



TenneT TSO GmbH
 Bernecker Straße 70
 95448 Bayreuth



LTB Leitungsbau GmbH
 Eisenbahnlängsweg 5
 31275 Lehrte

**Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde – Samtgemeinde Sottrum
 (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P119)
 Maßnahme M535**

**Planfeststellungsabschnitt 3a:
 Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) –
 UW Werderland**

**Anlage 13.01
 Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV**

Für die Richtigkeit zeichnet (TenneT)

27.06.2025

i.V. Lars Holze-Lentas

Datum

Name

Unterschrift

27.06.2025

i.V. Anja Landgraf-Konschak

Datum

Name

Unterschrift

Projekt TenneT
**Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde –
 Samtgemeinde Sottrum
 (BBPIG-Vorhaben Nr.56/NEP-P119)
 Maßnahme M535, Abschnitt 3a:
 Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) –
 UW Werderland**

Bauabschnitt / Los*

xxx

Mastnummer*

xx

Datum


27.06.2025

Seite 1 von 25

*optionale Angabe


Revision log

Revision	Datum	Erstellt	Geprüft	Freigegeben	Kommentare

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 2 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

Inhalt

1	Allgemeines	3
1.1	Aufgabenstellung	3
1.2	Leistungsdaten	5
1.3	Programm zur Berechnung der Immissionen	8
1.3.1	Zum Berechnungsprogramm	8
1.3.2	Einschätzung des Modells und der Ergebnisse	8
2	Berechnung und Minimierung der elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten	9
2.1	Nachweis der Grenzwerteinhaltung	9
2.1.1	Allgemeines und Grenzwerte	9
2.1.2	Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte	10
2.1.3	Ermittlung aller relevanter NF- und HF-Anlagen	11
2.1.4	EMF-Berechnung	12
2.2	Umsetzung der Minimierung entsprechend 26. BImSchVVwV	14
2.2.1	Allgemeines zur Minimierungsprüfung	14
2.2.2	Vorprüfung	15
2.2.3	Maßnahmenermittlung	16
3	Zusammenfassung der Ergebnisse	19
4	Abkürzungen	20
5	Begriffe	21
6	Formelzeichen und Einheiten	22
7	Grundlagen und Literatur	23
Anlagen		
13.01.1: Musterberechnung Donaumast - Planung D-2-D-2017.2		
13.01.2: Liste der maßgeblichen Immissions- und Minimierungsorte		
13.01.3: Herstellerzertifikat Berechnungsprogramm WinField		

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 3 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

1 Allgemeines

1.1 Aufgabenstellung

Der Übertragungsnetzbetreiber TenneT TSO GmbH (im Weiteren TenneT genannt) plant den Ausbau des 380-kV-Höchstspannungsnetzes in der Region Nordwest-Niedersachsen, um dem prognostizierten starken Anstieg der erneuerbaren Energien, vor allem der Windenergie onshore und offshore, gerecht zu werden. Das Gesamt-Vorhaben umfasst den Ersatzneubau der bestehenden 220-kV-Leitungen zwischen Conneforde und Sottrum, inkl. Abzweig Huntorf als 380-kV-Leitung. Die bestehenden 220-kV-Leitungen sind zurückzubauen (zzgl. des Abzweig Blockland) und sind durch die 380-kV-Leitung von Elsfleth_West nach Sottrum, Maßnahme 535 des Projektes P119 im Netzentwicklungsplan (NEP), Vorhaben 56 nach Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG), zu ersetzen.


Das Vorhaben „380-kV-Leitungsbauprojekt Conneforde – Samtgemeinde Sottrum“ ist in vier Planfeststellungsabschnitte (PFA) unterteilt:

- PFA 1: 380-kV-Freileitung Conneforde_Ost – Elsfleth_West (LH-14-331)
- PFA 2: 380-kV- Freileitung Elsfleth_West – UW Werderland (LH-14-332)
Abschnittsbezeichnung: Elsfleth_West – Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Ochtumer Sand)
- *PFA 3a: 380-kV-Leitung Elsfleth_West – UW Werderland (LH-14-332)*
Abschnittsbezeichnung: Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) – UW Werderland
- PFA 3b: 380-kV-Leitung UW Werderland – UW Böttersen (LH-14-333)
Abschnittsbezeichnung: UW Werderland – Landesgrenze Bremen/Niedersachsen (Blockland)
- PFA 4: 380-kV-Leitung UW Werderland – UW Böttersen (LH-14-333)
Abschnittsbezeichnung: Landesgrenze Bremen/Niedersachsen (Blockland) – UW Böttersen

Inhalt dieser Unterlage ist der PFA 3a namens „Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) – UW Werderland“.

Der Leitungsneubau erfolgt auf einer Länge von ca. 2,4 km im Landkreis Osterholz und umfasst 7 neue Masten. Der neu zu errichtende Trassenabschnitt verläuft von der Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) nach Mast-Nr. 64 an der Weser zum Umspannwerk Werderland in der Gemeinde Grasberg.

Für die Baumaßnahme vom PFA 3a ist der Einsatz von Provisorien nicht vorgesehen und die neuen Maste werden nicht standortgleich zum Bestand errichtet.

	Anlage 13.01 Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	Datum: 27.06.2025 Seite: 4 von 25
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

Im Zuge der genannten Maßnahmen sind immissionsschutzrechtliche Betrachtungen notwendig.

Für betriebsbedingte Immissionen, also Immissionen, welche durch den elektrischen Betrieb der Freileitung hervorgerufen werden, gilt:

- die „26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ (im Weiteren 26. BImSchV) /G2/ für elektrische und magnetische Felder.
Dies wird in diesem Immissionsbericht behandelt.
- die „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ für Geräusche.
Dies wird im Immissionsbericht unter Anlage 13.02 behandelt.


Ausgehend von der 26. BImSchV sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- a) 26. BImSchV §3(2) /G2/: Einhaltung der Grenzwerte an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind.
- b) 26. BImSchV §3(4) /G2/: Vermeidung von erheblichen Schäden oder Belästigungen durch Funkenentladungen.
- c) 26. BImSchV §4(2) /G2/: Vorsorge: Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder nach Stand der Technik.
- d) 26. BImSchV §4(3) /G2/: Vorsorge: Überspannungsverbot von Gebäuden bzw. Gebäudeteilen, welche zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei der Errichtung von elektrischen Leitungen ab 220 kV Nennspannung in neuer Trasse.

Für den Ersatzneubau des Abschnitts Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) – UW Werderland der 380-kV-Freileitung Elsfleth_West – UW Werderland, LH-14-332 ist der Nachweis der Grenzwerteinhaltung entsprechend der 26. BImSchV §3(2) /G2/ sowie die Umsetzung des Minimierungsgebots entsprechend 26. BImSchV §4(2) /G2/ zu erbringen und zu dokumentieren.

Das Überspannungsverbot entsprechend 26. BImSchV §4(3) /G2/ wurde bei der Trassenwahl berücksichtigt. Daher werden keine Gebäude überspannt, welche zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind.

Die Prüfung möglicher Minimierungsmaßnahmen erfolgt individuell für die geplante Anlage einschließlich ihrer geplanten Leistung und für die festgelegte Trasse. Es erfolgt keine Alternativenprüfung, wie zum Beispiel Erdkabel statt Freileitung, alternative Trassenführung oder Standortalternativen. Die Standard-Neubauweisen der TenneT enthalten bereits umfassende Minimierungsmaßnahmen und wurden während der Planungsphase entsprechend berücksichtigt. Innerhalb dieser Unterlage erfolgt die Reihenfolge der Dokumentation entsprechend der 26. BImSchV, d.h. die Grenzwertbetrachtung (26. BImSchV §3) erfolgt vor der Minimierungsbetrachtung (26. BImSchV §4).

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 5 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

1.2 Leitungsdaten

Nachfolgend werden die technischen Leitungsdaten für die Ausführung und den technischen Betrieb zusammengetragen.

