorte: „Orte dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen Gebäude und Grundstücke, in oder auf denen nach der bestimmungsgemäßen Nutzung Personen regelmäßig länger – mehrere Stunden verweilen können. Das schutzwürdige Gebäude oder Grundstück muss nicht notwendigerweise einem dauernden Aufenthalt, z. B. zum Wohnen, dienen. Voraussetzung ist weiterhin nicht, dass man sich täglich dort aufhält. Ausreichend ist beispielsweise auch ein Aufenthalt, der in regelmäßigen Abständen nur tagsüber oder nur in bestimmten Jahreszeiten stattfindet. Zur Feststellung, ob ein Gebäude oder Grundstück im Einzelfall zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt bestimmt ist, ist insbesondere die bauplanungsrechtliche Einordnung von Belang. Bei Grundstücken im Bereich eines Bebauungsplans oder innerhalb eines im Zusammenhang bebauten Ortsteils oder bei einem mit Wohngebäuden bebauten Grundstück im Außenbereich ist in der Regel von einer Bestimmung zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt auszugehen.“

Bei der Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte zum Schutz sind die Anforderungen der 26. BImSchV [2] und die zugehörigen Ausführungen in den LAI-Durchführungshinweisen [3] sowie der Verwaltungsvorschrift 26. BImSchVVwV [4] zu beachten.

Die Breite des auf maßgebliche Immissionsorte zu untersuchenden Bereichs ist bei Freileitungen abhängig von ihrer Nennspannung und bemisst sich als ein an den ruhenden äußeren Leiter angrenzender Streifen. Für 380-kV-Freileitungen gilt gemäß LAI-Hinweisen [3] (und gleichzeitig 26. BImSchVVwV [4]), eine Breite von 20 m zu beiden Seiten.

Demzufolge ist zu ermitteln, ob sich maßgebliche Immissionsorte bei der geplanten Maßnahme in einem Bereich bis zu 20 m Abstand vom äußersten ruhenden Leiterseil innerhalb des Bewertungsabstands befinden.

Um für den Trassenverlauf der 380-kV-Ltg. Sottrum - Verden (eine kartographische Darstellung der ist in Anlage 2: Übersichtspläne der Planfeststellungsunterlage zu finden) die maßgeblichen Immissionsorte zu ermitteln, wurde der gesamte Verlauf auf entsprechende Orte mit Hilfe von Liegenschaftskataster und Luftbildern abgesucht. Es wurden seitens der Gemeinden keine Bebauungspläne übermittelt.

Es ist festzustellen, dass innerhalb des Bewertungsabstands (20 m Abstand vom äußersten ruhenden Leiterseil) für die geplante Trasse kein Gebäude oder Gebäudeteil sich befinden.

Vorsorglich wurden die Grundstücke (innerhalb des Bewertungsabstands) auf denen sich Gebäude befinden, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, untersucht. Als Maßgebliche Immissionsorte im Sinne der 26. BImSchV wurden vorsorglich untersuchte Grundstücke, auf denen sich schutzwürdige Objekte befinden, als maßgebliche Immissionsorte angenommen.

Dabei wurden die in nachfolgender Tabelle 6 aufgeführten maßgeblichen Immissionsorte für die Leitung LH-10-3038 identifiziert.

Tabelle 6: Maßgebliche Immissionsorte für den Trassenverlauf

Lfd. Nr.	Bereich von Mast – bis Mast	Maßgeblicher Immissionsort	Gemarkung Flurstück Nr.	Objekt Nutzung	Abstand Gebäude zur Trassenachse	Abstand Flurstück/ zur Trassenachse
1	2007 - 2008	Jeerhof 10, Böttersen	Hassendorf 86/1	Wirtschaftsgebäude	73 m	25 m
2	2029 - 2030	Verdener Str., Hellwege	Hellwege 95/1	Wirtschaftsgebäude, Landwirtschaftlicher Betrieb	66 m	Überspannt
3	2037 - 2038	Haberloher Dorfstraße 10, Langwedel	Hellwege 14/14	Schießanlage	47 m	Überspannt
4	2039 - 2040	Haberloher Dorfstraße, Langwedel	Haberloh 105/1	Landwirtschaftlicher Betrieb	174 m	Überspannt

Hier ist anzumerken, dass alle Gebäude sich außerhalb des Bewertungsabstands (20 m von ruhenden Leiterseil) befinden.

6.3 Weitere maßgebliche Minimierungsorte innerhalb des Einwirkungsbereichs (26. BImSchVVwV)

Für alle anderen maßgeblichen Minimierungsorte erfolgt die Prüfung am Bezugspunkt. Als Bezugspunkt (BP) bezeichnet man den Punkt, der im Bewertungsabstand auf der kürzesten Geraden zwischen dem jeweiligen maßgeblichen Minimierungsort und der jeweiligen Trassenachse liegt. Bei dichter Bebauung, d. h. einer Vielzahl von Bezugspunkten, können repräsentative BP gewählt werden.

Bei der Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte wurden der in der 26. BImSchVVwV [4] genannte konservative Pauschalwert für den Einwirkungsbereich von 400m bei einer 380-kV-Freileitung herangezogen. Ausgangspunkt ist dabei jeweils die Bodenprojektion des ruhenden äußeren Leiters.

Analog zum Kapitel 6.2 wurde der gesamte Verlauf der Leitung mit Hilfe von Luftbildern abgesucht. Dabei wurden in folgenden Bereichen maßgebliche Minimierungsorte (zusätzlich zu den in Tabelle 6 aufgelisteten maßgeblichen Immissionsorten) ermittelt, die in der nachfolgenden Tabelle 7 aufgeführt sind.

Tabelle 7: Weitere maßgebliche Minimierungsorte innerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage

Leitung	Spannfeld Von Mast – nach Mast	Repräsentativer Bezugspunkt (BP)	Minimierungsorte im Einwirkungsbereich (400 m der Leitungsachse)		Abstand zur Trassenachse
			links	rechts	
LH-10-3038	2003 - 2005	BP 1		x	60 m
LH-10-3038	2018 - 2019	BP 2	x		130 m
LH-10-3038	2053 - 2054	BP 3	x		190 m
LH-10-3038	2057 - 2058	BP 4	x		380 m
LH-10-3003	149B - 150N	BP 5	x		295 m
LH-10-3003	139A - 140A	BP 6	x		250 m

7 Darstellung und Bewertung der Ergebnisse der elektrischen und magnetischen Felder

7.1 Berechnung und Prüfung der Immissionen innerhalb des Bewertungsabstands

Für jeden in Tabelle 6 aufgeführten Immissionsort wurden die maximal zu erwartenden elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten mit Hilfe des Programms WinField (siehe Zertifikat in Anlage 11.1.2) berechnet. Die dazugehörigen Ergebnisse der 380-kV-Leitungen LH-10-3038 und LH-10-3003 sind der Anlage 11.1.3 zu entnehmen und grafisch in Kapitel 7.3 dargestellt.

Zudem wurden die maximal zu erwartenden Stärken des elektrischen Feldes und der magnetischen Flussdichte in der nachfolgenden Tabelle 8 aufgelistet und bewertet.

Tabelle 8: Zu erwartende magnetische Flussdichten und elektrische Feldstärken an den maßgeblichen Immissionsorten

Lfd. Nr.	Maximalwert auf dem Flurstück in 1 m über EOK		Maximalwerte am Objekt Am Objekt		Grenzwerte eingehalten
	Elektrische Feldstärke	Magnetische Flussdichte	Elektrische Feldstärke	Magnetische Flussdichte	ja/nein
1	2,6 kV/m	27 µT	0,2 kV/m	2,9 µT	ja
2	0,6 kV/m	6,0 µT	0,2 kV/m	3,4 µT	ja
3	2,4 kV/m	24,6 µT	0,5 kV/m	7,7 µT	ja
4	< 0,1 kV/m	0,4 µT	< 0,1 kV/m	0,5 µT	ja

Wie anhand der Werte in **Tabelle 8** ersichtlich ist, werden die **Grenzwerte der 26. BImSchV an allen maßgeblichen Immissionsorten der Anlage uneingeschränkt eingehalten.**

7.2 Berechnung und Prüfung der Immissionen innerhalb des Einwirkungsbereichs

Für jeden in Tabelle 7 aufgeführten maßgeblichen Minimierungsort wurden die maximal zu erwartenden elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten an den jeweiligen (repräsentativen) Bezugspunkten in 1 m über EOK mit Hilfe des Programms WinField berechnet.

Die Ergebnisse der berechneten Werte der magnetischen Flussdichte und elektrischen Feldstärke im Einwirkungsbereich der 380-kV-Leitungen LH-10-3038 und LH-10-3003 sind in der Anlage 11.1.4 aufgelistet

Die maximal zu erwartenden Stärken des elektrischen Feldes und der magnetischen Flussdichte wurde in der nachfolgenden Tabelle 9 aufgelistet und bewertet.

