

Messbericht und gutachterliche Stellungnahme

Nr. 24105-1-R00

EMF Immissionsschutz-Messungen

Messung elektromagnetischer Felder (50 Hz)

**im Bereich des Bebauungsplans Nr. 264 „Logenkamp“
26316 Varel, Ortsteil Oberstrohe**

Auftraggeber: Stadt Varel
Zum Jadebusen 20
26316 Varel

Messdatum: 30.07.2024

Orte der Messung: Gebiet des Bebauungsplan Nr. 264 „Logenkamp“
in 26316 Varel, Ortsteil Oberstrohe, neben einer 110 kV
Freileitungstrasse der Stromversorgung.

Messpersonal	Telefon	E-Mail
Dipl.-Ing. Jörg Plambeck	040-76629-3421	jplambeck@tuev-nord.de

Teilnehmer: ---

Zu Grunde liegende Normen und Spezifikationen:

DIN EN 50413 (2009): Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz)

Für Messverfahren gemäß DIN EN 50413 ist die TÜV NORD CERT GmbH akkreditiert (DAkkS Akkreditierung D-PL-12007-02-05).

26. BImSchV/2013: 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Neufassung)
In Verbindung mit den Hinweisen zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 17. und 18. September 2014 in Landshut

Vorbemerkungen:

Derzeit wird ein Frequenzbereich von 0 Hz (Gleichstrom) - 300 GHz als Immissionsschutzbereich gesetzlich geregelt. Die Immissionsbeiträge der elektrischen und magnetischen Felder müssen über den gesamten Frequenzbereich berücksichtigt werden. In der Praxis werden Messungen an den maßgeblichen Einwirkungsorten (Expositionsbereichen) mit der jeweils stärksten Exposition durchgeführt. Das Verfahren zur Beurteilung der Exposition basiert auf dieser Festlegung der Expositionsbereiche und der Ermittlung möglicher EM-Felder. Deshalb gelten die folgenden Aussagen ausschließlich für die Beiträge der gemessenen Anlagen, den gemessenen Frequenzbereich (der sich insbesondere aus den Arbeitsfrequenzen der Anlagen ergibt) und die betrachteten Expositionsbereiche. Veränderungen an den Anlagenteilen oder zusätzlich installierte Anlagen im Expositionsbereich machen eine neue Bewertung notwendig.

Die Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das oben beschriebene Prüfobjekt bzw. auf die Messumgebung. Ohne schriftliche Genehmigung der TÜV NORD CERT GmbH darf der Messbericht nur vollständig und nicht auszugsweise veröffentlicht werden.

Für das in diesem Bericht angewendete Messverfahren für magnetische und elektrische Felder gilt die Akkreditierung D-PL-12007-02-05 der TÜV NORD CERT GmbH. Die Bewertung der Ergebnisse und gutachterliche Stellungnahme liegen außerhalb der Akkreditierung.

Freigegeben:	Erstellt:
Dr.-Ing. Thomas Weber Leiter Laborbereich	Dipl.-Ing (FH) Jörg Plambeck Prüfingenieur

Inhaltsverzeichnis

1	ÄNDERUNGSVERZEICHNIS	4
2	AUFGABENSTELLUNG	5
3	DURCHFÜHRUNG DER MESSUNG	6
3.1	Messkonzept	6
3.2	Entscheidungsregel und Messunsicherheit	7
3.3	Umgebungsbedingungen	8
3.4	Grenzwerte	8
3.5	Messorte	9
4	MESSERGEBNISSE	11
5	BEWERTUNG UND GUTACHTERLICHE STELLUNGNAHME	14
6	LISTE DER MESSGERÄTE	14

1 Änderungsverzeichnis

Revision	Ausgabedatum	Ersteller	Änderungsinhalt
00	27.09.2024	Dipl.-Ing (FH) Jörg Plambeck	Erstausgabe
---	---	---	---
---	---	---	---

Tabelle 1-1: Änderungsverzeichnis

Hinweis: Wenn das Dokument per Revisionsnummer geändert worden ist, sind alle Vorläuferdokumente nicht mehr gültig und zu vernichten.

2 Aufgabenstellung

Am Rande des Geländes des Bebauungsplans Nr. 264 „Logenkamp“ – in Varel Oberstrohe verläuft eine 110 kV – Freileitungstrasse der Avacon Netz GmbH. Die Freileitung besteht aus 2 Leitungssystemen (Leitung weiß und blau).