Mastdaten

Mastfamilie/Gestänge	
Maste 64 – 71	D-2-D-2017.2 (Neubau)
Mastkopfbild	
Maste 64 – 71	Donau (2-systemige-Freileitung)
Portale	Einebenenportal (2-systemige-Freileitung)

Anmerkung: Der Mast 64 ist Bestandteil vom PFA 2. Die Freileitung des PFA 3a startet ab Mast 64 in Richtung höherer Mastnummer.
Die Portale sind Bestandteil der Schaltanlage bzw. des UW, welche nicht Bestandteil dieser Unterlage sind.
Die Freileitung beginnt ab der Abspannung am Portal.

Belegung / Beseilung (Verwendete Leiter)

Leiter	2x 3x 4x 565-AL1/72-ST1A (Finch)
	4er Bündel, TL-Abstand 400mm
LWL-Erdseil	2x 1x 261-AL3/25-A20SA

Anmerkung: Erläuterung der Bezeichnung der Leiter

2x 3x 4x 565-AL1/72-ST1A (FINCH)

2x	...	2 Stromkreise
3x	...	3 Phasen je Stromkreis (→ Drehstrom)
4x	...	4 Teilleiter je Phase (→ Bündelleiter)
565-AL1/		Aluminiumaußenlagen mit 565 mm ² Querschnitt
72-ST1A		Stahlkern mit 72 mm ² Querschnitt
(Finch)		Leitertyp-Kurzbezeichnung

Projekt/Vorhaben:
 Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum
 (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a:
 Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland

Leiteranordnung und Prinzip-Darstellung anhand der Tragmaste

Mastfamilie/Gestänge: D-2-D-2017.2
 Masttyp: T1-32.00

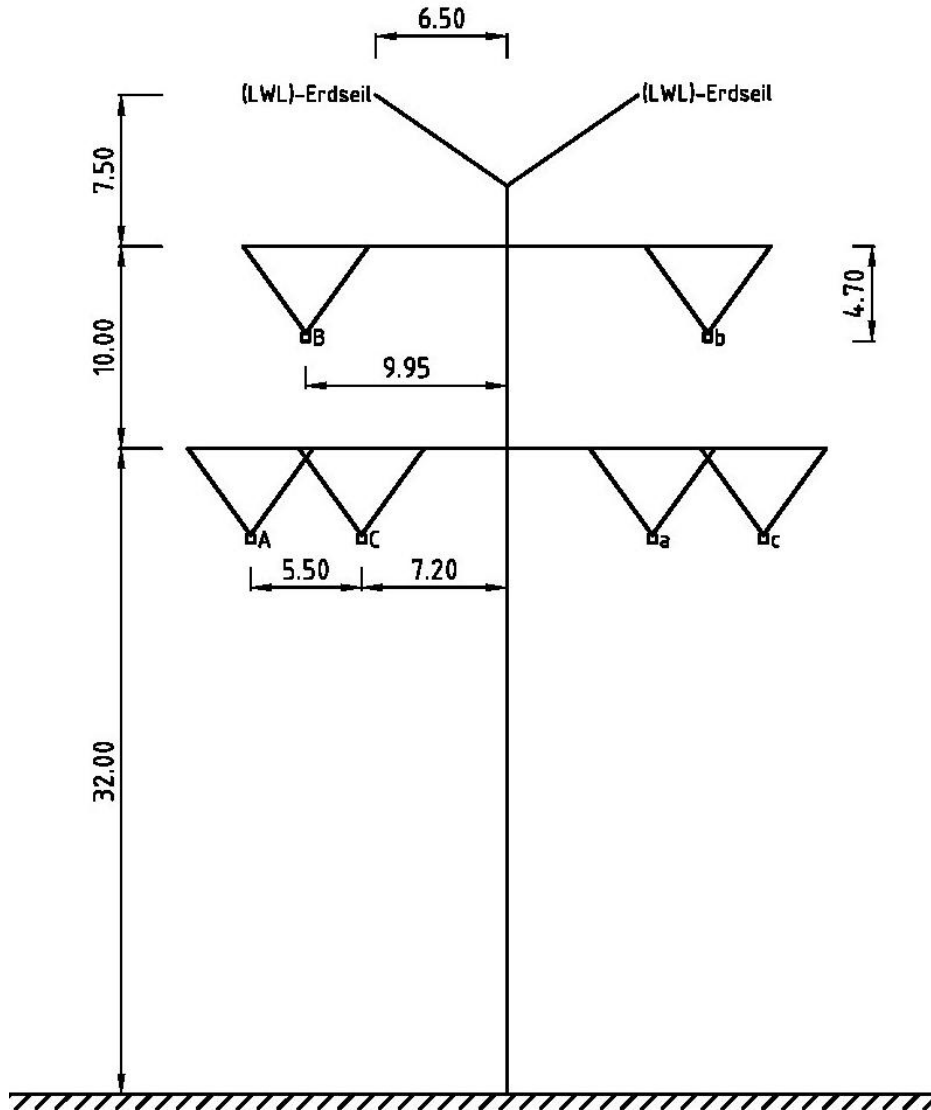



Abb.1: D-2-D-2017.2, T1-32.00

Leiteranordnung:

	A	B	C	a	b	c
LH-14-332	L1	L2	L3	L1	L2	L3

Tabelle 1: Anordnung der Phasen an der Mastgeometrie

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 7 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

Die Leiteranordnung steht repräsentativ für die verwendete Verdrillungsart. Alle Phasen-anordnungen innerhalb einer Verdrillungsart weisen immer die gleiche Ausbildung der elektrischen und magnetischen Felder auf! Als Verdrillung wird der definierte geometrische Tausch der Phasen einer elektrischen Leitung bezeichnet (die Phasen nehmen am Mast in bestimmten Abschnitten eine andere Position ein). Durch die Verdrillung werden die elektrischen Kenndaten der Phasen im elektrotechnischen Sinn symmetriert bzw. ausgemittelt. Dies ist für den Betrieb einer längeren elektrischen Leitung notwendig.

Betriebswerte

Frequenz	50 Hz	
Nennspannung	380 kV	
höchste Betriebsspannung	420 kV	(VDE 0210-2-4, Tabelle 5/DE.1 /N1b/)
maximal betrieblicher Dauerstrom je Stromkreis	4000 A	(Engpassstrom /W4/, 5.6.a)
Betriebszeit:	24 Stunden/Tag (Tag und Nacht)	

Anmerkung zur Lastflussrichtung:


Die Lastflussrichtung ist abhängig von der jeweiligen vorherrschenden Netzsituation. Für die Berechnungen wurde die Lastflussrichtung entsprechend der Leitungsbezeichnung angesetzt.

Anmerkung zum maximalen Betriebsstrom:

Leitungen zur Übertragung von elektrischer Energie mit einer Nennspannung von 380 kV werden entsprechend des (n-1)-Kriteriums errichtet und betrieben. Unter Beachtung des vermaschten Netzes der TenneT wird das (n-1)-Kriterium bei einer Doppelleitung bei 70%-Nennlast je Stromkreis eingehalten. Daher entspricht der höchste Grundfall-Betriebsstrom $0,7 \times 4000 \text{ A} = 2800 \text{ A}$ je Stromkreis, wenn beide Stromkreise sich gleichzeitig im Betrieb befinden.

Erst wenn sich nur ein Stromkreis im Betrieb befindet und der zweite Stromkreis (z.B. für Wartungsarbeiten) freigeschaltet und geerdet wurde, ist ein Betriebsstrom von 4000 A in einem Stromkreis möglich. D.h. im zweiten Stromkreis fließt kein Betriebsstrom und es liegt keine Betriebsspannung an.

Als theoretische Worst-Case-Betrachtung wird die Berechnung mit dem o.g. maximalen betrieblichen Dauerstrom auf beiden Stromkreisen durchgeführt.