Tabelle 9: Zu erwartende magnetische Flussdichten und elektrische Feldstärken an den Bezugspunkten

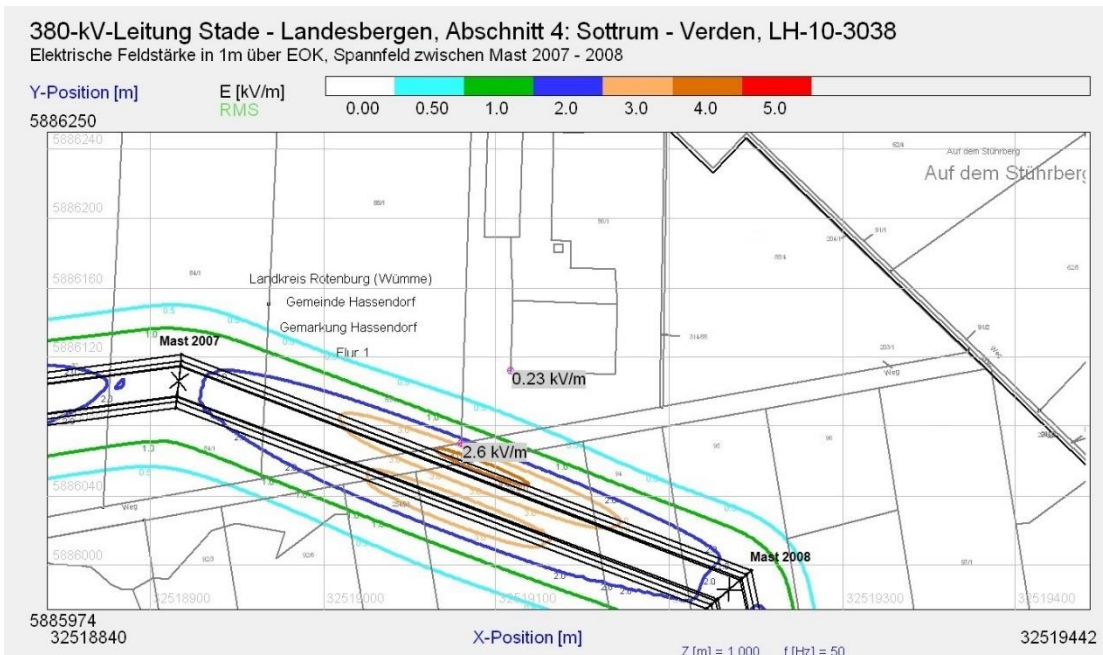
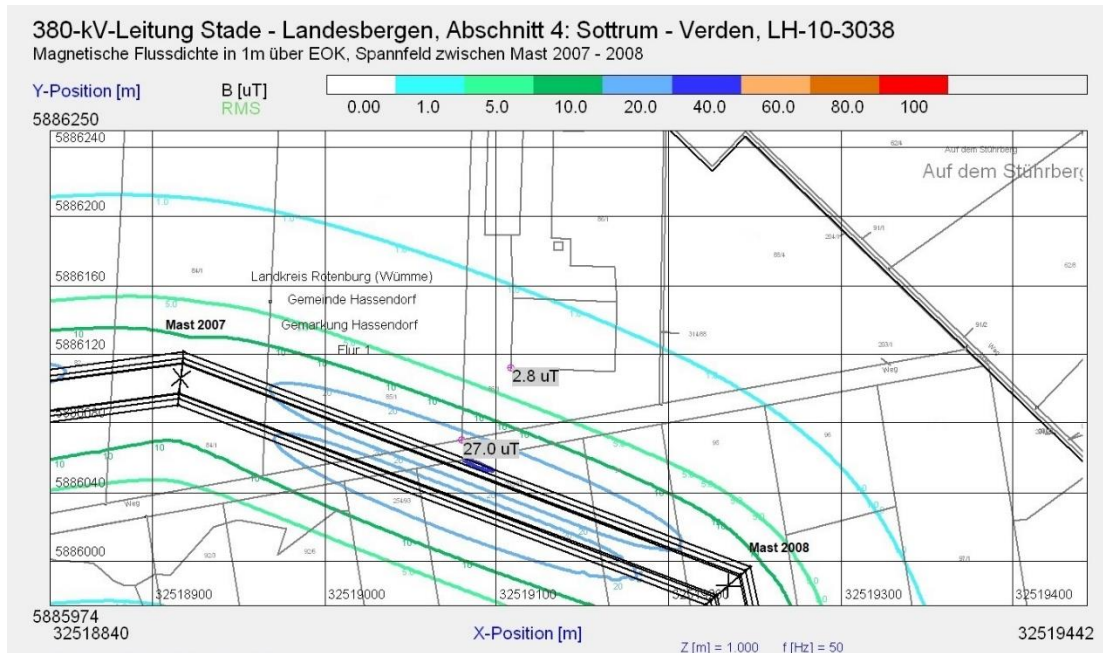
Leitung	Spannfeld	Bezugspunkt (BP)	Maßgebliche Immissionsorte im Einwirkungsbereich		Grenzwerte eingehalten
			Elektrische Feldstärke	Magnetische Flussdichte	ja/nein
LH-10-3038	Mast 2003 bis 2005	BP 1	0,7 kV/m	8,6 µT	ja
LH-10-3038	Mast 2018 bis 2019	BP 2	0,6 kV/m	6,6 µT	ja
LH-10-3038	Mast 2053 bis 2054	BP 3	1,3 kV/m	15,7 µT	ja
LH-10-3038	Mast 2057 bis 2058	BP 4	0,9 kV/m	6,0 µT	ja
LH-10-3003	Mast 149B bis 150N	BP 5	0,9 kV/m	5,7 µT	ja
LH-10-3003	Mast 139A bis 140A	BP 6	1,0 kV/m	5,9 µT	ja

Wie anhand der Werte in **Tabelle 9** ersichtlich ist, werden die **Grenzwerte der 26. BImSchV auch im Einwirkungsbereich der Anlage uneingeschränkt eingehalten.**

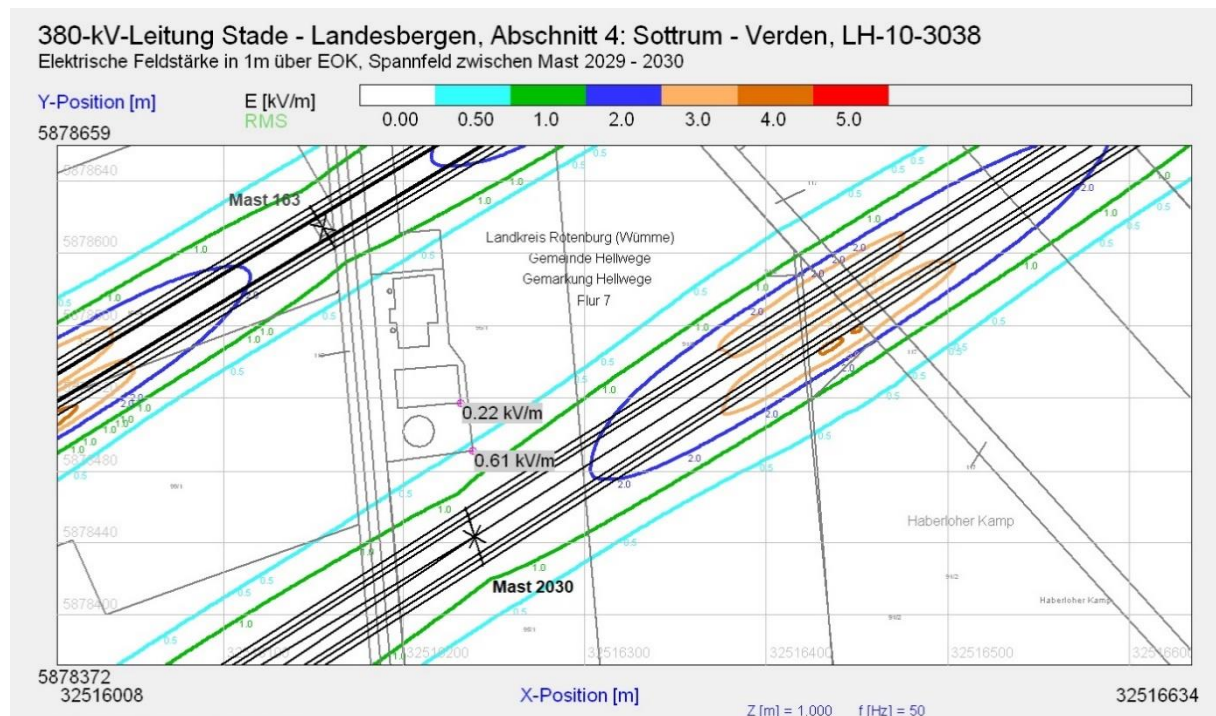
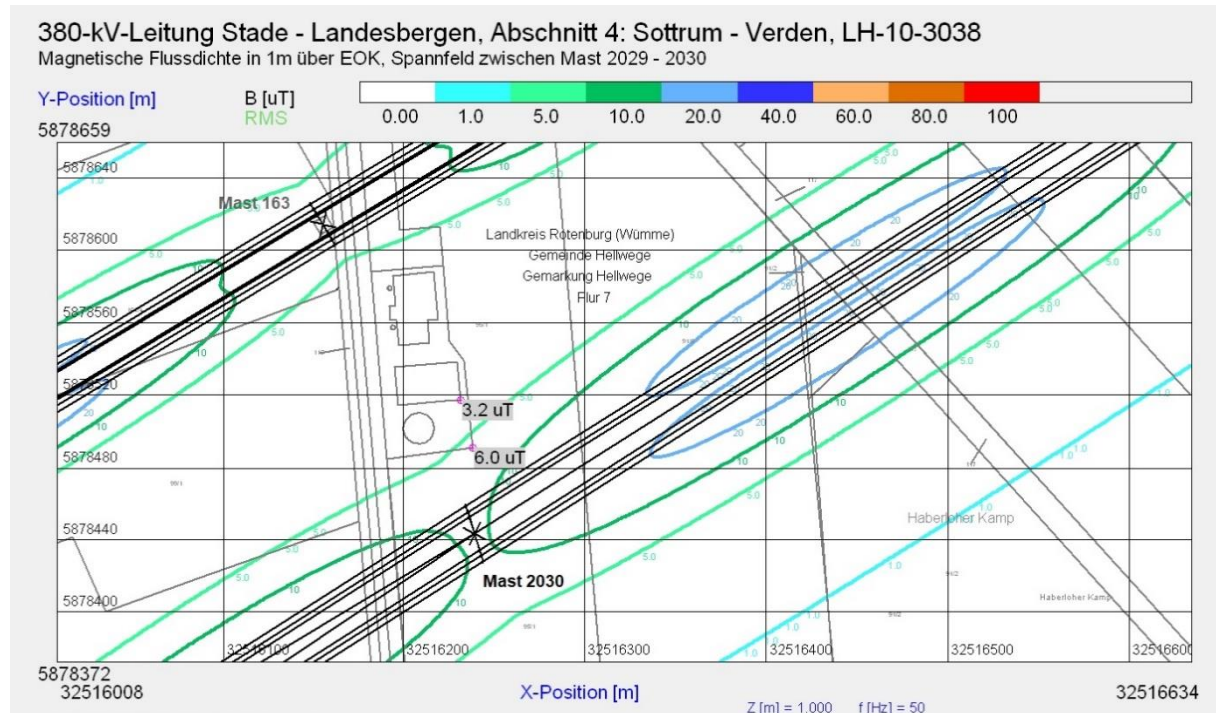
Des Weiteren wird in Kapitel 9 das Minimierungsgebot entsprechend der 26. BImSchVVwV [4] abgeprüft.