Der Auftraggeber benötigt im Rahmen des laufenden Bebauungsplanverfahren ein EMF-Gutachten, um die von dieser Stromtrasse erzeugten niederfrequenten magnetischen und elektrischen Felder darzustellen, und um diese im Hinblick auf gesundheitliche Risiken für die Allgemeinbevölkerung zu überprüfen.

Hierzu wurden repräsentative Messpunkte im Einwirkungsbereich der Freileitungstrasse ausgewählt. Diese wurden so gewählt, dass die maximalen Emissionen der 110 kV Leitungen im betreffenden Gebiet bis zu einer Höhe von 2 m über Grund (Bodenniveau) berücksichtigt werden. Ein Messpunkt wurde so ausgewählt, dass er an der Bebauungsgrenze des geplanten Bebauungsgebiets liegt (MP 1.18). Ein weiterer wurde so ausgewählt, dass er an der möglichen Bebauungsgrenze der Fläche, die als einzige für eine Erweiterung des Bebauungsgebiets in Frage kommen könnte, liegt (MP 2.20).

Für den Schutz der **Allgemeinbevölkerung** gelten derzeit die gesetzlich festgelegten Grenzwerte der **26. BImSchV** für Orte, an denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten.

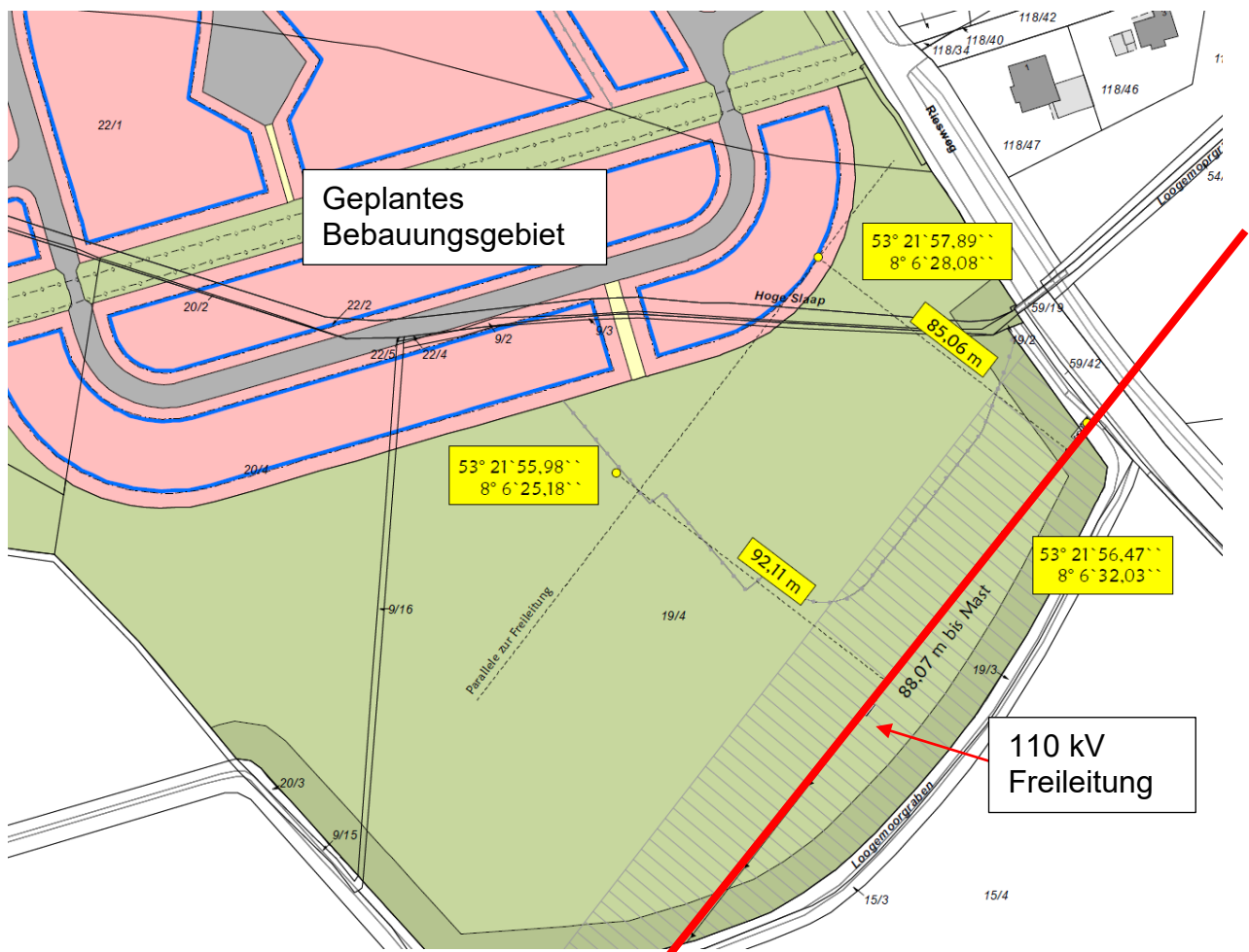


Bild 2-1: Verlauf der 110 kV Freileitungstrasse im betreffenden Bebauungsgebiet

3 Durchführung der Messung

3.1 Messkonzept

An allen Messpunkten wurden räumliche Maximalwerte der magnetischen Flussdichte und der elektrischen Feldstärke bei den vorhandenen Frequenzen (50 Hz) ermittelt. Dabei wurde jeweils der maximale Kurzzeit-Effektivwert (als „Max-Hold-Funktion“) mit dreidimensionalen Sonden bestimmt. Das Ergebnis entspricht der effektiven Ersatzfeldstärke für den dreidimensionalen Feldstärke-Vektor. An allen Messorten betrug die Messhöhe der Sonde 1,5 m und 2 m über dem Erdboden.

