
Immissionsbericht

2. Deckblatt

Projekt / Vorhaben:

380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde

- 1) 380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
- 2) 380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Elektrische Feldstärke,
magnetische Flussdichte,
Schallpegel

erstellt durch die

Omexom Hochspannung GmbH

Auftraggeber:

TenneT TSO GmbH
ORG Einheit ANW
Bernecker Str. 70
95448 Bayreuth

ENGIE Deutschland AG
Friedrichstraße 200
10117 Berlin

Auftragnehmer:

Omexom Hochspannung GmbH
Technikzentrum / Planung
Gruppe West Büro Walsrode
Schulstraße 124
29664 Walsrode
Bearbeiter: Veit Kühnemund

Walsrode, 19.03.2018

Die vorliegende Fassung beinhaltet gegenüber der Fassung vom 19.02.2016
Änderungen an folgenden Immissionsorten:

380-kV-Ltg. Fedderwarden - Conneforde

- Immissionsort 1b
Änderung des Immissionsortes aufgrund veränderter Trassenführung
- ~~- Immissionsort 2 b
Änderung des minimalen Gebäudeabstandes aufgrund veränderter
Trassenführung~~
- Immissionsort 2 b
Änderung des minimalen Gebäudeabstandes aufgrund veränderter
Trassenführung
- Zusätzlicher Immissionsort 2 c
Durch den Wegfall der Gebäude auf den Grundstücken Schilldeich 25, 26,
27 und 28, ist das Wohnhaus auf dem Grundstück Schafweg 2 als neuer
nächstliegender Immissionsort zu betrachten.
- Immissionsort 4 a
Änderung des zu untersuchenden Leitungsfeldes mit geringsten
Bodenabstand aufgrund einer Mastverschiebung
- Immissionsort 5 a
Änderung des zu untersuchenden Leitungsfeldes mit geringsten
Bodenabstand aufgrund einer Mastverschiebung
- Bezeichnung Gestängetyp
Aktualisierung der Gestängebezeichnung von D-2-D-2013.4 / DD-4-TT-
2007.1 auf D-2-D-2015.3 / DD-4-TT-2015.1.
Dies hat keinen Einfluss auf die Berechnungsergebnisse.

220-kV-Ltg. Abzweig Fedderwarden, LH-14-214

- ~~- Immissionsort 1a und 1b
Änderung der Berechnungsergebnisse aufgrund veränderter
Trassenführung der LH-14-315~~
- Immissionsort 1a und 1b
Änderung der Berechnungsergebnisse aufgrund veränderter
Trassenführung der LH-14-315

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung.....	4
2	Grundlagen und Erläuterungen.....	6
3	380-kV-Ltg. Wilhelmshaven – Fedderwarden KWAL, LH-14-316.....	8
3.1	Trassenkonstellationen und Immissionsorte.....	8
3.2	Berechnungsergebnisse.....	9
4	380-kV-Ltg. Fedderwarden - Conneforde, LH-14-315.....	9
4.1	Trassenkonstellationen und Immissionsorte.....	9
4.2	Berechnungsergebnisse.....	13
5	220-kV-Ltg. Abzweig Fedderwarden, LH-14-214.....	15
5.1	Trassenkonstellationen und Immissionsorte.....	15
5.2	Berechnungsergebnisse.....	17
6	Ergebnisbewertung.....	18
6.1	Personenschutz.....	18
6.2	Schutz vor Störungen von technischen Komponenten.....	19
6.3	Schallschutz.....	20
6.4	Zusammenfassung.....	20
7	Verzeichnis der Anhänge.....	21
8	Literatur.....	22

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

1 Aufgabenstellung

Im Rahmen dieses Berichtes wurde die mögliche Beeinträchtigung von Personen (EMVU elektromagnetische Umweltverträglichkeit), die Beurteilung des Schallpegels sowie die Beeinflussung von technischen Geräten (EMV - elektromagnetische Verträglichkeit), durch den Neubau der 380-kV-Kraftwerksanschlussleitung LH-14-316 und der 380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214 untersucht.

Zur Ermittlung der Immissionen wurde jeweils die ungünstigste Phasenordnung (Worst-Case-Betrachtung) gewählt. Für jede Trassenkonstellation (z.B. alleinige Trassenführung oder Parallelführung) wurden zwei Berechnungen durchgeführt.

Die erste Berechnung (Spalte a), hier Standardberechnung genannt, gibt die max. Immissionen unmittelbar unter der Freileitungstrasse bzw. unmittelbar über der Erdkabeltrasse an.

Als Immissionsort gilt das Leitungsfeld mit dem geringsten Bodenabstand (Freileitung) bzw. der Ort mit der geringsten Bodenüberdeckung (Erdkabel).

