

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 1 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	2
1.1	Veranlassung	2
1.2	Leitungseigentümer / -betreiber	2
2	Aufgabenstellung	3
2.1	Allgemein.....	3
2.2	Vorhabenbeschreibung.....	3
3	Grenz- und Richtwerte der Immissionen	4
3.1	Allgemein.....	4
3.2	Elektrische und magnetische Felder	4
3.3	Koronageräusche	7
4	Berechnung der Immissionen	8
4.1	Allgemein.....	8
4.2	Berechnungsparameter	8
4.3	Berechnung	9
4.4	Ergebnisse	10
5	Minimierungsgebot.....	13
5.1	Vorprüfung:.....	13
5.2	Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen:	13
5.3	Maßnahmenbewertung:.....	15
6	Zusammenfassung.....	16
7	Abkürzungen / Einheiten.....	18
8	Anhang.....	19
9	Literatur.....	20

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 2 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

1 Allgemeines

1.1 Veranlassung

Die DB Netz AG plant die Schienenanbindung der Festen Fehmarnbeltquerung. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um den Aus- und den Neubau von Abschnitten der Eisenbahnstrecke 1100 der DB Netz AG von Lübeck Hauptbahnhof nach Puttgarden. Der geplante Trassenverlauf wird in mehrere Planfeststellungsabschnitte unterteilt. Die 110-kV-Freileitung Siems - Göhl (LH-13-115) wird von dem geplanten Streckenneubau mit Elektrifizierung im Leitungsbereichen Mast Nr. 130 – 131 (östlich der Ortschaft Sipsdorf in der Gemeinde Lensahn, DB-Bau-km 149,218) gekreuzt. Die vorhandenen Bodenabstände reichen für die Errichtung der geplanten Bahnstrecke nicht aus, so dass die beiden benachbarten Kreuzungsmaste Standortnahe durch höhere Maste ersetzt werden.

Die 110-kV-Freileitung Abzweig Cismar/West (LH-13-115C) verläuft von Mast Nr. 129 der oben genannten 110-kV-Freileitung Siems – Göhl bis Mast Nr. 13 westlich der Bundesautobahn A1 (in den Gemeinden Lensahn und Damlos). In großen Teilen stehen die Maste direkt in der geplanten Bahnstrecke (DB-Bau-km 144,825 – 149,046), so dass ein Ersatzneubau einzelner Maste nicht ausreicht, sondern der gesamte Teilbereich der Leitung ersetzt werden muss. Der Ersatzneubau wird zwischen dem UW Lensahn (bei Mast Nr. 14 der LH-13-115C) und dem neu geplanten Mast Nr. 131N der „Hauptleitung“ LH-13-115 östlich der Autobahn als Erdkabeltrasse erfolgen.

1.2 Leitungseigentümer / -betreiber

Die Schleswig-Holstein Netz AG mit Hauptsitz in Quickborn betreibt in weiten Teilen Schleswig-Holsteins das Verteilnetz in der Hochspannungsebene. Es ist die Brücke zwischen dem europäischen Stromtransportnetz und den Netzen der regionalen Energieversorger. Das 110.000-Volt-Hochspannungsnetz reicht von der dänischen Grenze bis zur Elbe und dem Randgebiet der Stadt Hamburg und verfügt über eine Länge von ca. 2.600 km. Die engmaschigen Leitungen sind mit Bundesstraßen vergleichbar und versorgen im Netzgebiet sowohl Endkunden (Einspeiser, Verbraucher) als auch viele große und kleinere Industrieunternehmen. Diese können sich darauf verlassen, jederzeit – unmittelbar oder mittelbar aus dem Netz von Weiterverteilern sowie dem Mittel- und Niederspannungsnetz der Schleswig-Holstein Netz AG – mit Strom beliefert zu werden.

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 3 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

2 Aufgabenstellung

2.1 Allgemein

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens, sind die mit der Maßnahme verbundenen Immissionen darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung vorgeschriebener Richtwerte zu beurteilen. Hierbei handelt es sich im Einzelnen um:

- elektrische Feldstärken
- magnetische Flussdichten
- Koronageräusche (Schallpegel)

Mit Hilfe des zertifizierten Rechenprogramms WinField [1] (Anhang 1) werden die zu erwartenden elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten sowie die zu erwartenden Koronageräusche ermittelt und anschließend bewertet.