7.3 Darstellung der Ergebnisse der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte

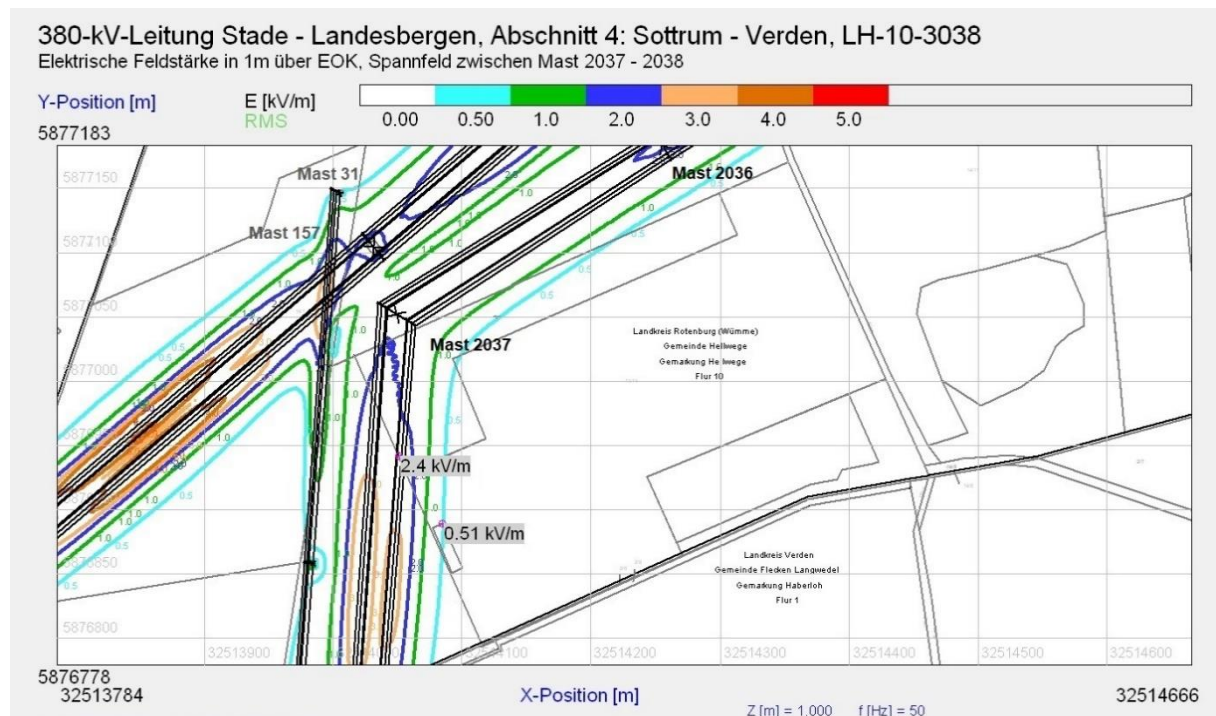
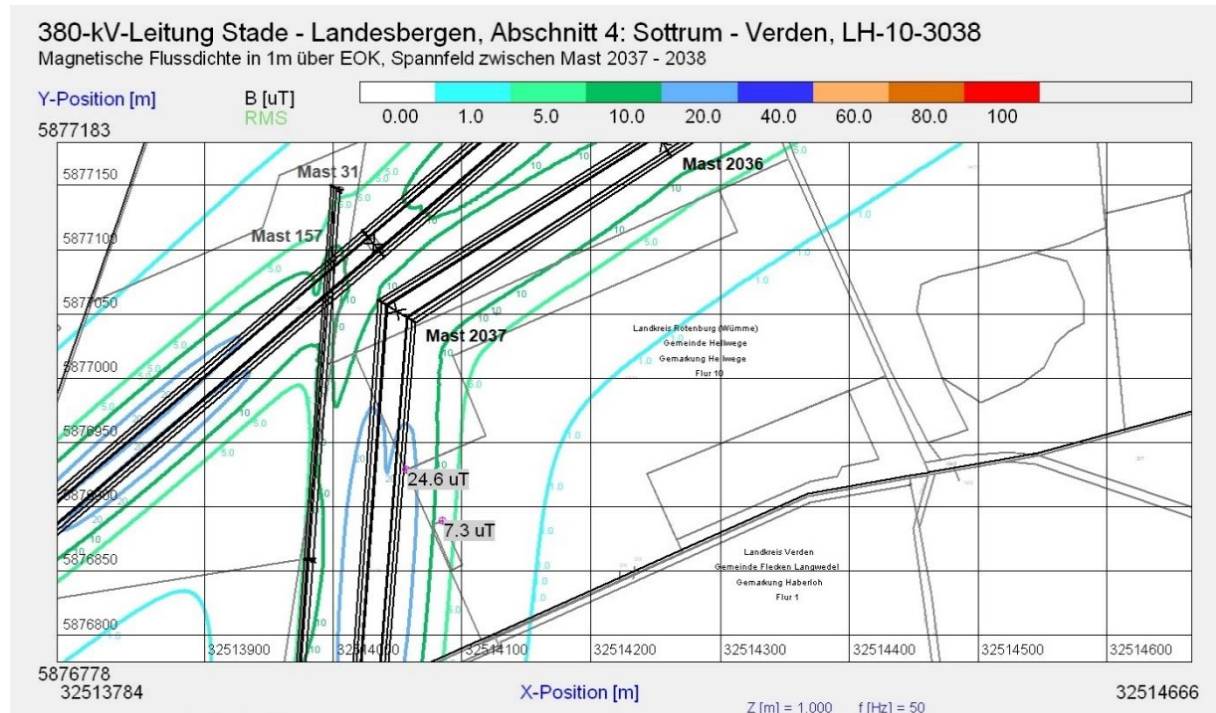
Mast 2007 – 2008 der 380-kV-Leitung Sottrum – Verden (LH-10-3038)



