

Immissionsbericht

EN/542530 C LVN EMF Schongau R6 Abschnitt 2

im Auftrag von:



Erstellt durch Cteam

Berichtsnummer: B_542530_0001_A

Datum: 12.04.2024

Ingo Hildebrandt
Standortleiter Engineering

Anesa Selimovic
Projektingenieurin

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Angaben zum Vorhaben	5
1.1	Projekt	5
1.2	Vorhabenträger	5
1.3	Planfeststellungsbehörde	5
1.4	Ausarbeitung und Bewertung der Ergebnisse	5
2	Aufgabenstellung	6
3	Elektrotechnische Grundlagen	7
3.1	Elektrische Felder	7
3.2	Magnetische Felder	7
4	Grenz- und Richtwerte der wirkenden Immissionen	8
4.1	Elektrische und magnetische Felder	8
4.2	Einwirkungsbereich und Grenzwerte maßgeblicher Immissionsorte	8
4.3	Einwirkungsbereich und Bewertungsabstand maßgeblicher Minimierungsorte	9
5	Untersuchung der Immissionen	11
5.1	Ermittlung von maßgeblichen Immissions- und Minimierungsorten	11
5.2	Berechnungsparameter	15
5.3	Überprüfung auf Grenzwerteinhaltung nach 26. BImSchV	17
5.4	Gleichzeitige Immissionen von elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich zwischen 1 Hz und 10 MHz	20
5.5	Minimierung der Immissionen nach 26. BImSchVVwV	21
5.6	Vorprüfung	21
5.6.1	Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und Maßnahmenbewertung	21
5.6.1.1	Abstandsoptimierung	21
5.6.1.2	Elektrische Schirmung	27
5.6.1.3	Minimierung der Seilabstände	28
5.6.1.4	Optimierung der Mastkopfgeometrie	28
5.6.1.5	Optimierung der Leiteranordnung	28
6	Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse	30
7	Abkürzungen / Einheiten	31
8	Literaturhinweise	32

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Mast 12 – Mast 13: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV	11
Abbildung 2: Mast 14/4 – Portal P001: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV	12
Abbildung 3: Mast 20 – Mast 21: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV	12
Abbildung 4: Mast 24/1 – Mast 24/2: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV	13
Abbildung 4: Mast 24/3 – Portal P001: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV	13
Abbildung 5: Mast 31 – Mast 31/3: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV	14
Abbildung 6: Mast 31/3 – Mast 31/4: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV	14
Abbildung 7: Mast 28 – Mast 29; Bestand; Magn. Flussdichte	33
Abbildung 8: Mast 12 – Mast 13; Planung; Magn. Flussdichte	34
Abbildung 9: Mast 12 – Mast 13; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte	35
Abbildung 10: Mast 12 – Mast 13; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte	36
Abbildung 11: Mast 28 – Mast 29; Bestand; Elektr. Feldstärke	37
Abbildung 12: Mast 12 – Mast 13; Planung; Elektr. Feldstärke	38
Abbildung 13: Mast 12 – Mast 13; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke	39
Abbildung 14: Mast 12 – Mast 13; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke	40
Abbildung 15: Mast 31/7 – Portal P001; Bestand; Magn. Flussdichte	41
Abbildung 16: Mast 14/4 – Portal P001; Planung; Magn. Flussdichte	42
Abbildung 17: Mast 14/4 – Portal P001; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte	43
Abbildung 18: Mast 14/4 – Portal P001; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte	44
Abbildung 19: Mast 31/7 – Portal P001; Bestand; Elektr. Feldstärke	45
Abbildung 20: Mast 14/4 – Portal P001; Planung; Elektr. Feldstärke	46
Abbildung 21: Mast 14/4 – Portal P001; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke	47
Abbildung 22: Mast 14/4 – Portal P001; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke	48
Abbildung 23: Mast 37 – Mast 38; Bestand; Magn. Flussdichte	49
Abbildung 24: Mast 20 – Mast 21; Planung; Magn. Flussdichte	50
Abbildung 25: Mast 20 – Mast 21; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte	51
Abbildung 26: Mast 20 – Mast 21; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte	52
Abbildung 27: Mast 37 – Mast 38; Bestand; Elektr. Feldstärke	53
Abbildung 28: Mast 20 – Mast 21; Planung; Elektr. Feldstärke	54
Abbildung 29: Mast 20 – Mast 21; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke	55
Abbildung 30: Mast 20 – Mast 21; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke	56
Abbildung 32: Mast 43/2 – Mast 43/3; Bestand; Magn. Flussdichte	57
Abbildung 32: Mast 24/1 – Mast 24/2; Planung; Magn. Flussdichte	58
Abbildung 33: Mast 24/1 – Mast 24/2; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte	59
Abbildung 34: Mast 24/1 – Mast 24/2; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte	60
Abbildung 32: Mast 43/2 – Mast 43/3; Bestand; Elektr. Feldstärke	61
Abbildung 32: Mast 24/1 – Mast 24/2; Planung; Elektr. Feldstärke	62
Abbildung 33: Mast 24/1 – Mast 24/2; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke	63
Abbildung 34: Mast 24/1 – Mast 24/2; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke	64

Abbildung 31: Mast 43/4 – Portal P001; Bestand; Magn. Flussdichte.....	65
Abbildung 32: Mast 24/3 – Portal P001; Planung; Magn. Flussdichte.....	66
Abbildung 33: Mast 24/3 – Portal P001; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte	67
Abbildung 34: Mast 24/3 – Portal P001; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte	68
Abbildung 35: Mast 43/4 – Portal P001; Bestand; Elektr. Feldstärke	69
Abbildung 36: Mast 24/3 – Portal P001; Planung; Elektr. Feldstärke	70
Abbildung 37: Mast 24/3 – Portal P001; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke	71
Abbildung 38: Mast 24/3 – Portal P001; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke	72
Abbildung 39: Mast 50/a – Mast 50/a3; Bestand; Magn. Flussdichte.....	73
Abbildung 40: Mast 31 – Mast 31/3; Planung; Magn. Flussdichte.....	74
Abbildung 41: Mast 31 – Mast 31/3; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte	75
Abbildung 42: Mast 31 – Mast 31/3; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte	76
Abbildung 43: Mast 50/a – Mast 50/a3; Bestand; Elektr. Feldstärke	77
Abbildung 44: Mast 31 – Mast 31/3; Planung; Elektr. Feldstärke	78
Abbildung 45: Mast 31 – Mast 31/3; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke	79
Abbildung 46: Mast 31 – Mast 31/3; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke	80
Abbildung 47: Mast 50/a3 – Mast 50/a4; Bestand; Magn. Flussdichte	81
Abbildung 48: Mast 31/3 – Mast 31/4; Planung; Magn. Flussdichte.....	82
Abbildung 49: Mast 31/3 – Mast 31/4; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte	83
Abbildung 50: Mast 31/3 – Mast 31/4; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte	84
Abbildung 51: Mast 50/a3 – Mast 50/a4; Bestand; Elektr. Feldstärke.....	85
Abbildung 52: Mast 31/3 – Mast 31/4; Planung; Elektr. Feldstärke	86
Abbildung 53: Mast 31/3 – Mast 31/4; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke	87
Abbildung 54: Mast 31/3 – Mast 31/4; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke	88

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Einwirkungsbereiche gemäß 26. BImSchV und LAI-Hinweise	8
Tabelle 2: Grenzwerte – Elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte	8
Tabelle 3: Einwirkungsbereich maßgeblicher Minimierungsorte - Freileitungen	9
Tabelle 4: Bewertungsabstand - Freileitungen.....	10
Tabelle 5: Berechnungsparameter zum Ermitteln der Immissionen.....	16
Tabelle 6: Immissionen an (repräsentativen) Bezugspunkten.....	18
Tabelle 7: Minimierungsprüfungen: Abstandsoptimierung	22
Tabelle 8: Gegenüberstellung der Immissionen an (repräsentativen) Bezugspunkten (B-Feld)	23
Tabelle 9: Gegenüberstellung der Immissionen an (repräsentativen) Bezugspunkten (E-Feld).....	25

Anhangsverzeichnis:

Anhang 1: Graphische Darstellung der Ergebnisse	33
--	----

1 Allgemeine Angaben zum Vorhaben

1.1 Projekt

Im Rahmen des Projektes *Schongau R6, Bauabschnitt 2* soll die bestehende 110-kV-Freileitungsanlage 69001 (R6) *Schongau - Kinsau* von dem neu geplanten Maststandort Mast 12 bis zum neu geplanten Maststandort Mast 31 südlich von Kinsau erneuert werden. Des Weiteren ist die Erneuerung der entsprechenden Zuleitungen zu den Lechstufen *Lechstufe 7, Lechstufe 8* und *UW Kinsau* vorgesehen. Die Erneuerung wird vollständig als Freileitungstrasse geplant. Der aktuelle Planungsstand sieht Neubaumaste an bestehenden und neu gewählten Maststandorten vor.

1.2 Vorhabenträger

Die LEW Verteilnetz GmbH mit Sitz in Augsburg ist ein Netzbetreiber im Bereich des 110-kV-Verteilnetzes, der in seiner Regelzone die Aufgaben nach §14 des *Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG)* [1] wahrnimmt. Zu diesen Aufgaben gehören u.a. die Planung, Errichtung, Instandhaltung, der Betrieb und Ausbau des Verteilnetzes sowie der dazugehörigen elektrischen Betriebsmittel und der Messstellenbetrieb.

1.3 Planfeststellungsbehörde

Die Bezirksregierung von Oberbayern mit Sitz in München ist eine von sieben Bezirksregierungen im Bundesland Bayern und die zuständige Planfeststellungsbehörde für das in Abschnitt 1.1 genannte Vorhaben.

1.4 Ausarbeitung und Bewertung der Ergebnisse

Die Untersuchung nach den Vorgaben der *26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV)* [2] (nachfolgend *26. BImSchV*) und *Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV)* [3] (nachfolgend *26. BImSchVVwV*) setzen elektrotechnische Fachkompetenz auf dem Gebiet der elektromagnetischen Feldberechnungen voraus.