Die zweite Berechnung (Spalte b) gibt die Immissionen am nächstliegenden Gebäude an. Als Immissionsort gilt die Gebäudeecke mit dem geringsten Abstand zur Leitungstrasse.

Die Ermittlung der Immissionen erfolgte mit Hilfe des zertifizierten Rechenprogramms WinField Version 2008 [1] (Anhang 1). Dieses Programm dient zur Berechnung von elektrischen und magnetischen Ersatzfeldstärken.

Für elektrische Anlagen mit Nennspannungen größer 1-kV gilt die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) [1]. Im Sinne des Personenschutzes sind die darin enthaltenen Grenzwerte von 100 μ T und 5 kV/m einzuhalten. Diese Grenzwerte wurden im Zuge der Gesetzesnovelle vom 22.08.2013 nicht verändert.

Die in der Verordnung genannten Grenzwerte basieren auf den von der Internationalen Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung (ICNIRP) und der

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgeschlagenen Grenzwerten. Sie sollen dem Schutz sowie der Vorsorge der Allgemeinheit vor den Auswirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern dienen.

Die in Deutschland anzunehmenden Rahmenbedingungen für die Berechnungen und Beurteilungen geben die höchste betriebliche Anlagenauslastung vor (Nennlast). Im Betrieb werden die beantragten Leitungen jedoch aus wirtschaftlichen Gründen nicht mit der zugrunde gelegten Nennlast betrieben, sondern nur mit etwa 70% der Nennlast. In einigen EU-Ländern werden andere Rahmenbedingungen zur Berechnung der Grenzwerte, wie z.B. der durchschnittliche Betriebsstrom, vorgeschrieben. Die hier genannten Werte sind daher nicht international vergleichbar.

Die Richtwerte zur Beurteilung des Schallpegels an den maßgeblichen Immissionsorten werden durch die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm [TA Lärm] vom 26.08.1998 festgeschrieben. Der einzuhaltende Richtwert wird nach Tag- und Nachtzeit unterschieden und ist abhängig von der bauplanerischen Ausweisung des Immissionsortes:

Industriegebiete		70 dB(A)
Gewerbegebiete	tags	65 dB(A)
	nachts	50 dB(A)
Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	tags	60 dB(A)
	nachts	45 dB(A)
allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	tags	55 dB(A)
	nachts	40 dB(A)
reine Wohngebieten	tags	50 dB(A)
	nachts	35 dB(A)
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags	45 dB(A)
	nachts	35 dB(A)

Elektronische Komponenten reagieren z.T. wesentlich empfindlicher als der menschliche Organismus. Besonders störempfindlich gegenüber Niederfrequenten Magnetfeldern sind große PC-Monitore und Bildschirm-Sichtgeräte, bei denen schon ab einer magnetischen Flussdichte von 0,3 μ T Flimmern und Farbverzerrungen eintreten

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

können. In standardmäßig vernetzten Wohn- und Bürogebäuden sowie in der Umgebung von Energieanlagen und Kabelführungen sind Felder dieser Größenordnung allgegenwärtig.

Herzschrillmacher bzw. Defibrillatoren haben eine wesentlich höhere Störschwelle.

2 Grundlagen und Erläuterungen

Ursache des elektrischen Feldes ist die Spannung. Die elektrische Feldstärke wird in kV/m angegeben. Der Betrag hängt ab von der Höhe der Spannung, der Ausführung und der geometrischen Anordnung der Leiter, bzw. der Erdseile, der Abstände zur Erdoberkante und zu geerdeten Bauteilen. Er ist weitestgehend unabhängig von der Übertragungsleistung. Im Bereich der Freileitungsabschnitte ändert sich die Feldstärke lediglich geringfügig durch die mit der vom Leiterstrom abhängenden Leiterseiltemperatur und dem daraus resultierenden Seildurchhang und Bodenabstand. Für die Berechnungen wurde die Nennspannung um ca. 10% auf 420 kV erhöht.

Ursache für das magnetische Feld ist der elektrische Strom. Bei niederfrequenten Feldern wird als zu bewertende Größe die magnetische Flussdichte herangezogen. Die Maßeinheit der magnetischen Flussdichte ist Tesla (T). Sie wird zweckmäßigerweise in Bruchteilen als Mikrottesla (μT) angegeben. Die magnetische Flussdichte steigt proportional mit der Stromstärke. Da die Stromstärke stark von der Netzbelastung abhängt, ergeben sich tages- und jahreszeitlich Schwankungen der magnetischen Flussdichte. Wie auch beim elektrischen Feld, hängt die magnetische Flussdichte von der Ausführung und der räumlichen Anordnung der Leiter, bzw. Erdseile, der Abstände zum Boden und zu geerdeten Bauteilen ab.