	Anlage 13.01 Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	Datum: 27.06.2025 Seite: 8 von 25
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

1.3 Programm zur Berechnung der Immissionen

1.3.1 Zum Berechnungsprogramm

Zur Berechnung

- der elektrischen Feldstärken,
- der magnetischen Flussdichten sowie
- der Schalldruckpegel

wird die Software

WinField – Electric and Magnetic Field Calculation
Version 2025 (Build 3267) LF+Noise


der Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie – FGEU mbH verwendet.

1.3.2 Einschätzung des Modells und der Ergebnisse

Dem Berechnungs-Modell für die Freileitung liegt gemäß 26. BImSchV ein „worst-case“- bzw. Vorsorge-Ansatz zu Grunde, wodurch höhere Emissionen und folglich höhere Immissionen berechnet werden, als tatsächlich durch den Grundfall-Betrieb entstehen (vgl. Abschnitt 1.2, Anmerkung zum maximalen Betriebsstrom).

Der Berechnungsfehler durch das Berechnungsprogramm WinField wird durch den Hersteller mit einem Maximalwert von 1,4% angegeben. Das Herstellerzertifikat mit der genannten Angabe findet sich auf Seite 31.

Unter Beachtung der Angabe der Grenzwerte in der 26. BImSchV sowie den „LAI-Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder“ /G4/ Abschnitt III.1 (Isoliniendarstellung) sind die Immissionen auf volle Werte anzugeben. Jedoch werden für die Berechnungen der magnetischen Flussdichte und der elektrischen Feldstärke im Abschnitt 2 dieser Unterlage geringe Werte erwartet (< 1 kV/m und < 1 µT), sodass die Angaben auf eine Nachkommastelle erfolgen.

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 9 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

2 Berechnung und Minimierung der elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten

2.1 Nachweis der Grenzwerteinhaltung

2.1.1 Allgemeines und Grenzwerte

Zum Schutz von Menschen vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Niederfrequenzanlagen in ihrem Einwirkungsbereich sind in der 26. BImSchV Grenzwerte für Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, festgelegt worden.

Es gelten die folgenden Grenzwerte (als Effektivwerte) nach 26. BImSchV §3 /G2/ für die relevante Betriebs-Frequenz:

Frequenz (f)	Elektrische Feldstärke (E)	Magnetische Flussdichte (B)
50 Hz	5 kV/m	100 µT

Tabelle 2: Grenzwerte für 50 Hz (Drehstromleitungen) entsprechend 26. BImSchV

Der Nachweis erfolgte entsprechend der 26. BImSchV unter Beachtung der „LAI-Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder“ /G4/ (im Weiteren kurz LAI-Hinweise).


Der Grenzwertnachweis erfolgt in drei Schritten:

- 1) Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte.
- 2) Ermittlung weiterer relevanter Niederfrequenzanlagen (NF-Anlagen) und Hochfrequenzanlagen (HF-Anlagen).
- 3) Berechnung der elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten für die jeweiligen maßgeblichen Immissionsorte.

Der Grenzwertnachweis erfolgt auf Grundlage der 26. BImSchV §3 /G2/ für die höchste betriebliche Anlagenauslastung. Diese wird durch die höchste Betriebsspannung und den maximalen betrieblicher Dauerstrom beschrieben.

Die elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten werden für 1,0 m über Boden berechnet (/G3/ Nummer 4a) und /N5/ Abschnitt 6.1 und 7.1). Die Immissionsbeiträge werden tabellarisch zusammengefasst.

Zur Ermittlung der elektrischen Feldstärken wird eine ungestörte, freie Fläche zu Grunde gelegt, Bewuchs und Bebauung werden als abschirmende Elemente nicht berücksichtigt.

	Anlage 13.01 Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	Datum: 27.06.2025 Seite: 10 von 25
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

2.1.2 Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte

Entsprechend der LAI-Hinweise wird der Nachweis auf Einhaltung der Grenzwerte an den maßgeblichen Immissionsorten (im weiteren MIO) durchgeführt. Diese Orte sind Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und sich in einem bestimmten Bereich um die Niederfrequenzanlage selbst befinden. Es gilt folgende Festlegung:

Innerhalb dieser Unterlage werden als MIO Flurstücke angesehen, wenn diese sich im unten genannten Bereich einer Freileitung befinden und auf Grund deren Bebauung und Nutzung als Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen.

Die Ermittlung der MIO erfolgte durch die Verwendung des amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) mit Nutzungsarten und Topografie. Dabei wurden die erforderlichen Informationen in einem Bereich von 500m links und rechts von der Trassenachse abgefragt, damit die Daten ebenfalls zur Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte entsprechend Pos. 2.2 genutzt werden können.

Für 380-kV-Freileitungen gilt folgender Bereich (vgl. /G4/ Nummer II.3.1):

20 m ab dem ruhenden linken bzw. rechten äußeren Leiter


Im Bereich der Trasse des Neubaus der geplanten 380-kV-Freileitung Elsfleth_West – UW Werderland (LH-14-332), Abschnitt: Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) – UW Werderland wurden **keine MIO** erkannt.

Als nächstgelegener Immissionsort kann benannt werden:

- Spannfeld Mast 65 – Mast 66 (LH-14-332)
Gemarkung VR 186, Flur 186, Flurstück 30
Abstand zur Trassenachse: ca. 240 m

Anmerkung:

Die Änderung der Leitungssachse durch Verschiebung einiger Maststandorte und Änderung einiger Masttypen im Bereich Mast 67 – UW Werderland mit Stand 07.08.2025 wurde bereits berücksichtigt.

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 11 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

2.1.3 Ermittlung aller relevanter NF- und HF-Anlagen

Entsprechend 26. BImSchV §3(3) /G2/ sind bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten alle Immissionen zu berücksichtigen, die durch Niederfrequenz-Anlagen (kurz NF-Anlagen) sowie ortsfeste und standortbescheinigte Hochfrequenz-Anlagen (Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz; kurz HF-Anlagen) entstehen.

Mit Verweis auf den Abschnitt II.3.4 der LAI-Hinweise /G4/ tragen Immissionsbeträge durch andere NF-Anlagen im Sinne 26. BImSchV §1(2) /G2/ nur relevant zur Vorbelastung bei, wenn sich ein Ort für den nicht nur vorübergehenden Aufenthalt zugleich im Bewertungsbereich (vgl. 26. BImSchVVwV Nummer II.3.1 /G4/) der zu betrachtenden Anlage und der anderen Anlagen befindet.

Immissionen durch andere Hochfrequenzanlagen tragen entsprechend Abschnitt II.3.4 /G4/ ab einem Abstand von 300 Metern nicht relevant zur Vorbelastung bei und machen daher eine gezielte Vorbelastungsermittlung entbehrlich, sofern keine gegenteiligen Anhaltspunkte bestehen.

Niederspannungsanlagen Nennspannung ≤ 1 kV) sind laut LAI-Hinweisen /G4/ Abschnitt II.3.4 nicht zu berücksichtigen.

NF-Anlagen

Es liegen keine weiteren relevanten NF-Anlagen vor, da keine MIO erkannt worden sind.


HF-Anlagen

Es liegen keine weiteren relevanten HF-Anlagen vor, da keine MIO erkannt worden sind.

Unabhängig hierzu, ergab eine Vorprüfung nach möglichen relevanten HF-Anlagen entlang der geplanten 380-kV- Freileitung Elsfleth_West – UW Werderland (LH-14-332), Abschnitt: Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) – UW Werderland, dass sich keine relevanten HF-Anlagen im Bereich der geplanten 380-kV-Leitung befinden.

Die nächstgelegene relevante HF-Anlage befindet sich in Bremen OT Hemelingen; der Abstand zur geplanten Leitung ist > 18 km.

