

Immissionsschutzbericht

**Durchverbindung der
110-kV-Leitung LH-13-104 Brachenfeld – Trent ab Mast 085 mit
110-kV-Leitung LH-13-110 Trent – Lütjenburg, Mast 001**

**Neueanbindung der Leitung
LH-13-104 an das Umspannwerkes Trenter Berg
Mast 082A– Portal UW Trenter Berg
Neuerrichtung Mast 082A und Seiltausch**

**Untersuchung zur Einhaltung der Grenzwerte gemäß 26.BImSchV
mit Minimierungsbetrachtung gemäß 26. BImSchVVwV**

Vorhabenträgerin

Schleswig-Holstein Netz AG
Schleswig-Hein-Gas-Platz 1
25451 Quickborn

Erstellt durch

Lucia Wandra
SPIE SAG CeGIT GmbH
Landshuter Straße 65
84030 Ergolding

Dokument Nr. HT785/V1.1: HT785/V1.1

Stand: 11.12.2023

Anlagen:

1. Anzeige gem. 26. BImSchV Flurstücke 161 und 163, Flur 2, Gemarkung Trent
2. WinField Zertifizierung

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung	3
1.1	Beschreibung des Vorhabens	3
1.2	Physikalische Grundlagen	5
1.3	Gesetzliche Anforderungen an Niederfrequenzanlagen	6
1.3.1	26. BImSchV.....	6
1.3.2	26. BImSchVVwV - Verwaltungsvorschrift.....	8
2.	Technische Parameter.....	11
2.1	Berücksichtigung anderen Niederfrequenzanlagen.....	13
3.	Berechnung der Immissionen.....	14
3.1	Maßgebliche Immissionsorte im Bewertungsabstand	14
3.1.1	Mast 082N-82A-083 der LH-13-104	14
3.1.2	Mast 085 der LH-13-104 und Mast 001 der LH-13-110	15
3.2	Berechnungsergebnisse Bewertungsabstand	16
3.2.1	Darstellung der Ergebnisse.....	17
4.	Koronageräusche	19
5.	Minimierungsbetrachtung nach 26. BImSchVVwV	21
5.1	Vorprüfung.....	21
5.2	Prüfung des Minimierungspotentials	22
5.3	Maßnahmenbewertung und Festlegung der Minimierungsmaßnahmen.....	22
5.3.1	Abstandsoptimierung	22
5.3.2	Optimierung der Mastkopfgeometrie	23
5.3.3	Elektrische Schirmung	23
5.3.4	Minimieren der Seilabstände	23
5.3.5	Optimieren der Leiteranordnung	23
6.	Zusammenfassung und Fazit.....	24
7.	Berechnungsgrundlagen	25
8.	Abkürzungen / Einheiten.....	26

9. Literatur 27

1. Einführung

1.1 Beschreibung des Vorhabens

Die Schleswig-Holstein Netz AG ist laut Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) verpflichtet, ihr überregionales Verteilnetz in Schleswig-Holstein dem Bedarf entsprechend zu errichten. Vor dem Hintergrund des Rückbaus des Umspannwerks (UW) Trent sowie der Einbindung des bereits errichteten UW Trenter Berg plant die Schleswig-Holstein Netz AG die Leitungsanpassung der bestehenden 110-kV-Freileitungen in der Gemeinde Lehmkuhlen. Dabei werden die bestehenden, bislang durch das UW Trent voneinander getrennten, 110-kV Leitungen LH-13-110 Trent - Lütjenburg und LH-13-104 Brachenfeld - Trent miteinander verbunden. Zusätzlich soll das UW Trenter Berg als neuer Netzknoten in die bestehende Trasse der Leitung LH-13-104 eingebunden werden. Da beide Freileitungen bislang in den Portalen des bestehenden UW Trent enden, ist zukünftig eine Durchverbindung von Leiterseilen zwischen den beiden vorhandenen Endmasten beider Leitungen vorgesehen. Darüber hinaus muss für die Neuanbindung des UW Trenter Berg als Netzknoten und somit durch die Auftrennung der bestehenden 110-kV-Freileitung LH-13-104 ein zusätzlicher Mast in der vorhandenen Trasse errichtet werden.

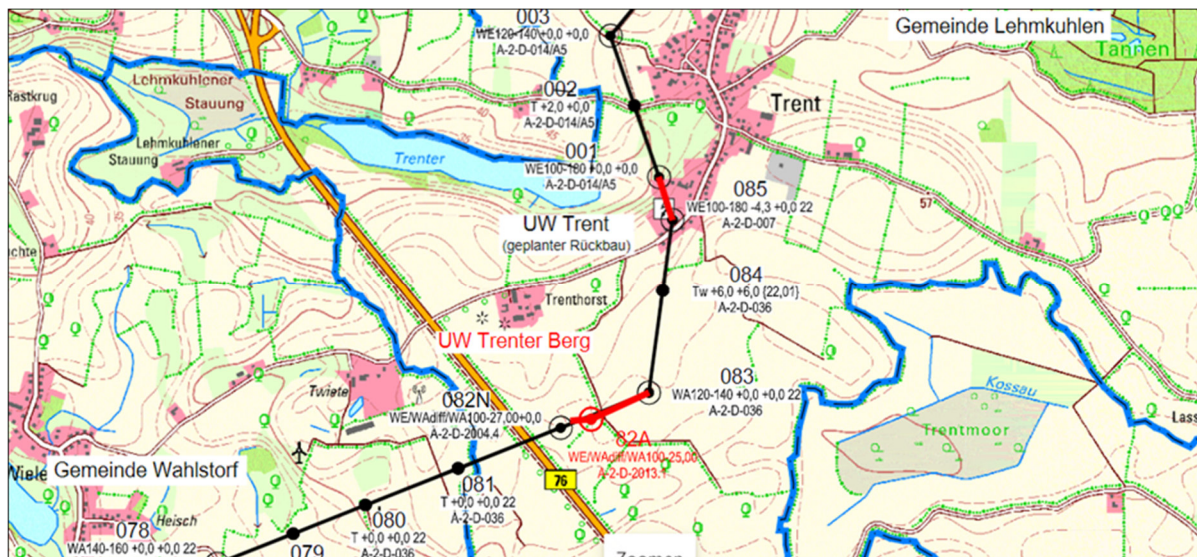


Abbildung 1: Übersicht Planungsabschnitt

Im Wesentlichen beinhaltet das Projekt 110-kV-Leitungen Trent - Trenter Berg die nachfolgend aufgeführten Inhalte:

- Durchverbindung der 110-kV-Freileitungen LH-13-110 und LH-13-104 im Bereich des Rückbaus UW Trent. Die Strecke der Durchverbindung beträgt ca. 160 m.

Die bestehenden, jeweils zweisystemigen Freileitungen LH-13-110 und LH-13-104 enden bislang an den Portalen des UW Trent. Gemäß der Zielnetzentwicklung und deren

Bewertung ist die heutige Auftrennung aufzuheben und beide Leitungen miteinander zu verbinden. Die Durchverbindung erfolgt zwischen den beiden Endmasten LH-13-110 Mast Nr. 001 und LH-13-104 Mast Nr. 085. Aufgrund der Eigenschaften der Masten als Endmaste ist die Verbindung beider Leitungen auf einen neuen Leiterseilzug zwischen den Masten beschränkt.

- Neuansbindung der Leitung LH-13-104 im Netzknoten UW Trenter-Berg

Mit dem Rückbau des Umspannwerks Trent ergibt sich die Notwendigkeit der Neueinbindung des UW Trenter - Berg als Netzknoten. Dafür ist die Errichtung eines neuen Endmastes vor dem Umspannwerk erforderlich, um beide Leitersysteme auf die Portale des UWs überführen zu können. Die Portale, sowie Maßnahmen im Anlagenteil des Umspannwerkes, sind nicht Teil dieser Planung und des Planfeststellungsverfahrens.

- Provisorium

Im Bereich des UW Trenter Berg und des Rückbaus UW Trent wird über die Dauer des Bauvorhabens jeweils ein leitungsnahe zweisystemiges Provisorium bis zur Wiederinbetriebnahme aufgebaut, um die Versorgungssicherheit der Netzregion sicherzustellen.

Genauere Angaben siehe Anlage 1 Erläuterungsbericht.

1.2 Physikalische Grundlagen

Beim Betrieb von Freileitungen treten aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiterseile Immissionen auf, welche sich aus elektrischen und magnetischen Feldern zusammensetzen. Es handelt sich um Wechselfelder mit einer Frequenz von 50 Hertz (Hz). Diese Frequenz gehört zum so genannten Niederfrequenzbereich. Die größten Werte der elektrischen und magnetischen Felder treten direkt unterhalb der Freileitungen zwischen den Masten am Ort der größten Bodenannäherung der Leiter auf. Die Stärke der Felder nimmt mit zunehmender seitlicher Entfernung von der Leitung rasch ab.