Dieser Bericht und alle Berechnungsergebnisse wurden erstellt und geprüft durch:

B. Eng. Elektrotechnik I. Hildebrandt

M. Sc. Elektrotechnik A. Selimovic

2 Aufgabenstellung

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens sind die für die bestehende sowie für die geplante 110-kV-Freileitungsanlage 69001 (R6) Schongau - Kinsau und entsprechend für die dazugehörigen Zuleitungen *Lechstufe 7*, *Lechstufe 8* und *UW Kinsau* die von den genannten Freileitungsabschnitten wirkenden Immissionen darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung von Grenzwerten nach 26. BImSchV [2] zu beurteilen. Hierbei handelt es sich im Einzelnen um den Nachweis der Grenzwerteinhaltung für

- elektrische Feldstärken und
- magnetische Flussdichten

an maßgeblichen Immissionsorten, maßgeblichen Minimierungsorten und (repräsentativen) Bezugspunkten.

Des Weiteren ist für den geplanten Zustand die Bewertung und Festlegung der erforderlichen Minimierungsmaßnahmen gemäß 26. BImSchVVwV [3] durchzuführen.

Die Berechnung der elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten erfolgt mit Hilfe der zertifizierten und am Freileitungsmarkt anerkannten Software *WinField* [4].

3 Elektrotechnische Grundlagen

Freileitungen erzeugen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiterseile elektrische und magnetische Felder mit einer Frequenz, die zur Betriebsfrequenz von Strom und Spannung identisch ist. Die zu untersuchenden Freileitungsabschnitte weisen eine Betriebsfrequenz von 50 Hz auf und sind somit als Niederfrequenzanlage einzustufen. Bei Niederfrequenzanlagen können die elektrischen und magnetischen Felder als voneinander entkoppelt betrachtet werden.

3.1 Elektrische Felder

Ursache des elektrischen Feldes ist die Spannung. Die elektrische Feldstärke wird in Volt pro Meter [V/m] angegeben.

Der Betrag des elektrischen Feldes hängt von der Höhe der Spannung sowie von der Konfiguration der Leiterseile am Mast, den Abständen zum Boden, dem Vorhandensein von Erdseilen und der gewählten Phasenfolge ab.

Da Netze mit annähernd konstanter Spannung betrieben werden, ergibt sich über die Betriebszeit kaum eine Größenänderung der elektrischen Feldstärke. Der Wert der elektrischen Feldstärke verändert sich lediglich durch den mit der Leiterseiltemperatur variierenden Seildurchhang und Bodenabstand.

Die stärksten elektrischen Felder treten unterhalb der Leiterseile zwischen den Masten an der Stelle des größten Seildurchhangs auf. Mit zunehmendem seitlichem Abstand von den Leiterseilen nimmt die elektrische Feldstärke schnell ab.

Elektrische Felder können durch elektrisch leitfähige Materialien, z.B. durch bauliche Strukturen oder Bewuchs, abgeschirmt werden.

3.2 Magnetische Felder

Ursache des magnetischen Feldes ist der elektrische Strom. Die magnetische Feldstärke wird in Ampere pro Meter [A/m] angegeben. Bei niederfrequenten Feldern wird als zu bewertende Größe die magnetische Flussdichte herangezogen. Die Maßeinheit der magnetischen Flussdichte ist Tesla [T].

Je größer die Stromstärke, desto höher ist auch die magnetische Flussdichte. Da die Stromstärke stark von der Netzbelastung abhängt, ergeben sich tages- und jahreszeitliche Schwankungen der magnetischen Flussdichte.

Wie auch beim elektrischen Feld, hängt die räumliche Ausdehnung und Feldstärke von der Konfiguration der Leiterseile am Mast, den Mastabständen, dem Vorhandensein von Erdseilen und der Phasenfolge ab.

Die stärksten magnetischen Felder treten unterhalb der Leiterseile zwischen den Masten an der Stelle des größten Seildurchhangs auf.

Die magnetische Feldstärke nimmt mit zunehmender seitlicher Entfernung von den Leiterseilen schnell ab. Im Gegensatz zu elektrischen Feldern, können magnetische Felder anorganische und organische Stoffe nahezu ungestört durchdringen.

4 Grenz- und Richtwerte der wirkenden Immissionen

Für das Genehmigungsverfahren sind die mit der Umbaumaßnahme verbundenen Immissionen darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung vorgeschriebener Grenzwerte zu bewerten. Hierbei handelt es sich um elektrische und magnetische Felder, die von der zu untersuchenden Leitung erzeugt werden.

4.1 Elektrische und magnetische Felder

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen definiert die 26. BImSchV [2] an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, Grenzwerte für die Immissionen von elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern. Die in der genannten Verordnung festgelegten Grenzwerte beruhen auf den empfohlenen Grenzwerten der *Internationalen Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung* (ICNIRP), der *Weltgesundheitsorganisation* (WHO) und dem *Rat der Europäischen Gemeinschaft*.

4.2 Einwirkungsbereich und Grenzwerte maßgeblicher Immissionsorte

Von der *Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz* (nachfolgend LAI) wurden *Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder* [5] (nachfolgend LAI-Hinweise) festgelegt. Gemäß 26. BImSchV [2] und den LAI-Hinweisen [5] sind maßgebliche Immissionsorte im Einwirkungsbereich¹ von Freileitungen zu untersuchen.

Tabelle 1: Einwirkungsbereiche gemäß 26. BImSchV und LAI-Hinweise

Freileitung	
Nennspannung	Bereich [m]*
≥ 380 kV	20
≥ 220 kV bis < 380 kV	15
≥ 110 kV bis < 220 kV	10
< 110 kV	5

*gemessen vom äußeren ruhenden Leiter

Für niederfrequente Anlagen mit einer Frequenz von 50 Hz und Nennspannungen größer als 1 kV dürfen die in Tabelle 2 dargestellten Grenzwerte für elektrische Feldstärken und magnetische Flussdichten im Einwirkungsbereich (siehe Tabelle 1) nicht überschritten werden.

Tabelle 2: Grenzwerte – Elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte

Elektrische Feldstärke [kV/m]	Magnetische Flussdichte [µT]
5	100

¹ Der Einwirkungsbereich ist der Bereich, in dem die Anlage einen signifikanten von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umweltwirkungen auslösen. Ausgangspunkt ist die Bodenprojektion des ruhenden äußeren Leiters einer Freileitung. Bei Leitungen in Tunneln oder an Brücken ist der Einwirkungsbereich radial zu betrachten.

Die Grenzwerte sind im Einwirkungsbereich an Orten einzuhalten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Diese Orte werden von der LAI als maßgebliche Immissionsorte definiert (siehe hierzu auch [5], Abschnitt II.3.1)

Gemäß LAI kann für Bereiche, die weiter entfernt sind als die Einwirkungsbereiche maßgeblicher Immissionsorte, von einer Einhaltung der Grenzwerte ausgegangen werden.

Gemäß 26. *BImSchV* [2], §3 Abs. 3 sind zur Einhaltung der Grenzwerte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte alle Immissionsbeiträge anderer Niederfrequenzanlagen sowie ortsfester Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz einzubeziehen.

4.3 Einwirkungsbereich und Bewertungsabstand maßgeblicher Minimierungsorte

Gemäß 26. *BImSchV* [2], §4 Abs. 2 sind bei der Errichtung und bei wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen die Möglichkeiten nach dem Stand der Technik zur Minimierung der von der dieser Anlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder im Einwirkungsbereich maßgeblicher Minimierungsorte auszuschöpfen.

Gemäß 26. *BImSchV* [2], §4 Abs. 3 Satz 1 dürfen Niederfrequenzanlagen zur Fortleitung von Elektrizität mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Nennspannung von 220 kV und mehr, die in einer neuen Trasse errichtet werden, Gebäude oder Gebäudeteile nicht überspannen, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind.

Die 26. *BImSchVVwV* [3] definiert die Begriffe Maßgeblicher Minimierungsort² und Einwirkungsbereich. Es wird darauf hingewiesen, dass der Begriff Einwirkungsbereich von den Vorschriften 26. *BImSchV* [2] und 26. *BImSchVVwV* [3] verwendet wird, aber eine zwischen den Vorschriften abweichende Definition vorhanden ist.

Nach 26. *BImSchVVwV* [3], Abschnitt 3.2.1.2 sind zur Überprüfung der Minimierungsmaßnahmen an Freileitungen die Einwirkungsbereiche gemäß Tabelle 3 zu berücksichtigen.

Tabelle 3: Einwirkungsbereich maßgeblicher Minimierungsorte - Freileitungen

Freileitung	
Nennspannung	Einwirkungsbereich [m]
≥ 380 kV	400
≥ 220 kV bis < 380 kV	300
≥ 110 kV bis < 220 kV	200
< 110 kV	100

² Ein maßgeblicher Minimierungsort ist gemäß 26. *BImSchV*, § 4 Abs. 1 ein im Einwirkungsbereich der jeweiligen Anlage liegendes Gebäude / Grundstück sowie jedes Gebäude / Gebäudeteil, das zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt ist.

Ob im Bereich von Freileitungstrassen eine individuelle Minimierungsprüfung oder eine Minimierungsprüfung an Bezugspunkten³ ausreichend ist, hängt davon ab, ob sich ein maßgeblicher Minimierungsort inner- oder außerhalb des Bewertungsabstandes⁴ gemäß 26. *BImSchVVwV* [3], Abschnitt 3.2.2 befindet.

Das Minimierungsgebot wird im Abschnitt 5.5 dieser Ausarbeitung betrachtet.

Tabelle 4: Bewertungsabstand - Freileitungen

Freileitung	
Nennspannung	Bewertungsabstand [m]
≥ 380 kV	20
≥ 220 kV bis < 380 kV	15
≥ 110 kV bis < 220 kV	10
< 110 kV	5

³ Der Bezugspunkt ist ein Punkt, der für maßgebliche Minimierungsorte, die außerhalb des Bewertungsabstandes liegen, ermittelt wird. Er liegt im Bewertungsabstand auf der kürzesten Geraden zwischen dem jeweiligen maßgeblichen Minimierungsort und der jeweiligen Anlagenmitte / Leitungsachse.

⁴ Der Bewertungsabstand ist der Abstand von der Anlage, ab dem die Feldstärken mit zunehmender Entfernung durchgehend abnehmen. Ausgangspunkt ist die Bodenprojektion des ruhenden äußeren Leiters einer Freileitung. Bei Leitungen in Tunneln oder an Brücken ist der Bewertungsabstand radial zu betrachten.