2.2 Vorhabenbeschreibung

Auf der 110-kV-Freileitung Siems – Göhl (LH-13-115) erfolgt in dem Bereich Mast Nr. 129 – 132 ein Ersatzneubau zweier Maste. Da die Stromversorgung während der Umbauzeiten weiterhin aufrechterhalten werden muss, wird temporär die Stromführung über eine provisorische Freileitung hergestellt. Hierzu werden die Seile in den benachbarten Leitungsfeldern mittels eines Provisoriumgestänges aufgenommen und um den Baubereich der Maste herumgeführt. Die 110-kV-Leitung Abzweig Cismar/West (LH-13-115C) wird zwischen dem UW Lensahn und der zuvor genannten 110-kV-Leitung Sims – Göhl (Mast Nr. 131) als Kabeltrasse errichtet und ersetzt die Bestandsleitung im Bereich Mast Nr. 129 (LH-13-115) – 14. Zur Homogenisierung der Seiltypen werden die Leiterseile im Portalfeld Lensahn (bei Mast Nr. 14) durch neue Seile ersetzt.

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 4 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

3 Grenz- und Richtwerte der Immissionen

3.1 Allgemein

Für das Genehmigungsverfahren sind die mit der Maßnahme verbundenen Immissionen darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung vorgeschriebener Grenzwerte und Richtwerte zu beurteilen. Bei der Freileitung handelt es sich um elektrische und magnetische Felder sowie um Koronageräusche, die von der zu untersuchenden 110-kV-Leitung erzeugt werden können. Bei der Erdkabelleitung treten Anlagenbedingt keine elektrischen Felder und Koronageräusche auf, so dass hier ausschließlich magnetische Felder zu betrachten sind.

3.2 Elektrische und magnetische Felder

Im Bereich von Freileitungen treten auf Grund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiterseile elektrische und magnetische Felder auf. Es handelt sich um Wechselfelder mit einer Frequenz von 50 Hertz (Hz). Diese Frequenz gehört zum so genannten Niederfrequenzbereich.

Ursache des elektrischen Feldes ist die Spannung. Die Einheit der elektrischen Feldstärke wird in V/m oder kV/m angegeben. Der Betrag hängt ab von der Höhe der Spannung, der Anzahl und Abmessung sowie von der geometrischen Anordnung und Abstände der Phasen- und Erdseile am Mast, zum Boden und zu geerdeten Bauteilen. Da Netze mit annähernd konstanter Spannung betrieben werden, ergibt sich hierdurch kaum eine Variation der elektrischen Feldstärke. Die elektrische Feldstärke verändert sich lediglich geringfügig durch die mit der vom Leiterstrom abhängenden Leiterseiltemperatur und dem daraus resultierenden variierenden Seildurchhang und Bodenabstand. Erdkabelleitungen beinhalten eine elektrische Schirmung, so dass außerhalb der Kabel keine elektrischen Felder auftreten.

Ursache für das magnetische Feld ist der elektrische Strom. Die Einheit der magnetischen Feldstärke wird in A/m angegeben. Bei niederfrequenten Feldern wird als zu bewertende Größe die magnetische Flussdichte herangezogen. Die magnetische Feldstärke ist mit der Konstante μ_0 und der materialspezifischen Konstante μ_r , über den Faktor $\mu_0 \cdot \mu_r$ mit der magnetischen Flussdichte verknüpft (bei Luft ist die $\mu_r = 1$). Die Maßeinheit der magnetischen Flussdichte ist Tesla (T). Sie wird zweckmäßigerweise in Bruchteilen als Mikrotesla (μT) angegeben. Je größer die Stromstärke, desto höher ist auch die magnetische Flussdichte. Da die Stromstärke stark von der Netzbelastung abhängt, ergeben sich tages- und jahreszeitliche Schwankungen der magnetischen Flussdichte. Die Berechnungen wurden mit der maximalen Übertragungskapazität (inkl. Monitoring) der jeweiligen Leitung durchgeführt. Wie auch beim elektrischen Feld hängt die magnetische Flussdichte ab von der Ausführung und der räumlichen Anordnung der Leiter- und Erdseile am Mast, den Abständen zum Bo-

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 5 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

den sowie der Anzahl der Erdseile. Die Flussdichte verändert sich ferner durch die vom Leiterstrom abhängigen Leiterseiltemperatur und dem daraus resultierenden variierenden Leiterseildurchhang und Bodenabstand. Bei Erdkabeln ist vorrangig die räumliche Anordnung der Kabel entscheidend.

Bei der Freileitung treten die stärksten elektrischen und magnetischen Felder im Nahbereich der Leitungen zwischen den Masten am Ort des größten Durchhanges der Leiterseile auf. Da die Erdkabel in der Regel mit einer gleichmäßigen Verlegungstiefe besitzen, sind die magnetischen Felder recht einheitlich. In den Bereichen mit Bohrungen nimmt die magnetische Flussdichte mit zunehmender Tiefe weiter ab. Die Stärke der Felder nimmt mit zunehmender seitlicher Entfernung von der Leitung schnell ab.

Elektrische Felder können durch elektrisch leitfähige Materialien, z.B. durch bauliche Strukturen oder Bewuchs, gut abgeschirmt werden. Magnetfelder hingegen können anorganische und organische Stoffe nahezu ungestört durchdringen.