Während die elektrische Feldstärke zeitlich konstant ist und nur räumlich variiert, verändert sich der Wert der magnetischen Flussdichte auch mit der Zeit, da unterschiedliche Stromstärken in den Leitern der Anlagen zu unterschiedlichen magnetischen Flussdichten führen. Bei der Messung der magnetischen Flussdichte wurde deshalb die aktuelle Stromlast der jeweiligen Anlage berücksichtigt. Zur Ermittlung der maximal möglichen magnetischen Flussdichte (bei maximal möglicher Stromlast) ist der Messwert mit dem Faktor zu multiplizieren, der sich aus dem Verhältnis von maximal möglicher zu aktuell vorhandener Stromlast ergibt. Die maximal mögliche Last ergibt sich aus der Nennleistung der Anlagen, welche durch den Nennstrom (Maximalstrom) der Leitungen bestimmt wird.

Die betreffende 110 kV Freileitungstrasse LH-14 -012A Conneforde – Varel im Abschnitt 13 – 15 besteht aus den 2 Leitungssystemen weiß und blau. Aus den uns zur Verfügung gestellten Daten des Netzbetreibers, ergeben sich die in der folgenden Tabelle ersichtlichen Hochrechnungsfaktoren.

Anlage	Nennspannung	Nennstrom (= maximal mögliche Last)	Strom zum Zeitpunkt der Messungen	Faktor
LH-14 -012A Conneforde – Varel System blau	110 kV	1.177 A	40,5 A – 49,9 A	29 – 24
LH-14 -012A Conneforde – Varel System weiss	110 kV	1.177 A	39,8 A – 48,6 A	30 – 24

Tabelle 3-1: Hochrechnungsfaktoren

Als sog. Worst-Case-Fall wird ausschließlich der Faktor **30** berücksichtigt. Dieses führt im Allgemeinen zu einer Überschätzung der maximal auftretenden magnetischen Flussdichte. Generell ist anzumerken, dass die theoretischen Maximalwerte in der Praxis nicht erreicht werden, aber für die Gutachtenerstellung nach 26 BImSchV zu Grunde zu legen sind.

3.2 Entscheidungsregel und Messunsicherheit

Sofern in diesem Bericht Aussagen zur Konformität bzw. Einhaltung von Grenzwerten getroffen werden, sind dazu Entscheidungsregeln nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, 7.8.6 angewandt worden. Als Entscheidungsregel wurde IEC Guide 115 (Berechnung der Messunsicherheit) angewendet.