Bei den als Freileitungen errichteten Leitungsabschnitten treten die stärksten elektrischen und magnetischen Felder im Nahbereich der Leitungen zwischen den Masten am Ort des größten Durchhanges der Leiterseile auf. Im Bereich der Erdkabeltrassen treten die stärksten Felder an den Orten mit der geringsten Bodenüberdeckung auf. In beiden Fällen nimmt die Stärke der Felder mit zunehmender seitlicher Entfernung schnell ab.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Elektrische Felder können durch elektrisch leitfähige Materialien, z.B. durch bauliche Strukturen, Bewuchs und natürlich den Erdboden gut abgeschirmt werden. Magnetfelder können anorganische und organische Stoffe nahezu ungestört durchdringen. Für die Betrachtungen wurde die abschirmende Wirkung der Vegetation nicht berücksichtigt.

Aufgrund der elektrischen Randfeldstärke entstehen an der Oberfläche von Leitern Koronaentladungen. Durch diese Entladungen werden Geräusche verursacht. Die Stärke der Koronaentladungen ist stark wetter- bzw. feuchtigkeitsabhängig. Die Maßeinheit des Geräuschpegels ist Dezibel [dB]. Zur Darstellung des Frequenzverhaltens des menschlichen Ohres wird die Bewertungskurve des Filters A verwendet [dB(A)].

Die Berechnung wurde nach dem sog. BPA (Bonneville Power Administration) – Verfahren nach IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-100, No. 1, January 1981, pp. 121-130, Bonneville Power Administration" und Schallausbreitung entsprechend „DIN ISO 9613-2" für eine Niederschlagsrate von 2,5 mm/h (rainy weather) durchgeführt.

Für Immissionsorte mit einem Trassenabstand von unter 100 m wurde ein Tonhaltigkeitszuschlag von + 3 dB(A) beaufschlagt.

Grundsätzlich ist bei der Planung von Leitungen darauf zu achten, dass die entstehende Emissionen minimiert werden. Dies wird bei der 380-kV-Ltg. Wilhelmshaven – Conneforde durch mehrere Maßnahmen erreicht. Die Masthöhen wurden so gewählt, dass der minimale Bodenabstand deutlich über den gemäß EN-Norm geforderten Mindestbodenabständen liegt. Des Weiteren tragen die gewählten Leiter und deren geometrische Anordnung zu einer Minimierung bei. Im Betrieb wird darüber hinaus die bestmögliche Phasenlage zur Minimierung der Feldstärken umgesetzt. Schließlich wurde das Minimierungsgebot auch bei der Trassierung insgesamt beachtet, insbesondere bei der Festlegung der Siedlungsabstände.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

3 380-kV-Ltg. Wilhelmshaven – Fedderwarden KWAL, LH-14-316

3.1 Trassenkonstellationen und Immissionsorte

Die 380-kV-Ltg. Wilhelmshaven – Fedderwarden KWAL wird als einsystemige Erdverkabelung ausgeführt. Die einzelnen Phasen des Systems werden flach angeordnet. Der Abstand zwischen den einzelnen Leitern beträgt jeweils 0,6 m. Da es sich bei der Leitung um einen reinen Kraftwerksanschluss handelt, ist die maximale Stromstärke durch die Leistung des Kraftwerkes begrenzt.

Berechnungsparameter

Frequenz 50 Hz
Nennspannung 380-kV (Berechnungsspannung 420-kV)
max. Stromstärke 1302 A
Phasenbelegung Worst Case
Kabel EYAKrvlwd 220/380kV 1x2000CuMil

Immissionsorte

Nr.	Konstellation	Immissionsort	Beschreibung Mastfeld / Kabelabschnitt
1)	a Regelgraben in offener Bauweise	Standardberechnung für min. Verlegetiefe 1,6 m	Erdkabelabschnitt in Regelgrabenverlegung
	b Regelgraben in offener Bauweise	Gewerbehalle Oranienburger Straße 1A Wilhelmshaven Abstand ca. 27 m Station 1+639	Erdkabelabschnitt in Regelgrabenverlegung

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

3.2 Berechnungsergebnisse

Die Betrachtung des magnetischen Flussdichte B [μT] erfolgte jeweils in einer Höhe von 0,2 m über den Erdboden. Die Phasenführung wurde anhand des Regelgrabenprofils und des über Koordinaten festgelegten Trassenverlaufes in die Berechnungssoftware WinField übernommen. Der Immissionsort der Gebäudeecke mit dem geringsten Abstand zur Leitungstrasse wurde mittels CAD-Software koordinatenmäßig bestimmt und in die Berechnung adaptiert.

