
Immissionsbericht

Projekt / Vorhaben:

**Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf,
Neubau Mast 6N**

Ltg. Nr. LH-13-133

Elektrische Feldstärke,
magnetische Flussdichte,
Schallpegel

erstellt durch die

Omexom Hochspannung GmbH

Auftraggeber:

Schleswig-Holstein Netz AG
Schleswig-Heinrichs-Platz 1
25451 Quickborn

Auftragnehmer:

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

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

Inhaltsverzeichnis

1	AUFGABENSTELLUNG	4
2	GRUNDLAGEN UND ERLÄUTERUNGEN	5
2.1	ELEKTRISCHE FELDER.....	5
2.2	MAGNETISCHE FELDER	5
2.3	SCHALLIMMISSIONEN.....	6
3	MINIMIERUNGSGEBOT	8
4	BERECHNUNGSPARAMETER UND IMMISSIONSORTE	8
4.1	BERECHNUNGSPARAMETER.....	8
4.2	UNTERSUCHUNG DER IMMISSIONEN	9
4.2.1	Untersuchung maßgebliche Immissionsorte gemäß 26. BImSchV.....	9
4.2.2	Untersuchung des Minimierungsgebotes gemäß 26.BImSchVVwV	10
4.2.2.1	<i>Abstandsoptimierung.....</i>	<i>10</i>
4.2.2.2	<i>Elektrische Schirmung.....</i>	<i>11</i>
4.2.2.3	<i>Minimieren der Seilabstände</i>	<i>11</i>
4.2.2.4	<i>Optimierung der Mastkopfgeometrie.....</i>	<i>12</i>
4.2.2.5	<i>Optimieren der Leiteranordnung.....</i>	<i>12</i>
4.2.3	Untersuchung Schallpegel gemäß TA-Lärm	14
5	BERECHNUNGSERGEBNISSE	16
6	ERGEBNISBEWERTUNG	16
6.1	ELEKTRISCHES UND MAGNETISCHES FELD.....	16
6.2	SCHALLPEGEL.....	17
6.3	ZUSAMMENFASSUNG	17
7	VERZEICHNIS DER ANHÄNGE.....	18
8	LITERATUR.....	19

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich gemäß 26.BImSchVVwV	8
Tabelle 2: Berechnungsergebnisse Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N	16
Tabelle 3: Gegenüberstellung Ergebnisse elektrisches und magnetisches Feld zu Grenzwert	17
Tabelle 4: Gegenüberstellung Ergebnisse Schallpegel zu Richtwert.....	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lageplan mit Immissionsorten bzw. Berechnungspunkten	15
---	----

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

1 Aufgabenstellung

Die Schleswig-Holstein Netz AG plant die Übernahme der 220-kV-Freileitung "*Kraftwerk Kiel – Kiel/Süd*" (LH-13-211) von der TenneT TSO GmbH.

In diesem Fall wird durch einen Neubau des Mastes Nr.6N (133) der 110-kV-Leitung Kiel/Süd-Höndorf, LH-13-133, eine Verbindung zur 220/110-kV-Leitung KW Kiel-Kiel/Süd, LH-13-211, durch einen einfachen Umbau möglich. Somit kann eine neue Verbindung zwischen dem Neubaumast Nr.6N (133) sowie dem Bestandsmast Nr.6(211) hergestellt werden, um den 110-kV-Stromkreis nach Höndorf weiter zu betreiben.

Im Rahmen dieses Berichtes wurde die mögliche Beeinträchtigung von Personen (EMUV elektromagnetische Umweltverträglichkeit) sowie die Beurteilung des Schallpegels untersucht. Die elektrische Konfiguration der Trasse wurde hierbei mit den ungünstigsten Parametern versehen (Worst-Case-Betrachtung). Die Berechnung erfolgte an Immissionsorten, die im Einwirkungsbereich des Neubaus stehen und werden im Kapitel 0 benannt. Die Ermittlung der Immissionen erfolgte mit Hilfe des zertifizierten Rechenprogramms WinField Version 2018 (Anhang 2). 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 der Vorsorge und dem Schutz vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen von Menschen sind die darin enthaltenen Grenzwerte einzuhalten:

- Magnetische Flussdichte: 100 μ T
- Elektrische Feldstärke: 5 kV/m

Die in der Verordnung genannten Grenzwerte basieren auf den von der Internationalen Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung (ICNIRP) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgeschlagenen Grenzwerten. Sie sollen dem Schutz sowie der Vorsorge der Allgemeinheit vor den Auswirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern dienen.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

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 50% 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.

2 Grundlagen und Erläuterungen

2.1 Elektrische Felder

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 123 kV erhöht. Die Berücksichtigung von 123 kV resultiert aus der höchsten zu erwartenden Spannung bei 110-kV-Anlagen (Nennspannung).