Für elektrische Anlagen mit Nennspannungen größer 1 kV gilt die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetz (26. BImSchV) [2]. Dort sind zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen auf Personen, die sich in Gebäude oder auf Grundstücke nicht nur vorübergehend aufhalten, folgende Immissionsgrenzwerte für Leitungen mit einer Frequenz von 50 Hz festgelegt:

- Elektrische Feldstärke 5 kV/m
- Magnetische Flussdichte 100 μ T¹

Nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV sind bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen 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. Welche Möglichkeiten dies im Einzelnen sind, wird seit dem 26.02.2016 über eine Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) [3] konkretisiert.

Die in der Verordnung genannten Grenzwerte basieren auf den von der Internationalen Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung (ICNIRP) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgeschlagenen Grenzwerten und sollen dem Schutz und der Vorsorge der Allgemeinheit

¹ Gemäß §3 der 26. BImSchV dürfen Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50Hz die Hälfte des im Anhang 1a aufgeführten Grenzwertes (200 μ T) nicht überschreiten.

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 6 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

vor den Auswirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern dienen. Die Werte werden ebenfalls vom Rat der Europäischen Gemeinschaft empfohlen.

In Deutschland sind den Berechnungen und Beurteilungen die höchste betriebliche Anlagenauslastung zugrunde zu legen (Nennlast). Im Betrieb wird die zu untersuchende Leitung jedoch aus wirtschaftlichen Gründen nicht mit der zugrunde gelegten Nennlast betrieben, sondern im Normalfall mit der Regellast, welche in etwa 60% der Nennlast entspricht. Dementsprechend geringer sind auch die regelmäßig zu erwartenden auftretenden Magnetfelder. In einigen EU-Ländern werden andere Rahmenbedingungen zur Berechnung der Grenzwerte, wie z. B. der durchschnittliche Betriebsstrom, vorgeschrieben. Die genannten Werte sind daher international nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar.

Von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz wurden Hinweise zur Durchführung der 26. BImSchV festgelegt [4]. In dieser Richtlinie sind im Kapitel II.3.1 die Einwirkbereiche von Niederfrequenzanlagen und maßgebliche Immissionsorte beschrieben. Maßgebliche Immissionsorte sind Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind (siehe hierzu auch Kapitel II.3.2 in [4]) und sich in folgendem genanntem Bereich einer Anlage befinden. Für Freileitungen gilt die Breite des jeweils an den ruhenden äußeren Leitern angrenzenden Streifens:

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

Für Erdkabel gilt ein Bereich im Radius um das Kabel von 1 m.

Die elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten werden bei Freileitungen in einer Höhe von 1 m über Erdoberkante (EOK), bei Erdkabeln 20 cm über EOK ermittelt.

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 7 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

3.3 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 je Phasen, Leiterseildurchmesser sowie durch die geometrischen Abstände der Leiterseile und Erdseile untereinander sowie zu geerdeten Bauteilen und zum Boden.

Gemäß TA Lärm [5] betragen die Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden nachts:

- Industriegebiete 70 dB(A) *(keine Unterscheidung der Tageszeit)*
- Gewerbegebiet 50 dB(A)
- Kern-, Dorf- und Mischgebiete 45 dB(A)
- allgemeine Wohngebiete 40 dB(A)
- reine Wohn- und Kurgebiete 35 dB(A)

Für Wohngebäude im Außenbereich gelten grundsätzlich die Werte für Mischgebiete von 45 dB(A).

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 8 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

4 Berechnung der Immissionen

4.1 Allgemein

Mittels des Rechenprogramms WinField, [1], der Firma Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie (FGEU), Berlin, wurden die zu erwartenden

- elektrischen Feldstärken
- magnetischen Flussdichten
- Koronageräusche

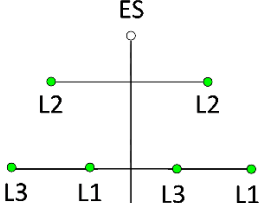
ermittelt.

Für die zu untersuchenden 110-kV-Leitungen wurden Berechnungen der elektrischen und magnetischen Felder sowie der Koronageräusche durchgeführt. Hierzu wurden die in der Tabelle 1 aufgeführten Randbedingungen entsprechend der 26. BImSchV [2] berücksichtigt. Für den Seilwechsel im Portalfeld wurde keine gesonderte Berechnung durchgeführt, da hierdurch keine signifikanten Änderungen zu erwarten sind. Aufgrund des geringfügig größeren Seilquerschnitts ist zu erwarten, dass die Werte leicht günstiger werden.

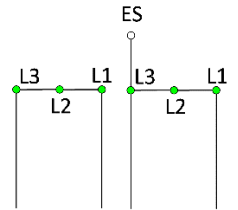
4.2 Berechnungsparameter

In Tabelle 1 sind die zu Grunde gelegten Berechnungsparameter aufgeführt. Die Geometrie der Maste und die Spannfeldlängen sind den Profilplänen (Unterlage 7.7.5) zu entnehmen.