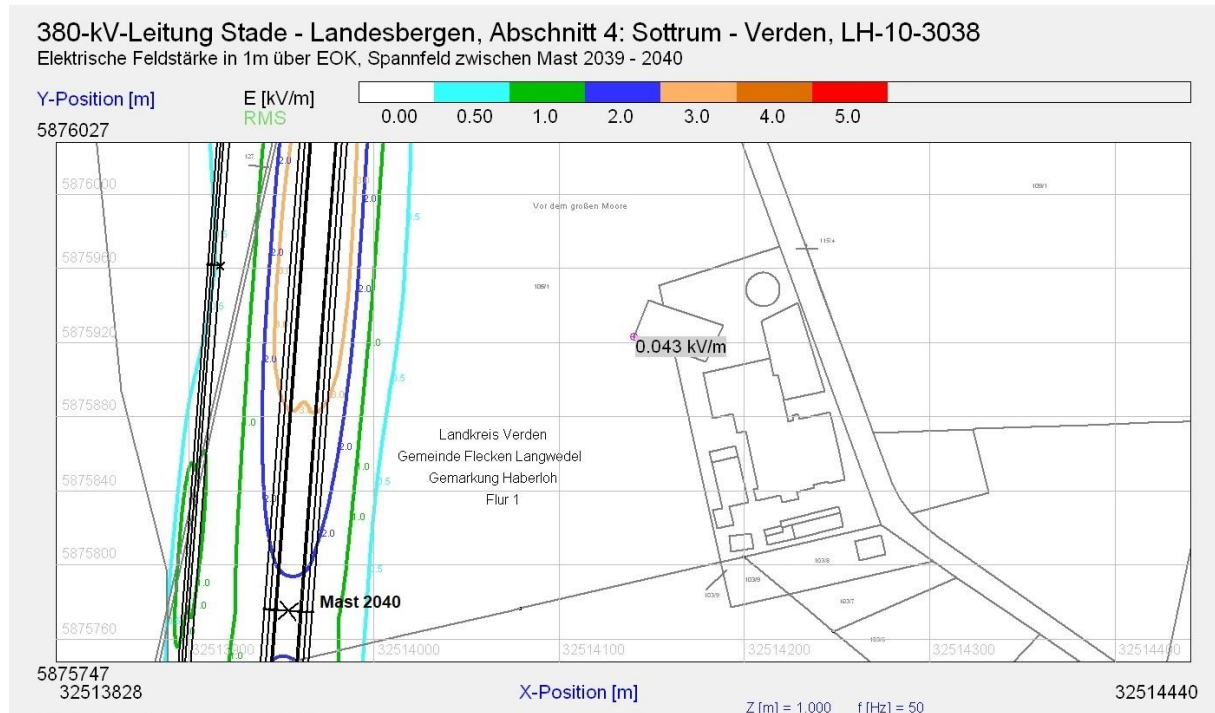
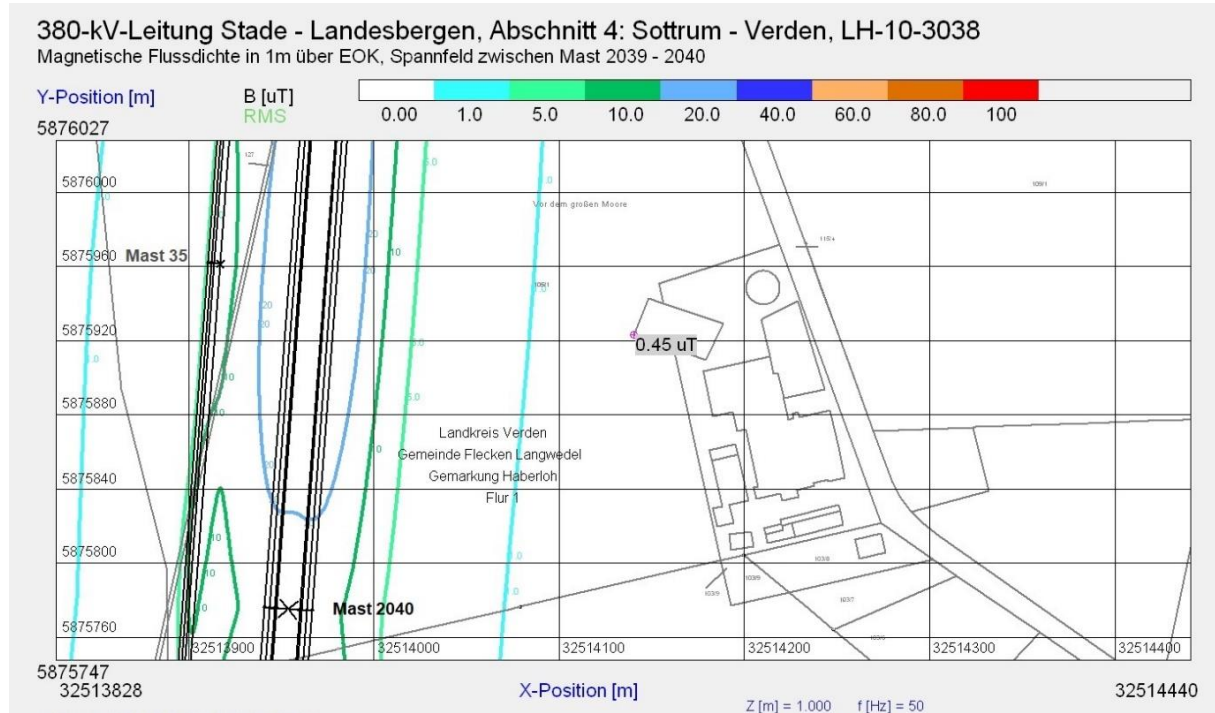
Mast 2029 – 2030 der 380-kV-Leitung Sottrum – Verden (LH-10-3038)



Mast 2037 – 2038 der 380-kV-Leitung Sottrum – Verden (LH-10-3038)



Mast 2039 – 2040 der 380-kV-Leitung Sottrum – Verden (LH-10-3038)



8 Prüfung des Minimierungsgebotes

Vorhaben:

380-kV-Leitung Stade – Landesbergen, Abschnitt 4: Sottrum – Verden, LH-10-3038

Folgemaßnahmen

- Zweimalige Verlegung der 380-kV-Bestandsleitung LH-10-3003 Landesbergen – Sottrum und Beseilung eines weiteren Mastfeldes („Durchverbindung Sottrum“, siehe Kap. 3.7.4 in Anlage 1: Erläuterungsbericht)
- Leitungsmithnahme einer 110-kV-Bestandsleitung, 110-kV-Leitung LH-10-1006 Sottrum – Dörverden/WK des Verteilnetzbetreibers Avacon Netz GmbH

8.1 Vorprüfung

Prüfung des Bewertungsabstandes gemäß 26. BImSchVVwV

Befinden sich innerhalb des Bewertungsabstandes (20 m ausgehend von der Bodenprojektion des jeweils ruhenden äußeren Leiterseils) der geplanten Anlagen maßgebliche Minimierungsorte, ist eine individuelle Prüfung für diese maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes erforderlich.

Das Ergebnis der Vorprüfung hat ergeben, dass sich innerhalb des Bewertungsabstands der geplanten Trasse keine maßgeblichen Minimierungsorte im Sinne der 26. BImSchVVwV befinden.

Die genaue Lage des Vorhabens ist in der Anlage 7 (Lage-/Grunderwerbspläne) der Planfeststellungsunterlagen dargestellt.

Prüfung des Einwirkungsbereiches gemäß 26. BImSchVVwV

Befinden sich im Einwirkungsbereich (400 m ausgehend von der Bodenprojektion des jeweils ruhenden äußeren Leiterseils) der geplanten Anlage maßgebliche Minimierungsorte, d.h. Gebäude oder Gebäudeteile zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bzw. Gebäude oder Grundstücke mit besonders schützenswerter Nutzung (Wohnen, Kindergarten, Kinderhort, Schule, Spielplatz, o. ä.), sind Maßnahmenbewertungen erforderlich.

Das Ergebnis der Vorprüfung (siehe Kapitel 6.3) hat ergeben, dass sich innerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage maßgebliche Minimierungsorte befinden.

8.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen

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

Es sind ausschließlich die in der 26. BImSchVVwV [4]) Kap. 5 „Technische Möglichkeiten zur Minimierung“ gelisteten Minimierungsmöglichkeiten zu prüfen (siehe Kapitel 5.3.1 bis 5.3.5 der 26. BImSchVVwV):

- Abstandsoptimierung (Nr. 5.3.1.1)
- Elektrische Schirmung (Nr. 5.3.1.2)
- Minimieren der Seilabstände (Nr. 5.3.1.3)
- Optimieren der Mastkopfgeometrie (Nr. 5.3.1.4)
- Optimieren der Leiteranordnung (Nr. 5.3.1.5)

8.3 Maßnahmenbewertung

Die Prüfung möglicher Minimierungsmaßnahmen erfolgt für das beantragte Vorhaben zur Errichtung der 380-kV-Leitung LH-10-3038 einschließlich ihrer geplanten Leistung und für die in den Antragsunterlagen dargelegte Trasse. Auch die im Gesamtvorhaben inbegriffenen Folgemaßnahmen (Verlegung der 380-kV-Bestandsleitung LH-10-3003 und Mitnahme der 110-kV-Bestandsleitung LH-10-1006 der Avacon Netz GmbH) wurden bei der Prüfung der Minimierungsmaßnahmen berücksichtigt.