Elektrische Felder können durch elektrisch leitfähige Materialien, z.B. durch bauliche Strukturen, Bewuchs und den Erdboden gut abgeschirmt werden. Für die Betrachtungen wurde die abschirmende Wirkung der Vegetation nicht berücksichtigt.

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 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

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

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. Die Stärke der Felder nimmt mit zunehmender seitlicher Entfernung schnell ab. Magnetfelder können anorganische und organische Stoffe nahezu ungestört durchdringen.

2.3 Schallimmissionen

Aufgrund der elektrischen Randfeldstärke entstehen an der Oberfläche von Leitern Koronaentladungen. Durch diese Entladungen werden Geräusche (Prasseln / Knistern) 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 des Schallpegels erfolgte einmal nach dem Verfahren nach EPRI (Electric Power Research Institute) und alternativ nach BPA (Bonneville Power Administration). Im Sinne der Worst-Case-Betrachtung wurde das BPA-Verfahren [7] unter Beachtung der Schallausbreitung nach DIN ISO 9613-2 angewendet. In die Simulation wurde hierbei eine Niederschlagsrate von 3,5 mm/h (rainy weather) angesetzt. Für Immissionsorte mit einem Trassenabstand von unter 100 m wurde ein Tonhaltigkeitszuschlag von + 3 dB(A) beaufschlagt.

Die Richtwerte zur Beurteilung des Schallpegels an den maßgeblichen Immissionsorten werden durch die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [5] vom 26.08.1998 festgeschrieben. Der einzuhaltende Richtwert wird nach Tag- und Nachtzeit unterschieden und ist abhängig von der bauplanerischen Ausweisung des Immissionsortes.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

Richtwerte für den Schallschutz:

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

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höhdorf, Neubau Mast 6N**

3 Minimierungsgebot

Grundsätzlich ist bei der Planung von Leitungen darauf zu achten, dass die entstehenden Immissionen innerhalb des Einwirkungsbereiches einer Leitung minimiert werden. Als erster Schritt ist dabei zu prüfen, ob und in welcher Entfernung sich maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Freileitung befinden. Dies erfolgt in Kapitel 4.2.1. Wie sich dort zeigt, befinden sich keine maßgeblichen Minimierungsorte im Nahbereich der Anlage, d.h. zwischen der Trassenachse und dem Bewertungsabstand. Somit sind an keinem Ort individuelle Minimierungsprüfungen durchzuführen. Allerdings befinden sich maßgebliche Minimierungsorte im weiteren Einwirkungsbereich (200 m bei 110-kV-Systemen) der Freileitung (Tabelle 1). Aus diesem Grund sind die nach 26. BImSchVVwV Kapitel 5.3 zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten zur Minimierung zu prüfen und zu bewerten. Dies erfolgt in Kapitel 4.2.2.

Tabelle 1: Maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich gemäß 26.BImSchVVwV

Spannfeld		Einwirkungsbereich bis	
von Mast	nach Mast	200 m links der Leitungssachse	200 m rechts der Leitungssachse
Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höhdorf, Neubau Mast 6N			
6 (211)	6N	x	x
6N	7	x	-

4 Berechnungsparameter und Immissionsorte

4.1 Berechnungsparameter

Für die Leitung erfolgt der Neubau von Mast 6N. Dieser neu gestellte Donau-Mast wird als Gestänge A-2-D gebaut. Auf der spannungsführenden linken Mastseite werden Einfachseile getragen. Die rechte Gestängeseite ist außer Betrieb (ankommend) bzw. nicht mit Seilen belegt (abgehend).

Für den derzeitigen Planungsstand ergibt sich folgende Konstellation:

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

Berechnungsparameter

Frequenz	50 Hz
Nennspannung	123-kV (Berechnungsspannung 123-kV)
max. Stromstärke	632 A
Phasenbelegung	Phasenführungsplan (L1-L2-L3: - - -)
Leiterseile	2x3x1 AL/ST 230/30 und 2x3x2 AL/ST 564/72 ankommend 2x3x1 AL/ST 230/30 abgehend
Erdseil:	2 AL/ST 95/55 ankommend 1 AL3/A20SA 92/49 abgehend

4.2 Untersuchung der Immissionen

4.2.1 Untersuchung maßgebliche Immissionsorte gemäß 26. BImSchV

Bei der Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte sind die Anforderungen der 26. BImSchV [1] und die zugehörigen Ausführungen in den LAI-Durchführungshinweisen [2] zu beachten. Immissionsorte im Einwirkungsbereich einer Leitung sind Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und sich in einem Abstand bis zu 10 m des äußersten ruhenden Leiterseils befinden. Der Einwirkungsbereich beschreibt den Bereich, in dem die Anlage einen signifikanten von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht.