Das elektrische Feld

Ursache elektrischer 50-Hz-Felder sind spannungsführende Leiter in elektrischen Geräten und Leitungen zur elektrischen Energieversorgung. Das elektrische Feld tritt immer schon dann auf, wenn elektrische Energie bereitgestellt wird. Es resultiert aus der Betriebsspannung einer Leitung und ist deshalb nahezu konstant. Das elektrische Feld ist unabhängig von der Stromstärke.

Die Stärke des elektrischen Feldes ist abhängig von der Nähe zum Leiterseil. Bei ebenem Gelände ist zwischen zwei Masten der Durchhang des Leiterseils in der Spannungsmittelpunkt am größten und daher der Abstand zum Erdboden am geringsten. Daraus resultiert, dass in der Spannungsmittelpunkt auch die größten Feldstärken am Erdboden zu messen sind. Entsprechend sind in Mastnähe die geringsten Feldstärken zu messen. Noch ausgeprägter sinkt die Feldstärke mit zunehmendem seitlichem Abstand zur Freileitung.

Das elektrische Feld kann durch leitfähige Gegenstände wie Bäume, Büsche, Bauwerke usw. beeinflusst werden. Daher können niederfrequente elektrische 50-Hz Felder relativ leicht und nahezu vollständig abgeschirmt werden. Nach dem Prinzip des Faraday'schen Käfigs ist das Innere eines leitfähigen Körpers feldfrei. Daher schirmen die meisten Baustoffe ein von außen wirkendes elektrisches Feld fast vollständig im Inneren eines Gebäudes ab.

Die Stärke des elektrischen Feldes wird in Kilovolt pro Meter (kV/m) gemessen.

Das magnetische Feld

Magnetische 50-Hz-Felder treten nur dann auf, wenn elektrischer Strom fließt. Der Betriebsstrom, der durch die Leiterseile fließt, ist im Gegensatz zur Spannung nicht konstant. Er schwankt je nach Verbrauch tagsüber und jahreszeitenabhängig. Im gleichen Verhältnis ändert sich auch die Stärke des Magnetfeldes.

Wie für elektrische Felder gilt auch für magnetische Felder, dass am Erdboden die Feldstärken dort am höchsten sind, wo die Leiterseile dem Boden am nächsten sind, also bei ebenem Gelände in der Mitte zwischen zwei Masten. Mit zunehmender Höhe der Leiterseile und mit zunehmendem seitlichem Abstand nimmt die Feldstärke schnell ab.

Das Magnetfeld kann im Gegensatz zum elektrischen Feld nur durch spezielle Werkstoffe beeinflusst werden. Dies ist großflächig, wie bei Gebäuden, nicht praktikabel.

Die Stärke des magnetischen Feldes wird in Mikrotesla (μT) gemessen.

1.3 Gesetzliche Anforderungen an Niederfrequenzanlagen

1.3.1 26. BImSchV

Für elektrische Anlagen mit Nennspannungen größer 1 kV ist die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) in geänderter Fassung gültig. Gemäß § 3 Abs. 2 der 26. BImSchV sind Niederfrequenzanlagen, die nach dem 22. August 2013 errichtet werden, zum Schutz vor schädlichen Umweltauswirkungen so zu errichten und zu betreiben, dass sie bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, die im Anhang 1a zur 26. BImSchV genannten Grenzwerte nicht überschreiten, wobei Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz je Hälfte des in Anhang 1a genannten Grenzwertes der magnetischen Flussdichte nicht überschreiten dürfen. Für Anlagen mit einer Betriebsfrequenz von 50 Hz gelten nach Anhang 1a zur 26. BImSchV folgende Grenzwerte:

- Elektrische Feldstärke 5 kV/m
- Magnetische Flussdichte 100 µT

Die in der Verordnung genannten Grenzwerte basieren auf den vor dem Jahr 2010 von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) bis heute vorgeschlagenen Grenzwerten und sollen dem Schutz und der Vorsorge der Allgemeinheit vor den Auswirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern dienen. Die Werte werden ebenfalls vom Rat der Europäischen Gemeinschaft empfohlen.

Von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) wurden mit Beschluss der 54. Amtskonferenz Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder erlassen.

Unter Ziffer II.3.1 dieser LAI-Hinweise wurden die Einwirkungsbereiche von Niederfrequenzanlagen und maßgebenden Immissionsorten beschrieben. Für die Bestimmung der im Sinne des § 3 Abs. 2 Satz 1 und § 4 Abs. 1 der 26. BImSchV maßgeblichen Immissionsorte reicht es zur Umsetzung der 26. Bundes-Immissionsschutzverordnung aus, den Nahbereich um eine Anlage (Freileitung) zu betrachten. Der Nahbereich (Bewertungsabstand) wird durch die Breite des jeweils an den ruhenden äußeren Leiter angrenzenden Streifens definiert, welcher 10 m für eine 110-kV-Freileitung beträgt.

Maßgebliche Immissionsorte (MIO) sind Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und sich im Bewertungsabstand einer Anlage befinden. Bei der Prüfung, ob die Grenzwerte für das elektrische und magnetische Feld eingehalten werden, ist den Berechnungen die höchste betriebliche Anlagenauslastung zugrunde zu legen.

Nach § 3 Abs. 3 der 26. BImSchV in Verbindung mit dem Anhang 2a zur 26. BImSchV sind bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte alle Immissionen zu berücksichtigen, die durch andere Niederfrequenzanlagen sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz entstehen.

Die Berücksichtigung von Immissionsbeiträgen ortsfester Hochfrequenzanlagen ist hier nicht erforderlich. Laut EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur befinden sich im Umkreis von mindestens 10 km Entfernung zum geplanten Vorhaben keine Funkanlagenstandorte mit einer Frequenz kleiner-gleich 10 MHz. Der entsprechende Auszug aus der EMF-Datenbank ist in *Anlage 10.3* beigefügt.

Bei der Errichtung und wesentlichen Änderung von Niederfrequenzanlagen sind die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren.

Näheres regelt die Verwaltungsvorschrift gemäß § 48 des Bundesimmissionschutzgesetzes 26. BImSchVVwV).

1.3.2 26. BImSchVVwV - Verwaltungsvorschrift

Das Ziel des Minimierungsgebots nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV ist es, die von Niederfrequenzanlagen ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich so zu minimieren, dass die Immissionen an den maßgeblichen Minimierungsorten der jeweiligen Anlage minimiert werden. Gemäß 26. BImSchVVwV ist folgende Flussdiagramm zu berücksichtigen:

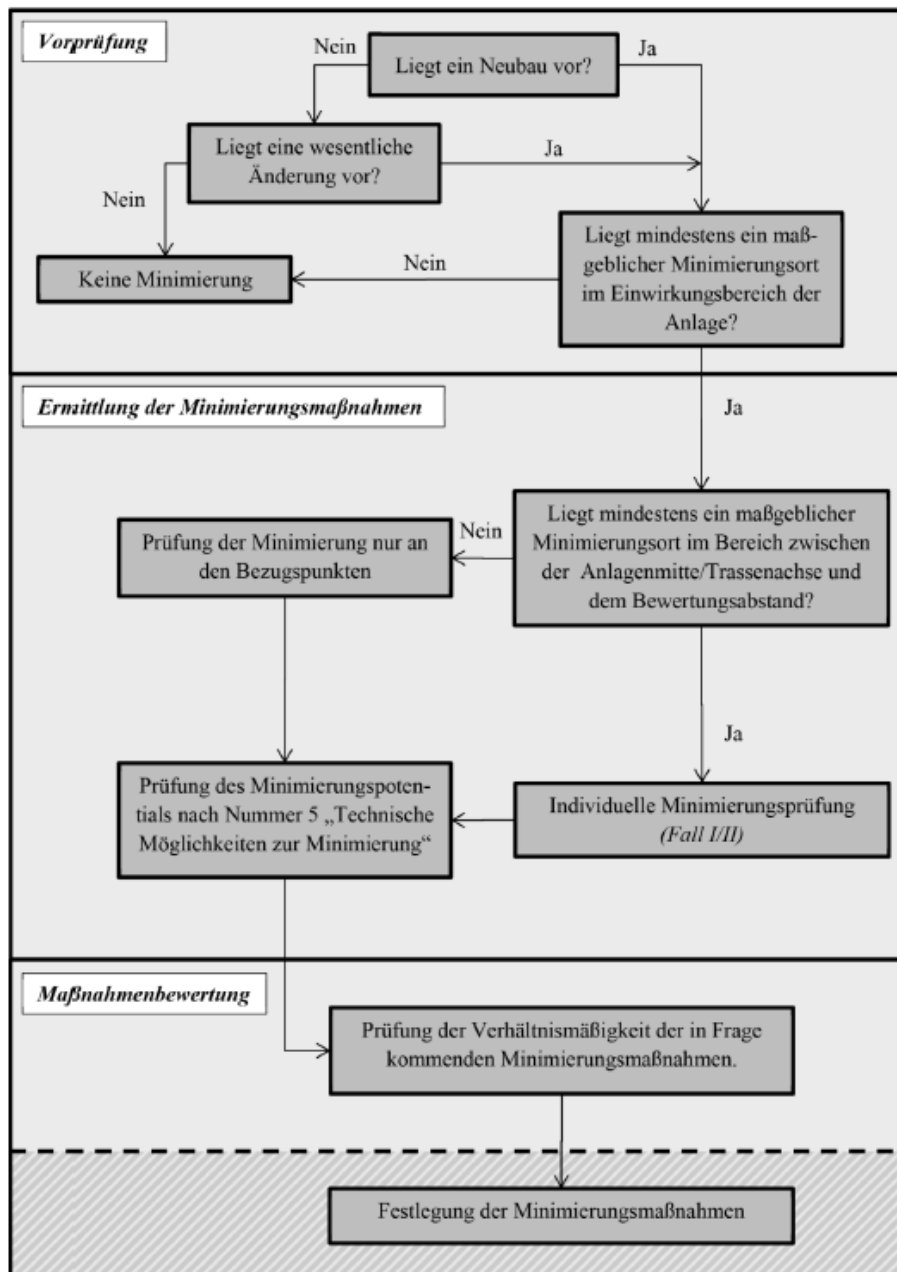


Abbildung 2: Flussdiagramm, Anhang I zu Nummer 3.2 der 26. BImSchVVwV

Die Prüfung möglicher Minimierungsmaßnahmen erfolgt individuell für die geplante Anlage einschließlich ihrer geplanten Leistung und für die festgelegte Trasse. Minimierungsmaßnahmen sind zu prüfen, wenn sich mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich

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

1.3.2.1 Begriffsbestimmungen gemäß 26. BImSchVVwV

Einwirkungsbereich

Der Einwirkungsbereich einer Anlage ist der Bereich, in dem die Anlage sich signifikant von den natürlichen und mittleren anthropogen bedingten Immissionen abhebende elektrische oder magnetische Felder verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen. Im Niederfrequenzbereich wird die Hintergrundexposition dominiert durch die anthropogen vorkommenden Feldstärken, die im Wesentlichen durch die elektrische Hausinstallation und Elektrogeräte verursacht werden.

Einwirkungsbereich für Niederfrequenzanlagen Freileitungen (einschließlich Bahnleitung)	
Nennspannung	Abstand
$\geq 110 \text{ kV} < 280 \text{ kV}$	200 m
$< 110 \text{ kV}$	100 m

Tabelle 1: Einwirkungsbereich für Niederfrequenzanlagen

Bewertungsabstand

Abstand von der Anlage, ab dem die Feldstärken mit zunehmender Entfernung durchgehend abnehmen. Ausgangspunkt ist jeweils die Bodenprojektion des ruhenden äußeren Leiterseils einer Freileitung.

Bewertungsabstand für Niederfrequenzanlagen Freileitungen (einschließlich Bahnleitung)	
Nennspannung	Abstand
$\geq 110 \text{ kV} < 280 \text{ kV}$	10 m
$< 110 \text{ kV}$	5 m

Tabelle 2: Bewertungsabstand für Niederfrequenzanlagen

Der für die Minimierung zu betrachtenden Bewertungsabstand („Minimierungsbereich“) beträgt demnach für die 380-kV-Freileitung 20 m.

Bezugspunkt

Der Bezugspunkt ist ein Punkt, der für maßgebliche Minimierungsorte, die außerhalb des Bewertungsabstandes liegen, ermittelt wird. Er liegt im Bewertungsabstand auf der kürzesten Geraden zwischen dem jeweiligen maßgeblichen Minimierungsort und der jeweiligen Anlagenmitte / Trassenachse. Bei dichter Bebauung und damit einer Vielzahl von Bezugspunkten

können stattdessen ein oder mehrere repräsentative Bezugspunkte gewählt werden. Nachfolgend ist eine beispielhafte Darstellung für die Festlegung von Bezugspunkten gegeben.

Im Kapitel 6 wird die Anwendung des Minimierungsgebots nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchVVwV abgeprüft.

Das Minimierungsgebot gemäß § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV i. V. m. 26. BImSchVVwV wird beachtet. Die Umsetzung erfolgt entsprechend der Vorgaben in drei Teilschritten:

- Vorprüfung
- Ermittlung des Minimierungspotentials
- Maßnahmenbewertung
 - Festlegung der Minimierungsmaßnahmen

Eine Maßnahme kommt als Minimierungsmaßnahme nicht in Betracht, wenn sie zu einer Erhöhung der Immissionen an einem maßgeblichen Minimierungsort führen würde. Bei der Auswahl der Minimierungsmaßnahmen ist insbesondere der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu wahren, indem Aufwand und Nutzen der möglichen Maßnahmen betrachtet werden. Auch mögliche nachteilige Auswirkungen auf anderen Schutzgüter wie z.B. Landschaftsschutz usw. sind zu berücksichtigen.

2. Technische Parameter

Nachfolgend werden in der *Tabelle 3* die im Abschnitt bereits verwendeten und geplanten Bauweisen der 110-kV-Ltg. LH-13-110 und LH-13-104 aufgeführt.

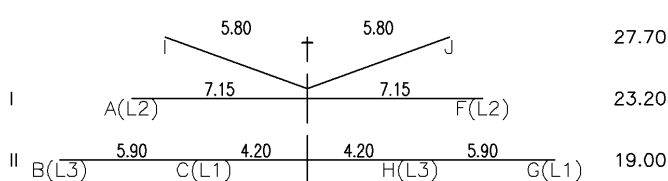
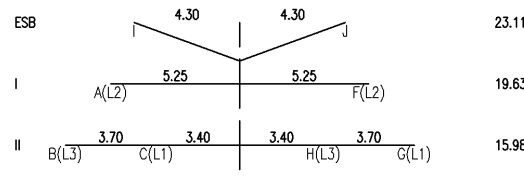
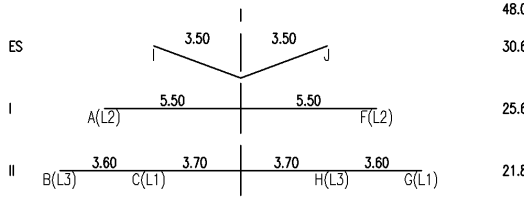
110-kV-Freileitung Brachenfeld – Trent, LH-13-104	
Masttyp/Gestänge	WE100-180-4.3+0.0 / A-2-D-007
Mast 082A	
Mast 085	
110-kV-Leitung Trent – Lütjenburg, LH-13-110	
Masttyp/Gestänge	WA1/A662—3E / A-2-D-014/A5
Mast 001	

Tabelle 3: Bauweisen der Masten (schematische Darstellung)

Minimaler Bodenabstand Mast 085 – Mast 001: ca. 11,2 m

Technische Daten

Typ der Freileitung	Verteilungsleitung	
Frequenz	50 Hz	
Nennspannung	110 kV	
Höchste Betriebsspannung	123 kV	
Phasenordnung		
Mast 085 – Mast 001	System 1 (Li): A(L2) – B(L3) – C(L1)	
	System 2 (Re): H(L3) –F(L2) – G(L1)	
Maximale Strombelastung	Normalbetrieb	Maximal Spitzenwert
System 1	542 A	712 A
System 2	542 A	712 A
Seilbelegung Mast 082-82A-083 (LH-13-104)		
System 1	1x3x1 FINCH 565/72	
System 2	1x3x1 FINCH 565/72	
Erdseil	2x AL3/A20SA 52/25	
Seilbelegung Mast 085 (LH-13-104) – 001 (LH-13-110)		
System 1	1x3x1 AL/ST 185/32	
System 2	1x3x1 AL/ST 185/32	
Erdseil	2x AL3/A20SA 52/25	
Berechneter Lastfall		
Leiterseil	80°C	
Erdseil	40°C	

Tabelle 4: Technische Daten Durchverbindung LH-13-104, LH-13-110

2.1 Berücksichtigung anderen Niederfrequenzanlagen

Gemäß 26. BImSchV §3 Abs. 3 ist folgendes zu beachten: „Bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte nach Absatz 1 und Absatz 2 sind alle Immissionen zu berücksichtigen, die durch andere Niederfrequenzanlagen sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz, die einer Standortbescheinigung nach §§ 4 und 5 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen, gemäß Anhang 2a entstehen.“

In dem untersuchten Bereich der 110-kV-Leitungen LH-13-104 / LH-12-110 befinden sich keine Niederfrequenzanlagen, die bei der Berechnung zu berücksichtigen sind.

Für den geplanten Trassenverlauf sind laut EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur, welche am 11.12.2023 aufgerufen wurde, (<https://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/> keine entsprechenden Hochfrequenzanlagen in diesem Abstand vorhanden).