Die Prüfung erfolgte am 12.03.2025 über die EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Vportal/TK/Funktechnik/EMF/start.html>

	Anlage 13.01 Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	Datum: 27.06.2025 Seite: 12 von 25
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

2.1.4 EMF-Berechnung

2.1.4.1 Berechnungsgrundlagen

Da keine MIO vorhanden sind, ist ein Nachweis auf Einhaltung der Grenzwerte der 26. BImSchV entsprechend der LAI-Hinweise nicht notwendig und somit auch nicht erforderlich.

Jedoch soll eine weiterführende Prüfung erbracht werden:

- Allgemeiner Nachweis der Grenzwerteinhalten bei dem projektierten geringsten Bodenabstand

Dabei erfolgen die Berechnungen entsprechend des Vorgehens bei dem Grenzwertnachweis:

- höchste betriebliche Anlagenauslastung, also höchste Betriebsspannung und maximal betrieblicher Dauerstrom sowie
- größter projektierte Durchhang der Leiter.

Zum allgemeinen Nachweis:


Bei Neubauleitungen (und Ersatzneubauten) ist es Ziel der TenneT, die Grenzwerte der 26. BImSchV unabhängig vom Vorhandensein von maßgeblichen Immissionsorten einzuhalten, um die Immissionsbelastung zu minimieren. Der allgemeine Nachweis erfolgt anhand der

Mastart T1 der Mastfamilie D-2-D-2017.2; projektierte Mindestbodenabstand 12,0 m

Im Spannungsfeld T1 – T1 sind die geringsten Ruhe-Abstände zwischen den Phasen und zwischen den Stromkreisen vorhanden.

Anmerkung zum Mindestbodenabstand:

Der projektierte Mindestbodenabstand von 12,0 m dient der Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder (siehe Pos. 2.2) und ist deutlich größer, als der geforderte normative Mindestbodenabstand von 7,8 m entsprechend VDE 0210-1, Tabelle 5.10 /N1a/ für ein übliches Bodenprofil ohne Hindernisse.

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 13 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

2.1.4.2 Berechnungen und Ergebnisse

Zum allgemeinen Nachweis


Die Musterberechnungen für den allgemeinen Nachweis sind den Seite 26 – 29 zu entnehmen.

Im allgemeinen Nachweis ergeben sich folgende maximalen Immissionswerte für 1 m über EOK Donau-Mastkopfbild, Gestänge D-2-D-2017.2:

	Unterhalb der Leitung	am Rand des Nachweisbereich
Elektrische Feldstärke	4,4 kV/m	1,0 kV/m
Magnetische Flussdichte	44,9 µT	15,2 µT

Tabelle 3: Allgemeiner Grenzwertnachweis für einen Meter über EOK

Ausgehend vom allgemeinen Nachweis werden mit dem projektierten Mindestbodenabstand die Grenzwerte entsprechend der 26. BImSchV eingehalten, unabhängig vom Vorhandensein von Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Funkenentladungen und ähnliche Wirkungen, auch zwischen Personen und leitfähigen Objekten, die zu erheblichen Belästigungen oder Schäden führen können, sind aufgrund der Einhaltung des Grenzwertes unterhalb und neben der Freileitung nicht zu erwarten.

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 14 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

2.2 Umsetzung der Minimierung entsprechend 26. BImSchVVwV

2.2.1 Allgemeines zur Minimierungsprüfung

Zum Schutz von Menschen vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Niederfrequenzanlagen in ihrem Einwirkungsbereich ist in der 26. BImSchV die Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder als Vorsorgeanforderungen für Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, festgelegt worden.

Die Umsetzung der Minimierung gemäß 26. BImSchV ist in der zugehörigen Verwaltungsvorschrift „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV“ (im Weiteren kurz 26. BImSchVVwV) geregelt.

Entsprechend der 26. BImSchVVwV /G3/ Nummer 3.1 gilt:

„Das Ziel des Minimierungsgebotes nach § 4 Absatz 2 26. BImSchV ist es, die von Niederfrequenz- und Gleichstromanlagen ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich so zu minimieren, dass die Immissionen an den maßgeblichen Minimierungsorten der jeweiligen Anlage minimiert werden.“

Im Sinne der 26. BImSchVVwV ist ein maßgeblicher Minimierungsort (im weiteren MMO) einer Anlage, ein Gebäude oder Grundstück im Einwirkungsbereich dieser Anlage, welches zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt ist (vgl. /G3/ Nummer 2.11). Es gilt folgende Festlegung:


Innerhalb dieser Unterlage werden als MMO Flurstücke angesehen, wenn diese sich im Einwirkungsbereich der Freileitung befinden und auf Grund deren Bebauung und Nutzung als Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen.

Bei der Umsetzung des Minimierungsgebots wird zusätzlich der FNN-Hinweis „Minimierung elektrischer und magnetischer Felder“ (im weiteren FNN-Hinweis) beachtet.

Die Durchführung der Minimierung erfolgt entsprechend 26. BImSchVVwV Nummer 3.2 /G3/ in drei Schritten:

- 1) Vorprüfung
- 2) Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen
- 3) Maßnahmenbewertung

Entsprechend der 26. BImSchVVwV Nummer 2.8 /G3/ ist hinsichtlich der Minimierung die höchste betriebliche Anlagenauslastung durch den maximalen betrieblichen Dauerstrom und der Nennspannung definiert. Analog zur EMF-Berechnung wurde aber auch hier die höchste Betriebsspannung von 420 kV zu Grunde gelegt (vgl. Pos. 1.2).

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 15 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

2.2.2 Vorprüfung

Innerhalb der Vorprüfung wird zuerst geklärt, welche Art der Änderung trassenbezogen vorliegt:

- Neubau (Bau auf neuer Trasse),
- wesentliche Änderung (vgl. /G1/ §16),
- weder noch (nicht Minimierungspflichtig).

Danach werden die MMO entsprechend ihrer Lage zum Bewertungsabstand innerhalb der Bereiche der wesentlichen Änderung bzw. des Neubaus ermittelt.

Zur Art der Änderung kann folgendes festgestellt werden:

Abschnitt	Maßnahme	Art der Änderung
Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) / Mast 64 – UW Werderland (LH-14-332)	Ersatzneubau	Neubau im Sinne der 26. BImSchVVwV

Tabelle 4: Art der Änderung


Zum Vorhandensein von maßgeblichen Minimierungsorten kann folgendes festgestellt werden:

Für die zu untersuchende Leitung gilt der Bereich ab dem ruhenden äußeren linken bzw. rechten Leiter (vgl. /G3/ Nummer 3.2.1) entsprechend Tabelle 5.

Leitung	Art der Anlage	Nennspannung	Bewertungsabstand	Einwirkungsbereich
380-kV-Ltg. Eisfleth_West – UW Werderland, LH-14-332, Abschnitt: Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) / Mast 64 – UW Werderland	Freileitung	380 kV	20 m	400 m

Tabelle 5: Einwirkbereich und Bewertungsabstand der jeweiligen Anlage

Im Bereich der Trasse der geplanten 380-kV-Freileitung konnten **4 MMO** erkannt werden. Eine Auflistung aller MMO ist auf Seite 30 aufgeführt.

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 16 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

Die Durchführung von Minimierungsmaßnahmen an Freileitungen sind nur an den Masten möglich. Da jedoch ein Minimierungsort immer durch ein gesamtes Spannungsfeld beeinflusst wird, muss eine Minimierungsmaßnahme an zwei Masten erfolgen. Unter Beachtung weiterer Minimierungsorte in den angrenzenden Spannungsfeldern ergibt sich somit ein Freileitungsabschnitt, welcher hinsichtlich der Minimierung als Ganzes zu betrachten ist: die Minimierungsmaßnahmen sind folglich „verkettet“, da diese gleichzeitig abschnittsweise wirken.

