



Immissionsbericht

Projekt / Vorhaben:

110-kV-Kabelleitung Fürth
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

Magnetische Flussdichte

erstellt durch die

Omexom Hochspannung GmbH

Auftraggeber:

Bayernwerk Netz GmbH
Lilienthalstraße 7
93049 Regensburg

Auftragnehmer:

Omexom Hochspannung GmbH
Technikzentrum
Business-Unit Planung Nord/Ost
Schulstraße 124
29664 Walsrode
Bearbeiter: Oliver Filter

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

Inhaltsverzeichnis

1	AUFGABENSTELLUNG	4
2	GRUNDLAGEN UND ERLÄUTERUNGEN	4
2.1	ALLGEMEINES	4
2.2	MAGNETISCHE FELDER	6
3	MINIMIERUNGSGEBOT	6
4	BERECHNUNGSPARAMETER UND IMMISSIONSORTE	7
4.1	BERECHNUNGSPARAMETER	7
4.2	UNTERSUCHUNG DER IMMISSIONEN	8
4.2.1	Untersuchung maßgebliche Immissionsorte gemäß 26. BimschV	8
4.2.2	Untersuchung des Minimierungsgebotes gemäß 26.BimschVVwV	12
4.2.2.1	<i>Minimieren der Kabelabstände</i>	12
4.2.2.2	<i>Optimieren der Leiteranordnung</i>	13
4.2.2.3	<i>Optimierung der Verlegegeometrie</i>	13
4.2.2.4	<i>Optimieren der Verlegetiefe</i>	14
5	BERECHNUNGSERGEBNISSE	15
6	ERGEBNISBEWERTUNG	16
6.1	SCHUTZ VOR GESUNDHEITLICHEN AUSWIRKUNGEN	16
6.2	ZUSAMMENFASSUNG	16
7	VERZEICHNIS DER ANHÄNGE	17
8	LITERATUR	18

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Berechnungsergebnisse der 110-kV-Kabelleitung Fürth, LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8.....	15
Tabelle 2: Gegenüberstellung Ergebnis magnetisches Feld zu Grenzwert.....	16

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1: Max. Berechnungspunkt des magnetischen Felds beim Freibad	9
Abb. 2: Max. Berechnungspunkt des magnetischen Felds beim Fußballplatz/Outdoor Gym	10
Abb. 3: Max. Berechnungspunkt des magnetischen Felds beim Kindergarten	11

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

1 Aufgabenstellung

Aus Gründen der Wartung, Zuverlässigkeit, erhöhtem Leistungsbedarf sowie Straßenausbauplanungen der Stadt Fürth plant die Bayernwerk Netz GmbH den Ersatzneubau einer 110-kV-Kabelleitung mit zwei Kabelsystemen zwischen dem Mast 24 der 110-kV-Freileitung G305 Gebersdorf - Kriegenbrunn und dem Umspannwerk Dambacher Straße. Der Verlauf der ca. 3,5 km langen 110-kV-Kabelleitung beginnt am Mast 24.

2 Grundlagen und Erläuterungen

2.1 Allgemeines

Für die Errichtung und den Betrieb von Niederfrequenzanlagen mit Nennspannungen größer 1 kV ist die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) [1], Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung der Bekanntmachung von 14. 08. 2013 BGBl.I, gültig.

Nach § 3 Abs. 2 der 26. BImSchV sind zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen Niederfrequenzanlagen, die nach dem 22. August 2013 errichtet worden sind, so zu errichten und zu betreiben, dass sie in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung die genannten Grenzwerte nicht überschreiten dürfen. Unabhängig der in der 26. BImSchV festgesetzten Grenzwerte für elektromagnetische Feldimmissionen besteht gemäß § 4 der 26. BImSchV i. V. m. mit der 26. BImSchVVwV ein Minimierungsgebot für 110-kV-Kabelleitungen, dessen Anwendung sich auf den Neubau von Anlagen und auf wesentliche Änderungen von Anlagen i. S. d. BImSchG bezieht. Die Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 26.02.2016 zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26.BImSchV (26. BImSchVVwV), in welcher die ggf. in Frage kommenden Maßnahmen zur Minimierung konkret beschrieben sind, ist zu berücksichtigen. Der Schallschutz nach TA Lärm ist zu vernachlässigen, da keine Geräuschentwicklung bei einer Erdkabeltrasse vorhanden ist.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

Für das Vorhaben sind die mit der Maßnahme verbundenen Immissionen darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung vorgeschriebener Richtwerte zu beurteilen. Hierbei handelt es sich um:

- Magnetische Flussdichte B

Festgelegte Untersuchungsabstände für Niederfrequenzanlagen:

- 110-kV-Kabel / Bewertungsabstand 1 m
- 110-kV-Kabel / Einwirkungsbereich 35 m

Folgender Grenzwert zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen ist für magnetische Feldimmissionen der Kabelleitungen festgesetzt, diese darf am maßgeblichen Immissionsort nicht überschritten werden:

- 100 μ T für die magnetische Flussdichte B

Die in der Verordnung genannten Grenzwerte basieren auf den von der Internationalen Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung (ICNIRP) [3] und der 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 netztechnischen Gründen nicht mit der zugrunde gelegten Nennlast betrieben, sondern nur mit etwa 60% 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.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**

LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

2.2 Magnetische Felder

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 Mikrotesla (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 Kabelleitungsabschnitten treten die stärksten magnetischen Felder direkt oberhalb des Leiters, welcher der Erdoberkante am nächsten liegt, auf. Die Stärke des Feldes nimmt mit zunehmender seitlicher Entfernung schnell ab. Magnetfelder können anorganische und organische Stoffe nahezu ungestört durchdringen.

3 Minimierungsgebot

Grundsätzlich ist bei der Planung von Leitungen darauf zu achten, dass die entstehenden Immissionen minimiert werden. Im Abstand von 35 m vom äußeren Kabel einer Kabeltrasse (Einwirkungsbereich der Anlage) bzw. im Bereich zwischen der Trassenachse und dem Bewertungsabstand von 1 m befinden sich drei maßgebliche Minimierungsorte, also ein Gebäude oder Grundstück im Sinne des § 4 Absatz 1 26. BImSchV (Wohnungen, Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze oder ähnliche Einrichtungen) sowie jedes Gebäude oder Gebäudeteil, das zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen (regelmäßig mehrere Stunden) bestimmt ist. Gemäß der Begründung zur 26. BImSchVV vom 03.03.2016 wurden die Minimierungsmaßnahmen der in Nr. 5 der 26. BImSchVV [4] aufgeführten technischen Möglichkeiten geprüft und erfüllt.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

4 Berechnungsparameter und Immissionsorte

4.1 Berechnungsparameter

Im Zuge des Neubaus der Kabelleitung werden die Systeme LH-07-G900/1-4 durch die Systeme LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8 ersetzt. Die neue Kabelleitung wird mit dem Kabel-Schutzrohr DN 200 (PP) verlegt. Auf der gesamten Kabelleitung werden 2 Systeme mit jeweils 3 Kabelleitern verlegt.