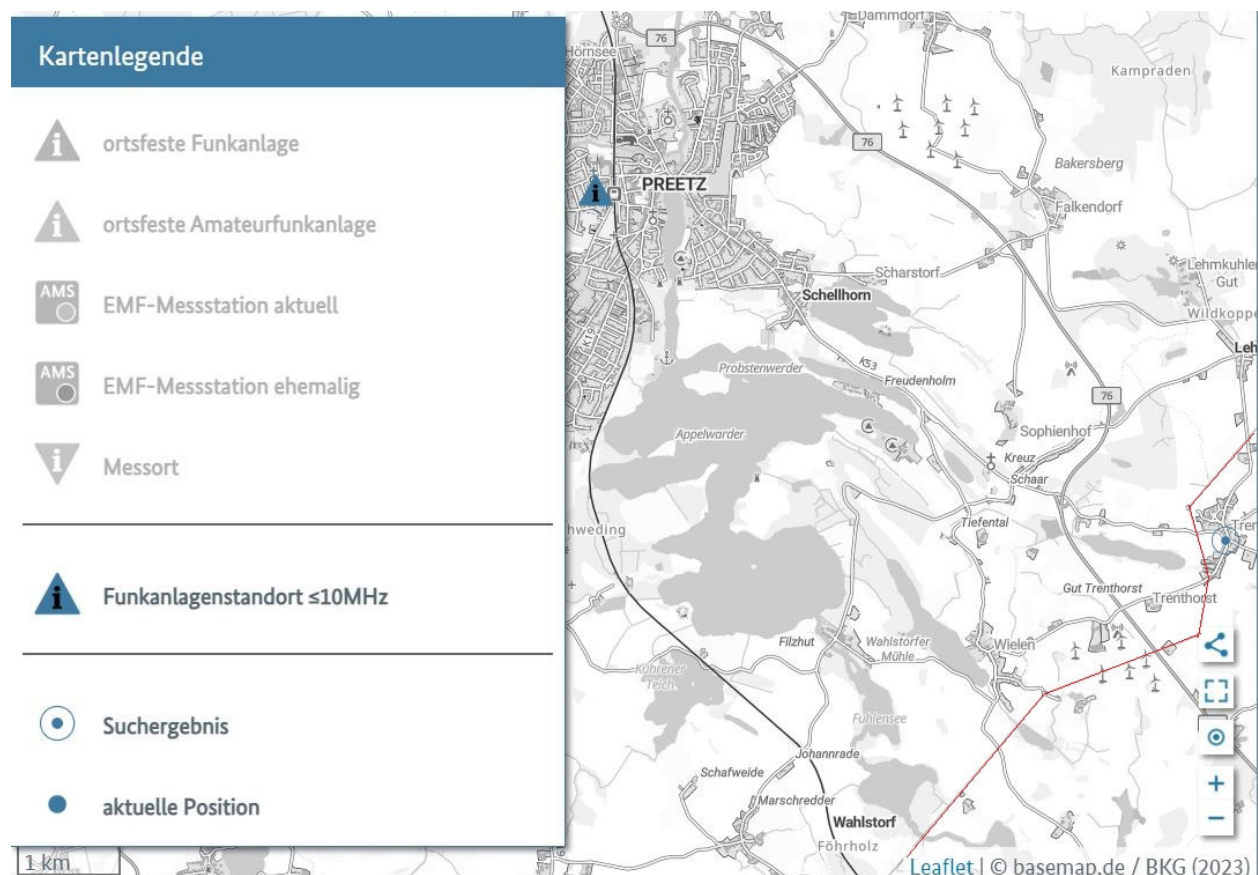


Abbildung 3: Nachweis HF Anlagen

3. Berechnung der Immissionen

Für die Ermittlung der elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten (gemäß § 5 der 26. BImSchV) sind keine Messungen erforderlich, wenn die Einhaltung der Grenzwerte durch Berechnungsverfahren festgestellt werden kann.

Die geplante wesentliche Änderung der 110-kV-Leitungen werden mit den Parametern nach Kapitel 2 digital modelliert und parametrisiert. Aus dem digitalen Modell der Trasse können mittels WinField für beliebige Koordinaten die elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten ermittelt werden. Gebäude und Bewuchs finden dabei keine Berücksichtigung, da sie aufgrund ihrer Leitfähigkeit das elektrische Feld verzerren, aber den Vorgaben der Betrachtung der freien Ausbreitung der Felder entgegenstehen.

Die Bewertung der Immissionen erfolgt in einer Höhe von 1 m (auf dem Flurstück) und in 4m am Gebäude (1. Stock) über Erdbodenoberkante.

3.1 Maßgebliche Immissionsorte im Bewertungsabstand

Nach der 26. BImSchV sind die elektrischen und magnetischen Felder von Hochspannungsleitung in ihrem Einwirkungsbereich an Orten zu ermitteln, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt die im Einwirkungsbereich liegen, gelten als maßgebliche Immissionsorte.

Eine Definition des Einwirkungsbereichs und welche Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen zählen, liefern die LAI-Hinweise [3]. Nach Ziffer II.3.2 der LAI-Hinweise sind Gebäude und Grundstücke, in oder auf denen nach der bestimmungsgemäßen Nutzung Personen regelmäßig länger (mehrere Stunden) verweilen können, Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt. Als solche kommen gemäß den LAI-Hinweisen insbesondere Wohngebäude, Krankenhäuser, Schulen, Schulhöfe, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze und Kleingärten in Betracht. Auch Gaststätten, Versammlungsräume, Kirchen, Marktplätze mit regelmäßigem Marktbetrieb, Turnhallen und vergleichbare Sportstätten sowie Arbeitsstätten, z. B. Büro-, Geschäfts-, Verkaufsräume oder Werkstätten, können dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen.

Die Breite des Einwirkungsbereichs ist gemäß den LAI-Hinweisen bei Freileitungen abhängig von ihrer Nennspannung und bemisst sich als ein an den ruhenden äußeren Leitern angrenzender Streifen. Für 110-kV-Freileitungen gilt gemäß LAI-Hinweisen eine Breite von 10 m zu beiden Seiten. Demnach gilt gemäß der LAI-Hinweise für die Betrachtung der maßgeblichen Immissionsorte:

Einwirkungsbereich = Bewertungsabstand = 10 m.

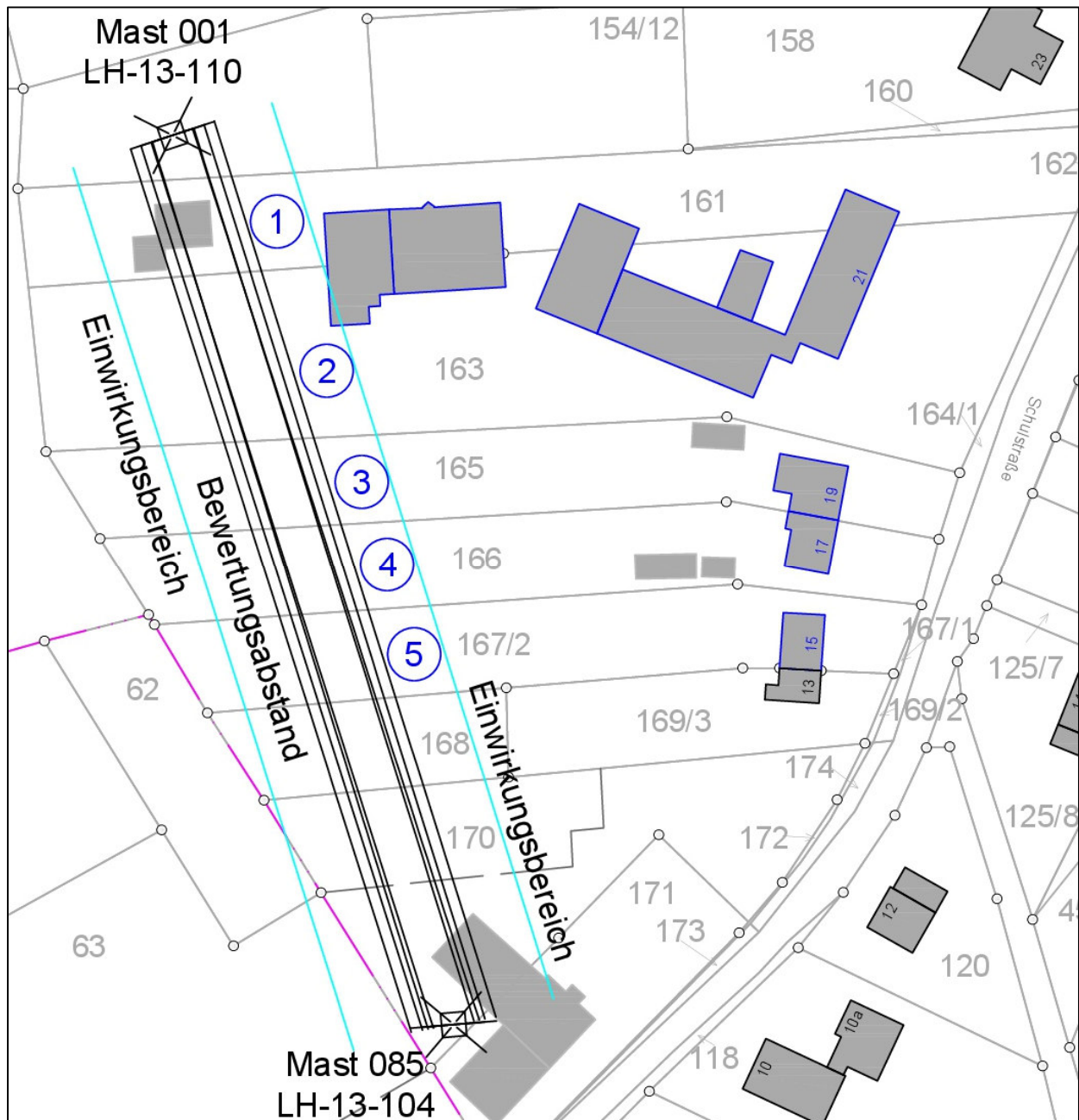
3.1.1 Mast 082N-82A-083 der LH-13-104

Der zu untersuchende Abschnitt der 110-kV-Leitung Brachenfeld – Trent wurde, aus den zur Verfügung gestellten Unterlagen, auf maßgebliche Immissionsorte (MIO) untersucht. Das Ergebnis der Vorprüfung hat gezeigt, dass sich in dem Einwirkungsbereich von 10 m der 110-kV-Leitung Brachenfeld – Trent, Mast 082N-82A-083 keine maßgebliche Immissionssorte liegen.