Bei der Auswahl der Minimierungsmaßnahmen ist der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu wahren, indem Aufwand und Nutzen möglicher Maßnahmen betrachtet werden. Zudem sind mögliche nachteilige Auswirkungen auf andere Schutzgüter zu berücksichtigen.

Daher werden im nachfolgenden die Minimierungsmaßnahmen für alle maßgeblichen Minimierungsorte betrachtet. Hierzu zählen alle in den Anlagen 11.1.3 und 11.1.4 enthaltenen Objekte.

Das Minimierungspotenzial wurde also an jedem maßgeblichen Minimierungsort innerhalb des Bewertungsabstandes sowie zusätzlich an den repräsentativen Bezugspunkten ermittelt.

Das Minimierungspotential wurde hier über eine pauschalierende Betrachtung, in diesem Fall durch Vergleich mit bereits bestehenden, anderen Anlagen, für die jeweiligen genannten technischen Möglichkeiten zur Minimierung ermittelt.

- **Abstandsoptimierung**

In dem betrachteten Leitungsabschnitt der geplanten 380-kV-Leitung LH-10-3038 betragen die minimalen Bodenabstände 12 m. Somit wird der nach DIN EN 50341-2-4 geforderte minimale Bodenabstand erheblich übertroffen.

Die geplanten Bodenabstände sind im Vergleich zu den Bodenabständen der bestehenden Leitungen LH-10-3003 der TenneT TSO GmbH und der 110-kV-Leitung LH-10-1006 der Avacon Netz GmbH deutlich größer. Im Bereich der 110-kV-Leitungsmitnahme wird ein Mindestabstand der Leiterseile zum Boden von 9,00 Meter realisiert (6,00 m gefordert gemäß DIN EN).

Eine darüberhinausgehende Erhöhung der Bodenabstände durch Masterhöhungen hätte insbesondere an den in Anlage 11.1.4 aufgelisteten maßgeblichen Minimierungsorten in größerer Entfernung nur eine sehr geringe weitere Immissionsreduzierung zur Folge. Obwohl eine Immissionsreduzierung durch weitere Masterhöhung an den in Anlagen 11.1.3 aufgelisteten maßgeblichen Immissionsorten bzw. Minimierungsorten zwar möglich wäre, würde die damit verbundene Erhöhung der Masten einen zusätzlichen Eingriff in das Landschaftsbild bedeuten und auch die Belange des Vogelschutzes weiter beeinträchtigen.

Wegen der geänderten statischen Anforderungen und notwendigen Änderungen an den Mastfundamenten wäre damit auch ein zusätzlicher Eingriff in den Boden und in die Eigentumsrechte Dritter verbunden.

Aus vorgenannten Gründen wird eine weitere Masterhöhung hier nicht weiterverfolgt bzw. der geplante Mindestbodenabstand als ausreichend hoch erachtet.

- **Elektrische Schirmung**

Die Maßnahme wirkt sich ausschließlich auf das elektrische Feld aus, welches gegenüber dem magnetischen Feld nachrangig zu minimieren ist. In diesem Zusammenhang kann es gleichzeitig nachteilige Auswirkungen auf die Geräuschentwicklung geben.

Zusätzlich wäre zur Realisierung dieser Minimierungsmaßnahme ggf. eine Masterhöhung notwendig, um die erforderlichen Bodenabstände einzuhalten. Somit würde die damit verbundene Erhöhung der Maste einen zusätzlichen Eingriff in das Landschaftsbild bedingen und Belange des Vogelschutzes weiter beeinträchtigen. Wegen der geänderten statischen Anforderungen und notwendigen Änderungen an den Mastfundamenten wäre damit auch ein zusätzlicher Eingriff in den Boden und in die Eigentumsrechte Dritter verbunden.

Die zur Schirmung erforderlichen zusätzlichen Leiterseile auf zusätzlichen Traversen könnten zu einer Erhöhung des Anflugrisikos und damit zu zusätzlichen naturschutzfachlich relevanten Eingriffen führen.

Aufgrund der geringen Wirksamkeit, insbesondere im Hinblick auf das magnetische Feld, der Maßnahme und der damit verbundenen zusätzlichen Beeinträchtigungen wird auf die

Anwendung dieser Maßnahme verzichtet. Unter Berücksichtigung des geringen Minimierungspotentials wäre darüber hinaus der zusätzliche Aufwand bei der Errichtung und Montage unverhältnismäßig groß.

- **Minimieren der Seilabstände**

Eine wirksame Optimierung wird dann erreicht, wenn der Abstand der Phasen zueinander möglichst klein gewählt wird, wobei aber der Abstandsminimierung aufgrund physikalischer Gegebenheiten Grenzen gesetzt sind. Gründe dafür sind, dass für eine sichere Isolation der unter Spannung stehenden Leiter Mindestabstände vorgeschrieben sind (DIN EN 50341-2-4), welche unter Berücksichtigung der windbedingten Ausschwingweiten zwischen den Leitern notwendigerweise einzuhalten sind. Darüber hinaus sind die technischen und betrieblichen Anforderungen zu berücksichtigen.

Für Wartungsarbeiten muss ein Sicherheitsabstand zwischen dem Arbeitsbereich und den unter Spannung stehenden Anlagenteilen eingehalten werden. Bei Mehrfachleitungen mit mehr als einem System bzw. Stromkreis muss in der Regel ein zu wartender Stromkreis unabhängig von den anderen Stromkreisen zugänglich sein, um die Versorgungssicherheit nicht durch zu viele gleichzeitig abgeschaltete Stromkreise zu gefährden. Diese unabhängige Freischaltungsmöglichkeit einzelner Stromkreise ist bei zu geringen inneren Abständen nicht mehr gewährleistet

Zusätzlich erhöht sich die Feldstärke zwischen den Leitern und somit die Randfeldstärke an den Leiteroberflächen mit sinkendem Leiterabstand (Abstand der Phasen untereinander), was zu einem Anstieg der Korona-Entladungen und den damit verbundenen Geräuschen führt – welche ihrerseits eine immissionsschutzrelevante Größe sind.

Eine weitere Reduzierung der Leiterabstände ist daher aus oben genannten Gründen nicht möglich.

- **Optimieren der Mastkopfgeometrie**

Bei dem geplanten Leitungsvorhaben wird bei der 380-kV-Leitung Sottrum – Verden, LH-10-3038 überwiegend das Donaumastbild (D-2-D) verwendet.

Im Bereich der Mitnahme der 110-kV-Leitung Sottrum – Dörverden/WK, LH-10-1006 der Avacon Netz GmbH (Mast 2056 – 2063 der 380-kV-Ltg. LH-10-3038) wird abweichend davon ein Doppel-Einebenen-Gestänge (EE) verwendet, um die zusätzlichen Systeme auf der unteren Traverse der Masten auf- bzw. mitzuführen.

Durch die Leitungsmitnahme (Neubau von zwei 110-kV-Masten inkl. Mitnahmebereich auf dem Gestänge der 380-kV-Leitung) kann der Trassenraum im Bereich von Langwedel und Verden-Dauelsen optimal genutzt werden, da nach Abschluss der Maßnahme zwei Hoch- bzw.

Höchstspannungsfreileitungen (110-/380-kV) auf einem Mastgestänge geführt werden. Eine Belastung durch eine weitere separate (alleinstehende) Leitung wird dadurch vermieden.

Die Wahl der Mastform wird abhängig von den lokalen Anforderungen und den betriebstechnischen Aufgaben gewählt. Eine vertikale Anordnung z.B. durch Tonnenmaste hat eine größere Masthöhe zur Folge. Diese wirkt sich wiederum nachteilig auf das Landschaftsbild und, in Abhängigkeit vom Vorkommen anfluggefährdeter Vogelarten, auch auf die Belange des Vogelschutzes aus.

Die Wahl einer anderen Mastgeometrie hätte insbesondere an den in Anlage 11.1.4 aufgelisteten maßgeblichen Minimierungsorten in größerer Entfernung nur eine sehr geringe weitere Immissionsreduzierung zur Folge. Obwohl eine Immissionsreduzierung durch Änderung der Mastkopfgeometrie an den in Anlage 11.1.3 aufgelisteten maßgeblichen Immissionsorten bzw. Minimierungsorten zwar möglich wäre, würde die damit verbundene Erhöhung der Maste einen zusätzlichen Eingriff in das Landschaftsbild bedeuten und auch die Belange des Vogelschutzes weiter beeinträchtigen.

Aufgrund des begrenzten Minimierungspotentials bei gleichzeitig nachteiliger Auswirkung auf die oben genannten Schutzgüter wird die vertikale Anordnung hier nicht angewendet.

- **Optimieren der Leiteranordnung**

Die Phasenanordnung beeinflusst auch die elektrischen Eigenschaften der Leitung im Netz, wobei aus betrieblicher Sicht insbesondere elektrische Asymmetrien die Wahl der Phasenanordnung einschränken können. Daher ist eine Optimierung mit Blick auf einzelne Immissionsorte entlang einer Leitung oft nicht möglich.