2.2.3 Maßnahmenermittlung


2.2.3.1 Minimierungsmaßnahmen nach Stand der Technik

Entsprechend der 26. BImSchVV Nummer 5.3.1 /G3/ erfolgt die Prüfung der Minimierung auf Grundlage folgender Minimierungsmaßnahmen:

Abstandsoptimierung	a) Erhöhung der Maste
	b) Verringerung der Spannungsfeldlänge
	c) Stromkreis auf einer von einem MMO abgewandten Traverse
Elektrische Schirmung	d) Schirmflächen oder -leiter zwischen den spannungsführenden Leitungsteilen und einem MMO als Bestandteil der Anlage (auch Erdseile)
Minimieren der Seilabstände	e) innerhalb eines bzw. zu anderen Stromkreisen
Optimieren der Mastkopfgeometrie	f) Variation des Mastkopfbildes
Optimieren der Leiteranordnung	g) bestmögliche Feldkompensation durch entsprechende Optimierung der Phasenlage der Leiter/Leiteseile

Tabelle 6: Minimierungsmaßnahmen für 50 Hz-Drehstromfreileitungen gemäß 26. BImSchVV


Nachfolgend wird zunächst geprüft, inwiefern diese Maßnahmen zusätzlich umgesetzt werden können. Dabei wird die technische Machbarkeit, die Auswirkung auf andere Schutzgüter und die Verhältnismäßigkeit beachtet.

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 17 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

2.2.3.2 Möglichkeiten zur Minimierung

Minimierungsmaßnahme	Begründung
a) Erhöhung der Maste	Umsetzung <u>ist möglich</u> .
b) Verringerung der Spannfeldlänge	Eine Verringerung der Spannfelder <u>ist nicht möglich</u> , da: - hierdurch ein Mehrbedarf an Grundstücksfläche entsteht, - auf Grund der zusätzlichen Gründungen und Maste die Natur und auch das Landschaftsbild mehr beeinflusst werden.
c) Stromkreise auf einer von einem MMO abgewandten Traverse	Die Änderung der Lage der Stromkreise <u>ist nicht möglich</u> , da: - die eingesetzte Mastfamilie für eine 2-systemige 380-kV-Leitung entwickelt ist. - die vorhandenen Querträger somit vollständig belegt sind.
d) Schirmflächen oder -leiter zwischen den spannungsführenden Leitungsteilen und einem MMO als Bestandteil der Anlage (auch Erdseile)	Der Einsatz von zusätzlichen Schirmflächen und –leitern <u>ist nicht möglich</u> , da: - die Konstruktion und Statik der Maste hierfür nicht vorgesehen ist, - durch zusätzliche Leiterebenen der Anflug von Vögeln und das Landschaftsbild mehr beeinflusst werden.
e) Minimieren der Seilabstände innerhalb eines bzw. zu anderen Stromkreisen	Eine Minimierung der Seilabstände <u>ist nicht möglich</u> , da: - die zulässigen elektrischen Abstände für den Betrieb nach VDE 0210-1 /N1a/ sowie die Abstandsforderungen für den Arbeitsschutz nach der VDE 0105-100 /N4/ sowie der DGUV Vorschrift 3 /W2/ ausgenutzt werden.
f) Variation des Mastkopfbildes	Eine Variation des Mastkopfbildes <u>ist nicht möglich</u> , da: - im benannten Bereich mit dem Donau-Mastkopfbild eine für den elektrischen Betrieb (Stromkreise in Dreieck-Anordnung) sowie hinsichtlich Masthöhe und Mastbreite optimierte Leiteranordnung gewählt worden ist.
g) bestmögliche Feldkompensation durch entsprechende Optimierung der Phasenlage der Leiter(seile)	Eine Änderung der Phasenfolge innerhalb des Bereichs des Ersatzneubaus <u>ist nicht möglich</u> , da: - die Anordnung der Leiter in einem Abschnitt Auswirkung auf den elektrischen Betrieb der gesamten Leitung hat (die Phasenlage einer Verdrillungsart ist beizubehalten) und - die Phasenlage durch die Anbindungen an die UW Elsfleth_West und UW Werderland vorgegeben ist.

Tabelle 7: Möglichkeiten der Minimierung im Bereich der Freileitung

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 18 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

2.2.3.3 Maßnahmenbewertung

Als Minimierungsmaßnahme kann die Masterhöhung umgesetzt werden. Ein Nachweis der Grenzwerte erfolgt entsprechend der LAI-Hinweise /G4/ bei 380-kV-Freileitungen nur in einem Abstand von 20 m links und rechts vom ruhenden äußeren Leiter, da eine Überschreitung der Grenzwerte nur in diesem Bereich möglich ist. Im Zuge der Trassenfindung wurde der Trassenverlauf so gewählt, dass sich keine maßgeblichen Immissionsorte unterhalb der Leitung befinden, wodurch ohne auf die Einhaltung von Grenzwerte achten zu müssen mit minimalem projektbezogenen Bodenabstand von 12,0 m trassiert werden kann.

Für eine Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder wurde für dieses Projekt festgelegt, eine Abstandsminimierung durch Masterhöhung so durchzuführen, dass unterhalb der Leitung die Grenzwerte immer eingehalten werden! Das soll durch die Erhöhung des normativen Mindest-Bodenabstands von 7,8 m auf 12,0 m erfolgen.


Zur Ermittlung des Minimierungspotentials dieser Vorgabe erfolgt eine Vergleichsberechnung auf Grundlage der Musterberechnung auf den Seiten 26 – 29. Da sämtliche MMO sich außerhalb des Bewertungsabstands befinden, erfolgt die Ermittlung des Minimierungspotentials auf dem Bewertungsabstand. Es ergeben sich folgende Werte:

Gestänge	Bodenabstand	Immissionswert auf dem Bewertungsabstand bei 1 m über EOK	
		Elektrische Feldstärke	Magnetische Flussdichte
D-2-D-2017.2 (Donau)	7,8 m	1,2 kV/m	16,9 µT
	12,0 m	1,0 kV/m	15,2 µT
Minimierungsgewinn		ca. 16 %	ca. 10 %

Tabelle 8: Minimierungspotential auf dem Bewertungsabstand durch Masterhöhung

Durch die Maßnahme werden die Grenzwerte unterhalb der Leitung eingehalten und die Immissionswerte an den MMO auf dem Bewertungsabstand konnten um mindestens 10 % reduziert werden.

Die Minimierungsmaßnahme der Masterhöhung wird daher als verhältnismäßig angesehen und umgesetzt.

	Anlage 13.01 Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	Datum: 27.06.2025 Seite: 19 von 25
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		


3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Trassenführung wurde so gewählt, dass keine maßgebliche Immissionsorte entsprechend der LAI-Hinweise vorhanden sind. Unabhängig davon sind die Freileitungen so geplant worden, dass die Grenzwerte der 26. BImSchV eingehalten werden.

Entlang der geplanten 380-kV-Freileitungen befinden sich 4 maßgebliche Minimierungsorte entsprechend der 26. BImSchVVwV /G3/, wobei sich keine maßgebliche Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes befinden.


Als Minimierungsmaßnahme wird die Masterhöhung umgesetzt. Die Masterhöhung erfolgte so, dass unterhalb der Freileitung und im Bewertungsabstand die Grenzwerte der 26. BImSchV eingehalten werden. Diese Festlegung wird als Zielorientiert und Verhältnismäßig angesehen.

Dadurch kann die elektrische Feldstärke bzw. die magnetische Flussdichte an den maßgeblichen Minimierungsorten auf dem Bewertungsabstand um mindestens 16 % bzw. 10 % minimiert werden.