Für den derzeitigen Planungsstand ergibt sich folgende Konstellation:

Berechnungsparameter

Frequenz	50 Hz
Nennspannung	110-kV (Berechnungsspannung 123-kV)
max. Stromstärke	1000 A
Phasenbelegung	Phasenführungsplan (L3-L2-L1:L1-L2-L3)
Leiterkabel	2x3x1 NA2XS(FL)2Y 2FO 1x2500RMS/70 76/132(145) kV
Kabel-Schutzrohr	DN 200 (PP) bei offener Bauweise, DN 225 (PP) geschlossene Bauweise

Das Verlegen des Kabels bzw. der Rohranlage wird in unterschiedlichen Verfahren durchgeführt. Es handelt sich hierbei um:

- offene Bauweise
- geschlossene Bauweise – Horizontalbohrverfahren
- geschlossene Bauweise – Bohrpressverfahren

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

4.2 Untersuchung der Immissionen

4.2.1 Untersuchung maßgebliche Immissionsorte gemäß 26. BImSchV

Im Sinne der 26. BImSchV wurden die maßgebenden Immissionsorte in den vorgegebenen Untersuchungsabständen (s. Kap. 2.1) bis zum äußeren Kabel im Bereich der geplanten 110-kV-Kabelleitung mit folgendem Ergebnis ermittelt:

Bewertungsabstand Planung

- keine relevanten Immissionsorte

Einwirkungsbereich Planung (maßgebliche Minimierungsorte)

- 3 Minimierungsorte im Einwirkungsbereich wurden berechnet und betrachtet

Die genauen Berechnungsergebnisse der ermittelten Immissionen sind aus Anhang 1 zu entnehmen. Eine Darstellung der elektrischen Felder bei Kabeln und eingehausten Netzstationen entfällt, da diese durch den Kabelmantel bzw. durch die Einhausung vollständig abgeschirmt werden. Für den Kabelendmast 24 der 110-kV-Freileitung Gebersdorf - Kriegenbrunn, LH-07-G305 wird daher nur das magnetische Feld dargestellt. Die genaue Lage der maßgebenden Immissionsorte in der Örtlichkeit ist aus den beiliegenden Lageplänen (Abb.1, 2 u. 3) ersichtlich. Die Minimierungsorte sind hier entsprechend im Plan markiert.

Die Berechnung der Immissionswerte erfolgte gemäß der LAI – „Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder“ Abs. II.2.4 [2] in 0,2 m Höhe über dem Erdboden.

Für die 110-kV-Erdkabelanlage ist der Immissions-Wirkungsbereich bedeutend geringer als bei Freileitungen und betrifft nur die magnetische Flussdichte. Aufgrund der schnellen Abnahme der magnetischen Flussdichte erfolgt die Berechnung in einem Regelprofil.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**

LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

Lagepläne

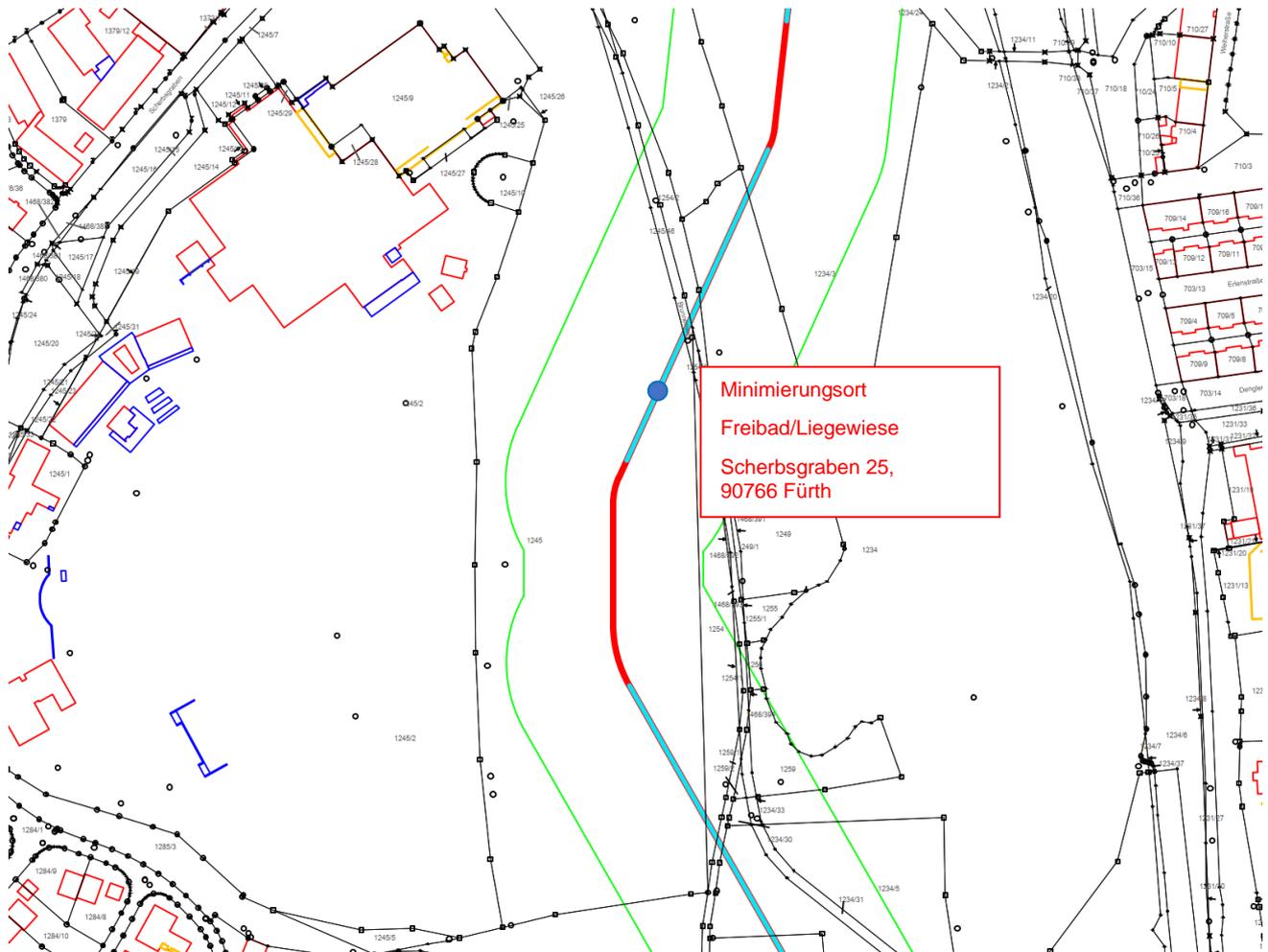


Abb. 1: Max. Berechnungspunkt des magnetischen Felds beim Freibad

Neubauleitung G900/7 und G900/8 (rot)

Einwirkungsbereich nach 26. BImSchVVwV (grün)

Immissionspunkt Flurstück (blau)

Grabenlose Verlegung (cyan)