Die gewählte Phasenanordnung der geplanten 380-kV-Leitung LH-10-3038 stellt unter Abwägung der Immissionen und der betrieblichen Aspekte während der zumeist vorherrschenden Betriebszustände und Netzkonstellationen einen optimierten Planungsstand dar.

Darüber hinaus ist eine Änderung der Leiteranordnung der 380-kV-Bestandsleitung LH-10-3003 und 110-kV-Leitung LH-10-1006 der Avacon Netz GmbH aufgrund der Leitungslänge und bestehenden Einführungen und Anschlüsse im Umspannwerk aus technischen Gründen nicht möglich. Eine Änderung der Leiterfolge im Leitungsverlauf erfordert das Vorhandensein sog. Verdrillungsmaste.

Eine feldoptimierte Phasenfolge kann sich ggf. nachteilig auf die Geräuschimmissionen auswirken.

Aufgrund des damit verbunden erheblichen Aufwandes ist die Änderung der Leiteranordnung unverhältnismäßig und es wird auf die Anwendung dieser Maßnahme verzichtet.

8.4 Festlegung und Zusammenfassung der vorgesehenen Minimierungsmaßnahmen:

Abstandsoptimierung	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Elektrische Schirmung	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Minimieren der Seilabstände	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Optimieren der Mastkopfgeometrie	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Optimieren der Leiteranordnung	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>

9 Betrachtung der Provisorien

Für die Leitungskreuzungen mit in Betrieb befindlichen Freileitungen sowie für Umbaumaßnahmen an 380-kV- und 110-kV-Leitungen und die Aufrechterhaltung der Stromversorgung, den damit verbundenen Seilarbeiten und den Seilzugarbeiten zwischen den Masten ist die Errichtung von Provisorien (d.h. temporär geänderten Leitungsführungen) vorgesehen.

Ein Provisorium ist eine für den vorübergehenden Zweck eingerichtete Leitung (Kabel oder Freileitung), wobei die zeitliche Begrenzung des temporären Gebrauchs von vornherein festgelegt ist. Bei der hier vorgesehenen Maßnahme handelt sich um die Errichtung von mehreren Bau-Provisorien (Standzeit ≤ 1 Jahr).

Um für den provisorischen Trassenverlauf die maßgeblichen Immissionsorte zu ermitteln, wurde der gesamte Verlauf mit Hilfe von Luftbildern auf entsprechende Orte abgesucht.

Für jeden in Tabelle 10 aufgeführten Immissionsort wurden die maximal zu erwartenden elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten mit Hilfe des Programms WinField berechnet. Die dazugehörigen Ergebnisse der Leitung LH-10-3003 sind der Anlage 11.1.5 zu entnehmen.

Tabelle 10: Maßgebliche Immissionsorte im provisorischen Trassenverlauf

Lfd. Nr.	Bereich von Mast bis Mast	Maßgeblicher Immissionsort	Gemarkung/ Flurstück Nr.	Objekt Nutzung	Abstand Gebäude zur Trassenachse	Abstand Flurstück/ Nutzungsgrenze zur Trassenachse
1	P13B – P14B	Ottersberger Str. 51, Langwedel	Völkersen 38/3		Anlage 11.1.5	Überspannt
2	P16B – P17B	Allerdorf 23, 28870 Ottersberg	Völkersen 85/4	Wohnhaus	Anlage 11.1.5	Überspannt
3	P18B - P19B	Allerdorf 17, 28870 Ottersberg	Völkersen 57/4	Wohnhaus	Anlage 11.1.5	Überspannt

Zudem wurden die maximal zu erwartenden Stärken des elektrischen Feldes und der magnetischen Flussdichte in nachfolgender Tabelle 11 angegeben und bewertet.

Tabelle 11: Zu erwartende magnetische Flussdichten und elektrische Feldstärken an den maßgeblichen Immissionsorten

Lfd. Nr.	Maximalwert auf dem Flurstück in 1 m über EOK		Maximalwerte am Objekt		Grenzwerte eingehalten
	Elektrische Feldstärke	Magnetische Flussdichte	Elektrische Feldstärke	Magnetische Flussdichte	ja/nein
1	0,1 kV/m	0,8 µT	< 0,1 kV/m	0,6 µT	ja
2	3,0 kV/m	18,7 µT	< 0,1 kV/m	0,6 µT	ja
3	0,2 kV/m	1,9 µT	< 0,1 kV/m	0,4 µT	ja

Wie anhand der Werte in **Tabelle 11** ersichtlich ist, werden auch für Provisorien die **Grenzwerte der 26. BImSchV an allen maßgeblichen Immissionsorten der Anlage uneingeschränkt eingehalten.**

Die von den Bau-Provisorien ausgehenden Koronageräusche wurden nicht betrachtet, da die TA Lärm nicht auf Baustellen anzuwenden ist (siehe TA-Lärm Nr. 1 Abs 2(f)).

TEIL B – KORONAGERÄUSCHE

10 Rechtliche Grundlagen und Anforderungen

Während des Betriebes von Freileitungen kann es bei ungünstigen Wetterbedingungen, wie z. B. sehr feuchter Witterung (Regen oder hohe Luftfeuchte durch Nebel) zu Korona-Entladungen an der Oberfläche der Leiterseile kommen. Dabei können, zeitlich begrenzt, Geräusche verursacht werden.

Hinsichtlich Koronageräusche sind die Anforderungen der Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) [5] zu beachten.

Die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel betragen nach TA Lärm [3] für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden nachts:

- | | |
|--|----------|
| • Industriegebiete | 70 dB(A) |
| • Gewerbegebiet | 50 dB(A) |
| • Kern-, Dorf, Misch- und urbane Gebiete | 45 dB(A) |
| • allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete | 40 dB(A) |
| • reine Wohn- und Kurgebiete | 35 dB(A) |

Für die beschriebenen Maßnahmen sind demnach die mit dem Vorhaben verbundenen Koronageräusche zu ermitteln und hinsichtlich der Einhaltung der Immissionsrichtwerte zu beurteilen.

Koronageräusche

Der durch Koronageräusche erzeugte Schallpegel hängt neben den Witterungsbedingungen im Wesentlichen von der elektrischen Feldstärke auf der Oberfläche der Leiterseile (sog. Randfeldstärke) ab. Die Randfeldstärke wird beeinflusst durch die Höhe der Spannung, die Anzahl der Teilleiter je Phase, den Leiterseildurchmesser sowie durch die geometrischen Abstände der Leiterseile und Erdseile zueinander sowie zu geerdeten Bauteilen und in geringem Maße vom Abstand zum Boden. Der Schalldruckpegel wird mittels der Maßeinheit dB(A) angegeben.

10.1 Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte

Als maßgebliche Immissionsorte nach TA Lärm [3] kommen grundsätzlich ebenfalls die schon in Tabelle 6 im Zusammenhang mit der 26. BImSchV [2] ermittelten, der Freileitung am nächsten gelegenen schutzbedürftigen Orte in Frage.

11 Abschätzung zur Einhaltung der TA Lärm

Maßgeblicher Immissionsort ist der zu ermittelnde Ort im Einwirkungsbereich der Anlage, an dem eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte am ehesten zu erwarten ist. Es ist derjenige Ort, für den die Geräuschbeurteilung nach TA Lärm vorgenommen wird.

Mittels digitalen Karten und Luftbildern konnte das Vorhandensein maßgeblicher Immissionsorte im Einwirkungsbereich der zu beurteilenden 380-kV-Freileitungsanlage LH-10-3038 festgelegt werden. Es wurden seitens der Gemeinden keine Bebauungspläne übermittelt.

Als maßgebliche Immissionsorte nach TA Lärm [3] kommen grundsätzlich ebenfalls die schon in Tabelle 6 im Zusammenhang mit der 26. BImSchV [2] ermittelten, der Freileitung am nächsten gelegenen schutzbedürftigen Orte in Frage.

Die Schallprognose wird mit dem Programm WinField ermittelt. Die Schallquelle, in dem Fall die 380-kV-Leitung LH-10-3038, wird generiert und der längenbezogenen Schallleistungspegel in WinField berechnet.

Die Schallausbreitungsrechnung wurde nach DIN ISO 9613-2 durchgeführt, mit einer Regenintensität von 3,5 mm/h. Grundsätzlich wird ein Tonhaltigkeitszuschlag von +3 dB(A) für alle Immissionsorte mit berücksichtigt. Dementsprechend wurde für jeden Trassenabschnitt die Grenze des jeweiligen Einwirkungsbereiches in einer pauschal konservativ angenommenen Berechnungshöhe von fünf Meter über EOK an maßgebliche Immissionsorte der Schallpegelwert mit WinField ermittelt.

Die Berechnungsergebnisse sind tabellarisch in Anlage 11.1.3 und in Tabelle 12 dargestellt.

11.1 Nachweismethodik

Ursächlich für die Koronageräusche ist die Randfeldstärke. Die Randfeldstärke jedes einzelnen Leiters wurde mit dem Programm WinField bestimmt. Anschließend wurden die ermittelten Randfeldstärken in längenbezogene Schallleistungspegel umgerechnet. Dies geschieht mit dem sog. EPRI-Verfahren. Hierbei wurden jeweils die maximalen Randfeldstärken jedes einzelnen Leiters herangezogen.