Ergebnisaufstellung

Nr.		Immissionsort	Magnetische Flussdichte (bei 1302 A)
1)	a	Standardberechnung für min. Verlegetiefe 1,6 m	76,5 μT
	b	Gewerbehalle Oranienburger Straße 1A Wilhelmshaven Abstand ca. 27 m Station 1+639	0,4 μT

4 380-kV-Ltg. Fedderwarden - Conneforde, LH-14-315

4.1 Trassenkonstellationen und Immissionsorte

Die 380-kV-Ltg. Fedderwarden - Conneforde ist eine zweisystemige Leitung. Die Leitungstrasse besteht insgesamt aus fünf Teilabschnitten, wovon drei als Freileitung und zwei als Erdkabel ausgeführt werden. Innerhalb der Freileitungsabschnitte gibt es mehrere Bereiche in denen die Leitung in strenger Parallelführung zu bestehenden Leitungen verläuft. Des Weiteren werden in einem Teilbereich die zwei Systeme der 220-kV-Ltg. Conneforde – Maade, LH-14-204 als Gemeinschaftsleitung mitgeführt.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Daraus ergeben sich für die Immissionsuntersuchung der LH-14-315 sechs grundlegende Konstellationen:

- 1) Erdkabel in Regelgrabenanordnung
- 2) zweisystemige Freileitung
- 3) zweisystemige Freileitung in Parallelführung mit
220-kV-Ltg. Conneforde – Maade, LH-14-204
- 4) zweisystemige Freileitung in Parallelführung mit
220-kV-Ltg. Conneforde – Maade, LH-14-204 und
110-kV-Ltg. Roffhausen – Rüstertiel, LH-14-024
- 5) viersystemige Freileitung (Gemeinschaftsleitung)
- 6) viersystemige Freileitung (Gemeinschaftsleitung) in Parallelführung mit
380-kV-Ltg. Emden/Ost – Conneforde (Planung informativ)

Diese Konstellation wurde informativ mit aufgenommen, da sich die 380-kV-Ltg. Emden/Ost – Conneforde in der Planung befindet.

Im Bereich der Erdkabelabschnitte werden aufgrund der thermischen Belastbarkeit die zwei Freileitungssysteme in jeweils zwei Erdkabelsysteme überführt, so dass sich vier Kabelsysteme ergeben. Die einzelnen Phasen der Erdkabelsysteme werden flach angeordnet. Der Abstand zwischen den einzelnen Leitern innerhalb eines Systems beträgt jeweils 0,75 m. Der Abstand zwischen den beiden mittleren Systemen beträgt 7,7 m, der Abstand zwischen den äußeren Systemen jeweils 1,9 m (Abstand zwischen nächstliegenden Leitern).

Die zweisystemige Freileitung wird als Donaumastbild vom Gestängetyp D-2-D-2015.3 ausgeführt. Die viersystemige Gemeinschaftsleitung hat den Gestängetyp DD-4-TT-2015.1.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Berechnungsparameter 380-kV-Ltg. Fedderwarden - Conneforde

Frequenz 50 Hz
Nennspannung 380-kV (Berechnungsspannung 420-kV)
max. Stromstärke 3600 A Freileitung
3150 A Erdkabel
(die n-1- Belastbarkeit von 3600 A steht in Erdkabelabschnitten nur temporär zur Verfügung und ist daher nicht als Dauerstrombelastbarkeit zu werten)
Phasenbelegung Worst Case
Kabel 4 x 3 x 2XS(FL)2Y 1x2500 RMS/250/
Leiterseile 2 x 3 x 4 x 565-AL1/72-ST1A (zweisystemige Leitung)
4 x 3 x 4 x 565-AL1/72-ST1A (viersystemige Leitung)

Berechnungsparameter 220-kV-Ltg. Conneforde – Maade, LH-14-204

Frequenz 50 Hz
Nennspannung 220-kV (Berechnungsspannung 245-kV)
max. Stromstärke 2216 A
Phasenbelegung L1-L2-L3 | L3-L2-L1
Leiterseile 2 x 3 x 2 x Al/St 564/72

Berechnungsparameter 110-kV-Ltg. Roffhausen – Rüstertiel, LH-14-024

Frequenz 50 Hz
Nennspannung 110-kV (Berechnungsspannung 123-kV)
max. Stromstärke 632 A (Stromkreis blau)
1029 A (Stromkreis gelb)
Phasenbelegung L1-L2-L3 | L3-L2-L1 (gelb | blau)
Leiterseile Al/St 230/30 (Stromkreis blau)
TAL 231-TAL/30-A20SA (Stromkreis gelb)

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
 380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
 380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Immissionsorte