	Anlage 13.01 Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	Datum: 27.06.2025 Seite: 20 von 25
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		


4 Abkürzungen

26. BImSchV	26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
26. BImSchVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europäische Norm
EOK	Erdoberkante
HF-Anlage	Hochfrequenzanlage
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
LAI-Hinweise	LAI-Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
MIO	Maßgeblicher Immissionsort entsprechend LAI-Hinweise
MMO	Maßgeblicher Minimierungsort entsprechend 26. BImSchVVwV
NF-Anlage	Niederfrequenzanlage
TenneT	TenneT TSO GmbH
UW	Umspannwerk
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik

	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 21 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		


5 Begriffe

Außenleiter (Leiterseil, Leiter)	Leiter, welcher den Betriebsstrom führt und isoliert durch Isolator Ketten am Mast befestigt wird. (Im Zusammenhang mit dem mechanischen Verhalten wird der Begriff Leiterseil verwendet. Auch wird der eigentliche Überbegriff „Leiter“ synonym verwendet).
Belegung (Beseilung)	Die Belegung entspricht der Gesamtheit der Leiter (also Außenleiter, Erdleiter und LWL-Erdleiter) an einem Stützpunkt.
Bodenabstand	Der Bodenabstand ist der geringste lotrechte Abstand zwischen dem untersten Leiter und der Erdoberfläche in einem Spannungsfeld.
Bündelleiter	Zur Erhöhung des maximalen Dauerstroms und der Reduzierung der Randfeldstärken werden mehrere Außenleiter je Phase eines Stromkreises verwendet. Diese Außenleiter werden als Teilleiter bezeichnet und weisen einen festen Teilleiterabstand auf.
Erdseil	Leiter, der an einigen oder allen Stützpunkten geerdet und im Allgemeinen oberhalb der Außenleiter aufgehängt ist, um einen Schutz gegen Blitzeinschlag zu bieten.
Freileitung	Die Freileitung ist die Gesamtheit einer Anlage zur oberirdischen Fortleitung von elektrischer Energie, bestehend aus Stützpunkten und Leitungsteilen.
Leiter	Als Leiter werden einer oder mehrere Drähte aus Aluminium, Aluminiumlegierung, verzinktem oder aluminiumummanteltem Stahl oder Kombinationen hiervon bezeichnet, die miteinander verseilt sind und gemeinsam dem Leiten des elektrischen Stroms dienen.
LWL-Erdseil	Erdleiter, welcher zusätzlich optische Fasern in Stahlröhrchen für Telekommunikationszwecke mitführt.
Mast	Der Mast ist Teil des Stützpunktes, bestehend aus Mastschaft, Erdseilstütze(n) und Querträger(n).
Querträger (Traverse)	Der Querträger ist ein Ausleger quer zum Mastschaft zur Befestigung der Leiter. (Der Begriff „Traverse“ ist gleichbedeutend zum Begriff „Querträger“. Entsprechend der aktuellen VDE 0210 /N1/ ist der Begriff „Querträger“ zu verwenden. In der 26. BImSchVwV /G3/ wird der ältere Begriff „Traverse“ verwendet.)
Stützpunkt	Ein Stützpunkt umfasst den Mast, dessen Gründung und Erdung.

	Anlage 13.01 Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	Datum: 27.06.2025 Seite: 22 von 25
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

6 Formelzeichen und Einheiten


Symbol	Bezeichnung	Einheit
<i>B</i>	Effektivwert der magnetischen Flussdichte	μT (Mikrotesla)
<i>E</i>	Effektivwert der elektrische Feldstärken	kV/m (Kilovolt pro Meter)
<i>f</i>	Frequenz	Hz (Hertz)

	Anlage 13.01 Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	Datum: 27.06.2025 Seite: 23 von 25
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

7 Grundlagen und Literatur

Gesetze und zugehörige Verordnungen, Vorschriften, Hinweise und Empfehlungen:

- /G1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - **BImSchG**)
Stand: 24.02.2025
- /G2/ Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - **26. BImSchV**)
Stand: 14.08.2013
- /G3/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV; **26. BImSchVVwV**
Stand: 26.02.2016
- /G4/ **LAI-Hinweise** zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
Stand: 23.10.2014
- /G5/ Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren (**LAI Handlungsempfehlungen**);
Stand: 27.01.2022
- /G6/ Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - **EnWG**)
Stand: 21.02.2025


	Anlage 13.01	Datum: 27.06.2025 Seite: 24 von 25
	Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

Normen, Richtlinien und Hinweise:

- /N1a/ DIN EN 50341-1 (**VDE 0210-1**):2013-11
Freileitungen über AC 1 kV –
Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen
- /N1b / DIN EN 50341-2-4 (**VDE 0210-2-4**):2019-09
Freileitungen über AC 1 kV –
Teil 2-4: Nationale Normative Festlegungen (NNA) für Deutschland
- /N2/ **DIN EN 50182** im Stand der Berichtigung 2:2016-02
Leiter für Freileitungen – Leiter aus konzentrisch verseilten runden Drähten
- /N3/ Minimierung elektrischer und magnetischer Felder von Übertragungs-, Verteil-, und Bahnstromnetzen; **FNN-Hinweis**; VDE (FNN); 2. Ausgabe; Februar 2017
- /N4/ DIN VDE 0105-100 (**VDE 0105-100**) im Stand der Berichtigung 2020-10
Betrieb von elektrischen Anlagen –
Teil 100: Allgemeine Festlegungen
- /N5/ DIN EN 62110 (**VDE 0848-110**) im Stand der Berichtigung 1:2015-07
Elektrische und magnetische Felder, die von Wechselstrom-Energieversorgungssystemen erzeugt werden - Messverfahren im Hinblick auf die Exposition der Allgemeinbevölkerung

Richtlinien der TenneT TSO GmbH:

- /T1/ Handbuch Bauen und Errichten, Abschnitt 1.7 Elektrische und magnetische Felder sowie Koronageräusche
Stand: 27.07.2021

	Anlage 13.01 Immissionsbericht auf Grundlage der 26. BImSchV	Datum: 27.06.2025 Seite: 25 von 25
Projekt/Vorhaben: Ersatzneubau 380-kV-Leitung Conneforde_Ost – Samtgemeinde Sottrum (BBPIG-Vorhaben Nr. 56/NEP-P 119) Maßnahme M535 Abschnitt 3a: Landesgrenze Niedersachsen/ Bremen (Werderland) – UW Werderland		

Weitere Unterlagen:

- /W1/ Handbuch für Hochspannungsleitungen: Niederfrequente elektromagnetische Felder und deren wirksame Reduktion; Peter Bauhofer
Verband der Elektrizitätswerke Österreichs, Ausgabe 1994
- /W2/ DGUV Vorschrift 3
Unfallverhütungsvorschrift Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
Fassung vom 1. Januar 1997
- /W3/ Freileitungen: Planung, Berechnung, Ausführung; F. Kießling, P. Nefzger,
U. Kaintzyk; Springer-Verlag; Berlin; 5. Auflage 2001
- /W4/ Grundsätze für die Ausbauplanung des deutschen Übertragungsnetzes;
50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH,
Transnet BW GmbH
Stand: Veröffentlichung: 29.10.2018 Dokument: Juli 2018

**Datenblatt zur geplanten
380-kV-Freileitung Elsfleth_West – UW Werderland, LH-14-332
PFA 3a: Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) –
UW Werderland**

Spannfeld: T1-32.00 – T1-32.00
(Donau-Mastkopfbild) – (Donau-Mastkopfbild)

Typ der Freileitung: 50 Hz
Übertragungsleitung
Verteilungsleitung

Masttyp: Tragmast (T1-32.00) / Gestänge D-2-D-2017.2

(Mastbild ist auf der nachfolgenden Seite beigefügt)

Höchste betriebliche Anlagenauslastung:

Aufgelegte Spannungssysteme – gepl. Zustand

Nennspannung:

System 1: 380 kV (Berechnung mit höchster Betriebsspannung 420 kV)
System 2: 380 kV (Berechnung mit höchster Betriebsspannung 420 kV)

höchster Betriebsstrom:

System 1: 4000 A
System 2: 4000 A

Begrenzung des maximalen betrieblichen Dauerstromes erfolgt durch:

Beantragter Grenzstrom

Projektierte minimaler Bodenabstand ermittelt nach DIN VDE 0210:

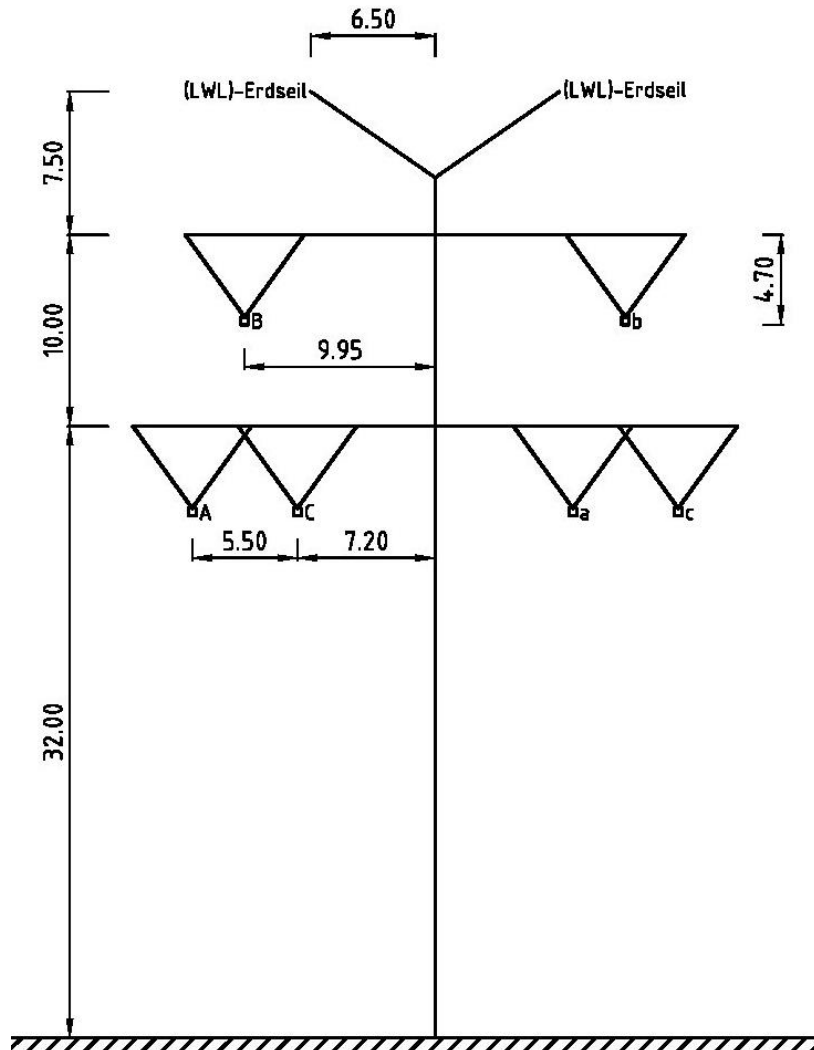
Minimaler Bodenabstand im Spannfeld: 12,0 m

Mastbild

380-kV-Freileitung Elsfleth_West – UW Werderland, LH-14-332
PFA 3a: Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) –
UW Werderland

Donaumastkopf

T1-32.00, D-2-D-2017.2
Spannfeldlänge 410,0 m



Phasenordnung gepl. Zustand:

System 1: ... A (L1) / B (L2) / C (L3)

System 2: ... a (L1) / b (L2) / c (L3)

Belegung:

Leiterseil System 1: 3x 4x 565-AL1/72-ST1A

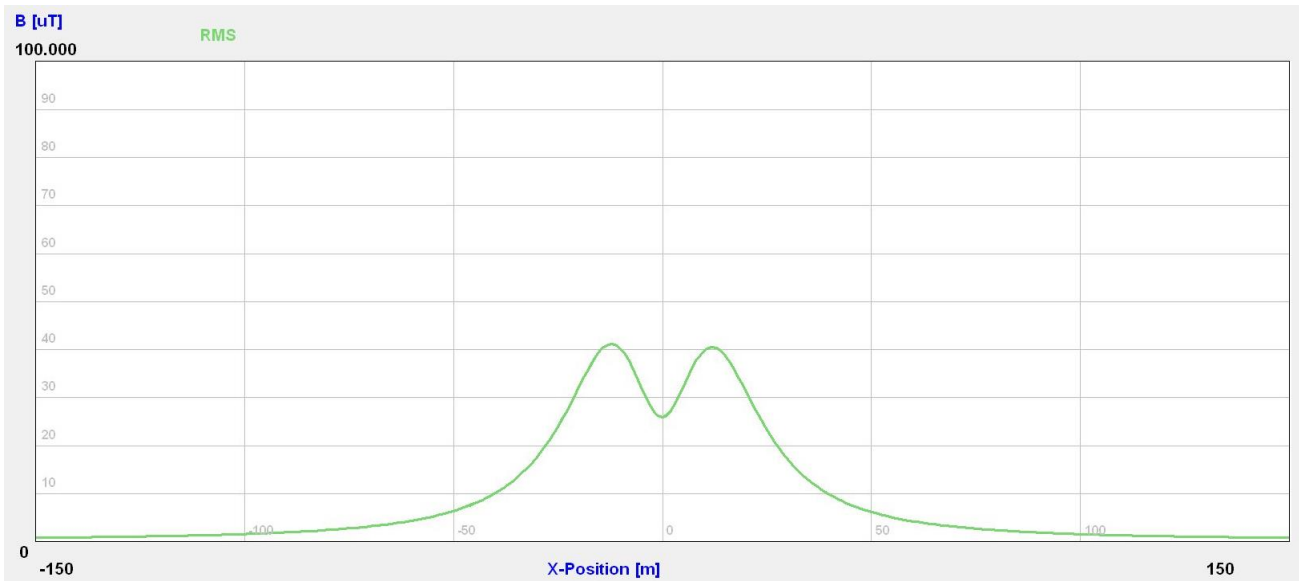
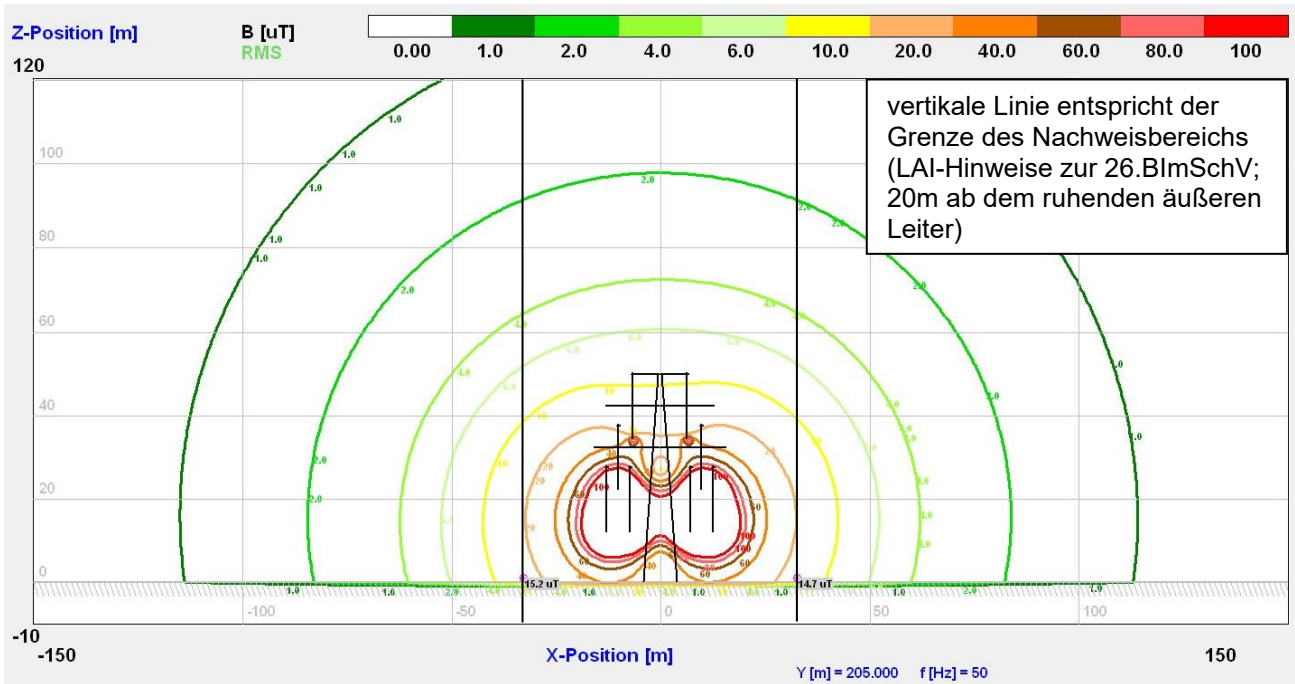
Leiterseil System 2: 3x 4x 565-AL1/72-ST1A