5 Untersuchung der Immissionen

5.1 Ermittlung von maßgeblichen Immissions- und Minimierungsorten

Im Einwirkungsbereich von 10 m (siehe Tabelle 1, Abschnitt 4.2) der zu untersuchenden Freileitungsabschnitte sind keine maßgeblichen Immissionsorte gemäß 26. BImSchV [2] vorhanden.

Bei der Vorprüfung der geplanten Anlage wurde festgestellt, dass sich keine maßgeblichen Minimierungsorte gemäß 26. BImSchVVwV [3] innerhalb des Bewertungsabstandes von 10 m (siehe Tabelle 4, Abschnitt 4.3) befinden. Für die maßgeblichen Minimierungsorte außerhalb des Bewertungsabstandes, aber innerhalb des Einwirkungsbereiches von 200 m (siehe Tabelle 3, Abschnitt 4.3) wurden (repräsentative) Bezugspunkte gemäß 26. BImSchVVwV [3] gebildet.

Auf nachfolgenden Abbildungen werden der Bewertungsabstand, Einwirkungsbereich, maßgebliche Minimierungsorte und (repräsentative) Bezugspunkte relevanter Leitungsabschnitte gemäß 26. BImSchVVwV [3] dargestellt.

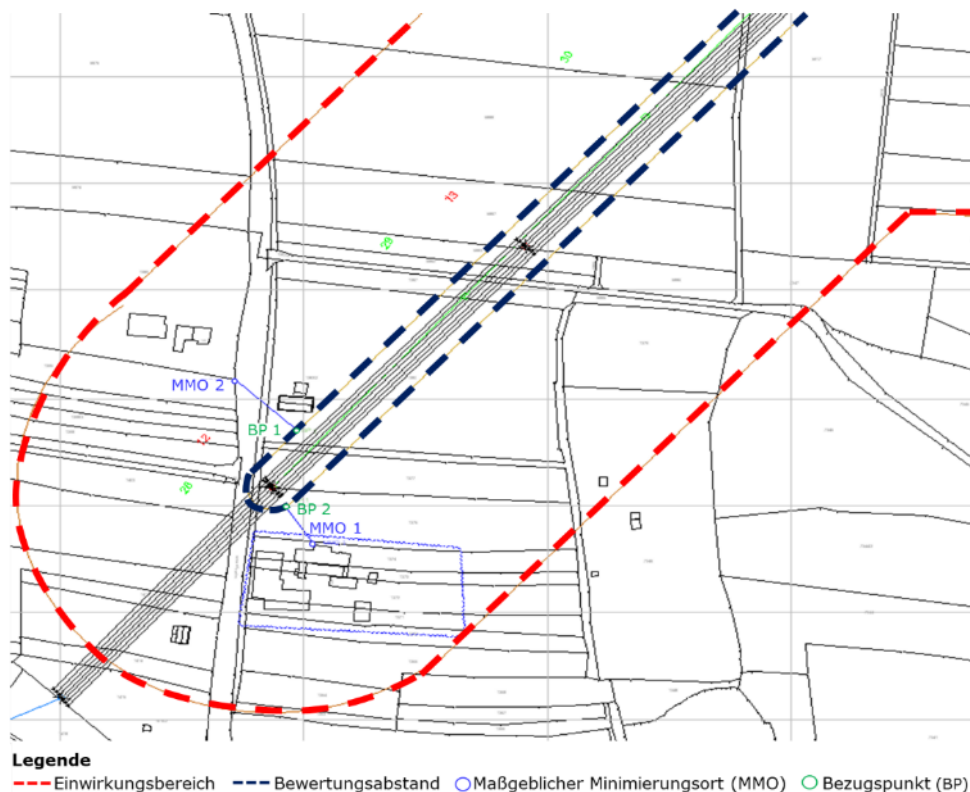


Abbildung 1: Mast 12 – Mast 13: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV

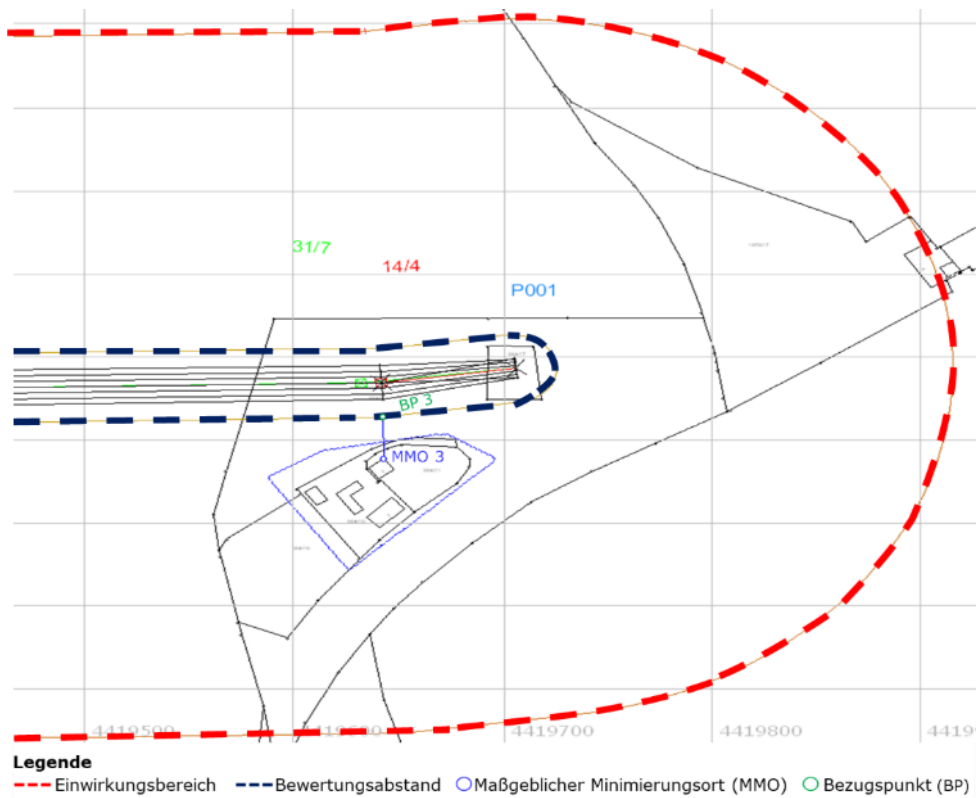


Abbildung 2: Mast 14/4 – Portal P001: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV

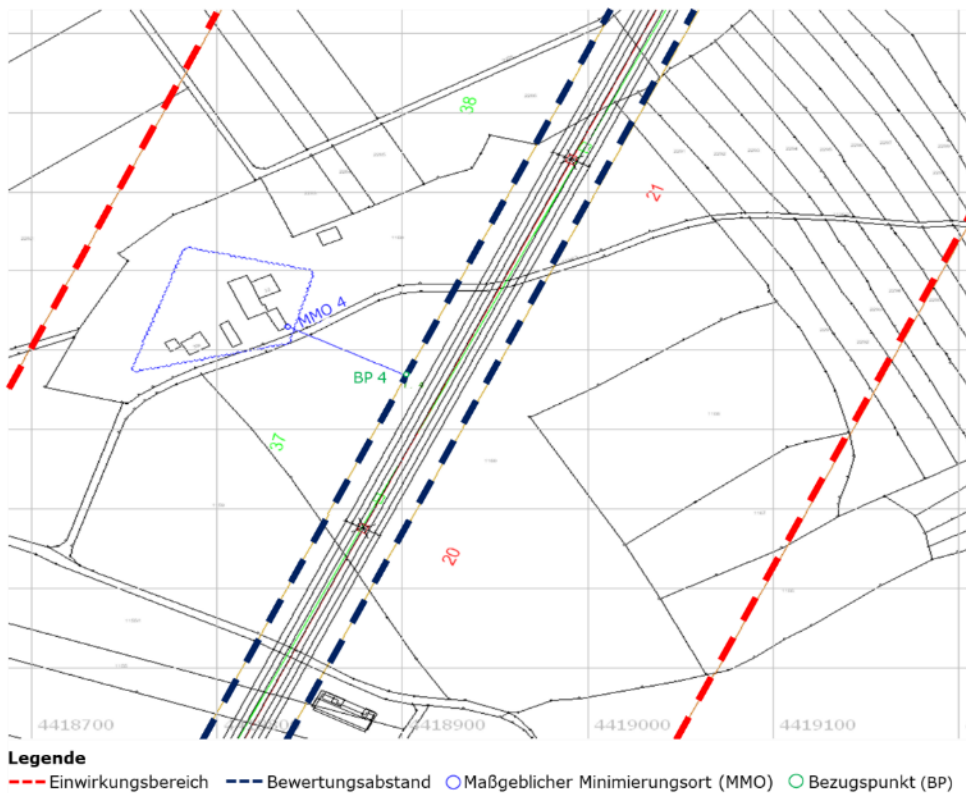


Abbildung 3: Mast 20 – Mast 21: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV

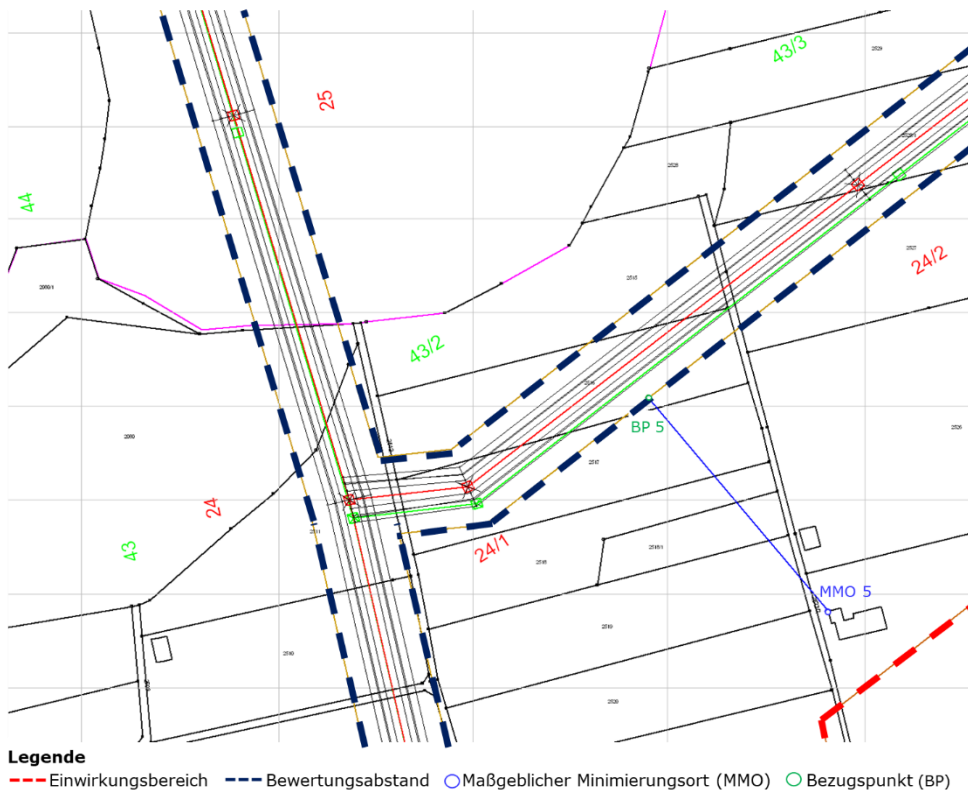


Abbildung 4: Mast 24/1 – Mast 24/2: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV

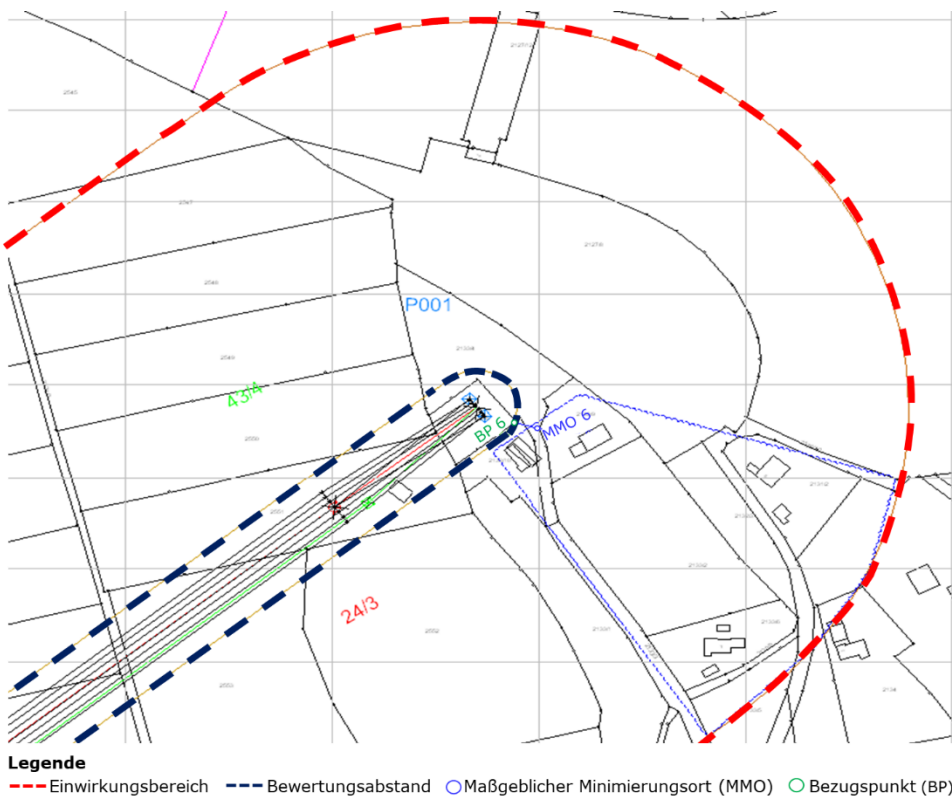


Abbildung 5: Mast 24/3 – Portal P001: Darstellung gemäß 26. BImSchVVwV

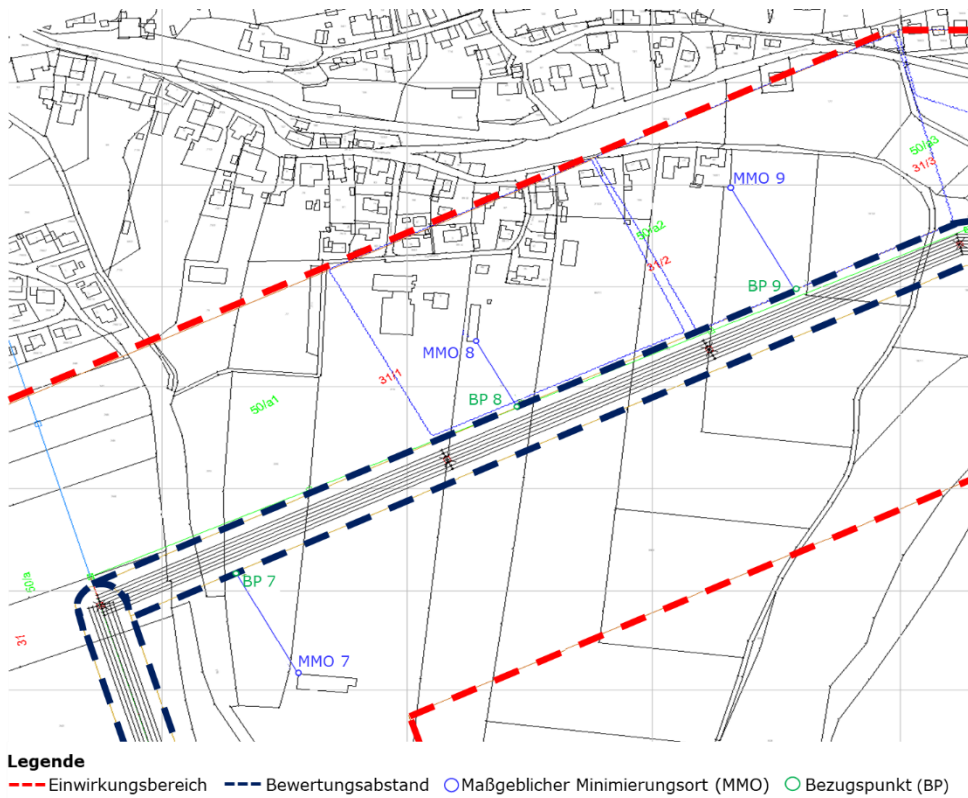


Abbildung 6: Mast 31 – Mast 31/3: Darstellung gemäß 26. BImSchVV

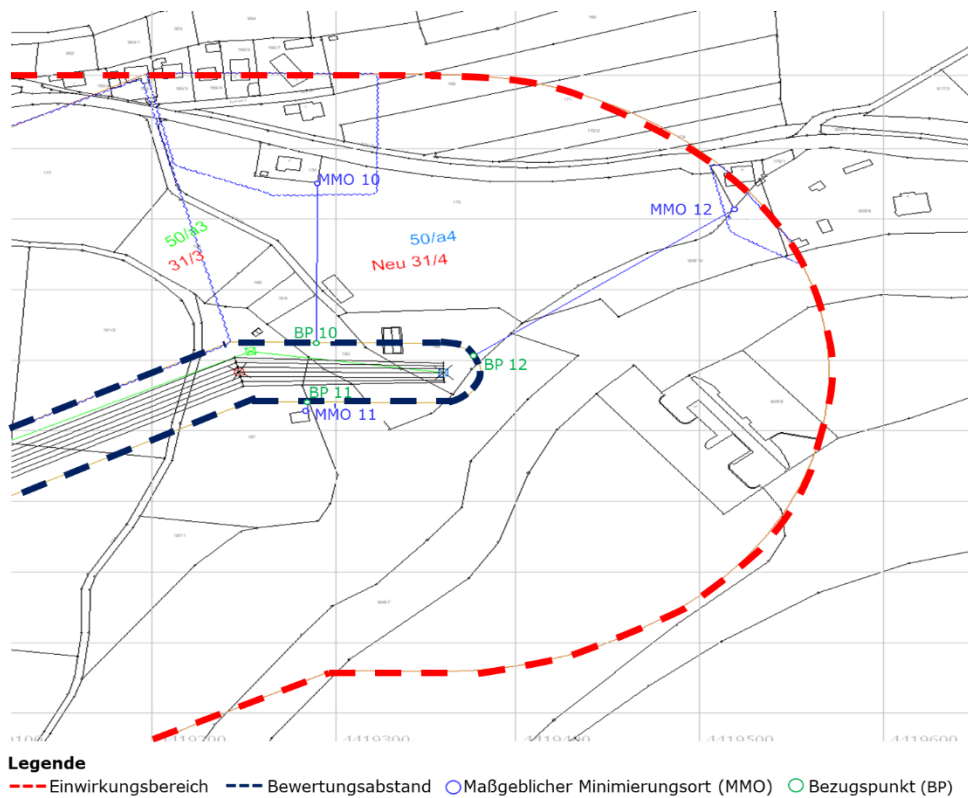


Abbildung 7: Mast 31/3 – Mast 31/4: Darstellung gemäß 26. BImSchVV

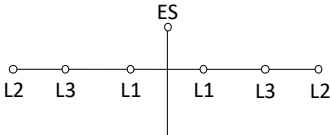
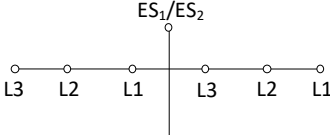
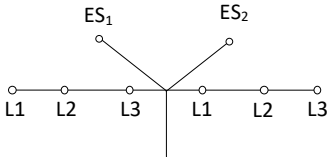
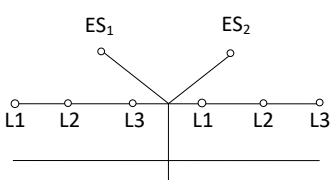
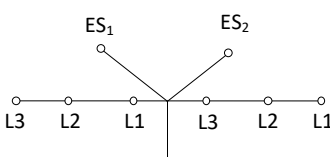
5.2 Berechnungsparameter