Nr.	Konstellation	Immissionsort	Beschreibung Mastfeld / Kabelabschnitt	
1)	a	Regelgraben in offener Bauweise	Standardberechnung für min. Verlegetiefe 1,6 m	
	b	Regelgraben in offener Bauweise	Wohnhaus Grabstedter Str. 47 Bockhorn Abstand ca. 44 m Station 2+687	
2)	a	D-2-D-2015.3 einfach	Standardberechnung für min. Bodenabstand 15,45 m	Mast 43 T2-50,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 45,30 m
	b	D-2-D-2015.3 einfach	Wohnhaus (keine Wohnnutzung) Schilldeich 25 Wilhelmshaven Abstand ca. 29 m	Mast 44 WA120-36,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 36,00 m
	c	Durch den Wegfall der Gebäude auf den Grundstücken Schilldeich 25, 26, 27 und 28, ist das Wohnhaus auf dem Grundstück Schafweg 2 als neuer nächstliegender Immissionsort zu betrachten.		Mast 1 WE/WAdiff140-27,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 27,00 m
3)	a	D-2-D-2015.3 doppelte Parallelführung	Standardberechnung für doppelte Parallelführung mit 220-kV-Ltg. Conneforde - Maade, 110-kV-Ltg. Roffhausen - Rüsterei min. Bodenabstand 15,12 m	Mast 2 WA140-33,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 33,00 m
	b	D-2-D-2015.3 doppelte Parallelführung	keine gesonderte Berechnung da kein Gebäude im näheren Leitungsbereich (Abstand bis 200 m)	
4)	a	D-2-D-2015.3 einfache Parallelführung	Standardberechnung für einfache Parallelführung mit 220-kV-Ltg. Conneforde – Maade min. Bodenabstand 15,85 m	Mast 7 T1-38,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 33,30 m
	b	D-2-D-2015.3 einfache Parallelführung	Wohnhaus Mühlenweg 8 Sande Abstand ca. 139 m	Mast 8 WA140-33,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 33,00 m
	a	D-2-D-2015.3 einfache Parallelführung	Standardberechnung für einfache Parallelführung mit 220-kV-Ltg. Conneforde – Maade min. Bodenabstand 15,85 m	Mast 22 T1-41,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 36,30 m
	b	D-2-D-2015.3 einfache Parallelführung	Wohnhaus Mühlenweg 8 Sande Abstand ca. 139 m	Mast 23 WA140-33,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 33,00 m

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
 380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
 380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Nr.	Konstellation	Immissionsort	Beschreibung Mastfeld / Kabelabschnitt		
5)	a	DD-4-TT-2015.1 einfach	Standardberechnung für min. Bodenabstand 18,68 m	Mast 54 WA120-36,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 36,00 m	Mast 55 WA120-39,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 39,00 m
	b	DD-4-TT-2015.1 einfach	Wohnhaus Westerstedter Straße 82 Varel Abstand ca. 94 m	Mast 61 T1-41,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 36,30 m	Mast 62 WA140-39,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 39,00 m
6)	a	DD-4-TT-2015.1 Parallelführung	Standardberechnung für einfache Parallelführung mit 380-kV-Ltg. Emden/Ost – Conneforde (Planung informativ) min. Bodenabstand 18,19 m	Mast 60 T1-44,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 39,30 m	Mast 61 T1-41,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 36,30 m
	b	DD-4-TT-2015.1 Parallelführung	Wohnhaus Reindersdamm 13 Bockhorn Abstand ca. 127 m	Mast 58 WA140-39,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 39,00 m	Mast 59 WA140-36,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 36,00 m

4.2 Berechnungsergebnisse

Die Betrachtung der magnetischen Flussdichte B [μT] erfolgte in den Erdkabelabschnitten jeweils in einer Höhe von 0,2 m über den Erdboden. In den Freileitungsabschnitten wurden die magnetische Flussdichte B [μT] und die elektrische Feldstärke E [kV/m] in 1 m Höhe über dem Erdboden berechnet. Der Schallpegel wurde in einer Höhe von 1,70 m über EOK erfasst. Die Phasenführung wurde anhand des Regelgrabenprofils, bzw. der Gestängetypen und des über Koordinaten festgelegten Trassenverlaufes in die Berechnungssoftware WinField übernommen. Der Immissionsort der Gebäudeecke mit dem geringsten Abstand zur Leitungstrasse wurde mittels CAD-Software koordinatenmäßig bestimmt und in die Berechnung übernommen.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
 380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
 380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Ergebnisaufstellung