Um für den Umbaubereich die maßgeblichen Immissionsorte zu ermitteln, wurde der Verlauf auf entsprechende Orte untersucht. Innerhalb des Einwirkungsbereiches befinden sich keine maßgeblichen Immissionsorte (Abbildung 1).

Aus Transparenzgründen wurde ersatzweise die Höhe des maximalen elektrischen und magnetischen Feldes unterhalb der Leitung und am nächstgelegenen Gebäude bestimmt. Die Lage der Berechnungspunkte ist in Abbildung 1 dargestellt.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

4.2.2 Untersuchung des Minimierungsgebotes gemäß 26.BImSchVVwV

Nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV sind bei Neuerrichtung oder wesentlicher Änderung einer Freileitung die Möglichkeiten zur Minimierung des von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik zu prüfen. Der Einwirkungsbereich einer 110-kV-Freileitung beträgt, dabei entsprechend 26. BImSchVVwV [4], 200 m zu den ruhenden äußeren Leiterseilen.

Die nach Kapitel 5.3 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. Weiterhin ist an dieser Stelle anzumerken, dass nur sehr geringe Feldstärkewerte an den maßgeblichen Minimierungsorten auftreten (Tabelle 2).

4.2.2.1 Abstandsoptimierung

Ziel dieser Maßnahme ist es, die Distanz der Leiterseile zu maßgeblichen Minimierungsorten zu vergrößern. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist grundsätzlich im Nahbereich der Trasse hoch und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Trasse ab. Da sich keine maßgeblichen Minimierungsorte sehr nahe der Trasse befinden, bietet diese Maßnahme kein nennenswertes Minimierungspotential. Dennoch kann durch eine entsprechende Trassenplanung (Erhöhung der Maste, Beschränkung der Spannfeldlängen) mit Beschränkung des minimalen Bodenabstands der Leiterseile erreicht werden, dass bereits im unmittelbaren Nahbereich der Anlage (in 1 m Höhe über Erdoberkante direkt unter den Leiterseilen) die Grenzwerte für elektrische und magnetische Feldstärken eingehalten werden. Aufgrund der kurzen Feldlängen ist der minimale Bodenabstand in den vorliegenden Leitungsfeldern des Umbaus mit über 14 m deutlich größer, als der in der DIN EN 50341 geforderte Mindestbodenabstand von 6,0 m.

Wie in Tabelle 2 dargestellt, werden somit auch im direkten Nahbereich der Freileitung die Grenzwerte der 26. BImSchV mit 5 kV/m für elektrische und 100 µT für magnetische Felder deutlich unterschritten.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

Eine darüberhinausgehende Erhöhung der Bodenabstände durch Masterhöhungen hätte, insbesondere aufgrund der großen Entfernung zu den maßgeblichen Minimierungsorten, keine nennenswerte Immissionsreduzierung zur Folge und ist aufgrund des damit verbundenen Aufwandes und den negativen Auswirkungen auf andere Schutzgüter (Landschaftsbild, Eingriff in den Boden) unverhältnismäßig.

4.2.2.2 Elektrische Schirmung

Die Maßnahme der elektrischen Schirmung umfasst das zusätzliche Anbringen von Schirmflächen oder Leitern unterhalb oder seitlich der spannungsführenden Leiter. Eine Schirmung beeinflusst ausschließlich das elektrische Feld und hat eine eher geringe Wirksamkeit. Die Umsetzung dieser Maßnahme würde in der Regel eine zusätzliche Traverse erfordern. Durch die Notwendigkeit einer damit verbundenen Masterhöhung hat die Schirmung negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild. Weiterhin sind die Eingriffe in den Boden durch eine Fundamentverstärkung größer. Aufgrund der geringen Wirksamkeit, dem äußerst geringen Minimierungspotential und in Anbetracht der sehr geringen Immissionswerte für die elektrischen Felder wird die Maßnahme als unverhältnismäßig im Sinne von Kapitel 3.1 der 26. BImSchVV bewertet. Eine elektrische Schirmung wird daher nicht vorgesehen.

4.2.2.3 Minimieren der Seilabstände

Bei dieser Maßnahme sollen die Abstände zwischen den Leiterseilen reduziert werden, hierzu gehört auch die Minimierung der Seilabstände innerhalb eines Stromkreises sowie zu anderen Stromkreisen. Dabei sind aber Mindestisolierluftstrecken zwischen den Seilen, zwischen Leiterseilen und dem Mast sowie anderen geerdeten Anlagenteilen oder zum Boden entsprechend DIN EN 50341 einzuhalten. Zudem ist zu beachten, dass verringerte Abstände zwischen elektrischen Bauteilen die Geräuschemission durch Koronaeffekte fördern und besondere Maßnahmen bei der Wartung, zum Beispiel bei der Besteigbarkeit der Maste nach sich ziehen. Die Wirksamkeit der Maßnahme ist im Nahbereich der Anlage hoch, wird aber auch durch andere Parameter (Mastkopfgeometrie, Phasenordnung) stark beeinflusst und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Anlage ab.