Die Wahrscheinlichkeit einer falschen Annahme oder einer falschen Ablehnung der Konformität bzw. Einhaltung von Grenzwerten (Risikoniveau) wurde gemäß Tabelle 1 der ILAC G8:09/2019 berücksichtigt.

Abstand zum Grenzwert	Spezifisches Risiko (Wahrscheinlichkeit einer falschen Konformitätsaussage)
3x MU	< 1 ppm
1.5x MU	< 0.16 %
1x MU	< 2,5 %
0.83x MU	< 5%
Messwert am Limit	50% (Worst-Case-Szenario)

Tab. 3-1: Wahrscheinlichkeit einer falschen Konformitätsaussage

Die gesamte Messunsicherheit ergibt sich aus der mathematisch-statistischen Verteilung der einzelnen Messunsicherheiten der verwendeten Mess- und Prüfsysteme. Dabei wird angenommen, dass alle Einzelfehler zufällig aber nicht zwangsläufig normal verteilt sind, wobei allerdings der Gesamtfehler als normalverteilt angenommen wird (RSS=Root-Sum-of-the-Squares entspricht der Messunsicherheit, die mit 68 % Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird).

Für die breitbandige Immissionsschutzmessung von Magnetfeldern kann die kombinierte Standardabweichung von $RSS = \pm 10,6 \%$ angegeben werden und für die breitbandige Immissionsschutzmessung von elektrischen Feldern kann die kombinierte Standardabweichung von $RSS = \pm 19,6 \%$ angegeben werden. Die Messunsicherheit Δ , die mit 95% Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird, errechnet sich aus $2 \times RSS$: $\Delta = \pm 21,2 \%$ für magnetische Felder bzw. $\pm 39,2 \%$ für elektrische Felder.

Für die 50 Hz Komponente von Magnetfeldern kann die kombinierte Standardabweichung von $RSS = \pm 7,2 \%$ angegeben werden und Für die 50 Hz Komponente von elektrischen Feldern kann die kombinierte Standardabweichung von $RSS = \pm 10,0 \%$ angegeben werden. Die Messunsicherheit Δ , die mit 95% Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird, errechnet sich aus $2 \times RSS$: $\Delta = \pm 14,4 \%$ für magnetische Felder bzw. $\pm 20,1 \%$ für elektrische Felder.

3.3 Umgebungsbedingungen

Die Messungen erfolgten am 30.07.2024 zwischen 10:00 Uhr und 12:00 Uhr. Die Außentemperatur betrug während der Messungen 28 °C, die relative Luftfeuchtigkeit 44 % und der Luftdruck 1016 hPa. Es war sonnig und trocken.

3.4 Grenzwerte

Die Grenzwerte für 50-Hz-Felder, die hier zur Anwendung kommen, betragen:

Spezifikation	elektr. Feldstärke [V/m] (Volt pro Meter)	magnet. Flussdichte [µT] (Mikro Tesla)
26. BImSchV (Allgemeinbevölkerung)	5000	100

Tabelle 3-2: Grenzwerte für 50 Hz (Effektivwerte)

3.5 Messorte

Die Messpunkte wurden in 2 Messreihen aufgeteilt. Die Messreihen wurden so gewählt, dass sich in Bezug auf Abstand der Freileitung zur geplanten Bebauung die höchsten Messwerte ergeben. Bei der Messreihe 1 hat die geplante Bebauung mit 85,06 m den kürzesten Abstand zur Freileitung.

Bei der Messreihe 2 ist der Abstand von dem letzten Messpunkt (MP 2.20), welcher den Punkt auf der möglichen Bebauungsgrenze der Fläche markiert, die als einzige für eine Erweiterung des Bebauungsgebiets in Frage kommen würde, zur Freileitung mit 92,11 m etwas größer, jedoch ist hier der Durchhang der Leiterseile deutlich größer, was in der Nähe zur Freileitung höhere Messwerte erwarten lässt.

Beide Messreihen beginnen auf Höhe der Mittelachse der 110 kV Freileitung. Der Abstand der Messpunkte beträgt 5 m. Die Messreihe 1 beginnt in 8,8 m Abstand zum Mast der Freileitung und verläuft senkrecht zur Freileitung bis auf die geplante Bebauungsgrenze zu. Die Messreihe 2 beginnt in 88 m Abstand zum Mast der Freileitung und verläuft senkrecht zur Freileitung bis auf die mögliche Bebauungsgrenze der Fläche, die als einzige für eine Erweiterung des Bebauungsgebiets in Frage kommen würde, zu.