Nr.	Immissionsort	Magnetische Flussdichte (Erdkabel 3150 A Frtlg. 3600 A)	Elektrische Feldstärke (bei 420 kV)	Schallpegel (bei 420 kV)
1)	a	Standardberechnung für min. Verlegetiefe 1,6 m	-	-
	b	Wohnhaus Grabstedter Str. 47 Bockhorn Abstand ca. 44 m Station 2+687	-	-
2)	a	Standardberechnung für min. Bodenabstand 15,45 m	4,2 kV/m	40,9 dB(A) <small>*(incl. 3 dB(A) Tonhaltigkeitszuschlag)</small>
	b	Wohnhaus (keine Wohnnutzung) Schilldeich 25 Wilhelmshaven Abstand ca. 29 m	1,4 kV/m	38,8 dB(A)* <small>*(incl. 3 dB(A) Tonhaltigkeitszuschlag)</small>
	c	Wohnhaus Schafweg 2 Wilhelmshaven Abstand ca. 168 m	0,3 µT	0,0 kV/m
3)	a	Standardberechnung für doppelte Parallelführung mit 220-kV-Ltg. Conneforde - Maade, 110-kV-Ltg. Roffhausen - Rüstiersiel min. Bodenabstand 15,12 m	4,2 kV/m	42,1 dB(A)* <small>*(incl. 3 dB(A) Tonhaltigkeitszuschlag)</small>
	b	keine gesonderte Berechnung da kein Gebäude im näheren Leitungsbereich (Abstand über 200 m)		
4)	a	Standardberechnung für einfache Parallelführung mit 220-kV-Ltg. Conneforde – Maade min. Bodenabstand 15,85 m	3,9 kV/m	40,8 dB(A)* <small>*(incl. 3 dB(A) Tonhaltigkeitszuschlag)</small>
	b	Wohnhaus Mühlenweg 8 Sande Abstand ca. 139 m	0,1 kV/m	31,3 dB(A)

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
 380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
 380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Nr.	Immissionsort	Magnetische Flussdichte (Erdkabel 3150 A Frltg. 3600 A)	Elektrische Feldstärke (bei 420 kV)	Schallpegel (bei 420 kV)
5)	a Standardberechnung für min. Bodenabstand 18,68 m	29,8 µT	3,2 kV/m	42,2 dB(A)* <small>*(incl. 3 dB(A) Tonhaltigkeitszuschlag)</small>
	b Wohnhaus Westerstedter Straße 82 Varel Abstand ca. 94 m	1,6 µT	0,1 kV/m	38,8 dB(A)* <small>*(incl. 3 dB(A) Tonhaltigkeitszuschlag)</small>
6)	a Standardberechnung für einfache Parallelführung mit 380-kV-Ltg. Emden/Ost – Conneforde (Planung informativ) min. Bodenabstand 18,19 m	28,3 µT	3,5 kV/m	45,8 dB(A)* <small>*(incl. 3 dB(A) Tonhaltigkeitszuschlag)</small>
	b Wohnhaus Reindersdamm 13 Bockhorn Abstand ca. 127 m	1,3 µT	0,1 kV/m	38,0 dB(A)

5 220-kV-Ltg. Abzweig Fedderwarden, LH-14-214

5.1 Trassenkonstellationen und Immissionsorte

Die 220-kV-Ltg. Conneforde - Fedderwarden ist eine zweisystemige Leitung. Die Einschleifung in das UW Fedderwarden wird mit einem 4-systemigen Gestänge realisiert, d.h. die 2 zum UW hinlaufenden und die 2 vom UW rücklaufenden Systeme werden auf einem Gestänge gebündelt. Daraus ergibt sich für die Immissionsuntersuchung der LH-14-204 folgende Konstellation:

- 1) viersystemige Freileitung (Gemeinschaftsleitung) mit Anschluss an 2-systemige Freileitung

Die viersystemige Gemeinschaftsleitung hat den Gestängetyp DD-4-DE-2008.1

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Berechnungsparameter 220-kV-Ltg. Abzweig Fedderwarden, LH-14-214

Frequenz 50 Hz
Nennspannung 380-kV (Berechnungsspannung 420-kV)
max. Stromstärke 3600 A Freileitung
Phasenbelegung Worst Case
Leiterseile 4 x 3 x 4 x 565-AL1/72-ST1A (viersystemige Leitung)

Berechnungsparameter 380-kV-Ltg. Fedderwarden - Conneforde

Frequenz 50 Hz
Nennspannung 380-kV (Berechnungsspannung 420-kV)
max. Stromstärke 3600 A Freileitung
Phasenbelegung Worst Case
Leiterseile 2 x 3 x 4 x 565-AL1/72-ST1A (zweissystemige Leitung)

Berechnungsparameter 220-kV-Ltg. Conneforde – Maade, LH-14-204 (Bestand)

Frequenz 50 Hz
Nennspannung 220-kV (Berechnungsspannung 245-kV)
max. Stromstärke 2216 A
Phasenbelegung L1-L2-L3 | L3-L2-L1
Leiterseile 2 x 3 x 2 x Al/St 564/72