Die Schallausbreitungsrechnung hat nach DIN ISO 9613-2 zu erfolgen. Grundsätzlich wird ein Tonhaltigkeitszuschlag von +3 dB(A) für Immissionsorte bis 100 m Abstand zur Trasse (immissionsseitig) vergeben. Bei Abständen größer 100 m kann der Tonhaltigkeitszuschlag entfallen.

Der Einwirkungsbereich der jeweils zu betrachtenden Freileitung sind nach 2.2. der TA Lärm [3] jene Flächen, in denen die von der Freileitung ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt.

In diesem Einwirkungsbereich ist derjenige Immissionsort nach Anlage A 1.3 der TA Lärm [3] maßgeblich, an dem eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte am ehesten zu erwarten ist. Für diesen Ort wird die Geräuschbeurteilung nach TA Lärm vorgenommen.

Für die Berechnung der Koronageräusche sind die folgenden Spannungen angesetzt worden:

- für 380-kV-Systeme 420 kV,
- für 220-kV-Systeme 245 kV,
- für 110-kV-Systeme 123 kV.

Zudem wird für die Strombelastbarkeit der maximale betriebliche Dauerstrom eines Systems herangezogen. Diese Parameter werden sowohl für die beantragte Leitungsanlage als auch für alle zu berücksichtigenden Niederfrequenzanlagen wie z.B. mitgeführte Freileitungssysteme angenommen.

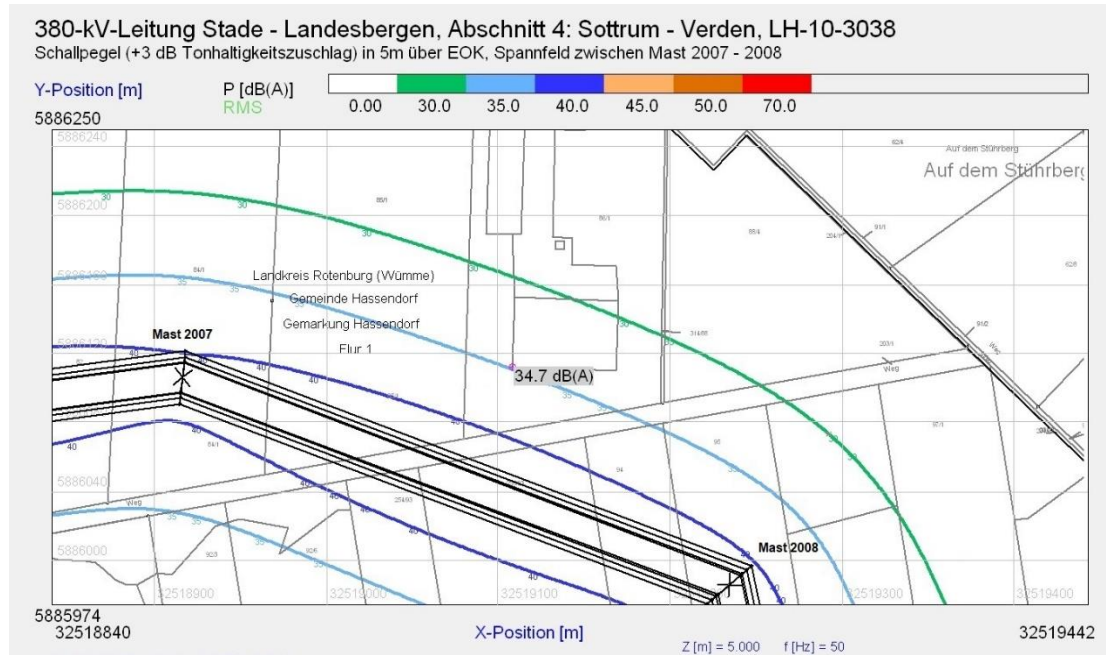
Tabelle 12: Berechnungsergebnisse der Schallpegel im Einwirkungsbereich der Trasse

Lfd. Nr.	Maßgeblicher Immissionsort	Spannfeld von Mast bis Mast	Maximalwerte am Objekt in 5 m über EOK Schallpegel (+3 dB Tonhaltigkeitszuschlag)	Immissionsrichtwert für den Beurteilungspegel (nachts)	Immissionsrichtwert eingehalten ja/nein
1	Jeerhof 10, Böttersen	2007- 2008	34,7 dB(A)	45 dB(A)	ja
2	Verdener Str., Hellwege	2029 - 2030	34,9dB(A)	45 dB(A)	ja
3	Haberloher Dorfstraße 10, Langwedel	2037 - 2038	38,6 dB(A)	45 dB(A)	ja
4	Haberloher Dorfstraße, Langwedel	2039 - 2040	29,3 dB(A)	45 dB(A)	ja

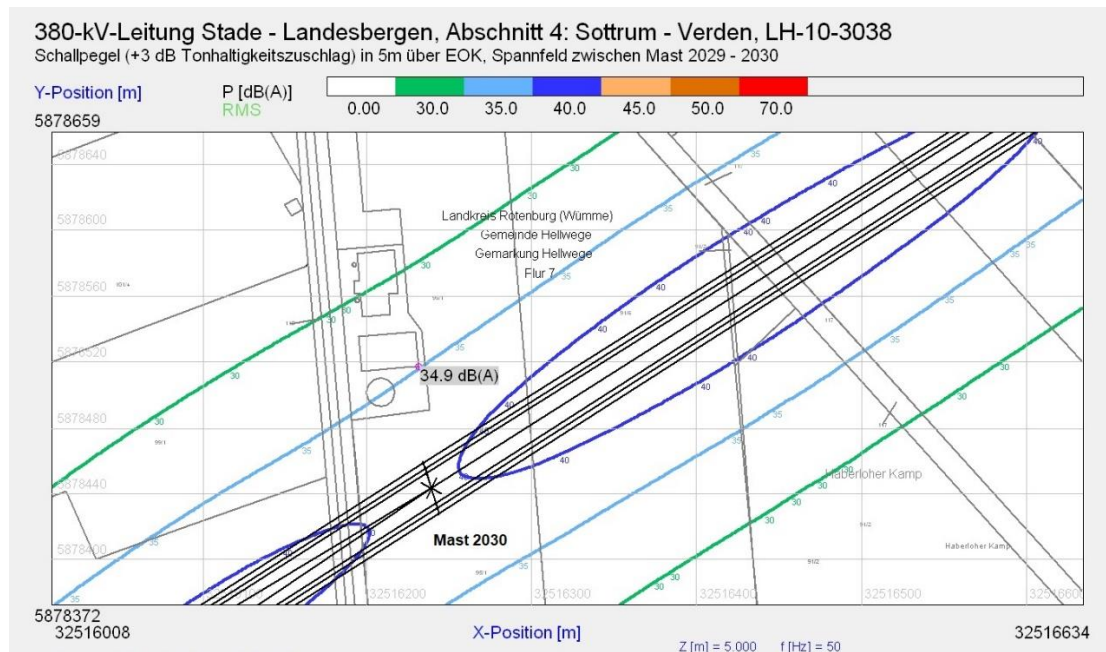
Wie anhand der Werte in Tabelle 12 ersichtlich ist, unterschreiten die Geräuschimmissionen der Anlage die Immissionsrichtwerte uneingeschränkt um mindestens 6 dB(A).

11.2 Darstellung der Ergebnisse Schallpegel

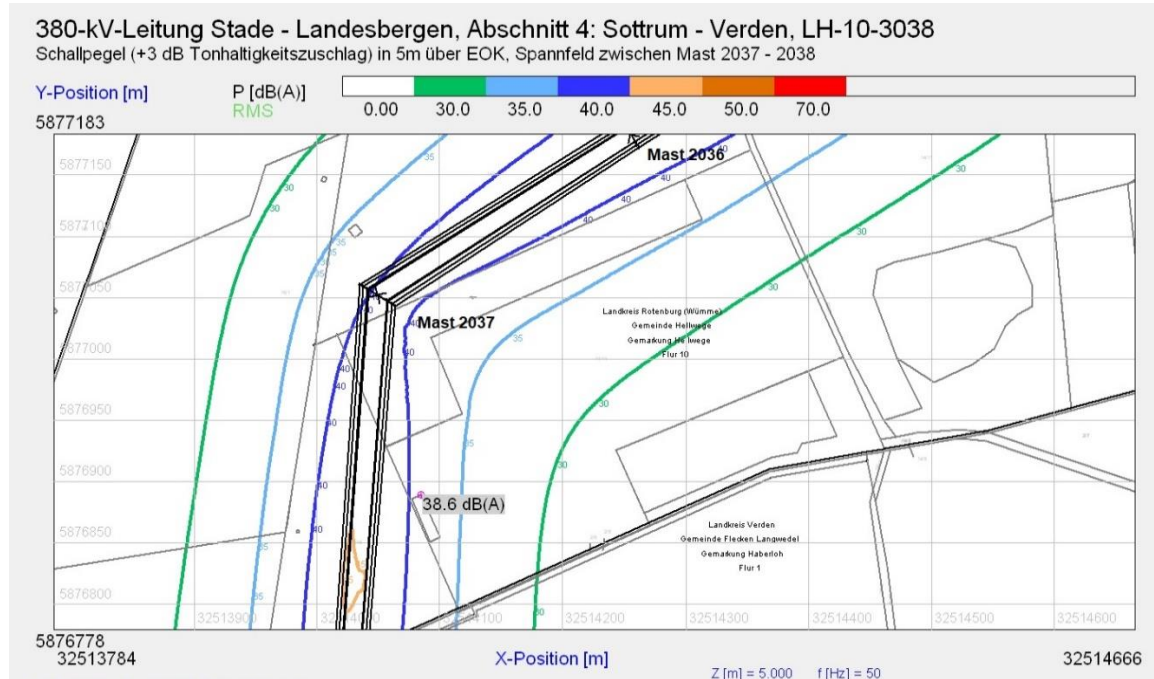
Mast 2007 – 2008 der 380-kV-Leitung Sottrum – Verden (LH-10-3038)