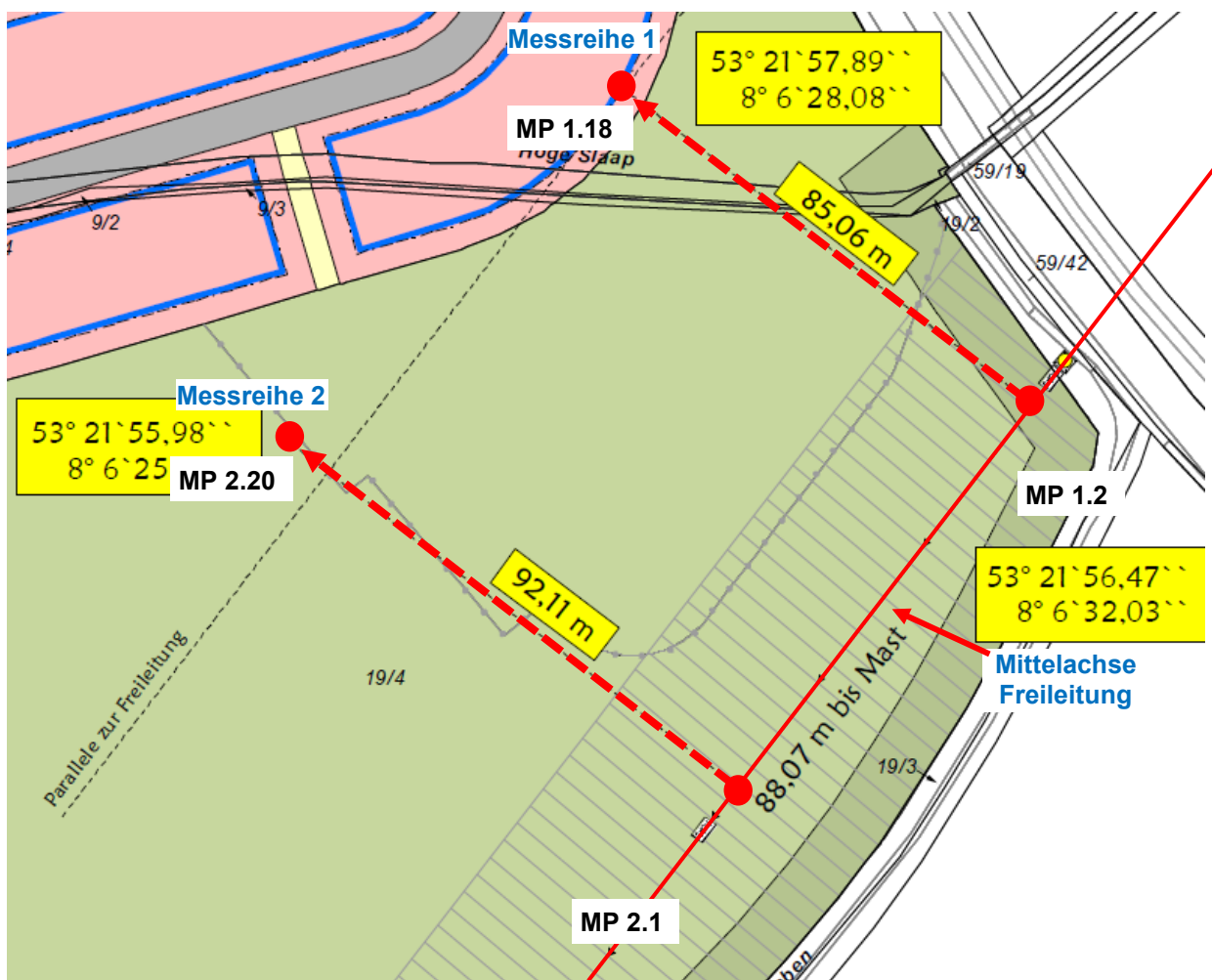


Bild 3-1: Lage und Anordnung der Messreihen 1 und 2.