Berechnungsparameter 110-kV-Ltg. Roffhausen – Rüsterei, LH-14-024

Frequenz 50 Hz
Nennspannung 110-kV (Berechnungsspannung 123-kV)
max. Stromstärke 632 A (Stromkreis blau)
1029 A (Stromkreis gelb)
Phasenbelegung L1-L2-L3 | L3-L2-L1 (gelb | blau)
Leiterseile Al/St 230/30 (Stromkreis blau)
TAL 231-TAL/30-A20SA (Stromkreis gelb)

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
 380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
 380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Immissionsorte

Nr.		Konstellation	Immissionsort	Beschreibung Mastfeld / Kabelabschnitt	
1)	a	DD-4-DE-2008.1 einfach	Standardberechnung für min. Bodenabstand 18,37 m	Mast 71N (Ltg. 204) WAZ160-37,00-27,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 27,00 m	Mast 1 WA/WEdiff140-33,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 33,00 m
	b	DD-4-DE-2008.1 einfach	Wohnhaus Hohewerth 31a Wilhelmshaven Abstand ca. 222 m	Mast 71N (Ltg. 204) WAZ160-37,00-27,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 27,00 m	Mast 1 WA/WEdiff140-33,00 min. Leiterseil- aufhängehöhe: 33,00 m

5.2 Berechnungsergebnisse

Die Betrachtung der magnetischen Flussdichte B [μT] und der elektrische Feldstärke E [kV/m] erfolgte in 1 m Höhe über dem Erdboden. Der Schallpegel wurde in einer Höhe von 1,70 m über EOK erfasst. Die Phasenführung wurde anhand der Gestängetypen und des über Koordinaten festgelegten Trassenverlaufes in die Berechnungssoftware WinField übernommen. Der Immissionsort der Gebäudeecke mit dem geringsten Abstand zur Leitungstrasse wurde mittels CAD-Software koordinatenmäßig bestimmt und in die Berechnung übernommen.

Ergebnisaufstellung

Nr.		Immissionsort	Magnetische Flussdichte 3600 A	Elektrische Feldstärke (bei 420 kV)	Schallpegel (bei 420 kV)
1)	a	Standardberechnung für min. Bodenabstand 18,37 m	13,3 μT	1,7 kV/m	43,6 dB(A)* *(incl. 3 dB(A) Tonhaltigkeitszuschlag)
	b	Wohnhaus Hohewerth 31a Wilhelmshaven Abstand ca. 222 m	0,2 μT	0,0 kV/m	31,0 dB(A)

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

6 Ergebnisbewertung

6.1 Personenschutz

Die infolge des Leitungsbetriebs maximal zu erwartenden Feldstärken sind im Folgenden den Grenzwerten gem. 26. BImSchV, Anhang 1 (zu § 3 Niederfrequenzanlagen) gegenübergestellt. Die Grenzwerte gelten an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind.

380-kV-Ltg. Wilhelmshaven - Fedderwarden KWAL, LH-14-316

	Maximalwert der Feldstärke (Effektivwerte)	Grenzwert 26.BImSchV (Effektivwerte)
Magnetische Flussdichte	76,5 μT	100 μT

380-kV-Ltg. Fedderwarden - Conneforde, LH-14-315

Erdkabelabschnitte	Maximalwert der Feldstärke (Effektivwerte)	Grenzwert 26.BImSchV (Effektivwerte)
Magnetische Flussdichte	Siehe Anhang 3	100 μT

Freileitungsabschnitte	Maximalwert der Feldstärke (Effektivwerte)	Grenzwert 26.BImSchV (Effektivwerte)
Magnetische Flussdichte	29,8 μT	100 μT
Elektrische Feldstärke	4,2 kV/m	5 kV/m

220-kV-Ltg. Abweig Fedderwarden, LH-14-214

	Maximalwert der Feldstärke (Effektivwerte)	Grenzwert 26.BImSchV (Effektivwerte)
Magnetische Flussdichte	13,3 μT	100 μT
Elektrische Feldstärke	1,7 kV/m	5 kV/m

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

Die Maximalwerte der magnetischen Flussdichte und der elektrischen Feldstärke liegen unterhalb der durch die 26. BImSchV geforderten Grenzwerte. Die Anforderungen des Personenschutzes sind somit eingehalten. Es sind keine gesonderten Maßnahmen erforderlich. Gesundheitsbeeinträchtigungen oder Gefährdungen von Menschen können nach heutigem Kenntnisstand ausgeschlossen werden.