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**

LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

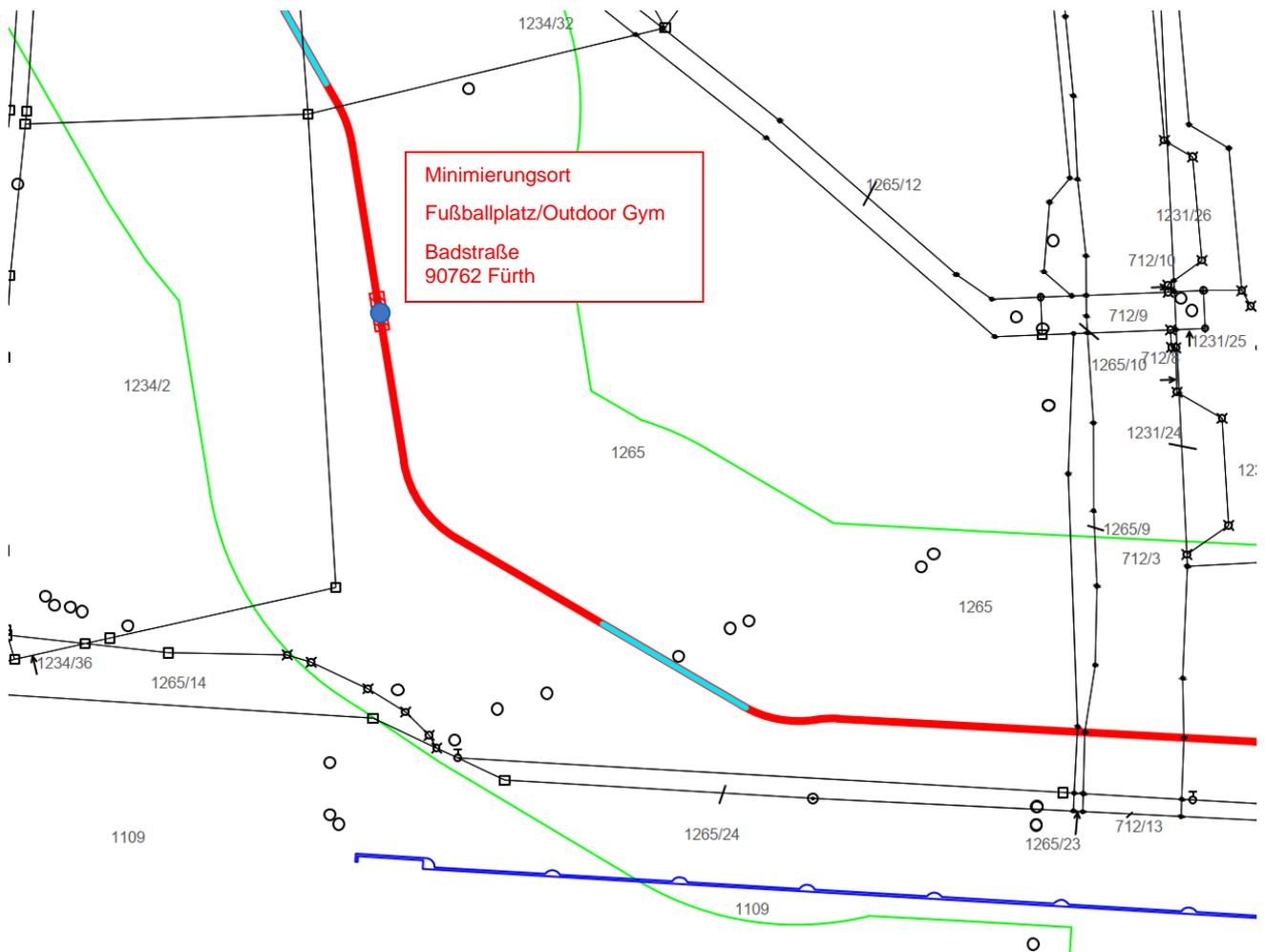


Abb. 2: Max. Berechnungspunkt des magnetischen Felds beim Fußballplatz/Outdoor Gym

Neubauleitung G900/7 und G900/8 (rot)

Einwirkungsbereich nach 26. BImSchVVwV (grün)

Immissionspunkt Flurstück (blau)

Grabenlose Verlegung (cyan)

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**

LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

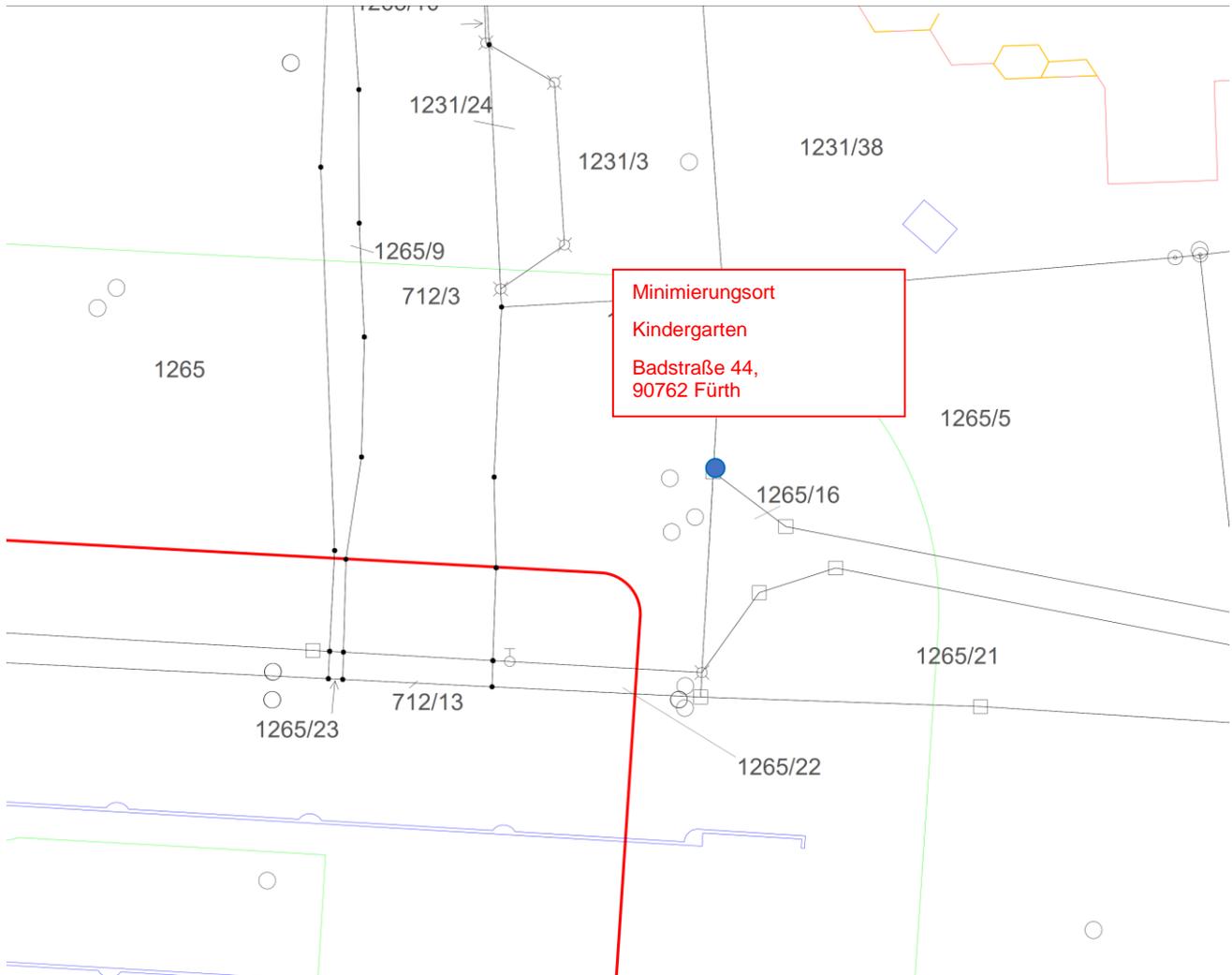


Abb. 3: Max. Berechnungspunkt des magnetischen Felds beim Kindergarten

Neubauleitung G900/7 und G900/8 (rot)

Einwirkungsbereich nach 26. BImSchVVwV (grün)

Immissionspunkt Flurstück (blau)

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**

LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

4.2.2 Untersuchung des Minimierungsgebotes gemäß 26.BImSchVVwV

Nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV sind bei Neuerrichtung oder wesentlicher Änderung einer Erdkabelleitung die Möglichkeiten zur Minimierung des von der jeweiligen Anlage ausgehenden magnetischen Feldes nach dem Stand der Technik zu prüfen. Der Einwirkungsbereich einer 110-kV-Erdkabelanlage beträgt dabei entsprechend 26. BImSchVVwV [4] 35 m zu den ruhenden äußeren Kabelleitern.

Die nach Kapitel 5.3.2 des 26. BImSchVVwV zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten zur Minimierung sind zu prüfen und zu bewerten. Entsprechend den in Kapitel 3.1 der 26. BImSchVVwV vorgegebenen Randbedingungen zur Prüfung erfolgt diese für die festgelegte Trasse, d. h. eine alternative Trassenführung oder Standortalternativen der Maste sind ausdrücklich nicht Bestandteil der Minimierungsprüfung. Dennoch sei an dieser Stelle angemerkt, dass durch die Wahl der Trassenführung nur sehr geringe Feldstärkewerte an den maßgeblichen Minimierungsorten vorhanden sind (Tabelle 1).

4.2.2.1 Minimieren der Kabelabstände

Bei dieser Maßnahme sollen die Kabel mit möglichst geringem Abstand zueinander verlegt werden, hierzu gehört auch die Minimierung der Kabelabstände innerhalb eines Stromkreises und zu anderen Stromkreisen. Dabei ist darauf zu achten die Abstände der einzelnen Leiter nicht zu gering zu wählen, da sonst die thermische Belastung der einzelnen Erdkabel zu hoch werden kann und diese zerstört bzw. beschädigt werden. Zudem wirkt sich die erhöhte Wärmeentwicklung auf den Erdboden aus. Die Wirksamkeit der Maßnahme ist im Nahbereich der Anlage hoch, wird aber auch durch andere Parameter (Erdkabelgeometrie, Leiteranordnung) stark beeinflusst und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Anlage ab.