Tabelle 1: Berechnungsparameter

Leitung	höchste Spannung für Betriebsmittel U_m [kV]	Nennstrom (höchste betriebliche Anlagenauslastung) I_{Nenn} [A]	Beseilung	Leiteranordnung
LH-13-115	123	2.216	2x3x1 Al/St 185/32 (Bestandsfelder) 2x3x1 565-AL1/72-ST1A (Neubaufeld)	

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 9 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

LH-13-115C (Kabel)	123	1.077	2x3 NA2XS(FL)2Y 1x2500 RMS/95	
Leitungsprovisorium	123	888	2x3x1 Al/St 185/32	

4.3 Berechnung

Mit den zugrunde gelegten Berechnungsparametern aus Tabelle 1 wurde ein Berechnungsmodell in der Software Winfield [1] erstellt. Das Berechnungsmodell bildet die Situation der zu untersuchenden 110-kV-Leitungen ab und ermittelt die resultierenden Werte der elektrischen Feldstärke, magnetischen Flussdichte sowie der Koronageräusche. Die Werte der Freileitung werden jeweils in 1 m, die magnetische Flussdichte des Erdkabels in 0,2 m über EOK ermittelt und ausgegeben. In den Sonderlageplänen Immissionen sind die elektromagnetischen Felder der Freileitung als Isolinien dargestellt. Die magnetische Flussdichte entlang der Kabeltrasse sind aufgrund gleichmäßiger Verlegetiefen annähernd konstant. Daher wird das magnetische Feld als Querschnitt zur Kabeltrasse mit minimaler Verlegetiefe in Abbildung 1 dargestellt. Mit zunehmender Tiefe nimmt auch die magnetische Flussdichte ab. Die Maximalwerte der jeweiligen Anlage sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Zur Aufrechterhaltung der Stromversorgung während der Bauzeit wird der Stromfluss über ein Leitungsprovisorium geführt. Da das verwendete Provisoriumsgestänge bzw. Baueinsatzkabel erst durch die noch zu bindende Baufirma festgelegt wird, kann derzeit keine konkrete Berechnung der Felder durchgeführt werden. Die Schleswig-Holstein Netz GmbH besitzt eine eigenes Provisoriumsgestänge, auch Notgestänge genannt. Mit den in Tabelle 1 angegebenen Nennströmen und dem hauseigenen Notgestänge wurden das elektrische und magnetische Feld sowie die Koronageräusche berechnet. Die berechneten Werte werden als Querschnitt in der Abbildung 2 und 3 dargestellt.

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 10 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

4.4 Ergebnisse

Tabelle 2: Maximalwerte der zu erwartenden Immissionen im Umbaubereich

	max. Wert
Umbaubereich	Mast Nr. 129 – 132 (LH-13-115)
elektr. Feldstärke	0,82 kV/m
magn. Flussdichte	21,7 μ T
Koronageräusche	<25 dB(A) in den angrenzenden Bestandsfeldern, sonst < 10dB(A)
Umbaubereich	Erdkabel (UW Lensahn – M. 131N)
elektr. Feldstärke	Nicht vorhanden
magn. Flussdichte	40,9 μ T
Koronageräusche	Nicht vorhanden

Wie in Tabelle 2 ersichtlich, werden die Grenzwert der 26. BImSchV von 5 kV/m für die elektrische Feldstärke und 100 μ T für die magnetische Flussdichte deutlich unterschritten. Die berechneten Koronageräusche liegen nicht nur deutlich unter dem Richtwert der TA-Lärm [5] von 45 dB(A) für Gebäude im Außenbereich bzw. Kern-, Dorf- und Mischgebiete, sondern auch unterhalb der nächtlichen Richtwerte für reine Wohn- und Kurgebiete.

Für die temporäre Stromführung über ein Leitungsprovisorium liegen die berechneten Werte ebenfalls deutlich unter den Grenzwerten der 26. BImSchV (siehe Abbildung 3). Da beim Freileitungsprovisorium die Leiterseile vom gleichen Typ wie bei der Bestandsleitung sind, ergeben sich hier ähnlich niedrige Werte für den Schalldruckpegel. Somit liegen auch diese Werte weit unterhalb der Richtwerte nach TA-Lärm.