LWL-Erdseil: 1x 261-AL3/25-A20SA

LWL-Erdseil: 1x 261-AL3/25-A20SA

**Darstellung der Querprofile in Spannfeldmitte (geringster Bodenabstand)
Spannfeld T1-32.00 – T1-32.00 (Spannfeldlänge 410,0 m)**

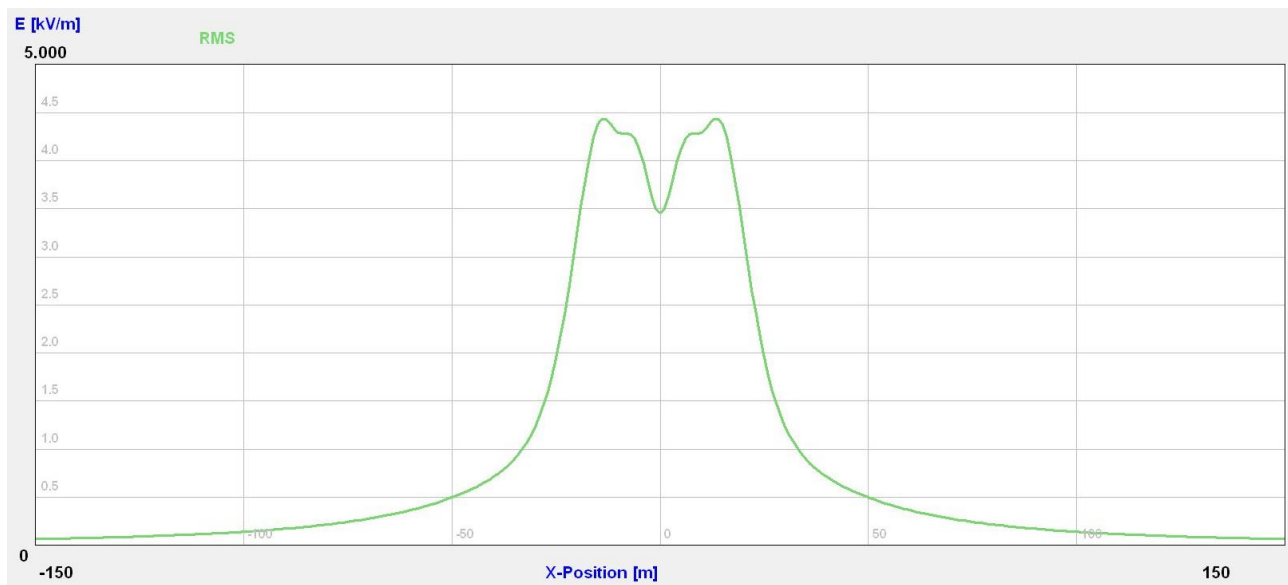
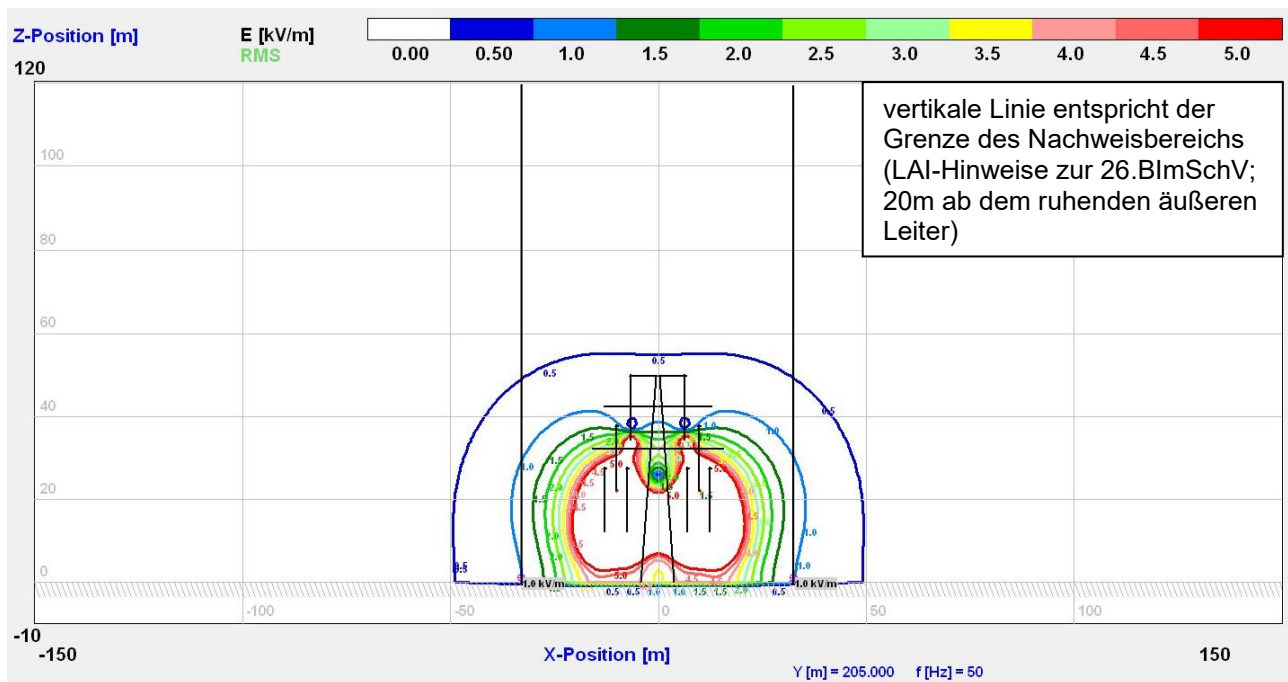
Berechnung der magnetischen Flussdichte



Magnetische Flussdichte für 1,0 m über Boden im Nachweisbereich entsprechend LAI-Hinweise

Höchstwert unterhalb der Leitung:	44,9 μT
Höchstwert am Rand des Nachweisbereichs: (Dargestellt als vertikale Linien)	15,2 μT

Berechnung der elektrischen Feldstärken



Elektrische Feldstärke für 1,0 m über Boden im Nachweisbereich entsprechend LAI-Hinweise

Höchstwert unterhalb der Leitung:	4,4 kV/m
Höchstwert am Rand des Nachweisbereichs: (Dargestellt als vertikale Linien)	1,0 kV/m



P523010212

380-kV-Freileitung Elsfleth_West – UW Werderland, LH-14-332

PFA 3a: Landesgrenze Niedersachsen/Bremen (Werderland) - UW Werderland

Liste der maßgeblichen Immissions- und Minimierungsorte nach 26. BImSchVVwV

Anlage 13.01.2

Stand 2025-04

Lfd. Nr.	Spannfeld		Gemarkung	Flur	Flurstücksnummer	Objekt-ID	Objektart	Bewertungsbereich	Einwirkungsbereich
	von	bis							
1	65	66	VR 186	186	33/1		Wohngebäude		X
2			VR 186	186	31		Wohngebäude		X
3			VR 186	186	32		Wohngebäude		X
4			VR 186	186	30		Wohngebäude		X

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:	1.1.2021
PRODUCT RELEASE DATE:	1.1.2021	VERSION:	>= V2021

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