Die bei der 110-kV-Kabelleitung Fürth verwendeten Kabelabstände sind bereits optimiert, d. h. die verwendeten Abstände wurden nur dort um das notwendige Maß vergrößert wo betriebliche Anforderungen (thermische Belastung) und Anforderungen der Arbeitssicherheit dies erforderlich machen.

Weitergehende Maßnahmen zur Minimierung der Erdkabelabstände hätten aufgrund der großen Abstände zwischen der Anlage und den maßgeblichen Minimierungsorten und den ohnehin sehr

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**

LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

geringen Immissionswerten nur eine äußerst geringe zusätzliche Reduktion der Feldstärken an den Minimierungsorten zur Folge und sind darüber hinaus nicht umsetzbar.

4.2.2.2 Optimieren der Leiteranordnung

Bei einer vorgegebenen geometrischen Anordnung der einzelnen Kabel wird die Anschlussreihenfolge der Drehstromleiter an die Erdkabel so gewählt, dass sich die von den Kabeln ausgehenden magnetischen Felder bestmöglich kompensieren.

Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist im Nahbereich der Anlage hoch, wird aber auch von anderen Anlagenparametern, wie der geometrischen Anordnung der einzelnen Kabel oder dem Leiterabstand beeinflusst. Ihre relative Wirksamkeit ist abhängig vom Leiterabstand und lässt außerhalb des Bewertungsabstands rasch nach.

Außerhalb des Bewertungsabstandes sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen Phasenordnungen sehr gering. Daher bietet eine weitere Optimierung, insbesondere mit Hinblick auf die Abstände zwischen der Kabelleitung und den maßgeblichen Minimierungsorten und den ohnehin schon niedrigen Immissionswerten kein nennenswertes Minimierungspotential. Darüber hinaus hat die Prüfung des Minimierungspotentials einer etwaigen Optimierung der Leiteranordnung an den maßgeblichen Minimierungsorten (siehe Abb. 1, 2 u. 3) lediglich eine minimale Änderung ergeben.

Eine weitere Optimierung hinsichtlich der maßgeblichen Minimierungsorte ist daher aus genannten Gründen nicht mehr verhältnismäßig.

4.2.2.3 Optimierung der Verlegegeometrie

Kabel werden so verlegt, dass die relative Position der einzelnen Kabel eine bestmögliche Kompensation der entstehenden magnetischen Feldern ermöglicht. Sie können in einer Ebene – horizontal oder vertikal – oder im Dreieck verlegt werden. Dabei ist laut 26. BImSchVVwV, Kapitel 5.3.2.3 für die Kompensation von magnetischen Felder grundsätzlich eine Anordnung im Dreieck vorteilhaft. Bei weiterer Entfernung von der Anlage sind nur noch marginale Unterschiede zwischen den Erdkabelgeometrien nachweisbar.

Bei der vorliegenden Leitung ist bei der offenen Bauweise eine Dreiecksverlegung vorgesehen. Dies entspricht der optimalen Verlegegeometrie.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**

LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

4.2.2.4 Optimieren der Verlegetiefe

Ziel dieser Maßnahme ist es, die Verlegetiefe der Erdkabel zu maßgeblichen Minimierungsorten zu vergrößern. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist grundsätzlich im Nahbereich der Trasse hoch und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Trasse ab, ebenso ist sie abhängig von der Bodenbeschaffenheit. An den vorhandenen maßgeblichen Minimierungsorten werden Bohrverfahren bzw. Flachverlegungen bei den Muffen genutzt, somit bietet diese Maßnahme kein nennenswertes Minimierungspotential, da die Kabel dort schon tiefer liegen als bei der Dreiecksverlegung.

Wie in Tabelle 1 dargestellt, werden mit dieser Maßnahme auch im direkten Nahbereich der Erdkabelleitung der Grenzwert der 26. BImSchV mit $100 \mu\text{T}$ für magnetische Felder deutlich unterschritten.

Eine darüber hinausgehende Betrachtung hat keine nennenswerte Immissionsreduzierung zur Folge und hat bei größerer Verlegetiefe eine schlechtere Wärmeabfuhr mit möglichen Konsequenzen für Kabel und Boden zur Folge. Aufgrund des damit verbundenen Aufwandes und den negativen Auswirkungen auf andere Schutzgüter (Eingriff in den Boden) ist es somit unverhältnismäßig.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**

LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

5 Berechnungsergebnisse

Die Berechnung der magnetischen Flussdichte B [μT] erfolgte in 0,2 m Höhe über dem Erdboden.

Tabelle 1: Berechnungsergebnisse der 110-kV-Kabelleitung Fürth, LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

Leitung	Immissionsort	Abstand zum Gebäude	Abstand zum Flurstück	Magnetische Flussdichte Gebäude	Magnetische Flussdichte Flurstück
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8	Freibad/Liegewiese Flurstück 1245 Gemarkung Fürth Scherbsgraben 25, 90766 Fürth	-	Längenstation: 2+500 – 2+900	-	45,3 μT
		-	seitl. Abstand zur Achse: 0 m		
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8	Fußballplatz/Outdoor Gym Flurstück 1265 Gemarkung Fürth Badstraße, 90762 Fürth	-	Längenstation: 2+900 – 3+200	-	45,4 μT
		-	seitl. Abstand zur Achse: 0 m		
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8	Kindergarten Flurstück 1265/5 Gemarkung Fürth Badstraße 44, 90762 Fürth	-	Längenstation: 3+100 – 3+200	-	0,4 μT
		-	seitl. Abstand zur Achse: 16 m		

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

6 Ergebnisbewertung

6.1 Schutz vor gesundheitlichen Auswirkungen

Die infolge des Leitungsbetriebs maximal zu erwartende magnetische Flussdichte ist im Folgenden den Grenzwerten gem. 26. BImSchV, Anhang 1-4 (zu § 3 Niederfrequenzanlagen) gegenübergestellt. Die Grenzwerte gelten an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Zusätzlich wurde im Anhang 1 noch eine Betrachtung des Kabelendmastes 24 der 110-kV-Leitung Gebersdorf - Kriegenbrunn, LH-07-G305 durchgeführt.

Der Maximalwert der magnetischen Flussdichte liegt deutlich unterhalb der nach 26. BImSchV geforderten Grenzwerte. Der Maximalwert wurde an dem naheliegendsten Punkt des Flurstücks ermittelt. Es zeigt, dass im Einwirkungsbereich an keiner Stelle mit einer Überschreitung der Grenzwerte zu rechnen ist. Die Anforderungen des Personenschutzes sind somit eingehalten. Es sind keine gesonderten Maßnahmen erforderlich.

Tabelle 2: Gegenüberstellung Ergebnis magnetisches Feld zu Grenzwert

Leitung	Immission	Maximalwert der Flussdichte Gebäude	Maximalwert der Flussdichte Flurstück	Grenzwert 26. BImSchV
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8	Magnetische Flussdichte	-	45,4 μT	100 μT

6.2 Zusammenfassung

Die gesetzlich geforderten Grenzwerte gem. 26. BImSchV werden eingehalten. Es sind somit keine gesonderten Maßnahmen bzgl. des Schutzes der menschlichen Gesundheit erforderlich. Der Nachweis zur Vorsorge und dem Schutz der menschlichen Gesundheit ist mit der vorliegenden Untersuchung erbracht.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**

LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

7 Verzeichnis der Anhänge

- Anhang 1 Gutachten zur Berechnung des magnetischen Felds am Kabelendmast 24
- Anhang 2 grafische Darstellungen der magnetischen Flussdichte der 110-kV-Kabelleitung Fürth, LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8
- Anhang 3 Zertifizierungsbestätigung des Programms WinField

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **110-kV-Kabelleitung Fürth**
LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

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, 128. Sitzung 17. und 18. September 2014
- [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] 26. BImSchVVwV – Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV

Anhang 1: Erdkabelübergang

--

für Vermerk der Behörde

An die zuständige Behörde	Betreiber	
Regierung von Mittelfranken Promenade 27 91522 Ansbach	Bayernwerk Netz GmbH Lilienthalstraße 7 93049 Regensburg	
	Az.	