**Immissionsbericht
110-kV-Leitungen**

Name: Fedder
Datum: 08.03.2022
Seite: 11 von 20

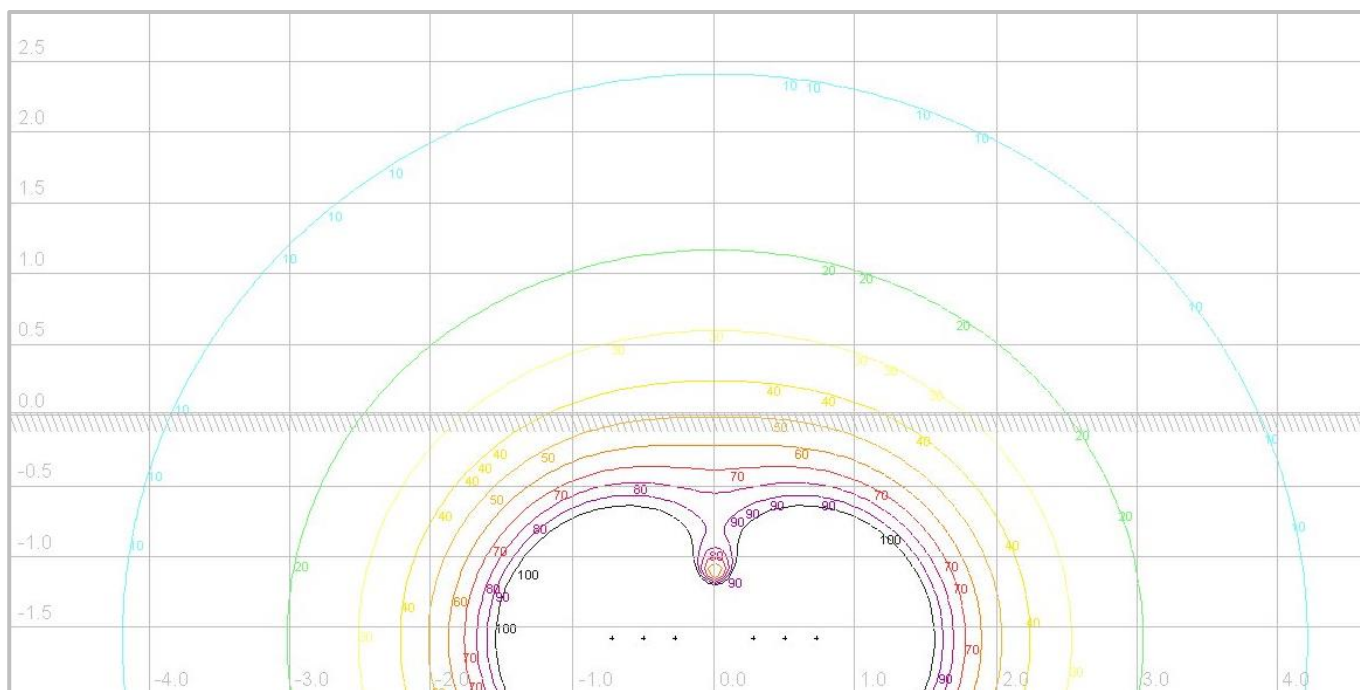


Abbildung 1: Querschnitt der magnetischen Flussdichte entlang der Kabeltrasse im Regelgraben (offene Bauweise)