Bild 3-2: Messreihe 1, exemplarisch Messort 1.18, Baugrenze der geplanten Bebauung



Bild 3-3: Messreihe 2, exemplarisch Messort 2.1, unterhalb der Mittelachse der 110 kV Freileitung

4 Messergebnisse

An den in Kapitel 3 aufgeführten Messpunkten wurde jeweils die maximale effektive magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke ermittelt. Die Ergebnisse werden in den nachfolgenden Tabellen aufgelistet. Die Bewertung erfolgte auf Basis der Grenzwerte der 26. BImSchV. Die Berechnung der maximalen magnetischen Flussdichte erfolgte gemäß Kapitel 3.1. mit Hilfe der maximalen Hochrechnungsfaktoren für die jeweilige Messreihe.

MP	Beschreibung	Messhöhe [m]	Gemessene elektrische Feldstärke [V/m]	Gemessene magnetische Flussdichte [μ T]	Berechnete maximale magnetische Flussdichte [μ T]	26. BImSchV Grenzwert eingehalten
1.1	Messreihe 1, kürzester Abstand zwischen 110 kV Freileitung und geplanter Bebauung (85,06 m), unterhalb der Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,16	4,8	Ja
		2,0	229	0,16	4,8	Ja
1.2	Messreihe 1, 5 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,16	4,8	Ja
		2,0	230	0,17	5,1	Ja
1.3	Messreihe 1, 10 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,15	4,5	Ja
		2,0	228	0,15	4,5	Ja
1.4	Messreihe 1, 15 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,13	3,9	Ja
		2,0	195	0,13	3,9	Ja
1.5	Messreihe 1, 20 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,11	3,3	Ja
		2,0	151	0,11	3,3	Ja
1.6	Messreihe 1, 25 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,09	2,7	Ja
		2,0	113	0,09	2,7	Ja
1.7	Messreihe 1, 30 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,08	2,4	Ja
		2,0	84	0,08	2,4	Ja
1.8	Messreihe 1, 35 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,07	2,1	Ja
		2,0	63	0,07	2,1	Ja
1.9	Messreihe 1, 40 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,06	1,8	Ja
		2,0	52	0,06	1,8	Ja
1.10	Messreihe 1, 45 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	41	0,05	1,5	Ja
1.11	Messreihe 1, 50 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	33	0,05	1,5	Ja
1.12	Messreihe 1, 55 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	28	0,05	1,5	Ja
1.13	Messreihe 1, 60 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	25	0,05	1,5	Ja
1.14	Messreihe 1, 65 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	21	0,05	1,5	Ja
1.15	Messreihe 1, 70 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	18	0,05	1,5	Ja

MP	Beschreibung	Messhöhe [m]	Gemessene elektrische Feldstärke [V/m]	Gemessene magnetische Flussdichte [μ T]	Berechnete maximale magnetische Flussdichte [μ T]	26. BImSchV Grenzwert eingehalten
1.16	Messreihe 1, 75 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	16	0,05	1,5	Ja
1.17	Messreihe 1, 80 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,04	1,2	Ja
		2,0	15	0,04	1,2	Ja
1.18	Messreihe 1, 85 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung (Grenze der Bebauung)	1,5	---	0,04	1,2	Ja
		2,0	13	0,04	1,2	Ja

Tabelle 3-1: Messergebnisse und Bewertung, Messreihe 1

MP	Beschreibung	Messhöhe [m]	Gemessene elektrische Feldstärke [V/m]	Gemessene magnetische Flussdichte [μ T]	Berechnete maximale magnetische Flussdichte [μ T]	26. BImSchV Grenzwert eingehalten
2.1	Messreihe 2, Abstand zwischen 110 kV Freileitung und geplanter möglicher Bebauung (92,11 m), unterhalb der Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,27	8,1	Ja
		2,0	453	0,31	9,3	Ja
2.2	Messreihe 2, 5 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,25	7,5	Ja
		2,0	406	0,31	9,3	Ja
2.3	Messreihe 2, 10 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,21	6,3	Ja
		2,0	465	0,25	7,5	Ja
2.4	Messreihe 2, 15 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,16	4,8	Ja
		2,0	395	0,18	5,4	Ja
2.5	Messreihe 2, 20 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,12	3,6	Ja
		2,0	282	0,13	3,9	Ja
2.6	Messreihe 2, 25 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,11	3,3	Ja
		2,0	193	0,11	3,3	Ja
2.7	Messreihe 2, 30 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,08	2,4	Ja
		2,0	137	0,08	2,4	Ja
2.8	Messreihe 2, 35 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,07	2,1	Ja
		2,0	102	0,07	2,1	Ja
2.9	Messreihe 2, 40 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,06	1,8	Ja
		2,0	77	0,06	1,8	Ja
2.10	Messreihe 2, 45 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,06	1,8	Ja
		2,0	61	0,06	1,8	Ja
2.11	Messreihe 2, 50 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	49	0,05	1,5	Ja
2.12	Messreihe 2, 55 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	41	0,05	1,5	Ja
2.13	Messreihe 2, 60 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	34	0,05	1,5	Ja