Der, für den nu zu errichtenden Mast 6N, geplante Gestängetyp wurde bereits bei der Entwicklung in Hinblick auf diese Abstände optimiert, d. h die dort verwendeten geometrischen Abmessungen

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

orientieren sich an den normativen Mindestabständen und wurden nur dort um das notwendige Maß vergrößert wo betriebliche Anforderungen (Besteigbarkeit bei Wartung) und Anforderungen der Arbeitssicherheit dies erforderlich machen.

Weitergehende Maßnahmen zur Minimierung der Seilabstände hätten, aufgrund der großen Abstände zwischen der Freileitung und den maßgeblichen Minimierungsorten und den ohnehin sehr geringen Immissionswerten, nur eine äußerst geringe zusätzliche Reduktion der Feldstärken an den Minimierungsorten zur Folge und sind daher nicht mehr verhältnismäßig im Sinne von Kapitel 3.1 der 26. BImSchVVwV.

4.2.2.4 Optimierung der Mastkopfgeometrie

Die wesentlichen Unterschiede der verschiedenen Mastkopfbilder bestehen in der geometrischen Anordnung der Phasen eines Stromkreises, die horizontal, vertikal oder dreieckförmig sein kann. Dabei ist laut 26. BImSchVVwV Kapitel 5.3.1.4 für die Kompensation von elektrischen und magnetischen Feldern grundsätzlich eine vertikale Anordnung vorteilhaft, was aber streng genommen nur im Bereich des Bewertungsabstands und für einzelne Phasenanordnungen gilt. Direkt unter der Leitung weisen vertikale Anordnung in der Regel sogar höhere Maximalwerte der elektrischen Feldstärke als andere Anordnungen auf. Bei weiterer Entfernung von der Anlage sind nur noch marginale Unterschiede zwischen den Mastkopfgeometrien nachweisbar.

Bei der vorliegenden Leitung ist die Donauanordnung die Vorzugbauweise, da diese deutliche Vorteile hinsichtlich der Masthöhe, dem Landschaftsbild sowie der Anforderungen an das Gestänge und die Gründung bietet. Darüber hinaus hat die Prüfung des Minimierungspotentials einer etwaigen vertikalen Anordnung an den maßgeblichen Minimierungsorten (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) keine Reduzierung der magnetischen Flussdichte ergeben.

Weitergehende Optimierungen hinsichtlich der Auswahl der Mastkopfgeometrie sind daher nicht vorgesehen.

4.2.2.5 Optimieren der Leiteranordnung

Bei einer vorgegebenen geometrischen Anordnung der Systeme (Auflageplatz am Gestänge/Traverse) entscheidet die Anschlussreihenfolge der Phasen des Drehstromsystems, inwieweit

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

sich die von den einzelnen Leiterseilen ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder gegenseitig kompensieren oder verstärken. Die Phasenordnung beeinflusst damit die elektrischen Eigenschaften der Leitung im Netz, wobei aus betrieblicher Sicht Maßnahmen zur Reduzierung elektrischer Unsymmetrien die Wahl der Phasenlage einschränken.

Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist im Nahbereich der Anlage hoch, wird aber auch von anderen Anlagenparametern, wie dem Mastkopfbild oder dem Leiterseilabstand beeinflusst. Ihre relative Wirksamkeit ist abhängig vom Abstand zu den Leiterseilen und lässt außerhalb des Bemessungsabstands 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 Freileitung 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 am maßgeblichen Minimierungsort (Abbildung1) lediglich eine Reduzierung um 0,01 kV/m bzw. 1 μ T ergeben.

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

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

4.2.3 Untersuchung Schallpegel gemäß TA-Lärm

Die Schallpegeluntersuchung erfolgt nach den Vorgaben der TA-Lärm. Der Einwirkungsbereich einer Anlage gemäß TA-Lärm sind die Flächen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt. So ist beispielsweise für reine Wohngebiete nachts 35 dB(A) einzuhalten, woraus sich ein Schwellwert von 25 dB(A) ergibt. Im Umfeld der vorliegenden Leitung befindet sich Wohnbauflächen der Gemeinde. Gemäß des in Kapitel 0 aufgeführten Grenzwertes bedeutet dies einen Schwellwert von 25 dB(A). Dieser Pegel wird von der Anlage allorts unterschritten. D.h. eine Untersuchung etwaiger maßgeblicher Immissionsorte entfällt.