Bewertung einer Niederfrequenzanlage (50 Hz, 16 2/3 Hz)

Zutreffendes bitte ankreuzen

Art der Anlage	Freileitung <input checked="" type="checkbox"/>	Elektrospannanlage <input type="checkbox"/>
	Erdkabel <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Standardanlage <input type="checkbox"/>	Bezeichnung der Standardanlage*)	
<u>Gegenstand der wesentlichen Änderung</u>		
Neubau der 110-kV-Kabelleitung Fürth, LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8		
<u>Standort der Anlage (PLZ, Ort, ggf. Straße, Hausnummer, Flurstück, Bebauungsplan)</u>		
Kabelendmast 24, 110-kV-Leitung Gebersdorf - Kriegenbrunn, LH-07-G305 Gem. Unterfarnbach, Flurstücksnr. 809/2		
<u>Identifikationsnummer/ Anlagenbezeichnung des Betreibers</u>		
110-kV-Kabelleitung Fürth, LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8		

Die beigefügten Anlagen sind Bestandteil dieser Bewertung.

Ort, Datum

Unterschrift/ Stempel

Anlagen: Datenblatt
 Mastbilder
 Lageplan mit Legende
 Übersichtsplan (soweit erforderlich)

*) nach den durch den Betreiber vorgelegten Standardunterlagen

Datenblatt zur Freileitung/Kabelleitung

zum Spannungsfeld (Spannung 110kV): am Kabelendmast 24

**110-kV-Kabelleitung Fürth, LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8 sowie
110-kV-Leitung Gebersdorf - Kriegenbrunn, LH-07-G305**

(Identifikationsnummer/Anlagenbezeichnung des Betreibers)

Typ der Freileitung: 50 Hz 16 2/3 Hz
Übertragungsleitung
Verteilungsleitung

Masttyp: Kabelendmast 24: WA 34 (32643159,54, 5484627,78, 283,65)

schematische Mastbilder sind beigefügt wurden bereits vorgelegt

Höchste betriebliche Anlagenauslastung:

Aufgelegte Spannungssysteme

Nennspannung/Systembezeichnung:

System 1:.....	123 kV	110kV-KRI-DAM-152
System 2:.....	123 kV	110kV-KRI-VA-151
System 3 (Kabel):.....	123 kV	110kV- G900/7
System 4 (Kabel):.....	123 kV	110kV- G900/8

maximaler betrieblicher Dauerstrom

System 1:.....	1025 A
System 2:.....	1025 A
System 3 (Kabel):.....	1000 A
System 4 (Kabel):.....	1000 A

Begrenzung des maximalen betrieblichen Dauerstromes erfolgt durch:

thermisch maximal zulässigen Dauerstrom

Minimaler Bodenabstand ermittelt nach DIN VDE 0210: 17,0 m

Bemerkungen/Ergänzungen:

s. Rückseite

*) der maximale betriebliche Dauerstrom ist durch eine technische Grenze festzulegen (z.B. thermisch maximal zulässiger Dauerstrom, maximal mögliche Übertragungsleistung, maximale Erzeugerleistung (Generatorleistung))

Mastbilder

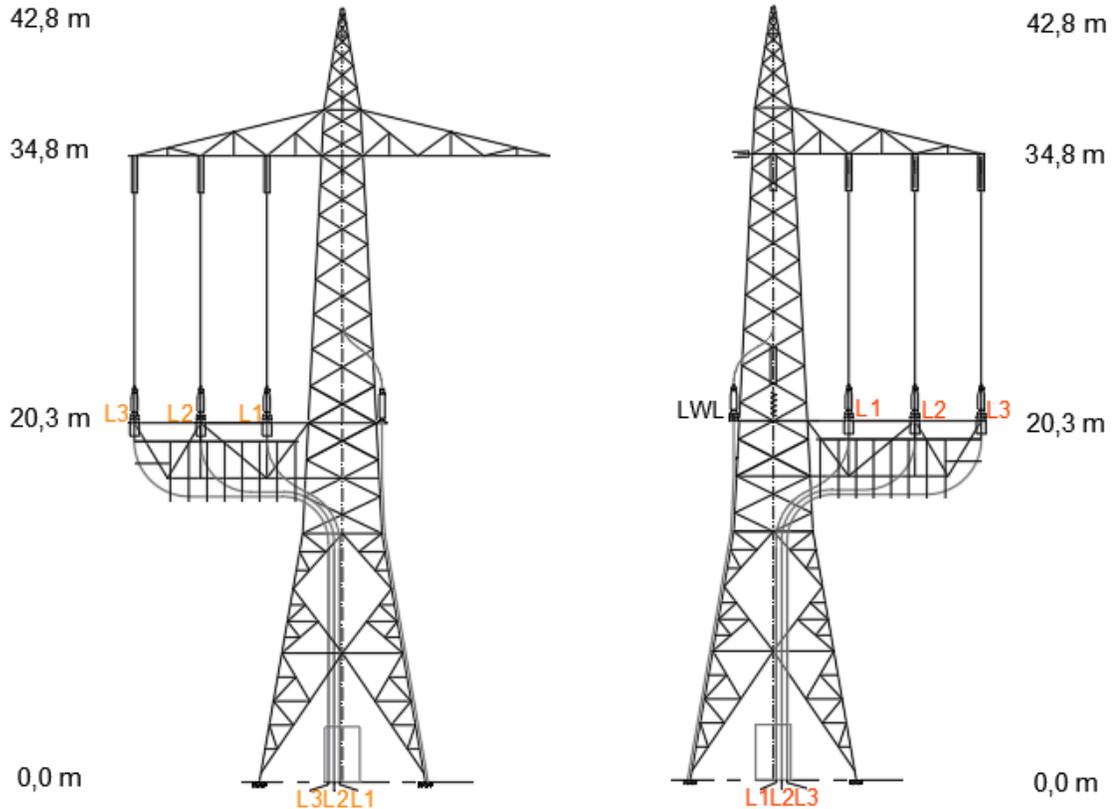
110-kV-Leitung Gebersdorf - Kriegenbrunn, LH-07-G305

Kabelendmast 24

System 1
System 2

Mast 24
WA 34

Mast 24
um 90° gedrehte Trav.



Phasenordnung:

System 1: 110kV-KRI-DAM-152:

System 2: 110kV-KRI-VA-151:

System 3 (Kabel): 110kV-110kV- G900/7:

System 4 (Kabel): 110kV-110kV- G900/8:

1.1[1](L3) / 1.2[2](L2) / 1.3[3](L1)

2.1[4](L1) / 2.2[5](L2) / 2.3[6](L3)

3.1[7](L3) / 3.2[8](L2) / 3.3[9](L1)

4.1[10](L1) / 4.2[11](L2) / 4.3[12](L3)

Belegung:

System 1: 110kV-KRI-DAM-152:

System 2: 110kV-KRI-VA-151:

System 3 (Kabel): 110kV- G900/7:

System 4 (Kabel): 110kV- G900/8:

1x3x1 Al/St 490/65

1x3x1 Al/St 490/65

1x3x1 NA2XS(FL)2Y 2FO 1x2500RMS/70 76/132(145) kV

1x3x1 NA2XS(FL)2Y 2FO 1x2500RMS/70 76/132(145) kV

Bündel: Einfachseil

Bündel: Einfachseil

Bündelkonfiguration:

4-er
Bündel



3-er
Bündel



2-er Bündel
Horizontal
(2H)



2-er Bündel
Vertikal
(2V)



Einfachseil



110-kV-Kabelleitung Fürth, LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8 sowie
110-kV-Leitung Gebersdorf - Kriegenbrunn, LH-07-G305