3.1.2 Mast 085 der LH-13-104 und Mast 001 der LH-13-110

Es ist festzustellen, dass in dem untersuchten Einwirkungsbereich von 10 m von Mast 085 der Leitung LH-13-104 und Mast 001 der Leitung LH-13-110 (siehe **Abbildung 4**) mehrere maßgebliche Immissionsorte liegen. Die ermittelte MIO sind in der **Tabelle 5** aufgelistet.

Abbildung 4: Maßgebliche Immissionsorte im Bewertungsabstand, Mast 085 – Mast 001



Legende:

- ① Maßgeblicher Immissionsort

Tabelle 5: Maßgebliche Immissionsorte im Einwirkungsbereich zwischen Trassenachse und Bewertungsabstand der Mast 085 (LH-13-104) und 001 (LH-13-110)

Lfd. Nr. (MIO)	Spannfeld von Mast- bis Mast	Maßgeblicher Immissionsort	Nutzungsart	Lage Flurstück	Abstand zum Gebäude
1	085 (LH-13-104) 001 (LH-13-110)	Flurstück Nr.161 Gmkg. Trent	Schule Schulgelände	überquert	10,6 m
2	085 (LH-13-104) 001 (LH-13-110)	Flurstück Nr.163 Gmkg. Trent	Schule Schulgelände	überquert	8,3 m
3	085 (LH-13-104) 001 (LH-13-110)	Flurstück Nr.163 Gmkg. Trent	Wohngebäude Grünfläche	überquert	69,9 m
4	085 (LH-13-104) 001 (LH-13-110)	Flurstück Nr.163 Gmkg. Trent	Wohngebäude Grünfläche	überquert	67,9 m
5	085 (LH-13-104) 001 (LH-13-110)	Flurstück Nr.163 Gmkg. Trent	Wohngebäude Grünfläche	überquert	62,1 m

3.2 Berechnungsergebnisse Bewertungsabstand

Die Bewertung für elektrische und magnetische Felder erfolgt entsprechend der einzelnen immissionsschutzrechtlichen Vorgaben. Zunächst werden die Ergebnisse im Hinblick auf die einzuhaltenden Grenzwerte dargelegt (*Tabelle 6*) und mit den zulässigen Grenzwerten gemäß 26. BImSchV gegenübergestellt (*Tabelle 9* und *Tabelle 10*).

Tabelle 6: Feldimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten im Einwirkungsbereich der Mast 085 der LH-13-104 und 001 der LH-13-110

Lfd. Nr.	Maßgeblicher Immissionsort	An maßgeblicher Immissionsort (4 m über EOK)		Auf dem Flurstück (1 m über EOK)		Einhaltung der Grenzwerte
		Elektrische Feldstärke	Magnetische Flussdichte	Elektrische Feldstärke	Magnetische Flussdichte	
1	Flurstück Nr.161 Gmkg. Trent	0,25 kV/m	3,0 µT	0,5 kV/m	4,3 µT	ja
2	Flurstück Nr.163 Gmkg. Trent	0,45 kV/m	5,0 µT	0,6 kV/m	5,2 µT	ja
3	Flurstück Nr.165 Gmkg. Trent	< 0,01 kV/m	0,2 µT	0,6 kV/m	5,2 µT	ja
4	Flurstück Nr.166 Gmkg. Trent	< 0,01 kV/m	0,2 µT	0,6 kV/m	5,3 µT	ja
5	Flurstück Nr.167/2 Gmkg. Trent	< 0,01 kV/m	0,3 µT	0,7 kV/m	5,8 µT	ja

3.2.1 Darstellung der Ergebnisse

Abbildung 5: Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK an MIO, Mast 085-Mast 001

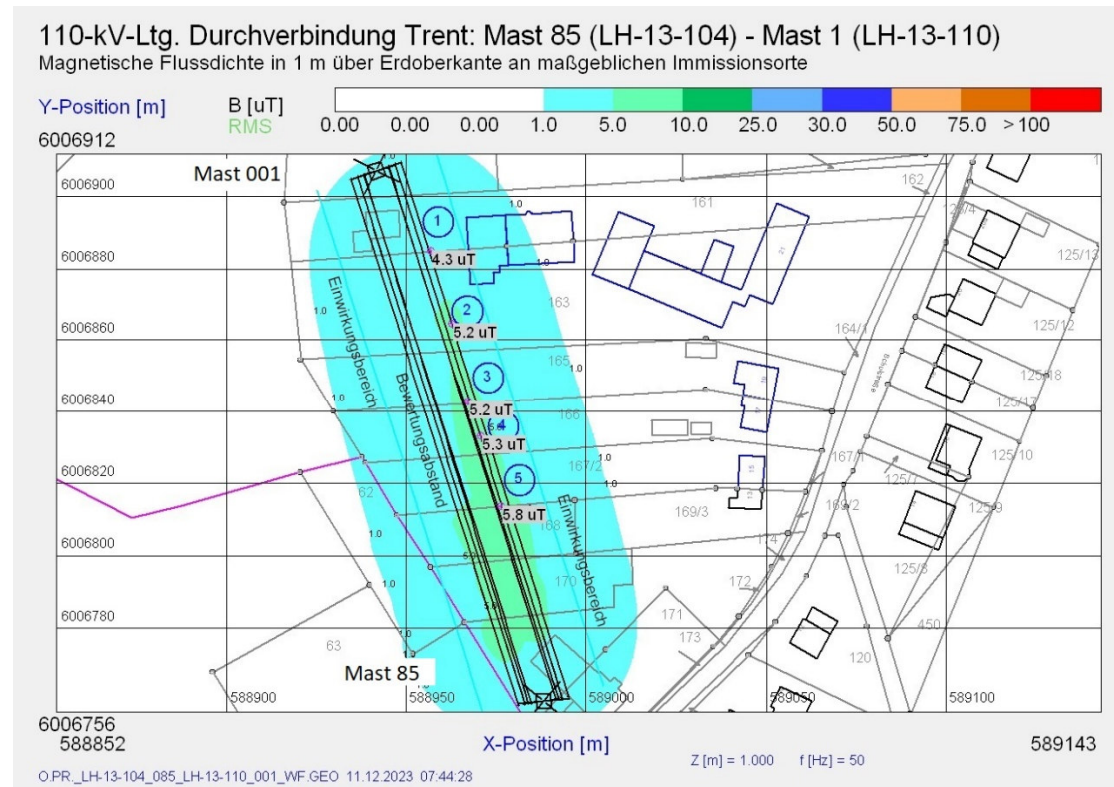


Abbildung 6: Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK an MIO, Mast 085-Mast 001