**Immissionsbericht
110-kV-Leitungen**

Name: Fedder
Datum: 08.03.2022
Seite: 12 von 20

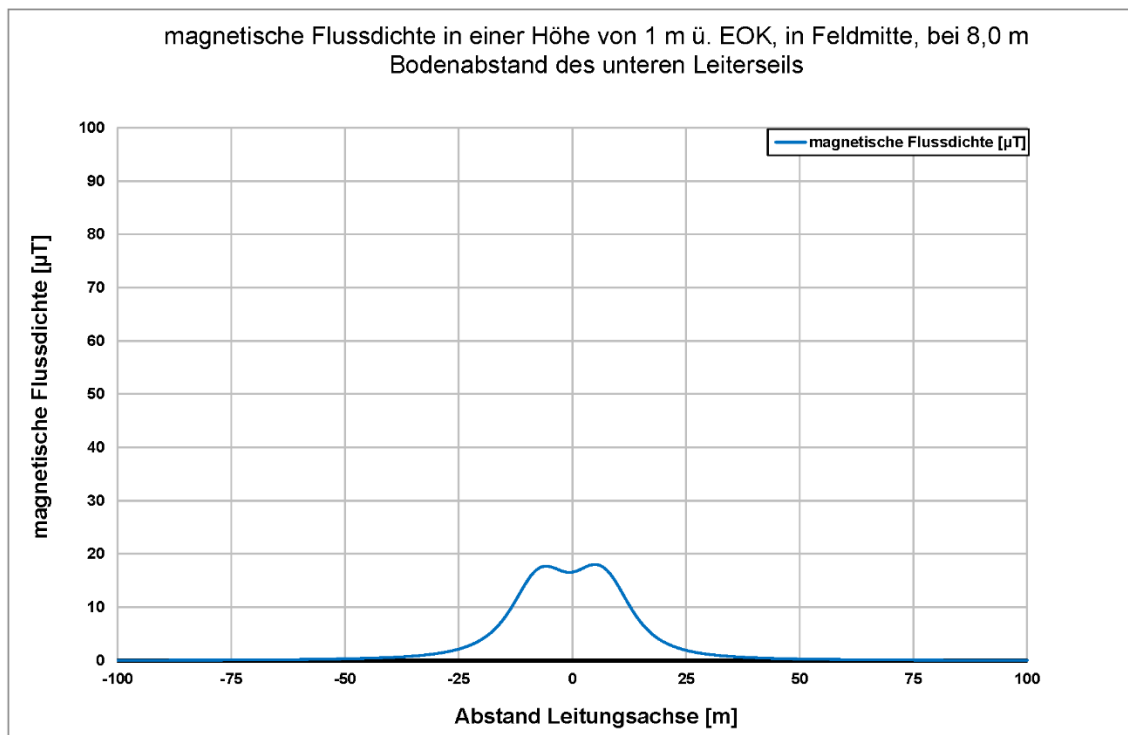


Abbildung 2: Querschnitt der magnetischen Flussdichte bei einem Freileitungs-Provisorium

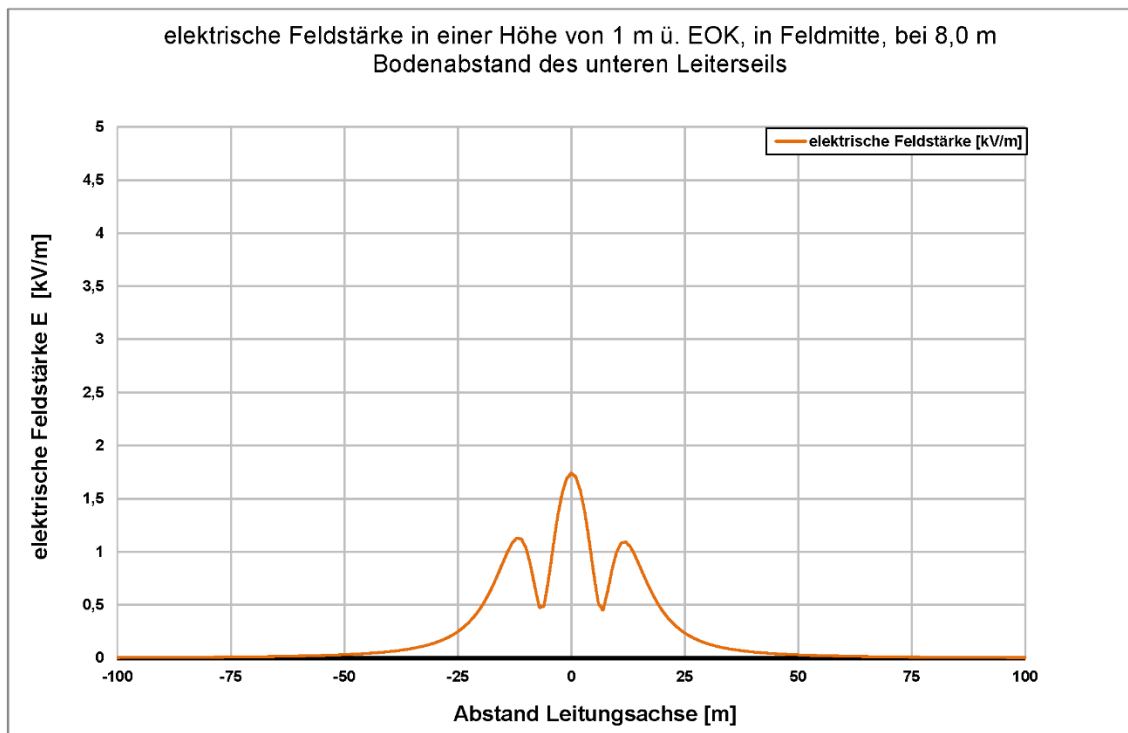


Abbildung 3: Querschnitt der elektrischen Feldstärke bei einem Freileitungs-Provisorium

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 13 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

5 Minimierungsgebot

Wie bereits unter Punkt 3.2 beschrieben werden nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV Anforderungen zur Vorsorge geregelt. Im speziellen geht es in diesem Absatz um die Möglichkeiten elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder nach dem Stand der Technik zu minimieren. Näheres regelt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) [3].

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

5.1 Vorprüfung:

Im Zuge der Vorprüfung wird der Einwirkungsbereich der neu zu errichtenden Niederfrequenzanlage auf maßgebliche Immissionsorte überprüft. Der Einwirkungsbereich, im Sinne der 26. BImSchVVwV, beträgt, für Freileitungen mit einer Nennspannung von ≥ 110 kV bis < 220 kV, 200 m, für Erdkabel der gleichen Spannungsebene 35 m. Dieser Abstand wird jeweils gemessen von der Bodenprojektion des äußeren ruhenden Leiterseils bzw. des äußeren Kabels. Der Einwirkungsbereich ist im Sonderlageplan Immissionen dargestellt. Im Bereich des Ersatzneubaus zwischen Mast Nr. 129 – 132 befinden sich keine maßgebliche Immissionsorte. Im Bereich der Kabeltrasse ergibt sich nahe der Verbindungsmuffe 1 ein maßgeblicher Immissionsort (Rosenhof).