Aus Transparenzgründen wurde ersatzweise die Höhe des maximalen Schallpegels am nächstgelegenen Gebäude bestimmt. Die Lage des Berechnungspunktes ist in Abbildung 1 dargestellt.

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

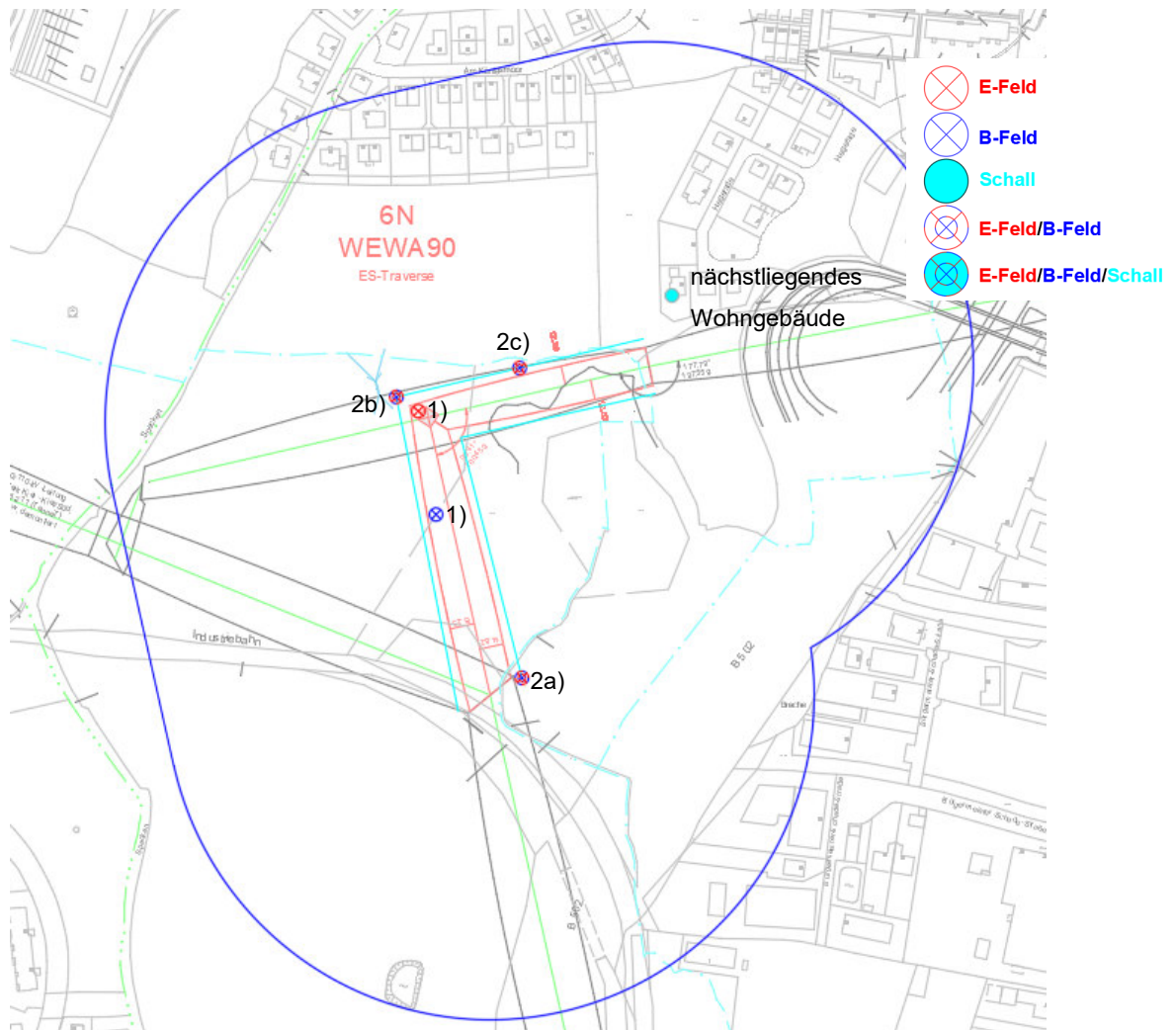


Abbildung 1: Lageplan mit Immissionsorten bzw. Berechnungspunkten

Neubauabschnitt LH-13-133 (rot)

Einwirkungsbereich 200 m nach 26. BImSchVVwV (blau)

Bewertungsabstand 10 m (cyan)

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

5 Berechnungsergebnisse

Die Berechnung der magnetischen Flussdichte $B[\mu\text{T}]$, der elektrische Feldstärke $E[\text{kV/m}]$ erfolgte in 1 m Höhe über dem Erdboden.