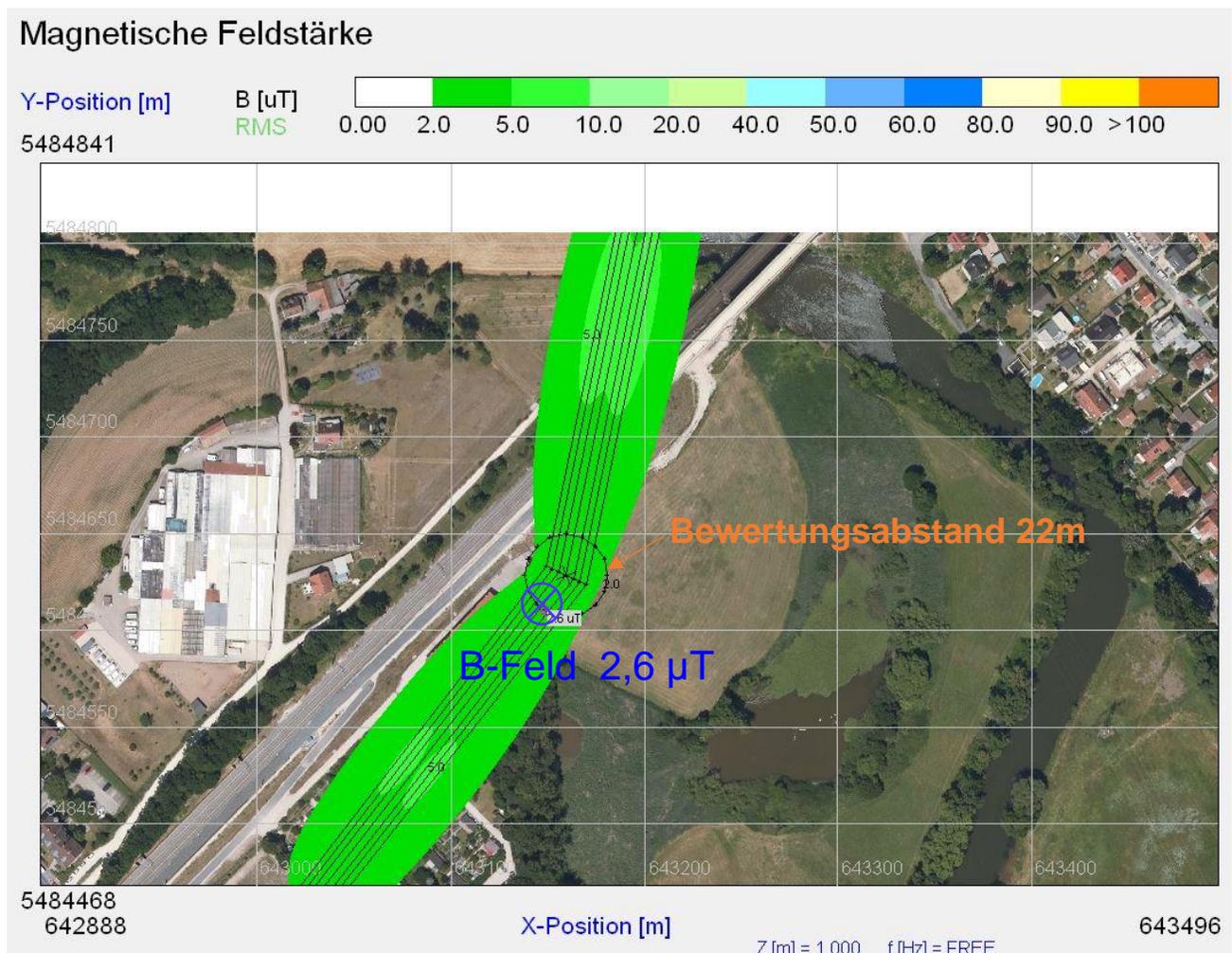
Nachweis über die Einhaltung des magn. Feldes gem. 26. BImSchV

Maßgeblicher Minimierungsort

**Kabelendmast 24, 110-kV-Leitung Gebersdorf - Kriegenbrunn,
LH-07-G305, Gem. Unterfarnbach, Flurstücksnr. 809/2**

Bestand Mast 24

Zu Mast 25

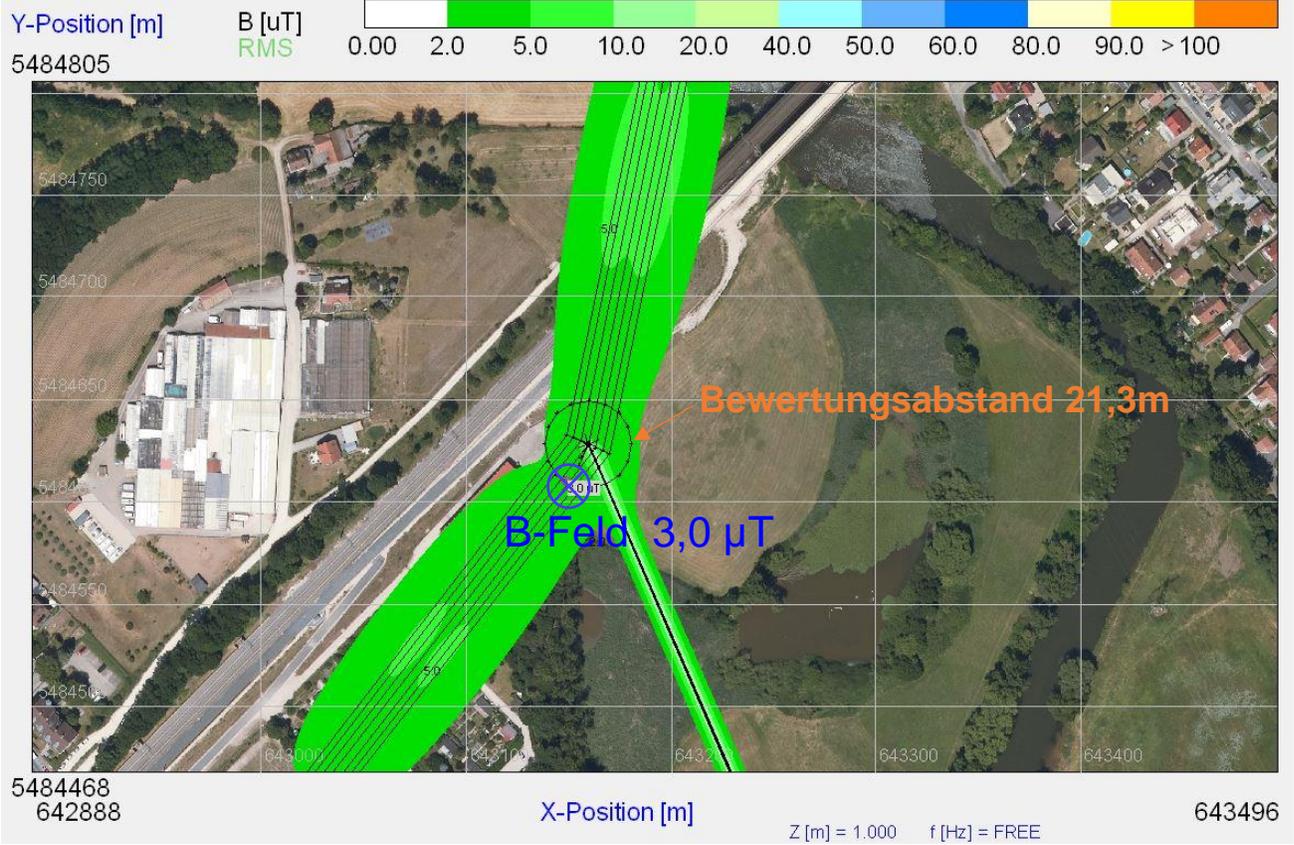


Von Mast 23

Neubau Kabelendmast 24 mit Kabelanbindung

Zu Mast 25

Magnetische Feldstärke



Von Mast 23

Legende zum Lageplan

Im Lageplan ist folgendes dargestellt:

- **der Bewertungsabstand des Kabelendmastes,**
- **die dort durch den Kabelendmast zu erwartende maximale magnetische Flussdichte**
- **das magnetische Feld in Flächendarstellung**

Bemerkungen/Ergänzungen: Für einen besseren Vergleich, wurden oben die vorher nachher Bilder verglichen, um aufzuzeigen das es nur eine minimale Erhöhung der magnetischen Flussdichte im Bewertungsabstand des neuen Kabelendmast geben wird. Diese Werte werden unter Ergebnisse noch einmal dargelegt.