5.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen:

Die Minimierungsprüfung ist abhängig von der Lage der maßgeblichen Minimierungsorte in Bezug auf den Bewertungsabstand. Für Erdkabel mit einer Nennspannung von ≥ 110 kV bis < 220 kV beträgt dieser Bewertungsabstand 1 m. Der Bewertungsabstand ist im Sonderlageplan Immissionen dargestellt. Liegt mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort innerhalb dieses Bewertungsabstands, ist eine individuelle Minimierungsprüfung durchzuführen. Im Leitungsbereich befinden sich keine maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes.

Für maßgebliche Minimierungsorte außerhalb des Bewertungsabstandes wird eine Prüfung der Minimierung an gewählten Bezugspunkten durchgeführt. Die Bezugspunkte werden für die maßgeblichen Minimierungsorte ermittelt. Bei einer Vielzahl von maßgeblichen Minimierungsorten, können auch mehrere zu einem repräsentativen Bezugspunkt zusammengefasst werden. Der jeweilige Bezugspunkt stellt den Schnittpunkt der kürzesten Geraden zwischen maßgeblichem Minimierungsort und Trassenachse sowie der Grenze des Bewertungsabstandes dar. Im Bereich der Erdkabeltrasse

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 14 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

befindet sich ein maßgeblicher Minimierungsort außerhalb des Bewertungsabstandes aber innerhalb des Einwirkungsbereiches nach 26. BImSchVVwV. Eine Darstellung der jeweiligen Minimierungsorte bzw. der Bezugspunkte erfolgt im Sonderlageplan Immissionen.

Im Folgenden werden allgemein die technischen Möglichkeiten zur Minimierung beschrieben und die Umsetzung im geplanten Ersatzneubau erläutert:

5.2.1 Minimieren der Kabelabstände

Geringere Abstände zwischen den Phasen führen zu einer Verringerung der magnetischen Felder. Die Rohre, in denen sich die einzelnen Kabel befinden, liegen ohne Abstand zueinander. Die Abstände sind somit bereits minimiert. Der projektierte Abstand zwischen den Systemen ist erforderlich, um eine thermische Belastung der der Kabel auszuschließen und ist somit ebenfalls minimiert.

5.2.2 Optimieren der Leiteranordnung

Eine allgemeingültige optimale Leiteranordnung zur Optimierung der magnetischen Felder gibt es nicht. Abhängig vom Beurteilungsort können unterschiedliche Leiteranordnungen zu wählen sein. Im Allgemeinen werden Leiteranordnungen in einem Netz so koordiniert und festgelegt, dass sich für dieses Netzgebilde geringstmögliche Unterschiede zwischen den Spannungen des Drehstromsystems ergeben. Insofern hat der Vorhabenträger für den räumlich begrenzten Ersatzneubau nur geringe Freiheitsgrade, die feldoptimierte Leiteranordnung zu wählen. Eine Optimierung der Leiteranordnung der Neubauleitung kann unter Umständen zur Folge haben, dass es im gesamten Netz zu Anpassungen der Leiteranordnungen kommen kann. Umfangreiche Umbaumaßnahmen auf anderen Leitungen und in Umspannwerken könnte die Folge sein. Für dieses Projekt wurden die netztechnisch notwendigen Leiteranordnungen vorausgesetzt.

5.2.3 Optimieren der Verlegegeometrie

Die Verlegegeometrie der Erdkabel wurde unter Berücksichtigung der thermischen Beeinflussung festgelegt. Eine Feldstärken optimierte Geometrie würde, bei gleicher Übertragungskapazität, zu größeren Systemabständen und somit zu größeren Bodeneingriffen und höheren Kosten führen. Da die Werte am maßgeblichen Immissionsort durch eine geänderte Verlegegeometrie nur marginal kleiner werden, wäre die Umsetzung unverhältnismäßig.

5.2.4 Optimieren der Verlegetiefe

Eine größere Verlegetiefe verringert die Übertragungskapazität der Kabel. Zudem würde es zu größeren Bodeneingriffen und erhöhten Kosten führen. Auch eine Erhöhung des Leiterquerschnittes, zur Kompensation der Übertragungskapazität, würde eine weitere Kostenerhöhung zur Folge ha-

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 15 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

ben. Da die Vergrößerung der Verlegetiefe kaum Einfluss auf den seitlich liegenden maßgeblichen Immissionsort hat, wird die vorgesehene Verlegetiefe beibehalten.