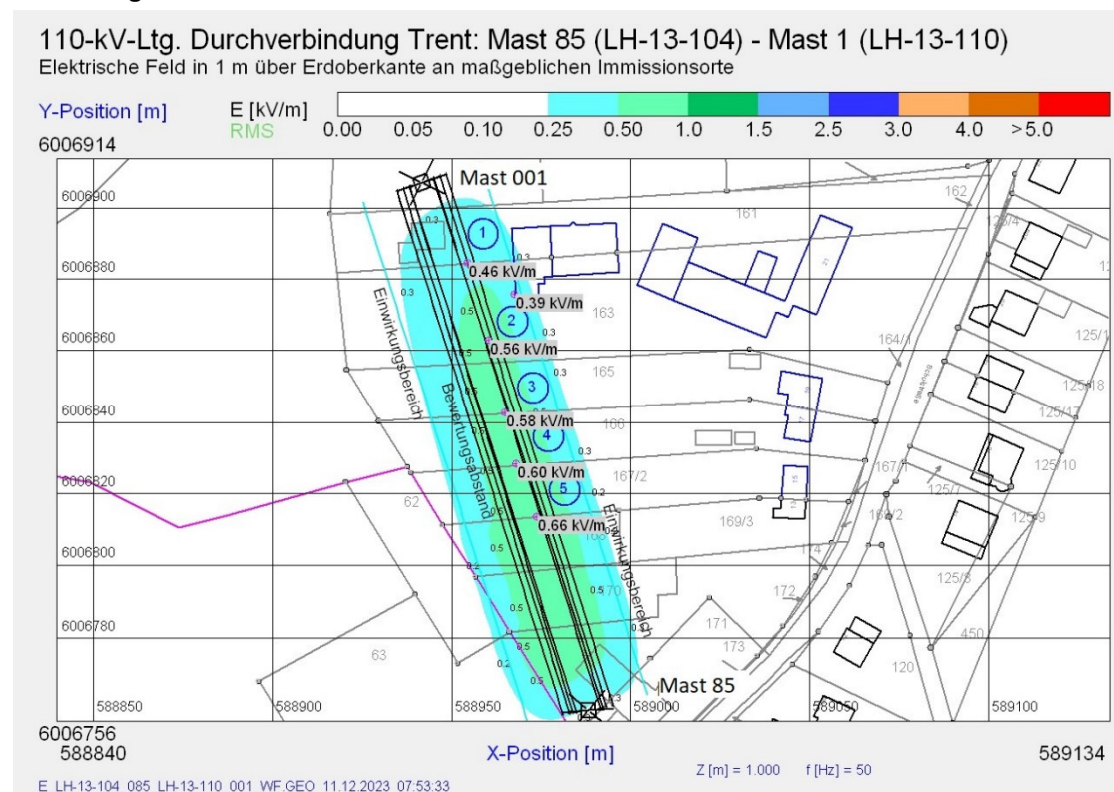


Abbildung 7: Magnetische Flussdichte in 4 m über EOK an MIO, Mast 085-Mast 001

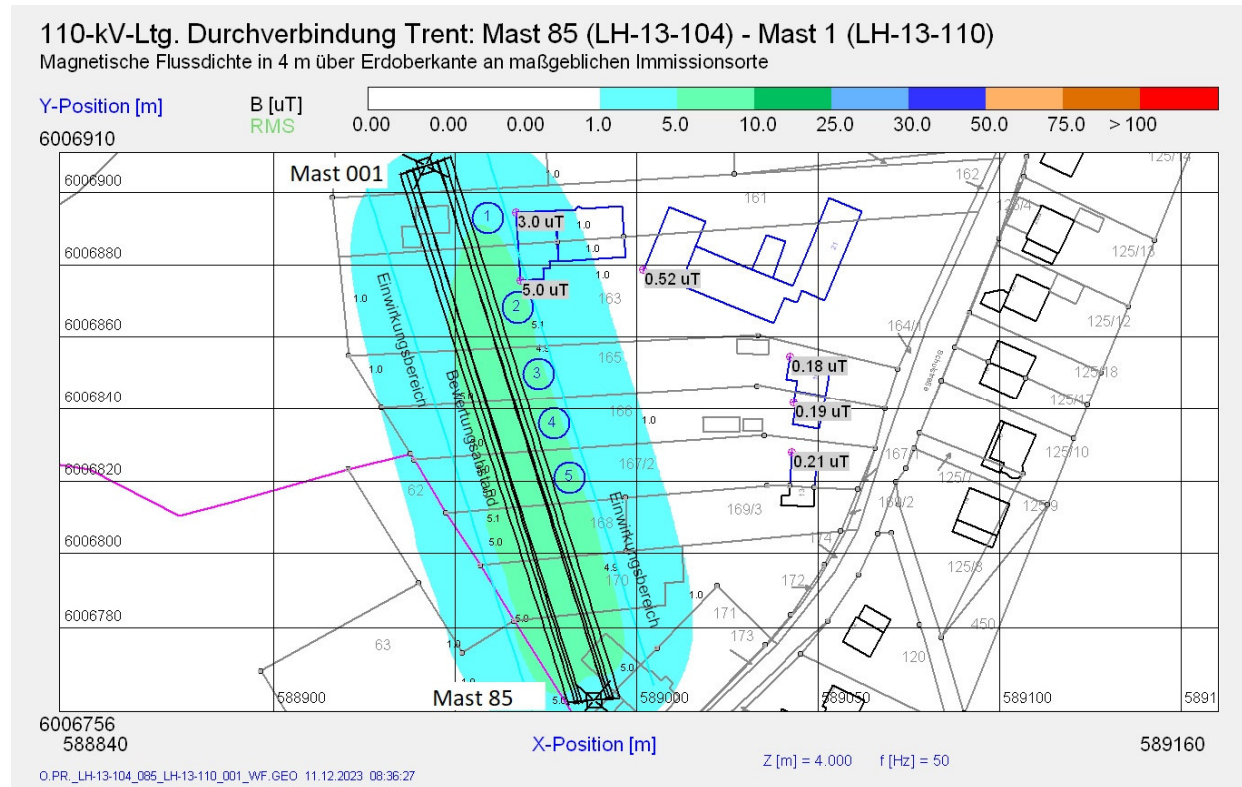
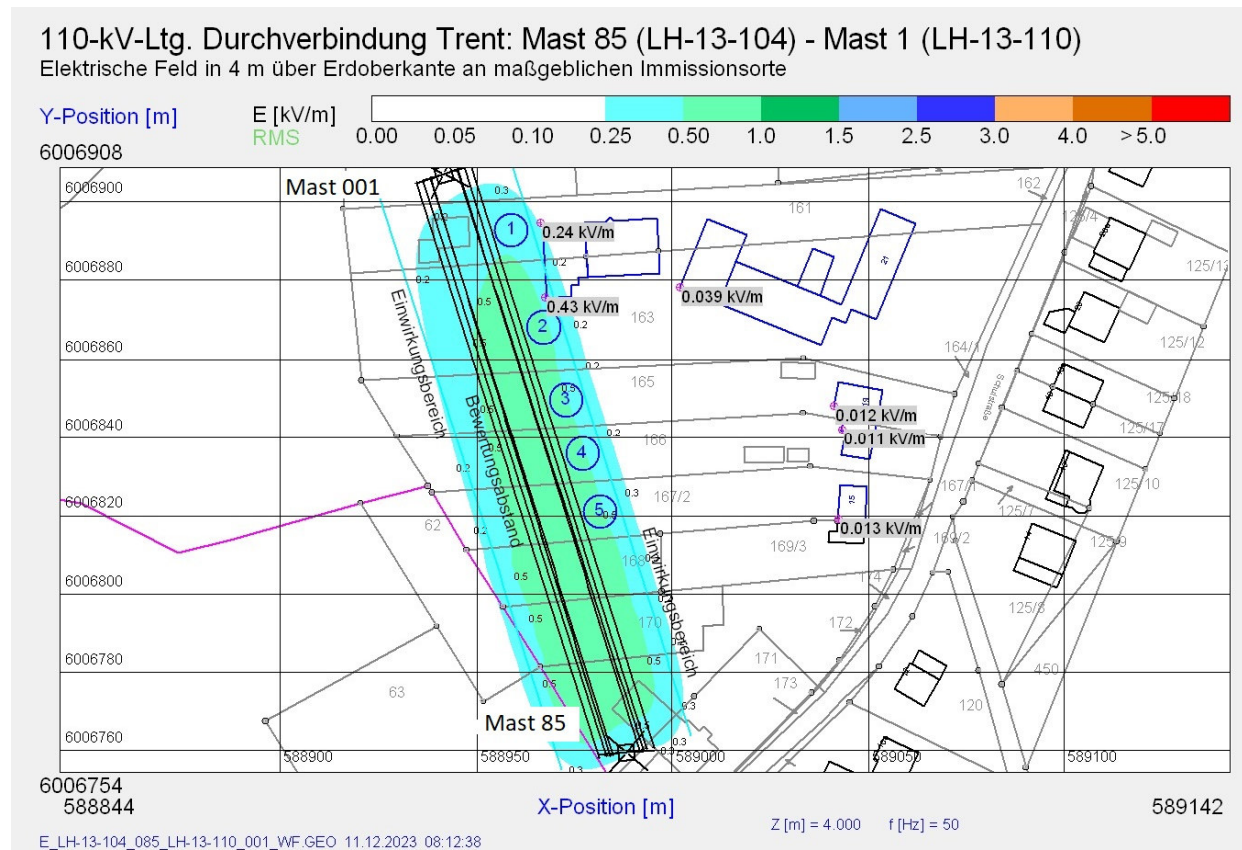


Abbildung 8: Elektrische Feldstärke in 4 m über EOK an MIO, Mast 085-Mast 001



4. Koronageräusche

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. Der Schallpegel hängt neben den Witterungsbedingungen im Wesentlichen von der elektrischen Feldstärke auf der Oberfläche (=Randfeldstärke) der Leiterseile ab. Die Randfeldstärke wird beeinflusst durch die Höhe der Spannung, Anzahl der Leiterseile und Erdseile untereinander sowie zu geerdeten Bauteilen und zum Boden.

Die in der **Tabelle 9** angegebenen Werte beziehen sich auf unterschiedliche Gebietsklassen.