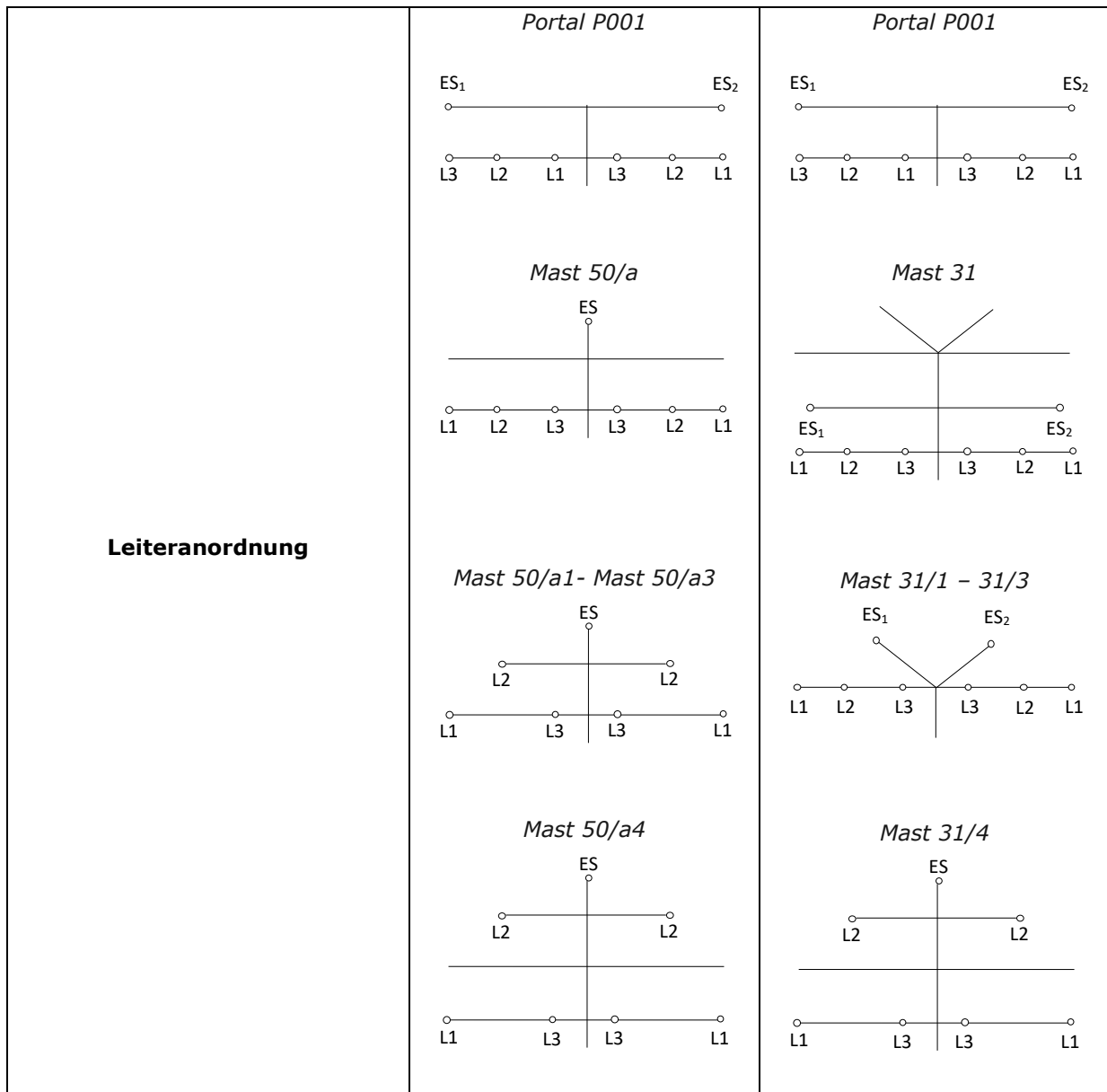
In Deutschland wird gemäß 26. BImSchV [2] die höchste betrieblichen Anlagenauslastung als Eingangsgröße zur Berechnung herangezogen.

Die Immissionsberechnungen werden standardmäßig in einer Höhe von $z = 1$ m über Erdoberkante (EOK) durchgeführt. An z.B. Gebäuden können bei Bedarf auch abweichende Berechnungshöhen z angesetzt werden.

In Tabelle 5 sind die Berechnungsparameter zur Ermittlung der zu erwartenden Immissionen dargestellt.

Tabelle 5: Berechnungsparameter zum Ermitteln der Immissionen

	Bestand	Planung
Nennspannung	110 kV	110 kV
Höchste Betriebsspannung (Berechnungsspannung)	123 kV	123 kV
Max. zulässiger Dauerstrom	535 A	535 A 1740 A
Leiterseil	2x3x1 AL/ST 185/30 2x3x1 AL/ST 185/32	2x3x1 AL/ST 185/30 2x3x1 TALACS 565/72
Erdseil	1x1 AL/ST 50/30 1x1 AY/AW 121/56	ES1: 1x1 AY/ACS 108/51P ES2: 1x1 AY/ACS 108/51P ES3: 1x1 AL/ST 185/30
Leiteranordnung	<p><i>Mast 28 – Mast 40</i></p>  <p><i>Mast 31/7 Mast 43/4</i></p> 	<p><i>Mast 12 – Mast 13 Mast 17 – Mast 22</i></p>  <p><i>Mast 14</i></p>  <p><i>Mast 14/4 Mast 24/3</i></p> 



5.3 Überprüfung auf Grenzwerteinhaltung nach 26. BImSchV

Abweichend zur 26. BImSchV [2] werden nicht nur die maßgeblichen Immissionsorte betrachtet. Zwecks Vergleichbarkeit und Gegenüberstellung der für die Minimierungsprüfung erforderlichen Werte werden auch die (repräsentativen) Bezugspunkte gemäß 26. BImSchVVwV [3] bei der Überprüfung der Bestandsanlage berücksichtigt.

Nachfolgend werden die Berechnungsergebnisse der Immissionen an (repräsentativen) Bezugspunkten der Bestandsanlage tabellarisch dargestellt.

In Tabelle 6 sind die an den Berechnungspunkten zu erwartenden Immissionswerte aufgeführt. Die Immissionswerte wurden einheitlich in einer Höhe von $z = 1$ m über Erdoberkante (EOK) berechnet, da es sich bei allen zu überprüfenden Punkten ausschließlich um (repräsentative) Bezugspunkte handelt.

Die jeweilige graphische Darstellung der Ergebnisse ist den Abbildungen 8 bis 63 im Anhang 1 zu entnehmen.

Tabelle 6: Immissionen an (repräsentativen) Bezugspunkten

Lfd. Nr.	Maßgeblicher Minimierungsort	Bestand		Berechnungshöhe z über EOK [m]
		Magnetische Flussdichte [μ T]	Elektrische Feldstärke [kV/m]	
1	Wohngebäude, Augsburger Str. 80, Schongau	1,6	0,38	1
2	Wohngrundstück, Augsburger Str. 101, Schongau	2,1	0,46	1
3	Wohngebäude, Rösenau 2, Schongau	2,0	0,34	1
4	Wohngebäude, Kapellenstraße 33, Hohenfurch	1,8	0,40	1
5	Stall, Hohenfurch	2,2	0,26	1
6	Wohngrundstück, Am Lech 9, Hohenfurch	0,22	0,073	1
7	Hühnerstall, Kinsau	0,22	0,040	1
8	Wohngrundstück, Gartenweg 8A, Kinsau	11,8	2,1	1
9	Wohngrundstück, Herzogstraße 28, Kinsau	3,2	0,50	1
10	Wohngrundstück, Apfeldorfer Str. 4, Kinsau	1,8	0,25	1
11	Wohnhütte, Herzogstraße	0,66	0,072	1
12	Wohngrundstück, Apfeldorfer Str. 6, Kinsau	0,24	0,034	1

Die ermittelten Werte der magnetischen Flussdichte und elektrischen Feldstärke liegen unterhalb der nach 26. BImSchV [2] geforderten Grenzwerte.

Die maximale Grenzwertausschöpfung der untersuchten Freileitungsabschnitte liegt bei 11,8% des Grenzwertes der magnetischen Flussdichte und 42% des Grenzwertes der elektrischen Feldstärke (vgl. Berechnungsergebnis für Bezugspunkt 8 in Tabelle 6).

Die durch die 26. *BImSchV* [2] definierten Anforderungen an den Schutz der Öffentlichkeit und Umwelt sind somit eingehalten und bestätigt.

5.4 Gleichzeitige Immissionen von elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich zwischen 1 Hz und 10 MHz

Die 26. BImSchV [2] schreibt vor, dass bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte auch Immissionen anderer Anlagen mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 10 MHz zu berücksichtigen sind. Gemäß 26. BImSchV [2], Anhang 2a müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

Elektrische Felder:
$$\sum_{1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{I_{E,i}}{G_{E,i}} \leq 1 \quad (1)$$

Magnetische Felder:
$$\sum_{1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{I_{M,i}}{G_{M,i}} \leq 1 \quad (2)$$

$I_{E,i}$ Immissionsbeitrag des elektrischen Feldes [kV/m]; Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz

$G_{E,i}$ Grenzwert der elektrischen Feldstärke [kV/m]; Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz

$I_{M,i}$ Immissionsbeitrag des magnetischen Feldes [μ T]; Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz

$G_{M,i}$ Grenzwert der magnetischen Flussdichte [μ T]; Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz

Gemäß LAI-Hinweisen [5], Abschnitt II.3.4 tragen durch andere Niederfrequenzanlagen verursachte Immissionen nur dann relevant zur Vorbelastung bei, wenn ein Ort für den nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen zugleich auch in einem Einwirkungsbereich gemäß LAI-Hinweisen [5], Abschnitt II.3.1 dieser anderen Niederfrequenzanlagen liegt.

Entsprechend den zum Zeitpunkt der Ausarbeitung vorliegenden Projektdaten sind keine relevanten Niederfrequenzanlagen vorhanden.

Die Immissionen durch andere Hochfrequenzanlagen tragen gemäß LAI-Hinweisen [5], Abschnitt II.3.4 ab einem Abstand von 300 m nicht relevant zur Vorbelastung bei.

Die Vorprüfung auf relevante Hochfrequenzanlagen erfolgte über die EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur (www.bundesnetzagentur.de, abgerufen am 29.02.2024).

Es sind keine relevanten Hochfrequenzanlagen vorhanden.

5.5 Minimierung der Immissionen nach 26. BImSchVVwV

Die 26. BImSchVVwV [3] legt fest, dass die Umsetzung des Minimierungsgebotes in drei Schritten zu erfolgen hat:

1. Vorprüfung
2. Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen
3. Maßnahmenbewertung

5.6 Vorprüfung

Die Vorprüfung dient der Feststellung, ob aufgrund einer wesentlichen Änderung der betroffenen Anlage eine Minimierung durchzuführen ist. Im Zuge der Vorprüfung wird untersucht, ob mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich (siehe Abschnitt 4.3) der Anlage liegt.