5.3 Maßnahmenbewertung:

Da es sich bei dem geplanten Vorhaben um einen Ersatzneubau handelt, konnten die oben beschriebenen Maßnahmen bereits teilweise bei der Planung berücksichtigt werden. Dadurch sind die Maßnahmen sehr gut technisch und wirtschaftlich realisierbar. Grundsätzlich ist der Vorhabenträger darum bemüht unter Berücksichtigung geltenden Normen und der Betriebsführung eine kompakte Leitung zu errichten.

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 16 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

6 Zusammenfassung

Entsprechend den Anforderungen der 26. BImSchV [2], der Richtlinie zur Durchführung der Berechnung von elektrischen und magnetischen Feldern [4] und der TA-Lärm [5], wurde in den geplanten Umbaubereichen der 110-kV-Leitung Siems – Göhl (LH-13-115) und der 110-kV-Leitung Abzweig Cismar/West (LH-13-115C) die zu erwartenden elektrischen und magnetischen Felder sowie Koronaräusche berechnet.

Der Gesetzgeber gibt vor, dass Niederfrequenzanlagen so zu errichten und zu betreiben sind, dass diese bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, die folgenden Grenzwerte nicht überschreiten dürfen:

- elektrisches Feld: 5 kV/m
- magnetisches Feld: 100 µT

Gemäß TA Lärm [5] betragen die Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden nachts:

- Industriegebiete 70 dB(A) keine Unterscheidung der Tageszeit
- Gewerbegebiet 50 dB(A)
- Kern-, Dorf- und Mischgebiete 45 dB(A)
- allgemeine Wohngebiete 40 dB(A)
- reine Wohn- und Kurgebiete 35 dB(A)

Für Wohngebäude im Außenbereich gelten grundsätzlich die Werte für Mischgebiete von 45 dB(A).

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 17 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

Die Berechnungen ergaben im Umbaubereich der Freileitung folgende maximale Werte in 1 m über EOK und an der Stelle des geringsten Bodenabstands:

- die elektrische Feldstärke: 0,82 kV/m,
- die magnetische Flussdichte: 21,7 μ T
- die Koronageräusche: <25 dB(A) in den angrenzenden Bestandsfeldern,
sonst < 10dB(A)

Die Berechnungen ergaben im Neubaubereich der Erdkabelleitung folgende maximale Werte in 0,2 m über EOK:

- die magnetische Flussdichte: 40,9 μ T

Für den maßgeblichen Minimierungsort im Neubaubereich der Erdkabelleitung ergab die Berechnung folgende maximale Werte in 0,2 m über EOK:

- die magnetische Flussdichte: 0,2 μ T

Gemäß der 26. BImSchVV [3] sind verschiedene technische Möglichkeiten zur Umsetzung des Minimierungsgebotes überprüft worden. Die möglichen Optimierungsoptionen wurden bei Planung berücksichtigt und weitestgehend umgesetzt.

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 18 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

7 Abkürzungen / Einheiten

A	Ampere (Einheit für elektrischen Strom)
A/m	Ampere pro Meter (Einheit für magnetische Feldstärke)
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BImSchVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV
dB(A)	Messgröße des Schalldruckpegels
EOK	Erdoberkante
FGEU	Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie
Hz	Hertz (Einheit für die Frequenz, d.h. Schwingungen pro Sekunde)
ICNIRP	Internationale Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung
KHz	Kilohertz (1.000 Hz)
kV	Kilovolt (1.000 V)
kV/m	Kilovolt pro Meter (1.000 V/m, Einheit für elektrische Feldstärke)
LAI	Länderausschuss für Immissionsschutz
T	Tesla
TA Lärm	Technische Anleitung Lärm
UW	Umspannwerk
u.T.	untere Traverse
V	Volt (elektrische Spannung)
WHO	Weltgesundheitsorganisation
μT	Mikrotesla (0,000001 T, Einheit für magnetische Flussdichte)
μ ₀	magnetische Feldkonstante
μ _r	Permeabilitätszahl

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 19 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

8 Anhang

Anhang 1 Zertifizierungsbestätigung des Programms Winfield

Vorhaben: ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Planfeststellungsabschnitt 3: Bau-km 135,646 – Bau-km 150,752	Unterlage 7.9.11.1.1  Name: Fedder Datum: 08.03.2022 Seite: 20 von 20
Immissionsbericht 110-kV-Leitungen	

9 Literatur

- [1] Rechenprogramms WinField, EFC-400, Version 2019, der Firma Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie (FGEU), Berlin
- [2] 26. BImSchV zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266)
- [3] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) vom 26. Februar 2016
- [4] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 17. Und 18. September 2014
- [5] Technische Anweisung zum Schutz gegen Lärm; Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Lärm) v. 26. August 1998