Tabelle 2: Berechnungsergebnisse Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N

Leitung	Nr.	Berechnungspunkt bzw. Immissionsort	Elektrische Feldstärke	Magnetische Flussdichte	Schallpegel
133	1)	Maximalwert unterhalb der Leitung	0.5 kV/m	4 μT	keine Betrachtung
133	2a)	Minimierungsort am Bewertungsabstand	0.1 kV/m	1 μT	keine Betrachtung
133	2b)	Minimierungsort am Bewertungsabstand	0.2 kV/m	1 μT	keine Betrachtung
133	2c)	Minimierungsort am Bewertungsabstand	0.3 kV/m	2 μT	keine Betrachtung

6 Ergebnisbewertung

6.1 Elektrisches und magnetisches Feld

Die infolge des Leitungsbetriebs maximal zu erwartenden elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten sind im Folgenden den Grenzwerten gem. 26. BImSchV gegenübergestellt. Die Grenzwerte gelten an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind.

Die Maximalwerte der magnetischen Flussdichte und der elektrischen Feldstärke liegen deutlich unterhalb der nach 26. BImSchV geforderten Grenzwerte. Die Maximalwerte wurden direkt unter den Leiterseilen ermittelt. Es wird gezeigt, dass im Einwirkungsbereich der Leitung an keiner Stelle mit

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

einer Überschreitung der Grenzwerte zu rechnen ist. Die Anforderungen des Personenschutzes sind somit eingehalten. Es sind keine gesonderten Maßnahmen erforderlich.

Tabelle 3: Gegenüberstellung Ergebnisse elektrisches und magnetisches Feld zu Grenzwert

Leitung	Immission	Maximalwert der Feldstärke	Grenzwert 26. BImSchV
133	Magnetische Flussdichte	4 μT	100 μT
	Elektrische Feldstärke	0.5 kV/m	5 kV/m

6.2 Schallpegel

Tabelle 4: Gegenüberstellung Ergebnisse Schallpegel zu Richtwert

Leitung	Immission	Maximalwert am nächstliegenden Gebäude	Richtwert nach TA Lärm für Wohngebiete
133	Schallpegel	10 dB(A)	35 dB(A) nachts

Der ermittelte maximale Schallpegel liegt sowohl für die Nacht- als auch für die Tagzeit mehr als 6 dB(A) unterhalb der in der TA-Lärm geforderten Richtwerte für Wohngebiete von 35 dB(A). Somit ist der durch die Freileitung verursachte Immissionsbeitrag als nicht relevant anzusehen. Eine Untersuchung zur Bestimmung der Vorbelastung durch andere Anlagengeräusche sowie der Gesamtbelastung kann entfallen. Die Anforderungen der TA-Lärm werden erfüllt.

6.3 Zusammenfassung

Die gesetzlich geforderten Grenzwerte gem. 26. BImSchV und die Richtwerte der TA-Lärm 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: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

7 Verzeichnis der Anhänge

- | | |
|----------|---|
| Anhang 1 | grafische Darstellung der elektrischen Feldstärke, der magnetischen Flussdichte und des Schallpegels der 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N |
| Anhang 2 | Zertifizierungsbestätigung des Programms WinField |

Immissionsbericht

Projekt/Vorhaben: **Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N**

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] 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)
- [5] BPA – Chartier, Stearns: Formulas for predicting audible noise from overhead high voltage AC and DC lines, Bonneville Power Administration, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-100, No. 1, 1981
- [6] 26. BImSchVVwV – Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV

Anhang 1

Projekt/Vorhaben: Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N

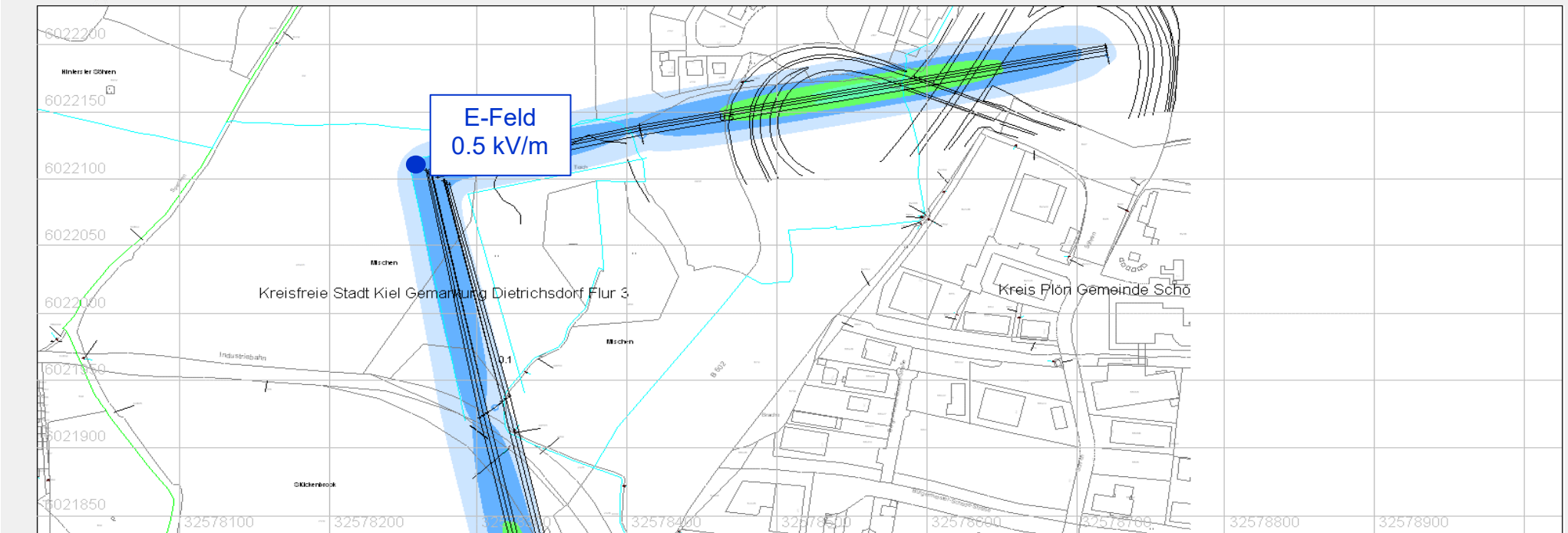
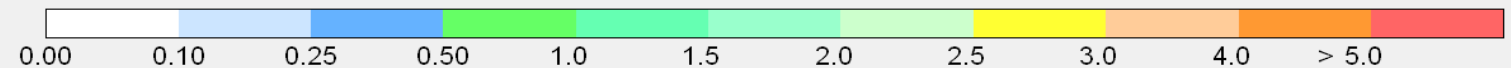
elektrische Feldstärke
Maximalwert unterhalb der Leitung

Elektrische Feldstärke

Y-Position [m]

6022228

E [kV/m]
RMS



6021835
32578004

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = FREE

32579024

Anhang 1

Projekt/Vorhaben: Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N

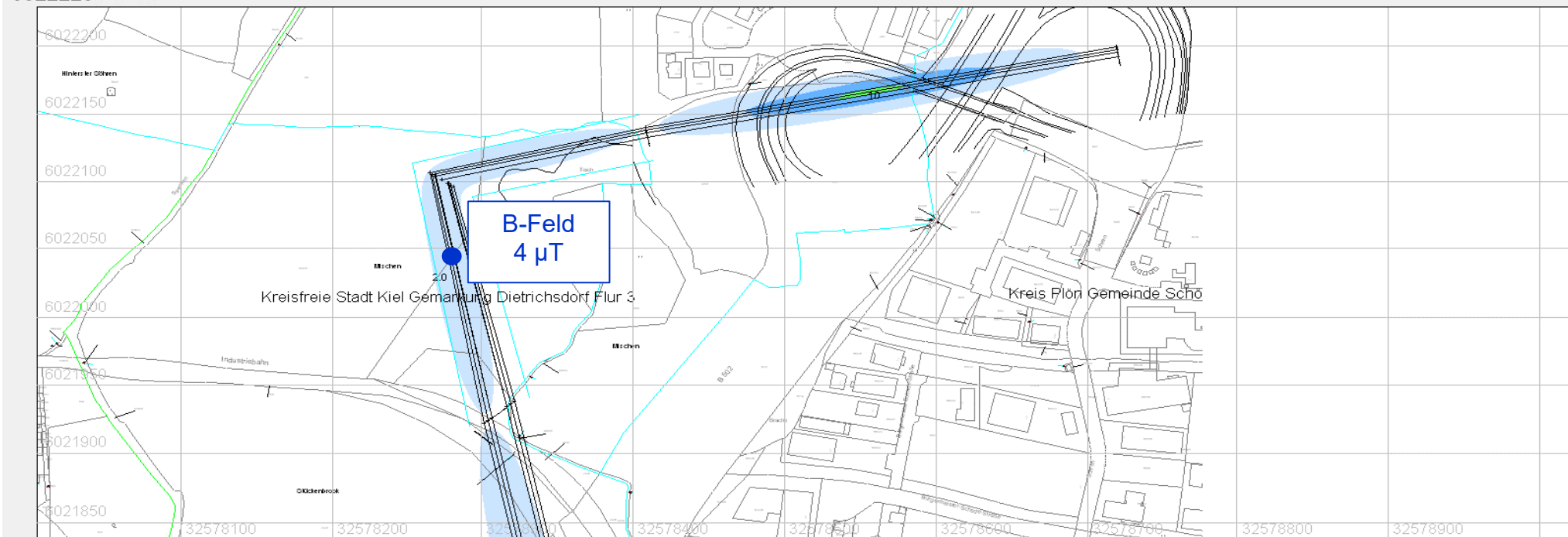
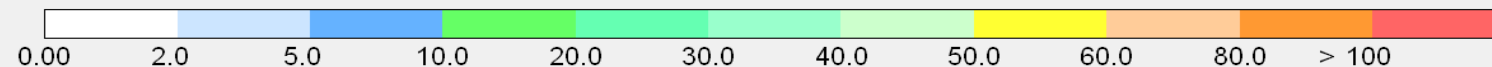
magnetische Flussdichte
Maximalwert unterhalb der Leitung