Wie in Abschnitt 5 erläutert, sind innerhalb des Bewertungsabstandes von 10 m keine maßgeblichen Minimierungsorte vorhanden. Für die maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Einwirkungsbereiches von 200 m wurden (repräsentative) Bezugspunkte ermittelt. Die (repräsentativen) Bezugspunkte wurden so gewählt, dass durch eine auf diesen Punkt bezogene Minimierungsmaßnahme auch die Feldstärken in größeren Abständen minimiert wird. Das Minimierungspotential ist für die festgelegten (repräsentativen) Bezugspunkte zu prüfen.

5.6.1 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und Maßnahmenbewertung

In diesem Abschnitt werden die allgemeinen Möglichkeiten zur Minimierung der Immissionen nach 26. BImSchVVwV [3], Abschnitt 5.3.1.1 erläutert und bewertet.

5.6.1.1 Abstandsoptimierung

Ziel dieser Optimierung ist die Vergrößerung des Abstandes der Leiterseile in x- und z-Richtung (analog zur grafischen Darstellung der Berechnungsergebnisse) zu maßgeblichen Minimierungsorten. Folgende Möglichkeiten zur Abstandsoptimierung bestehen:

- a) Erhöhung des Maststandortes durch den Einbau von Zwischenschüssen unter Berücksichtigung der Mast- und Fundamentstatik
- b) Reduzierung der Spannfeldlängen im Abspannabschnitt durch Verschiebung einzelner bzw. mehrerer Maststandorte oder der Leitungstrasse in Abhängigkeit zur Raumwiderstandsanalyse und unter Berücksichtigung erforderlicher Genehmigungen

In Hinblick auf das Minimierungsgebot hat bereits eine erste Abstandsoptimierung stattgefunden. Der geringste Bodenabstand wurde größer als der gemäß DIN EN 50341-1: 2013-11 [6] geforderte Mindestbodenabstand von 6 m für 110-kV-Freileitungen gewählt.

Für die weitere Abstandsoptimierung werden gemäß Tabelle 7 zwei Fälle geprüft.

Tabelle 7: Minimierungsprüfungen: Abstandsoptimierung

Abstandsoptimierung	Maststandort											
Minimierungsprüfung 1 Erhöhung der Maststandorte um 2 m	12	14/4	20	21	24/1	24/2	24/3	31	31/1	31/2	31/3	31/4
Minimierungsprüfung 2 Erhöhung der Maststandorte um 4 m	12	14/4	20	21	24/1	24/2	24/3	31	31/1	31/2	31/3	31/4

In Tabelle 8 und Tabelle 9 sind die berechneten Immissionswerte an (repräsentativen) Bezugspunkten für den geplanten Zustand der Leitung sowie für die beiden untersuchten Minimierungsmöglichkeiten dargestellt. Die graphische Auswertung kann den Abbildungen 8 bis 63 im Anhang 1 entnommen werden.

Zwecks Gegenüberstellung sind in Tabelle 8 und Tabelle 9 ebenfalls die bereits ermittelten Immissionswerte der bestehenden Leitung aufgeführt.

Tabelle 8: Gegenüberstellung der Immissionen an (repräsentativen) Bezugspunkten (B-Feld)

Lfd. Nr.	Maßgeblicher Minimierungsort	Bestand		Planung		Minimierungsprüfung 1		Minimierungsprüfung 2		Berechnungs- höhe z über EOK [m]
		Magn. Flussdichte [µT]	Grenzwert- ausschöpfung [%]	Magn. Flussdichte [µT]	Grenzwert- ausschöpfung [%]	Magn. Flussdichte [µT]	Grenzwert- ausschöpfung [%]	Magn. Flussdichte [µT]	Grenzwert- ausschöpfung [%]	
1	Wohngebäude, Augsburger Str. 80, Schongau	1,6	1,6	3,8	3,8	3,4	3,4	3,1	3,1	1
2	Wohngrundstück, Augsburger Str. 101, Schongau	2,1	2,1	7,6	7,6	6,8	6,8	6,1	6,1	1
3	Wohngebäude, Rösenau 2, Schongau	2,0	2,0	1,7	1,7	1,5	1,5	1,4	1,4	1
4	Wohngebäude, Kapellenstraße 33, Hohenfurch	1,8	1,8	9,2	9,2	8,1	8,1	7,2	7,2	1
5	Stall, Hohenfurch	2,2	2,2	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1
6	Wohngrundstück, Am Lech 9, Hohenfurch	0,22	0,22	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	1
7	Hühnerstall, Kinsau	0,22	0,22	3,2	3,2	2,7	2,7	2,4	2,4	1

Immissionsbericht

Lfd. Nr.	Maßgeblicher Minimierungsort	Bestand		Planung		Minimierungsprüfung 1		Minimierungsprüfung 2		Berechnungshöhe z über EOK [m]
		Magn. Flusssdichte [µT]	Grenzwertausschöpfung [%]	Magn. Flusssdichte [µT]	Grenzwertausschöpfung [%]	Magn. Flusssdichte [µT]	Grenzwertausschöpfung [%]	Magn. Flusssdichte [µT]	Grenzwertausschöpfung [%]	
8	Wohngrundstück, Gartenweg 8A, Kinsau	11,8	11,8	3,1	3,1	2,9	2,9	2,5	2,5	1
9	Wohngrundstück, Herzogstraße 28, Kinsau	3,2	3,2	5,6	5,6	5,2	5,2	4,6	4,6	1
10	Wohngrundstück, Apfeldorfer Str. 4, Kinsau	1,8	1,8	3,5	3,5	3,1	3,1	2,8	2,8	1
11	Wohnhütte, Herzogstraße	0,66	0,66	3,7	3,7	3,2	3,2	2,9	2,9	1
12	Wohngrundstück, Apfeldorfer Str. 6, Kinsau	0,24	0,24	0,72	0,72	0,63	0,63	0,55	0,55	1

Tabelle 9: Gegenüberstellung der Immissionen an (repräsentativen) Bezugspunkten (E-Feld)

Lfd. Nr.	Maßgeblicher Minimierungsort	Bestand		Planung		Minimierungsprüfung 1		Minimierungsprüfung 2		Berechnungs- höhe z über EOK [m]
		Elek. Feldstärke [kV/m]	Grenzwert- ausschöpfung [%]	Elek. Feldstärke [kV/m]	Grenzwert- ausschöpfung [%]	Elek. Feldstärke [kV/m]	Grenzwert- ausschöpfung [%]	Elek. Feldstärke [kV/m]	Grenzwert- ausschöpfung [%]	
1	Wohngebäude, Augsburger Str. 80, Schongau	0,38	7,6	0,30	6	0,26	5,2	0,23	4,6	1
2	Wohngrundstück, Augsburger Str. 101, Schongau	0,46	9,2	0,43	8,6	0,39	7,8	0,35	7	1
3	Wohngebäude, Rösenau 2, Schongau	0,34	6,8	0,27	5,4	0,25	5	0,22	4,4	1
4	Wohngebäude, Kapellenstraße 33, Hohenfurch	0,40	8	0,51	10,2	0,46	9,2	0,41	8,2	1
5	Stall, Hohenfurch	0,26	5,2	0,25	5	0,22	4,4	0,19	3,8	1
6	Wohngrundstück, Am Lech 9, Hohenfurch	0,073	1,46	0,062	1,24	0,063	1,26	0,064	1,28	1
7	Hühnerstall, Kinsau	0,040	0,8	0,25	5	0,22	4,4	0,19	3,8	1

Immissionsbericht

Lfd. Nr.	Maßgeblicher Minimierungsort	Bestand		Planung		Minimierungsprüfung 1		Minimierungsprüfung 2		Berechnungshöhe z über EOK [m]
		Elek. Feldstärke [kV/m]	Grenzwertausschöpfung [%]	Elek. Feldstärke [kV/m]	Grenzwertausschöpfung [%]	Elek. Feldstärke [kV/m]	Grenzwertausschöpfung [%]	Elek. Feldstärke [kV/m]	Grenzwertausschöpfung [%]	
8	Wohngrundstück, Gartenweg 8A, Kinsau	2,1	42	0,25	5	0,22	4,4	0,19	3,8	1
9	Wohngrundstück, Herzogstraße 28, Kinsau	0,50	10	0,41	8,2	0,37	7,4	0,33	6,6	1
10	Wohngrundstück, Apfeldorfer Str. 4, Kinsau	0,25	5	0,26	5,2	0,23	4,6	0,20	4	1
11	Wohnhütte, Herzogstraße	0,072	1,44	0,24	4,8	0,21	4,2	0,18	3,6	1
12	Wohngrundstück, Apfeldorfer Str. 6, Kinsau	0,034	0,68	0,033	0,66	0,033	0,66	0,033	0,66	1

Bei der Untersuchung der Leitungsabschnitte im Planungszustand ist festzustellen, dass die ermittelten Werte der magnetischen Flussdichte und der elektrischen Feldstärke unter den geforderten Grenzwerten der 26. BImSchV [2] liegen. Der maximale Immissionswert der untersuchten Freileitungsabschnitte beträgt für die magnetische Flussdichte 9,2 μT und für die elektrische Feldstärke 0,51 kV/m am Bezugspunkt 4. Dies entspricht einer maximalen Grenzwertausschöpfung an den (repräsentativen) Bezugspunkten von 9,2% des Grenzwertes der magnetischen Flussdichte und 10,2% des Grenzwertes der elektrischen Feldstärke.

Die Erhöhung ausgewählter Maststandorte um 2 m führt an den (repräsentativen) Bezugspunkten zu einer maximalen Grenzwertausschöpfung an den (repräsentativen) Bezugspunkten von 8,1% des Grenzwertes der magnetischen Flussdichte und 9,2% des Grenzwertes der elektrischen Feldstärke.

Die Erhöhung ausgewählter Maststandorte um 4 m führt an den (repräsentativen) Bezugspunkten zu einer maximalen Grenzwertausschöpfung an den (repräsentativen) Bezugspunkten von 7,2% des Grenzwertes der magnetischen Flussdichte und 8,2% des Grenzwertes der elektrischen Feldstärke.