Gebiet	Richtwert in dB(A) tags/nachts
a) in Industriegebieten	70/70
b) in Gewerbegebieten	65/50
c) in Urbanen Gebieten	63/45
d) in Kerngebieten, Dorfgebieten, Mischgebieten	60/45
e) in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	55/40
e) in reinen Wohngebieten	50/35
f) in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45/35

Tabelle 7: Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden (Auszug aus der TA Lärm)

Nach §49 Absatz 2b EnWG gelten witterungsbedingte Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen unabhängig von der Häufigkeit und Zeitdauer der sie verursachenden Wetter- und insbesondere Niederschlagsgeschehen bei der Beurteilung des Vorliegens schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne von § 3 Absatz 1 und § 22 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes als seltene Ereignisse im Sinne der Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm). Bei diesen seltenen Ereignissen kann der Nachbarschaft eine höhere als die nach Nummer 6.1 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm zulässige Belastung zugemutet werden. Die in Nummer 6.3 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm genannten Werte dürfen nicht überschritten werden.

Immissionsrichtwerte für seltene Ereignisse

Bei seltenen Ereignissen nach Nummer 7.2 betragen die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden in Gebieten nach Nummer 6.1 (siehe **Tabelle 7**)

Tags	70 dB(A)
Nachts	55 dB(A)

Tabelle 8: Immissionsrichtwerte für Immissionsorte für seltene Ereignisse außerhalb von Gebäuden

Nummer 7.2 Absatz 2 Satz 3 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm ist nicht anzuwenden.

Darstellung der Ergebnisse Schalleistungspegel

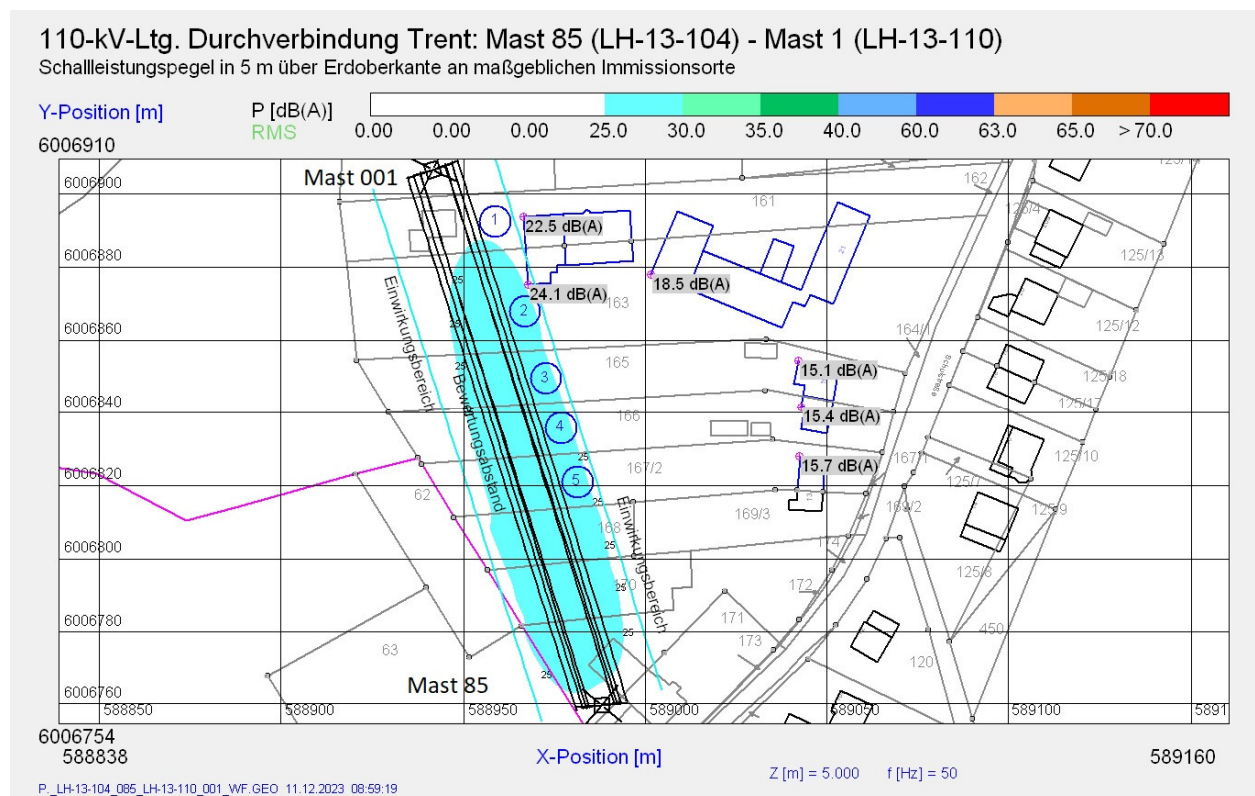


Abbildung 9: Schallleistungspegel bei einer Regenintensität von 3,6 mm/h

5. Minimierungsbetrachtung nach 26. BImSchVVwV

Das Minimierungsgebot gemäß § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV i.V.m. 26. BImSchVVwV wird beachtet. Die Umsetzung erfolgte entsprechend der Vorgaben (siehe Kapitel 1.3.2) in drei Teilschritten:

- Vorprüfung nach Nr. 3.2.1,
- Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen nach Nr. 3.2.2 und
- Maßnahmenbewertung nach Nr. 3.2.3 der 26. BImSchVVwV

5.1 Vorprüfung

Die Vorprüfung dient der Feststellung, ob für die jeweilige Anlage überhaupt eine Minimierung durchzuführen ist und damit eine Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen erforderlich macht.

Bei dem geplanten Vorhaben handelt es sich anteilig um einen Mastneubau und neue Seilauflegung mit Erhöhung der Übertragungskapazität. In dem Fall liegt eine wesentliche Änderung im Sinne der 26. BImSchVVwV vor. Da das Vorhaben eine wesentliche Änderung im Sinne der 26. BImSchV darstellt, ist zu prüfen, ob mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der Anlage liegt.

Liegt mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort zwischen der Anlagenmitte/ Trassenachse und dem Bewertungsabstand, ist eine **individuelle Minimierungsprüfung** erforderlich.

Beispiel für Fall II

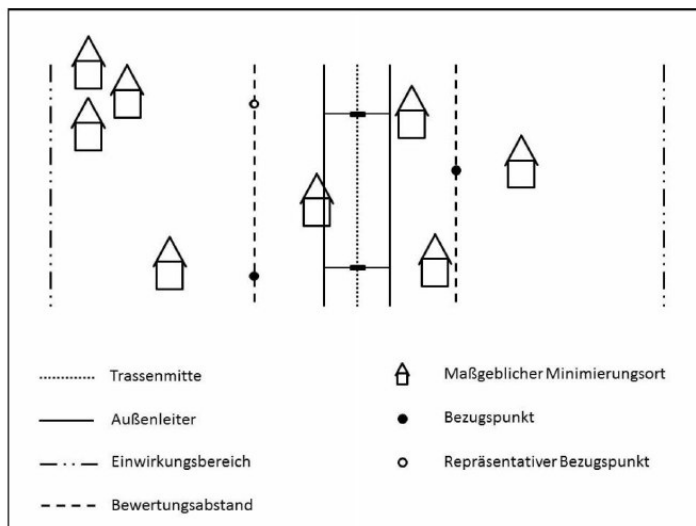


Abbildung 10: Beispiel Fall 2 zur Ermittlung von Bezugspunkte gem. 26. BImSchVVwV

Die Vorprüfung hat ergeben, dass sowohl in dem Einwirkungsbereich als auch in dem Bewertungsabstand (Fläche zwischen Bewertungsabstand und Trassenachse) der geplanten Anlagen mehrere Minimierungsorte liegen (Fall I der 26. BImSchVVwV). Die maßgeblichen Minimierungsorte zwischen der Anlagenmitte/ Trassenachse die eine individuelle Minimierungsprüfung bedürfen sind in dem **Kapitel 3.1 Tabelle 5** aufgelistet.

Nach der Sichtung der Unterlagen ist festzustellen, dass in dem Einwirkungsbereich (200 m von ruhenden äußeren Leiterseil) der 110-kV-Leitung LH-13-104 keine maßgebliche Minimierungsorte sich befinden.

5.2 Prüfung des Minimierungspotentials

Die Prüfung des Minimierungspotentials erfolgt bei der 110-kV-Leitungen LH-13-104 und LH-13-110 auf Basis der in Nummer 5.3.1 der 26. BImSchVVwV aufgeführten technischen Möglichkeiten und gliedert sich in folgende Maßnahmen:

- Abstandsoptimierung (Nr. 5.3.1.1) z.B. durch Erhöhung des Bodenabstandes durch zusätzliche Masterrhöhungen
- Elektrische Schirmung (Nr. 5.3.1.2) z.B. durch zusätzliche Erdungsseile unterhalb der Leiterseile
- Minimieren der Seilabstände (Nr. 5.3.1.3) z.B. durch Verkürzung der Seilabstände zwischen den Aufhängepunkten der Leiterseile an den Traversen
- Optimieren der Mastkopfgeometrie (Nr. 5.3.1.4) durch Veränderung der Abstände von Phasen und Stromkreisen untereinander
- Optimieren der Leiteranordnung (Nr. 5.3.1.5) durch Veränderung der Phasenfolge am Mast

5.3 Maßnahmenbewertung und Festlegung der Minimierungsmaßnahmen

Die Maßnahmen betreffen hauptsächlich den Leitungsabschnitt 110-kV Durchverbindung Trent.