MP	Beschreibung	Messhöhe [m]	Gemessene elektrische Feldstärke [V/m]	Gemessene magnetische Flussdichte [μ T]	Berechnete maximale magnetische Flussdichte [μ T]	26. BImSchV Grenzwert eingehalten
2.14	Messreihe 2, 65 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	29	0,05	1,5	Ja
2.15	Messreihe 2, 70 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	25	0,05	1,5	Ja
2.16	Messreihe 2, 75 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,05	1,5	Ja
		2,0	21	0,05	1,5	Ja
2.17	Messreihe 2, 80m Abstand zur Mittelachse der Freileitung	1,5	---	0,04	1,2	Ja
		2,0	19	0,04	1,2	Ja
2.18	Messreihe 2, 85 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung (Grenze der Bebauung)	1,5	---	0,04	1,2	Ja
		2,0	17	0,04	1,2	Ja
2.19	Messreihe 2, 90 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung (Grenze der Bebauung)	1,5	---	0,04	1,2	Ja
		2,0	15	0,04	1,2	Ja
2.20	Messreihe 2, 92 m Abstand zur Mittelachse der Freileitung (Grenze der Bebauung)	1,5	---	0,04	1,2	Ja
		2,0	15	0,04	1,2	Ja

Tabelle 3-2: Messergebnisse und Bewertung, Messreihe 2

5 Bewertung und gutachterliche Stellungnahme

Die folgenden Aussagen gelten nur für die Beiträge der beschriebenen 110 kV Freileitungstrasse zur Exposition elektromagnetischer Felder bei der Netzfrequenz von 50 Hz unter Berücksichtigung der im Prüfbericht definierten Abstände zur Anlage.

Aus den in Kapitel 4 dargestellten Messwerten und **deren Extrapolation auf maximale Stromauslastung** ergibt sich:

Die für die Allgemeinbevölkerung gültigen Grenzwerte (26. BImSchV) für das elektrische Feld bzw. für die magnetische Flussdichte, ausgehend von der 110 kV Freileitungstrasse LH-14 -012A Conneforde – Varel werden im Bereich des Bebauungsplan Nr. 264 „Logenkamp“ eingehalten und weit unterschritten.

Elektrische Feldstärke:

Der Grenzwert wird am ungünstigsten Messort unmittelbar an der Freileitung (MP 2.1) mit 453 V/m in Bezug zum Grenzwert von 5000 V/m um den Faktor 11 unterschritten. An der geplanten Bebauungsgrenze (MP 2.20) des Bebauungsplan Nr. 264 "Logenkamp" wird der Grenzwert mit 15 V/m um den Faktor 333 unterschritten.

Magnetische Flussdichte:

Der Grenzwert wird am ungünstigsten Messort unmittelbar an der Freileitung (MP 2.1) mit 9,3 µT in Bezug zum Grenzwert von 100 µT um den um den Faktor 10,8 unterschritten. An der geplanten Bebauungsgrenze (MP 1.18 und MP 2.20) des Bebauungsplan Nr. 264 "Logenkamp" wird der Grenzwert mit 1,2 µT um den Faktor 83 unterschritten.

6 Liste der Messgeräte

Bezeichnung/ Marking	Hersteller/ Manufacturer	Typ/ Type	Seriennummer/ Serial-No.	Letzte Kal./ Last Cal.	Nächste Kal./ Next Cal. (±1 Monat/ Month)	Nr. / No.
Field measurement system	Wavecontrol	SMP2	16SN0313	Feb 24	Jan 26	142

Ende des Berichts