Ebenso werden zulässigen Werte der Elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte gemäß Berufsgenossenschaftlicher Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit BGV B11, Unfallverhütungsvorschrift Elektromagnetische Felder, eingehalten. Für den Expositionsbereich 2 (Langzeitexposition > 8 Stunden) wurden hier Grenzwerte von $333,3/f = 6,7$ kV/m bzw. $21,22/f = 0,42$ mT = 420 µT festgelegt. Diese Grenzwerte werden deutlich unterschritten.

Aufgrund der unter Punkt 2 erläuterten Abschirmbarkeit, ist die elektrische Feldstärke innerhalb von Gebäuden vernachlässigbar. Feldströme gleicher Größenordnung können auch in Wohn- und Bürogebäuden außerhalb des Einflussbereiches einer Hochspannungs-freileitung auftreten. Innerhalb von Industriebetrieben oder im Umfeld von haushaltsüblichen Elektrogeräten sind häufig höhere Feldstärken zu verzeichnen.

6.2 Schutz vor Störungen von technischen Komponenten

Der Maximalwert der magnetischen Flussdichte liegt im Bereich, in dem Bildstörungen an großflächigen PC-Monitoren und Bildschirm-Sichtgeräten eintreten können. Die niedrigen Störschwellen beruhen auf dem Funktionsprinzip hochempfindlicher technischer Geräte und sind keineswegs mit dem Auftreten von Gesundheitsbeeinträchtigungen gleichzusetzen.

Die Störschwelle aktiver Implantate (Herzschrittmacher usw. nach CE/Medizinproduktegesetz) von 100 µT wird deutlich unterschritten.

Ein Einfluss auf passive elektrisch leitende Implantate wird ausgeschlossen. Wechselwirkungen wie Erwärmung können nur bei hochfrequenten Feldern (ab 3 MHz) höherer Feldstärke auftreten.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

6.3 Schallschutz

Der Maximalwert des Schallpegels von 38,8 dB(A) am nächstliegenden Gebäude liegt sowohl für die Nacht- als auch für die Tagzeit innerhalb der in der TA-Lärm geforderten Richtwerte für Industriegebiete und Gewerbegebiete. Der anzusetzende Richtwert für Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete von 45 dB(A) wird ebenfalls deutlich unterschritten. Der geforderte nächtliche Richtwert für allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete, sowie reine Wohngebiete, Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten von 40 dB (A) bzw. 35 dB(A) ist bei keinem der Gebäude im Untersuchungsraum der Freileitungsabschnitte anzuwenden. Die Anforderungen der TA-Lärm werden somit im gesamten Leitungsbereich eingehalten.

6.4 Zusammenfassung

Die gesetzlich geforderten Grenzwerte gem. 26. BImSchV und die Richtwerte der TA-Lärm werden eingehalten. Es sind somit keine gesonderten Maßnahmen bzgl. Personen- oder Schallschutz erforderlich. Der Nachweis der elektromagnetischen Umweltverträglichkeit ist mit der vorliegenden Untersuchung erbracht.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

7 Verzeichnis der Anhänge

- Anhang 1 grafische Darstellung der magnetischen Flussdichte für die 380-kV-Ltg. Wilhelmshaven – Fedderwarden, LH-14-316
- Anhang 2 grafische Darstellung der elektrischen Feldstärke, der magnetischen Flussdichte und des Schallpegels für die Freileitungsabschnitte der 380-kV-Ltg. Fedderwarden - Conneforde, LH-14-315
- Anhang 3 Untersuchungsergebnisse bzgl. der magnetischen Flussdichte für die Erdkabelabschnitte der 380-kV-Ltg. Fedderwarden - Conneforde, LH-14-315
- Anhang 4 grafische Darstellung der elektrischen Feldstärke, der magnetischen Flussdichte und des Schallpegels für die Einschleifung der 220-kV-Ltg. Abzweig Fedderwarden, LH-14-214
- Anhang 5 Zertifizierungsbestätigung des Programms WinField

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **380-kV-Leitung Wilhelmshaven – Conneforde**
380-kV-Kraftwerksanschlussleitung, LH-14-316
380-kV-Übertragungsnetzleitung, LH-14-315, LH-14-214

8 Literatur

- [1] 26.BImSchV – Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 16. Dezember 1996 in der Fassung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266)
- [2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder in der überarbeiteten Fassung gemäß Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz, 107. Sitzung 15. bis 17. März 2004
- [3] ICNIRP GUIDELINES for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). Published in: Health Physics, 99(6):818-836;2010.
- [4] ICNIRP GUIDELINES for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (up to 300 kHz). Published in: Health Physics, 74(4):494-522;1998.
- [5] TA Lärm – Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA-Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503)
- [6] BGV-B11 – Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit – Unfallverhütungsvorschrift Elektromagnetische Felder vom 1. April 2002