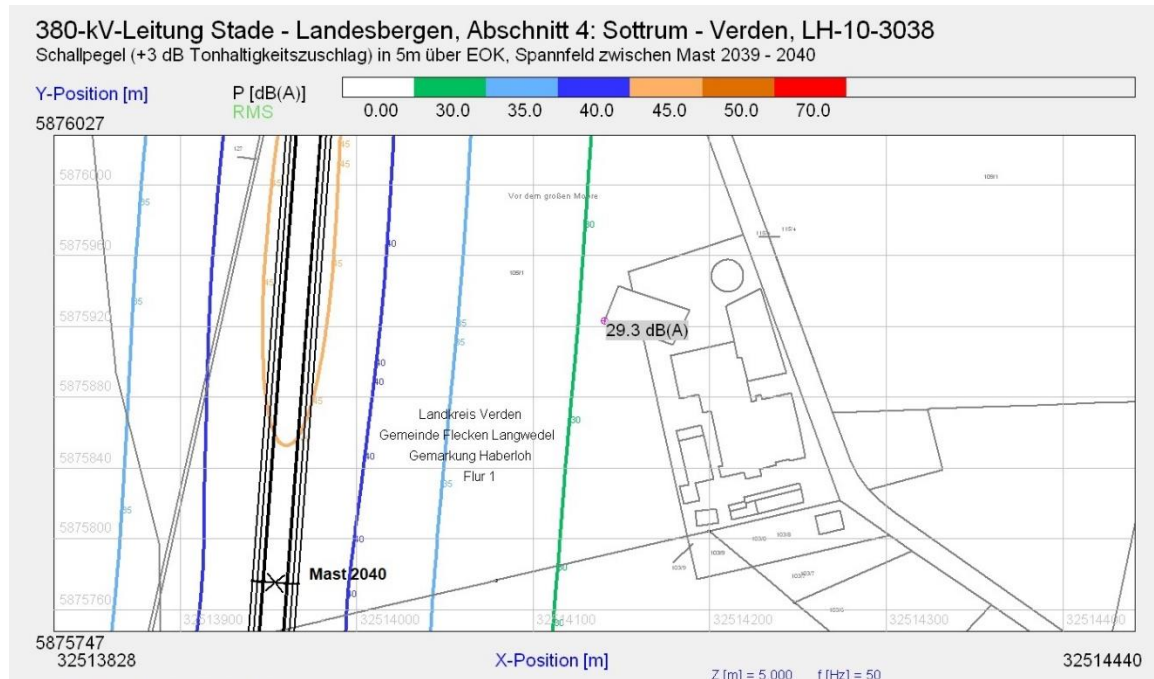
Mast 2029 – 2030 der 380-kV-Leitung Sottrum – Verden (LH-10-3038)



Mast 2037 – 2038 der 380-kV-Leitung Sottrum – Verden (LH-10-3038)



Mast 2039 – 2040 der 380-kV-Leitung Sottrum – Verden (LH-10-3038)



12 Zusammenfassung und Fazit

➤ Ergebnisse elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte

Maximale Werte am maßgeblicher Immissionsort

380-kV-Leitung Stade – Landesbergen, Abschnitt 4: Sottrum – Verden, LH-10-3038

Maximale Werte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte innerhalb des Bewertungsabstands am Objekt sind in dem Spannungsfeld von Mast 2037 bis Mast 2038 zu erwarten.

Standortschießanlage Bundeswehr,
Haberloher Dorfstraße 10, 27299 Langwedel
Gemarkung Hellwege, Flur 10, Flurstück Nr. 14/14

- die elektrische Feldstärke: 0,5 kV/m (10% von Grenzwert)
- die magnetische Flussdichte: 7,7 μ T (7,7 % von Grenzwert)

Maximale Werte auf dem Flurstück

380-kV-Leitung Stade – Landesbergen, Abschnitt 4: Sottrum – Verden, LH-10-3038

Maximale Werte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte innerhalb des Bewertungsabstands auf dem Flurstück sind in dem Spannungsfeld von Mast 2007 bis Mast 2008 zu erwarten.

KTS Transport Service GmbH,
Jeerhof 10, 27367 Böttersen
Gemarkung Hassendorf, Flur 1, Flurstück Nr. 86/1

- die elektrische Feldstärke: 2,6 kV/m (52% von Grenzwert)
- die magnetische Flussdichte: 27,0 μ T (7,7 % von Grenzwert)

➤ **Ergebnisse Schallpegel**

Der maximal zu erwartende Schallpegel im Bereich der 380-kV-Leitung Stade – Landesbergen, Abschnitt 4: Sottrum – Verden, LH-10-3038 befindet sich beim Immissionsort nahe dem Spannungsfeld von Mast 2037 bis 2038:

Standortschießanlage Bundeswehr,
Haberloher Dorfstraße 10, 27299 Langwedel
Gemarkung Hellwege, Flur 10, Flurstück Nr. 14/14

- der Schallpegel am Immissionsort beträgt: 38,6 dB(A).

Die ermittelten Werte an allen anderen relevanten Immissionsorte in dem zu untersuchenden Bereich unterschreiten um mindestens 6 dB der Immissionsrichtwert für Kern-, Dorf- und Mischgebiete.

Beim dem vorgenannten Immissionsort nahe Spannungsfeld 2037 – 2038 handelt es sich um eine Standortschießanlage der Bundeswehr (Standortschießanlage Haberloh). Es ist eine militärisch genutzte Anlage, auf der zu Schul- und Ausbildungszwecken Schießübungen mit Kriegswaffen durchgeführt werden. Da hier sogar der Immissionsrichtwert für Kern-, Dorf- und Mischgebiete unterschritten wird, ist eine weitere Betrachtung nicht veranlasst.

Fazit

Im vorliegenden Bericht wurde überprüft, ob beim Betrieb der Leitungsanlage die Anforderungen der 26. BImSchV [2] und der 26. BImSchVVwV [4] eingehalten werden.

Die Berechnungen und Prüfungen zeigen, dass die an den maßgeblichen Immissionsorten im Einwirkungsbereich der Leitungsanlagen ermittelten elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten unterhalb der zulässigen Grenzwerte liegen und damit alle Schutzanforderungen erfüllt sind.

Für die vorgesehenen Provisorien der Leitung 380-kV-Leitung Landesbergen – Sottrum, LH-10-3003 wurden Berechnungen der magnetischen Flussdichte und elektrischen Feldstärke durchgeführt und festgestellt, dass die ermittelten elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten unterhalb der zulässigen Grenzwerte liegen und damit alle Schutzanforderungen erfüllt sind.

Auch die Anforderungen zur Vorsorge wurden geprüft und dem enthaltenen Minimierungsgebot der 26. BImSchVVwV [4] wird Rechnung getragen.

Die Berechnungen und Prüfungen zeigen, dass auch den Anforderungen der TA Lärm [5] entsprochen wird. Die Geräuschimmissionen der Anlage unterschreiten die Immissionsrichtwerte uneingeschränkt um mindestens 6 dB(A) (sog. Irrelevanzschwelle). Der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag ist demnach im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
A	Ampere (Einheit für die Stromstärke)
EOK	Erdoberkante
Hz	Hertz (Einheit für die Frequenz)
IBP	Individueller Bezugspunkt
KÜA	Kabelübergangsanlage
kV	Kilovolt (Einheit für die elektrische Spannung, 1 kV = 1000 V)
kV/m	Kilovolt pro Meter (Einheit für die elektrische Feldstärke E)
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
RBP	Repräsentativer Bezugspunkt
μT	Mikrotesla (Einheit für die magnetische Flussdichte B, $1 \mu\text{T} = 1 \times 10^{-6} \text{ T}$)
UW	Umspannwerk

Literaturverzeichnis

- [1] *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG), 2020.*
- [2] *Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV), 2013.*
- [3] LAI, *Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder*, 6 2014.
- [4] *Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV), 2016.*
- [5] *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm), 1998.*