Ergebnisse: **am Kabelendmast 24**

Abstand zum Flurstück (bezogen auf magnetisches Feld):

Bewertungsabstand vom Mast 24: 21,3 m

In 1 m Höhe über dem Erdboden in Richtung der Minimierungsorte ergibt sich eine maximale magnetisch Flussdichte von:

magnetische Flussdichte 3,0 µT

→ Uneingeschränkte Einhaltung der Grenzwerte des 26. BImSchV

Grenzwerte
nach 26.BImSchV:

magnetische Flussdichte 100 µT

Berechnungsgröße:

ungestörtes magnetisches Wechselfeld unter max. Last entsprechend DIN VDE 0848 und 26. BImSchV, Frequenz 50 Hz

Ber. Lastfall: Leiterseil 80°C (System 1 / 2)

Phasenordnung (siehe Darstellung Mastbilder)

Berechnungsgrundlage:

Berechnungen aus Seil ++

Berechnungsmethode:

als Horizontalschnitte 1,0 m über Grund für die magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke

Berechnungsraster:

1,0 m x 1,0m

Programme:

Seil++
WinField Release 2018 der FGEU mbH

Für die Berechnungen werden die Immissionen der Grundfrequenz (50 Hz) ermittelt. In Hoch- und Höchstspannungsnetzen sind Oberwellenanteile (z.B. 100 Hz, 150 Hz) sehr gering, daher sind deren zusätzliche Immissionsbeiträge gegenüber den Immissionen der Grundfrequenz zu vernachlässigen und werden daher in den Berechnungen nicht betrachtet.

Antragsunterlagen erstellt durch:

Firma *Omexom Hochspannung GmbH*

Walsrode, 31.01.2023

Ort, Datum

Unterschrift/ Stempel

*) die Darstellung des elektrischen Felder entfällt bei Kabeln und eingehausten Netzstationen, da diese durch den Kabelmantel bzw. durch die Einhausung vollständig abgeschirmt werden

Anhang 2

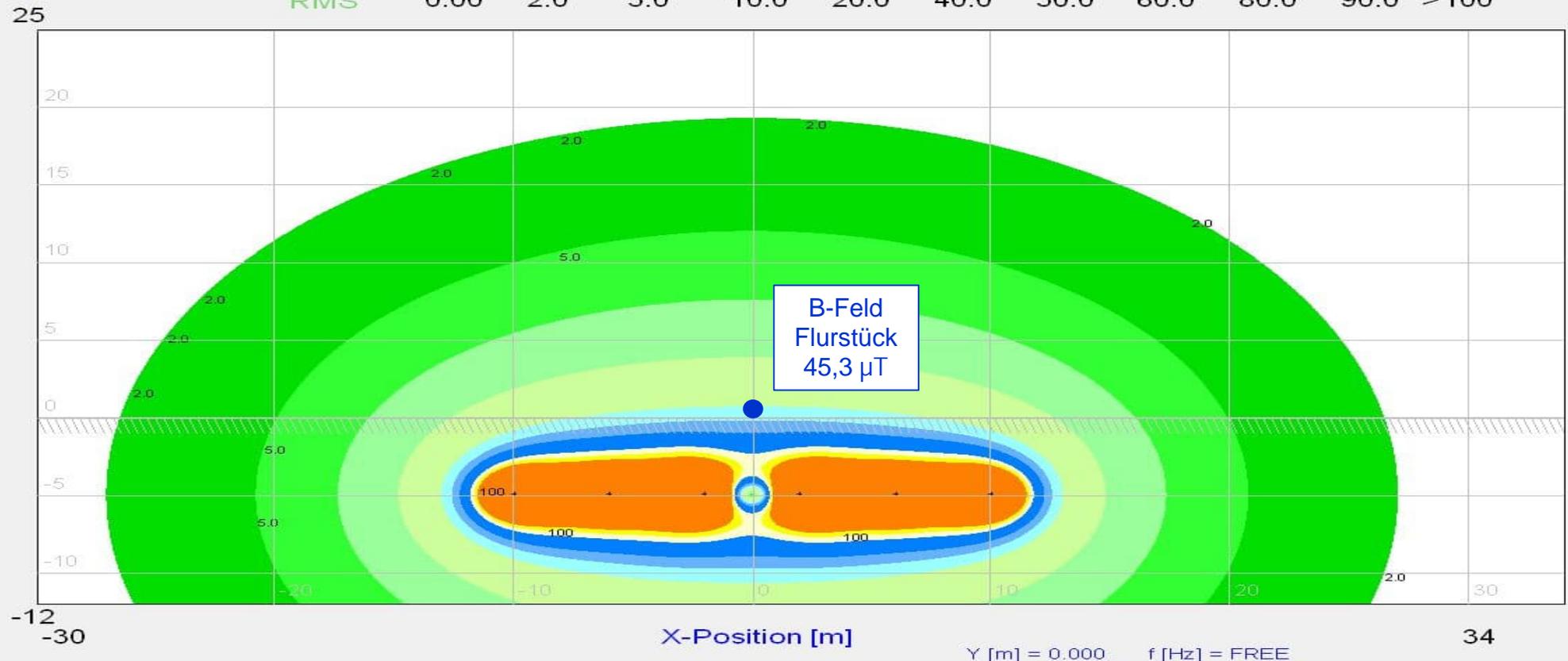
Projekt/Vorhaben: 110-kV-Kabelleitung Fürth, LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

magnetische Flussdichte B
Immissionsberechnung für das HDD Bohrverfahren

Magnetische Feldstärke

Z-Position [m]

B [uT]
RMS



Anhang 2

Projekt/Vorhaben: 110-kV-Kabelleitung Fürth, LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

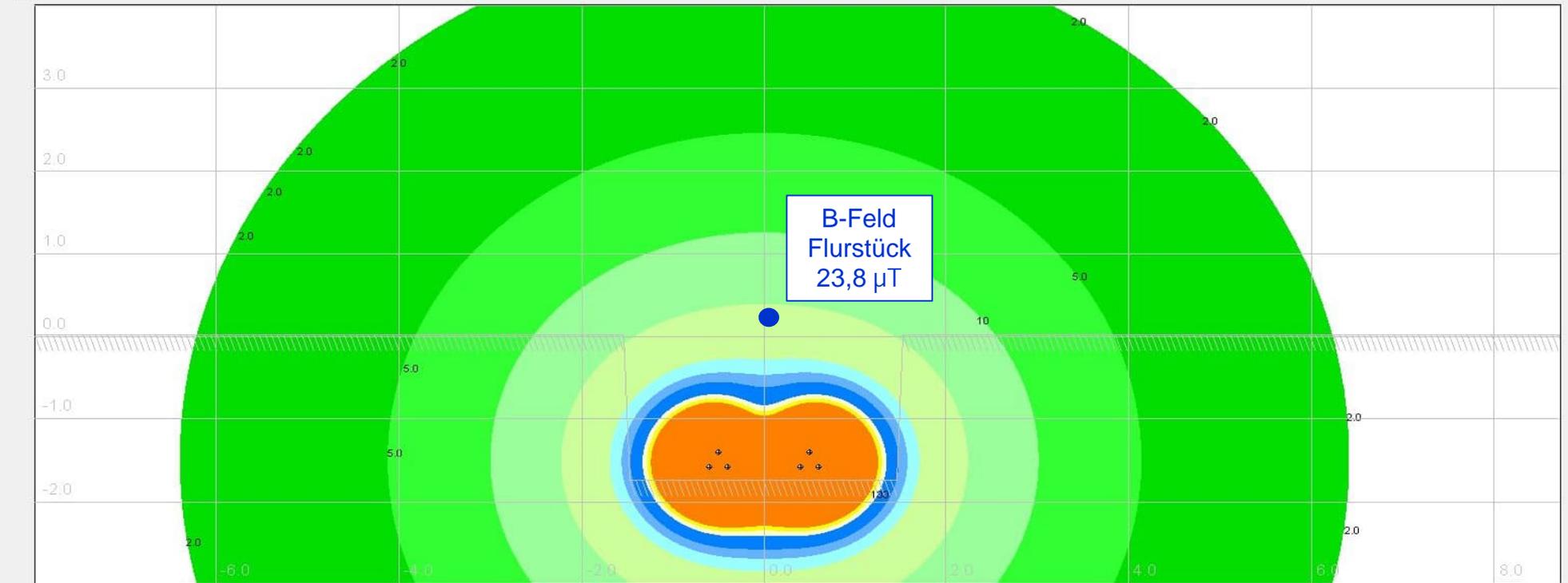
magnetische Flussdichte B
Immissionsberechnung für das Grabenprofil mit Dreiecksverlegung