Magnetische Flussdichte

Y-Position [m]

6022228

B [uT]
RMS



6021835
32578004

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = FREE

32579024

Anhang 1

Projekt/Vorhaben: Umbau 110-kV-Ltg. Kiel/S-Höndorf, Neubau Mast 6N

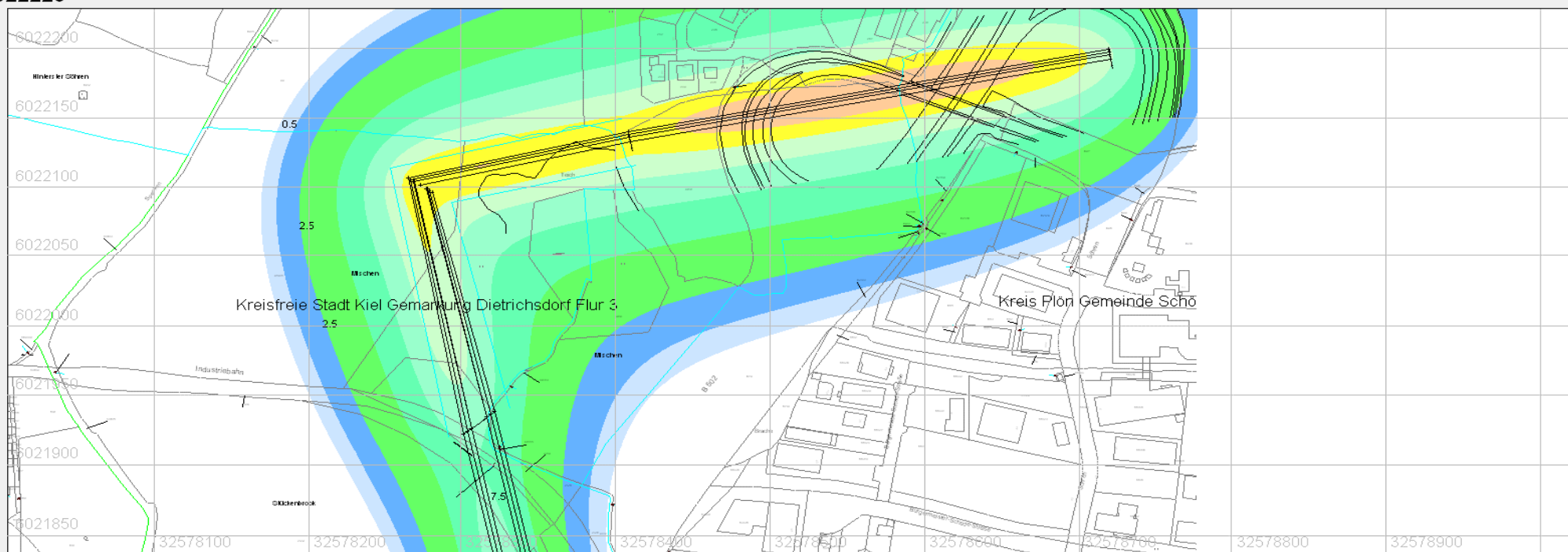
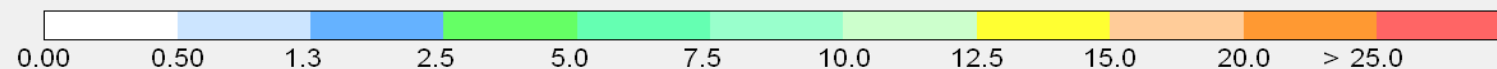
Schall
Untersuchung Schwellwert 25 dB(A)

Schall

Y-Position [m]

6022228

P [dB(A)]
RMS



6021835
32578004

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = FREE

32579024

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" - EMV

Forschungsgesellschaft
für Energie
und Umwelttechnologie GmbH
EGEUE
60, D-10665 Berlin, Tel 786 63 99, Fax 786 63 89
Vorckstr.