5.3.1 Abstandsoptimierung

Durch die bereits vorhandenen Maste wird die benötigte Verbindung zwischen LH-13-104 und LH-13-110 hergestellt. Die bestehenden Endmasten der beiden Leitungen bleiben erhalten (NOVA Prinzip – Netz Optimierung vor Verstärkung vor Ausbau).

Der Bodenabstand für die geplante Durchverbindung Mast 085 – Mast 001 beträgt ca. 11,2 m (um ca. 1 m höher als die vorhandene bestehende Verbindung Mast 001 – UW Trent).

Eine Masterrhöhung oder Mastneubau in diesem Bereich wäre nur bedingt durchführbar, da es zu erheblichen Eingriffen in die unmittelbare Umgebung führen.

Beispielsweise führt eine 2 m Erhöhung der Mast 001 der Leitung LH-13-110 (oder mehr) lediglich zu einer geringen Reduzierung (von ca. 1 μ T und 0,2 kV/m) der Immissionswerte.

Aufgrund der beschriebenen technischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten wird die Maßnahme als unverhältnismäßig anzusehen.

5.3.2 Optimierung der Mastkopfgeometrie

Aufgrund der technischen Gegebenheiten und dadurch, dass die Masten bereits vorhanden sind und weiter genutzt werden sollen (NOVA Prinzip), kommt eine Änderung der Mastgeometrie nicht in Betracht.

5.3.3 Elektrische Schirmung

Im 110-kV-Verteilnetz dienen Erdseile (Schirmleiter) an den Traversenspitzen primär dem erhöhten Anlagenschutz vor Blitzeinschlägen (Blitzschutz). Der erhöhte Blitzschutz wird in der Regel an neuralgischen Netzknoten, wie z.B. in direkter Nähe von Umspannanlagen, Umspannwerken oder auch Schaltwerken angebracht.

Dort werden die ankommenden und weiterführenden Freileitungssysteme in der Regel bis zu 2 km Länge mit zusätzlichen Erdseilen auf den Traversenspitzen versehen. Durch die zusätzliche Auflage solcher Erdseile (Schirmdrähte) entstehen signifikante statische Mehrbelastungen, wodurch die in den betroffenen Abschnitten befindlichen Gittermasten, sowohl bei der Mastgeometrie als auch bei den Mastfundamenten deutlich stärker auszulegen sind. Zudem sind die Gittermaste, an denen die zusätzliche Auflage der Erdseile endet und die einfache Erdseilaufgabe weitergeht, nochmals erheblich stärker auszulegen, da diese eine einseitige Mehrbelastung (Differenzzug) erfahren. Darüber hinaus liegen in dem zu untersuchenden Bereich parallel führende Leitungen, die zu einer Einschränkung bezüglich der Trassenbreite führen.

Aus diesen Gründen ist eine weitere punktuelle Erhöhung der elektrischen Schirmung durch zusätzliche Erdseile (Schirmdrähte) als unwirtschaftlich und nicht verhältnismäßig einzustufen.

5.3.4 Minimieren der Seilabstände

Unter der gegebenen Situation (vorhandenen Masten) sind die Seilabstände bereits vorgegeben. Eine weitere Minimierung der Seilabstände ist als unwirtschaftlich einzustufen.

5.3.5 Optimieren der Leiteranordnung

Eine Änderung der Leiteranordnung ist auf dem kurzen Abschnitt nicht zu empfehlen. Die daraus resultierenden Maßnahmen sind mit erheblichem technischen und wirtschaftlichen Aufwand verbunden.

Aufgrund der beschriebenen technischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten kann die Maßnahme nicht angewendet werden.

6. Zusammenfassung und Fazit

Gewährleistung des Schutzes der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltauswirkungen (26. BImSchV)

Elektrische Freileitungen erzeugen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiter elektrische und magnetische Felder. Daher sind die Vorschriften des BImSchG zu beachten bzw. die Einhaltung der konkreten Anforderungen der 26. BImSchVVwV für Niederfrequenzanlagen dazulegen.

Im vorliegenden Bericht wurde geprüft, ob nach vorgesehenen Maßnahmen alle gesetzlichen Anforderungen eingehalten werden. Dabei wird durch Berechnungen nachgewiesen, dass die Feldstärken der elektrischen und magnetischen Felder unterhalb der zulässigen Grenzwerte an den relevanten Immissionsorten liegen und damit alle Schutzanforderungen erfüllt sind.

Die betroffenen Grundstücke sind auch aktuell von der Leitung LH-13-110 überquert (Mast 001 – UW Trent). Durch die geplante Maßnahme wird der Bodenabstand gegenüber dem Ist-Zustand um ca. 1 m vergrößert. Dadurch werden die Immissionswerte bei gleicher Auslastung, Lage und Leitungsgeometrie reduziert.

Die maximal zu erwartende magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke ist auf dem Flurstück Nr. 167/2, Gemarkung Trent und an Gebäude (Gesamtschule Trent) Schulstraße 21, 24211 Lehmkuhle als maßgeblicher Immissionsort zu erwarten:

Tabelle 9: Gegenüberstellung der Maximalwerte Flurstück zu den 26-BImSchV Grenzwerten

Flurstück Nr. 167/2 Gemarkung Trent	max. berechnete Feldstärken (Effektivwerte) in 1 m über EOK	26. BImSchV „effektiv anzuwendende“ Grenzwerte (Effektivwerte)
B [μ T]	5,8	100
E [kV/m]	0,7	5

Tabelle 10: Gegenüberstellung der Maximalwerte Gebäude zu den 26-BImSchV Grenzwerten

Schulstraße 21, 24211 Lehmkuhle	max. berechnete Feldstärken (Effektivwerte) in 4 m über EOK	26. BImSchV „effektiv anzuwendende“ Grenzwerte (Effektivwerte)
B [μ T]	5,0	100
E [kV/m]	0,45	5

Es wurde festgestellt, dass an allen maßgeblichen Immissionsorten die „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerte der 26. BImSchV deutlich unterschritten werden.

Für das maßgebliche Immissionsort mit der maximalen Immissionswert an maßgeblichen Immissionsort (Gesamtschule Trent) wurden Formblätter (Anlage 1) für maximale Auslastung in der Form einer Anzeige erstellt.

Minimierungsvorschrift gemäß § 4 der 26. BImSchVVwV

Für den kurzen Abschnitt Mast 085 – Mast 001 der Durchverbindung Trent sind jegliche Minimierungsmaßnahmen aus Naturschutzgründen, sowie technischen und wirtschaftlichen Aspekten als unverhältnismäßig anzusehen.

7. Berechnungsgrundlagen

Berechnungsgröße:	Ungestörtes magnetisches und elektrisches Wechselfeld unter max. Last entsprechend DIN VDE 0848 und 26. BImSchV, Frequenz 50 Hz Berechneter Lastfall und Phasenordnung siehe Darstellung Mastbilder
Berechnungsgrundlage:	Berechnungen aus FM-Profil
Berechnungsmethode:	als Horizontalschnitte in 1,0 m und im Objekthöhe über Grund für die magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke
Berechnungsraster:	1,0 m x 1,0 m
Programme:	FM-Profil der SPIE SAG WinField 2022 der Firma FGEU Berlin

8. Abkürzungen / Einheiten

BlmSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BlmSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
EOK	Erdoberkante
ES	Erdseil
LAI	Länderarbeitsgemeinschaft Immissionsschutz
T	Tragmast
WA	Winkelabspannmast
UW	Umspannwerk
BP	Bezugspunkt
RBP	Repräsentativer Bezugspunkt
IM	Immissionsort
A	Ampere (Einheit für elektrischen Strom)
A/m	Ampere pro Meter (Einheit für magnetische Feldstärke)
Hz	Hertz (Einheit für die Frequenz, d. h. Schwingungen pro Sekunde)
kV	Kilovolt (1.000 V)
kV/m	Kilovolt pro Meter (1.000 V/m, Einheit für elektrische Feldstärke)
V	Volt (elektrische Spannung)
µT	Microtesla (0,000001 T, Einheit für magnetische Flussdichte)

9. Literatur

- [1] Rechenprogramm WinField, Version 2020
 Fa. Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie (FGEU), Berlin

- [2] 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
 (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) v. 14.08.2013

- [3] LAI - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz
 Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
 Stand 18.09.2014
 https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/ack_1503575775.pdf
 zuletzt abgerufen am 24.02.2022

- [4] Allgemeine Verwaltungsvorschrift
 zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
 (26. BImSchV; 26. BImSchVVwV), 26.02.2016