Magnetische Feldstärke

Z-Position [m]

4.0

B [uT]
RMS



-3.0
-8.0

X-Position [m]

Y [m] = 0.000 f [Hz] = FREE

8.7

Anhang 2

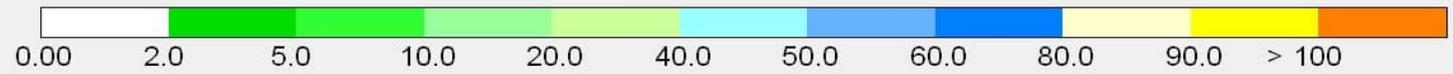
Projekt/Vorhaben: 110-kV-Kabelleitung Fürth, LH-07-G900/7 und LH-07-G900/8

magnetische Flussdichte B
Immissionsberechnung für das Grabenprofil mit Flachverlegung an den Muffen

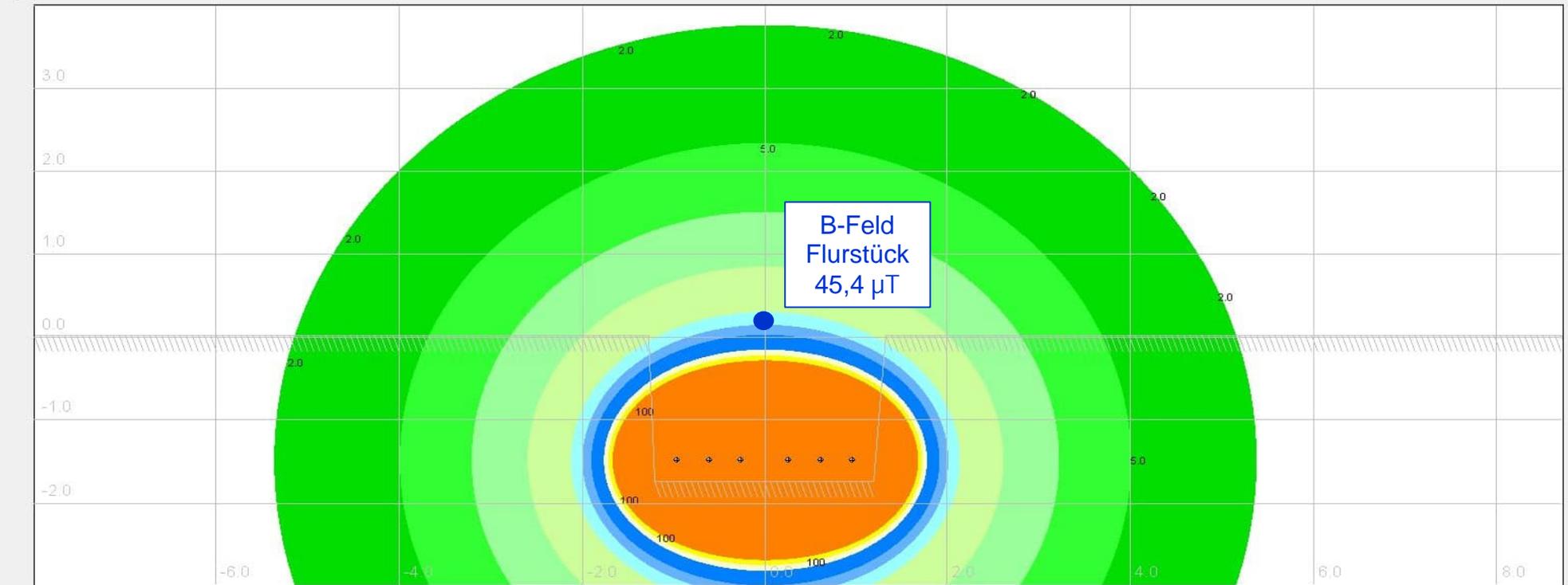
Magnetische Feldstärke

Z-Position [m]

B [uT]
RMS



4.0



-3.0
-8.0

X-Position [m]

Y [m] = 0.000 f [Hz] = FREE

8.7

Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH

Hersteller Zertifikat

(Genauigkeit der Feld-, Leistungsflußdichte- und Schallpegelberechnung)

WinField / EFC-400 - Electric and Magnetic Field Calculation

ISSUER:	FGEU mbH	SERIAL NUMBER:	*****
PRODUCT NAME:	WinField / EFC-400	ISSUE DATE:	1.9.2017
PRODUCT RELEASE DATE:	1.9.2017	VERSION:	>= V2018

Die Software ist konform zu DIN EN 50413 mit folgender Berechnungsgenauigkeit:

Der Fehler der Feldberechnung an geraden Leitern beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Software ohne die Berücksichtigung von Störeinflüssen durch Bebauung, Bewuchs oder ferromagnetische Materialien etc. beträgt für die magnetische Flußdichte 0.00001% und für die elektrische Feldstärke 0.0001%. Der Fehler der Feldberechnung für gerade Antennen ohne Berücksichtigung von Störeinflüssen beträgt im Fernfeld 0.0001%. Beim Einsatz von Antennenpattern wird der Gewinn bis auf 1% Genauigkeit durch Integration der Pattern bestimmt. Werden segmentierte Elemente wie z.B. kreis- oder spulenförmige Strukturen verwendet, erhöht sich der geometrische Fehler entsprechend der Fehlerdokumentation im Benutzerhandbuch. In der vordefinierten Standardeinstellung beträgt der Berechnungsfehler der magnetischen Flußdichte, der magnetischen und elektrischen Feldstärke, der Leistungsflußdichte sowie des Schallpegels, für die in der Software Dokumentation vorgesehenen Anlagenarten und Betrachtungsfälle ohne Störeinflüsse, folglich maximal:

maximaler Berechnungsfehler = 1.4 %

Die Vernachlässigung der Störeinflüsse durch Bebauung, Bewuchs oder ferromagnetische Materialien ist für die im Personenschutz maßgeblichen Abstände unerheblich, da die Berechnung in diesem Fall dem von der 26. BImSchV ausdrücklich stattgegebenen konservativen Ansatz entspricht und den 'worst-case' darstellt.

Besonderheiten:

Bei der benutzerdefinierten Konstruktion von Anlagen kann der Fehler entsprechend Fehlerdokumentation im Anhang des Benutzerhandbuches kleiner oder größer sein. Insbesondere wirkt sich ein geometrischer Fehler der Größe x% bei Eingabe der Anlagenmaße und Anlagenposition aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten als Fehler der Größe 2x% in der Feldberechnung aus. Dies gilt grundsätzlich, d.h. auch für Messungen an einer Referenzanlage, wenn sogenannte baugleiche Anlagen geometrische Abweichungen wie z.B. differierende Aufstellorte, Wandstärken etc. aufweisen.

Eine Vergleichbarkeit mit Meßwerten an Anlagen ist grundsätzlich nur bedingt gegeben, da normgerechte Meßverfahren die Feldstärken über eine Fläche von 100 cm² mitteln, wodurch bereits eine Erhöhung der Feldstärken um bis zu 78% gegenüber punktueller Feldmessung oder Berechnung gegeben sein kann.

Dr. rer. nat. Olaf Plotzke

unabhängiger Sachverständiger für "Elektromagnetische Umweltverträglichkeit" - EMVU65 Berlin, Tel 786 63 89, Fax 786 63 89
 Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie GmbH
 EGU mbH
 Yorckstr. 60, D-10585 Berlin