Eine weitere Masterhöhung würde zu einer erhöhten Beeinträchtigung des Wohnumfeldes im Nahbereich der Freileitungsabschnitte und des Landschaftsbildes führen. Zeitgleich würden sich die hierdurch höher hängenden Leiterseile negativ auf das bereits bestehende Vogelanflugrisiko auswirken.

In Anbetracht der geringen Immissionswerte der geplanten Freileitungsabschnitte ist der wirtschaftliche Mehraufwand der Masterhöhung im Vergleich zu der nur geringen Reduktion der Immissionswerte als nicht verhältnismäßig einzustufen.

Die Reduzierung der Spannfeldlängen im Abspannabschnitt durch Verschiebung einzelner bzw. mehrerer Maststandorte oder durch Verschiebung der Leitungstrasse wird in Abhängigkeit zur Raumwiderstandsanalyse und unter Berücksichtigung erforderlicher Genehmigungen nicht weiterverfolgt.

5.6.1.2 Elektrische Schirmung

Elektrisch leitfähige Schirmflächen oder -leiter werden zwischen spannungsführenden Leitungsteilen und einem maßgeblich Minimierungsort als Bestandteil der Leitung eingefügt. Hierzu zählt auch das Mitführen von Erdseilen. Diese Maßnahme wirkt überwiegend auf die elektrische Feldstärke.

Die Wirksamkeit ist abhängig von der Art und Ausführung der Schirmung. Beispielsweise Erdseile besitzen eine ausreichende Schirmwirkung nur bei Anbringung unterhalb oder seitlich der Leitungssysteme.

Aufgrund des einzuhaltenden Bodenabstandes führt das Einbringen zusätzlicher Seile unterhalb der Stromkreise in den meisten Fällen zu einer zusätzlichen Masterhöhung. Dies erfordert eine erneute Überprüfung der Mast- sowie Fundamentstatik und führt zu weiteren konstruktiven Anpassungen der bestehenden Mastbilder.

Auch das seitliche Anbringen zusätzlicher Erdseile kann nur durch aufwendige konstruktive Anpassungen des Mastbildes umgesetzt werden. Als direkte Folge ist weiterhin ein breiterer Schutzstreifen erforderlich. Dies führt zu höheren Kosten und bedeutet einen stärkeren Eingriff in das Schutzgut Umwelt.

In Abwägung dieser ausschlaggebenden Nachteile und der geringen Wirksamkeit wird auf diese Minimierungsmaßnahme verzichtet.

5.6.1.3 Minimierung der Seilabstände

Die Abstände zwischen den Leiterseilen verschiedener Phasen werden reduziert.

Die Wirksamkeit der Maßnahme ist hoch. In der Regel erfolgt eine Minimierung der Seilabstände bereits bei der Konstruktion der Mastgestänge. Der Abstand zwischen den Seilen kann jedoch nicht beliebig verringert werden. Dabei ist immer der minimal zulässige Leiterseilabstand zwischen den einzelnen Phasen und zu geerdeten Anlagenteilen zu beachten.

Die Seilabstände wurden bei der Planung der Freileitungsabschnitte bereits so gewählt, dass bei kleinstmöglichen Seilabständen eine ordnungsgemäße Betriebssicherheit, Wartung und Verfügbarkeit der Anlage sichergestellt ist.

5.6.1.4 Optimierung der Mastkopfgeometrie

Von den zur Verfügung stehenden Masttypen wird derjenige ausgewählt, dessen geometrische Aufhängung der Leiterseile eine Kompensation der elektrischen und magnetischen Felder ermöglicht. Die Leiterseile können horizontal, vertikal oder dreieckförmig angeordnet sein.

Der zusätzliche Aufwand für die Entwicklung eines neuen Masttyps mit günstiger Mastkopfgeometrie kann schon beim Neubau einer Anlage erheblich sein. Eine Optimierung der Mastkopfgeometrie kann deutliche Erhöhung der Maststandorte unter Berücksichtigung der Mast- und Fundamentstatik erforderlich machen. Die 26. BImSchVV [3] bevorzugt eine vertikale Anordnung (z.B. beim Tonnenmast) der Außenleiterseile, was bei dem geplanten Leitungsbauvorhaben aus naturschutzfachlichen Gründen keine Anwendung findet.

Die geplante Leitung verläuft parallel zu einem FFH-Gebiet. Aufgrund des erheblichen Anflugrisikos durch gefährdete Vogelarten ist eine möglichst geringe Masthöhe einzuhalten. Diese Anforderung ist durch die Einebenegeometrie, die in den geplanten Freileitungsabschnitten überwiegend Anwendung findet, bestmöglich umgesetzt.

5.6.1.5 Optimierung der Leiteranordnung

Die Leiteranordnung, auch Phasenführung genannt, beschreibt die Anordnung bzw. die Anschlussreihenfolge der Phasen. In Drehstromsystemen besteht jeder Stromkreis aus drei Phasen, deren Spannungen / Ströme um 120° phasenversetzt mit einer Netzfrequenz von 50 Hz schwingen. Durch eine optimierte Phasenanordnung auf dem Mast kann eine Reduktion der in Summe wirkenden elektrischen und magnetischen Felder erreicht werden.

Es gibt keine allgemein gültige und optimale Leiteranordnung zur Minimierung der elektrischen und magnetischen Feldstärke. Je nach Immissionssort können unterschiedliche Leiteranordnungen das jeweilige Optimum erzielen.

Eine Optimierung der Leiteranordnung der Neubauleitung kann unter Umständen zu Anpassungen der Leiteranordnungen im gesamten Netzbereich führen. Umfangreiche Umbauarbeiten auf anderen Leitungen und in Umspannwerken sind die direkte Folge.

Bereits in der Planung wurde die technisch bestmögliche Phasenlage zur Minimierung der magnetischen Flussdichte und der elektrischen Feldstärke sowie zur Optimierung des Energietransportes gewählt.

6 Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Gemäß den Anforderungen der 26. BImSchV [2] wurde im Bereich der zu untersuchenden Freileitungsabschnitte Immissionsberechnungen durchgeführt.

An den (repräsentativen) Bezugspunkten liegen im ungünstigsten Fall folgende Werte vor:

Bestand

- magnetische Flussdichte: 11,8 μT
- elektrische Feldstärke: 2,1 kV/m

Planung

- magnetische Flussdichte: 9,2 μT
- elektrische Feldstärke: 0,5 kV/m

Die festgelegten Grenzwerte der 26. BImSchV [2] an Orten, die nicht zum nur vorübergehenden Aufenthalt der Menschen dienen, werden in Nahbereich der geplanten Leitung in keinem Fall überschritten. Die Immissionswerte der magnetischen Flussdichte und elektrischen Feldstärke für die geplante Anlage liegen an betrachteten (repräsentativen) Bezugspunkten im ungünstigsten Fall um 90,8 μT und 4,5 kV/m unterhalb der festgelegten Grenzwerte.

Es ist festzustellen, dass die geplanten Minimierungsmaßnahmen in dem betreffenden Vorhaben als ausreichend betrachtet werden können.

Eine weitere Erhöhung der Masten ist im Verhältnis zu der hierdurch nur geringen Reduktion der Immissionswerte, aber erhöhten negativen Beeinflussung des Schutzgutes Umwelt als nicht verhältnismäßig zu bewerten.

Auch eine Änderung der Mastkopfgeometrie ist insbesondere in Hinblick auf das verstärkte Anflugrisiko durch gefährdete Vogelarten als nicht zielführend einzustufen.

Eine weitere Minimierung der Seilabstände wird in Bezug auf die betrieblichen Einschränkungen und die zusätzliche Beeinträchtigung des Landschaftsbildes als nicht zweckmäßig erachtet.

Unter Berücksichtigung der gesamten Netzstruktur ist die gewählte Leiteranordnung bereits als optimiert zu verstehen.

7 Abkürzungen / Einheiten

A	Ampere (Einheit der elektrischen Stromstärke)
A/m	Ampere pro Meter (Einheit der magnetischen Feldstärke)
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
EOK	Erdoberkante
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FGEU	Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie
Hz	Hertz (Einheit der Frequenz)
ICNIRP	Internationale Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung
kV/m	Kilovolt pro Meter (10^3 V/m, Einheit der elektrischen Feldstärke)
μ T	Mikrotesla (10^{-6} T, Einheit der magnetischen Flussdichte)
V	Volt (Einheit der elektrischen Spannung)
WHO	Weltgesundheitsorganisation

8 Literaturhinweise

- [1] Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG) vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 8. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1726) geändert worden ist

- [2] 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) - Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266)

- [3] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) vom 26. Februar 2016 (BAntz AT 03.03.2016 B5)

- [4] Rechenprogramm WinField, Version 2022, der Firma Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie – FGEU GmbH, Berlin

- [5] Hinweise zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266)

- [6] DIN EN 50341-1: 2013-11 Freileitungen über AC 1 kV – Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen

Anhang 1: Graphische Darstellung der Ergebnisse

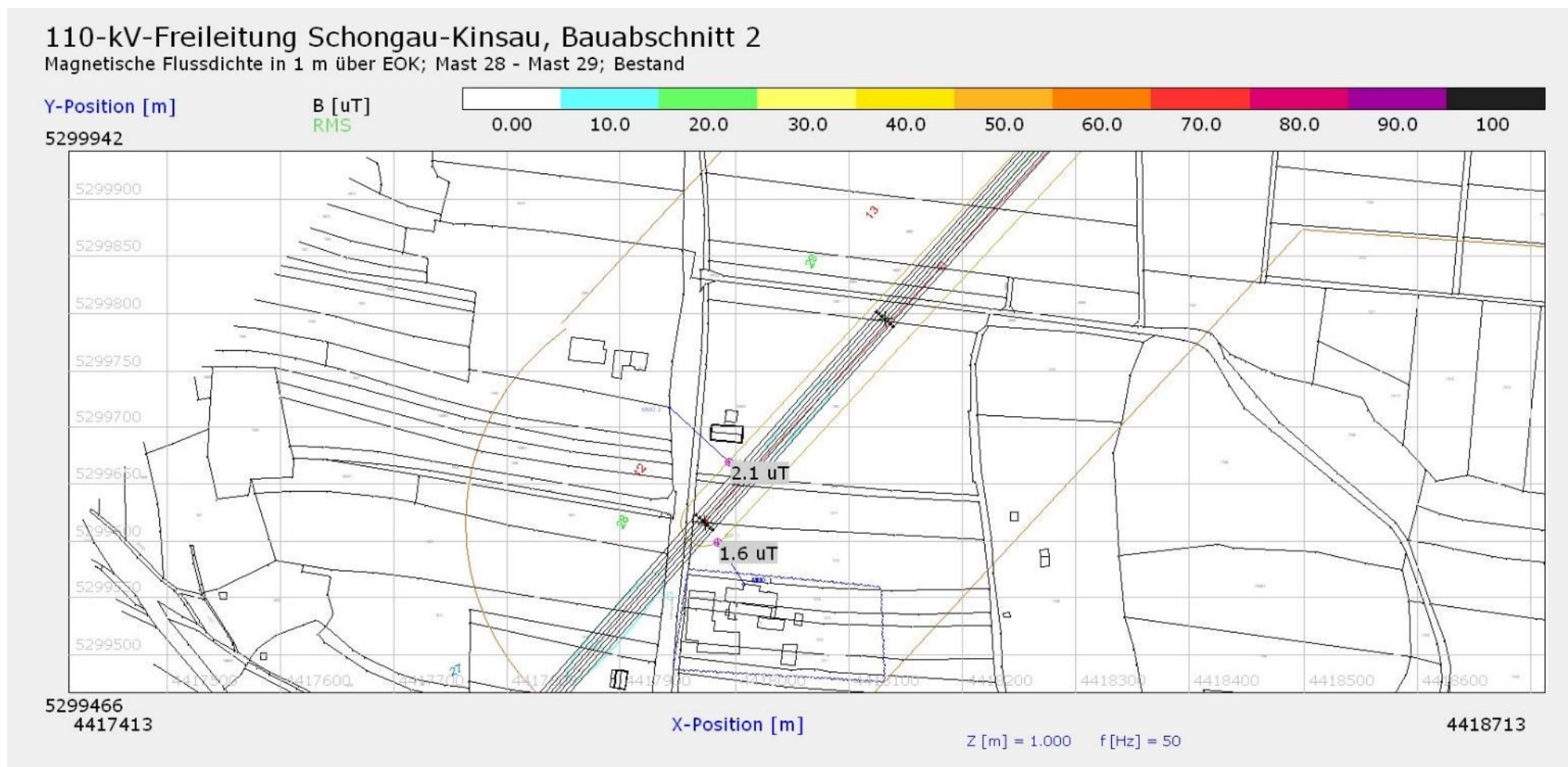


Abbildung 8: Mast 28 – Mast 29; Bestand; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 12 - Mast 13; Planung

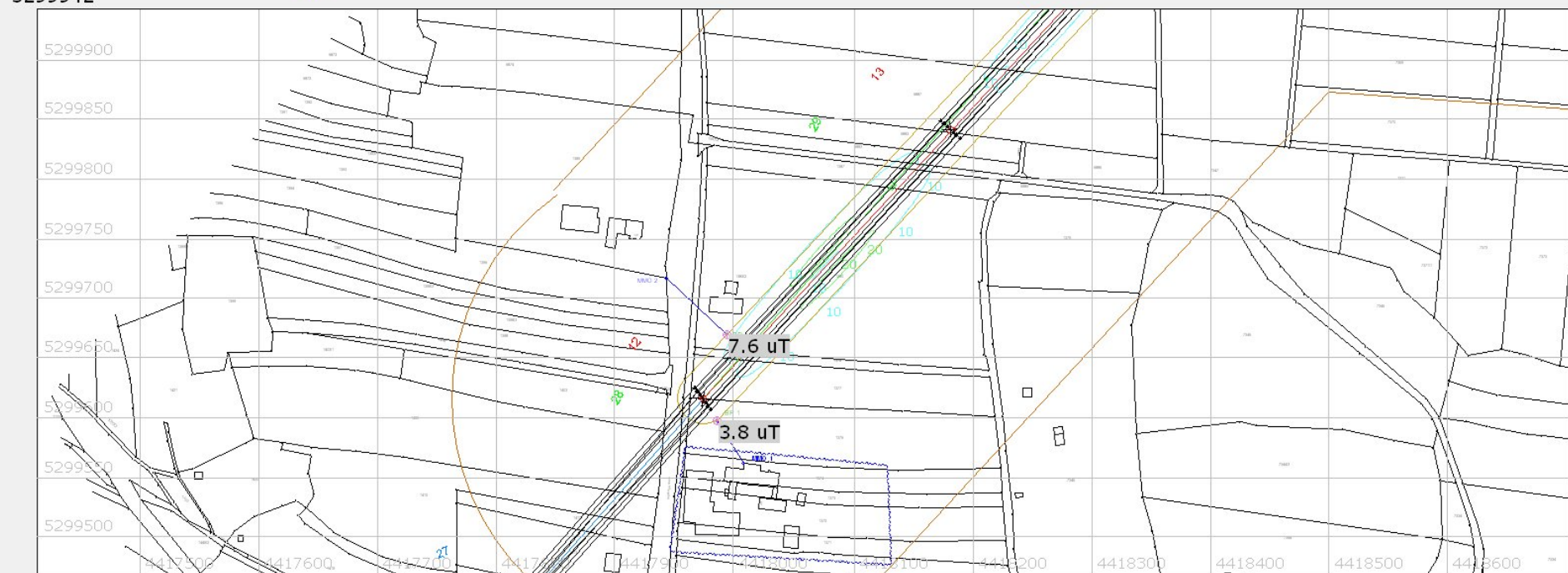
Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5299942



5299466

4417413

X-Position [m]

Z [m] = 1.000

f [Hz] = 50

4418713

Abbildung 9: Mast 12 – Mast 13; Planung; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 12 - Mast 13; Minimierungsprüfung 1

Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5299942



5299466

4417413

X-Position [m]

Z [m] = 1.000

f [Hz] = 50

4418713

Abbildung 10: Mast 12 – Mast 13; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte

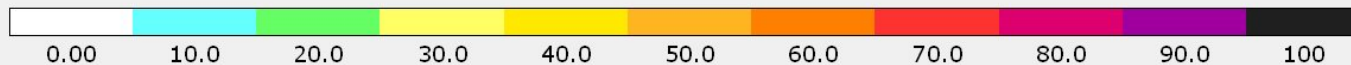
110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 12 - Mast 13; Minimierungsprüfung 2

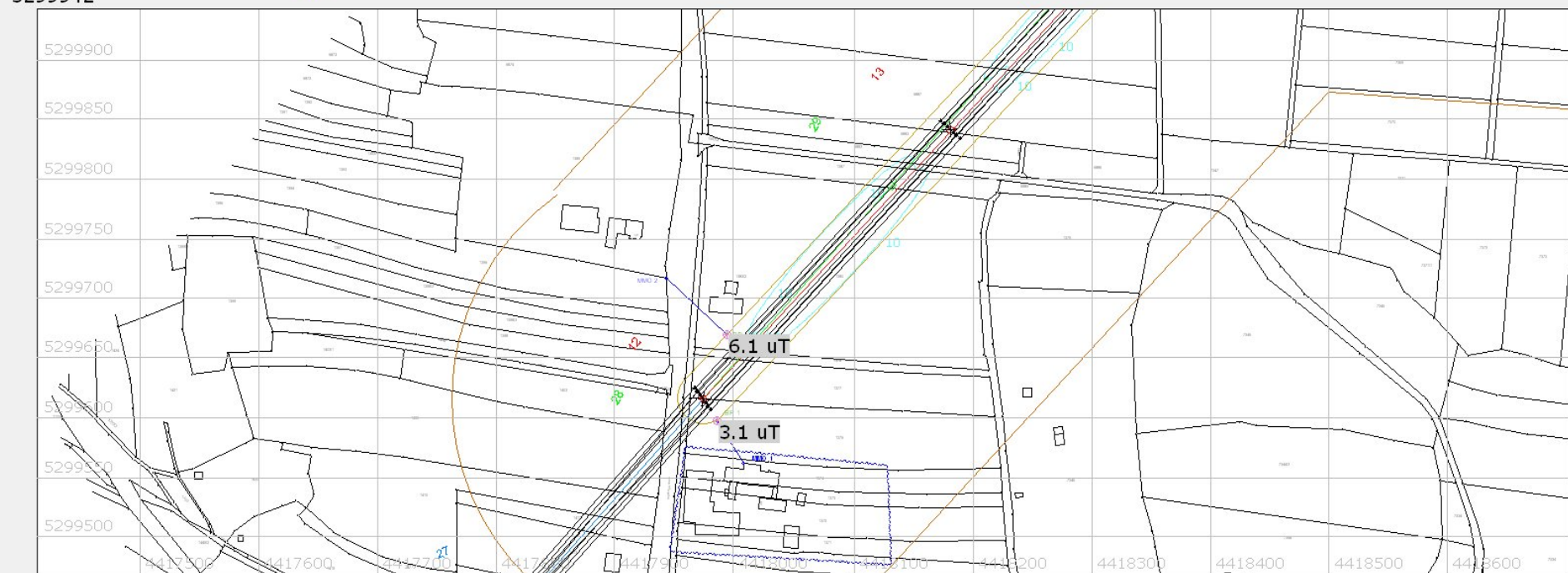
Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5299942



5299466

4417413

X-Position [m]

Z [m] = 1.000

f [Hz] = 50

4418713

Abbildung 11: Mast 12 - Mast 13; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte

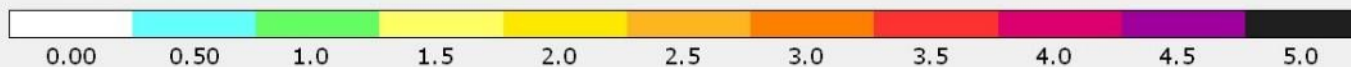
110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 28 - Mast 29; Bestand

Y-Position [m]

E [kV/m]

RMS



5299942



5299466

4417413

X-Position [m]

Z [m] = 1.000

f [Hz] = 50

4418713

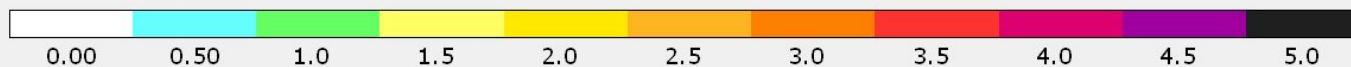
Abbildung 12: Mast 28 – Mast 29; Bestand; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

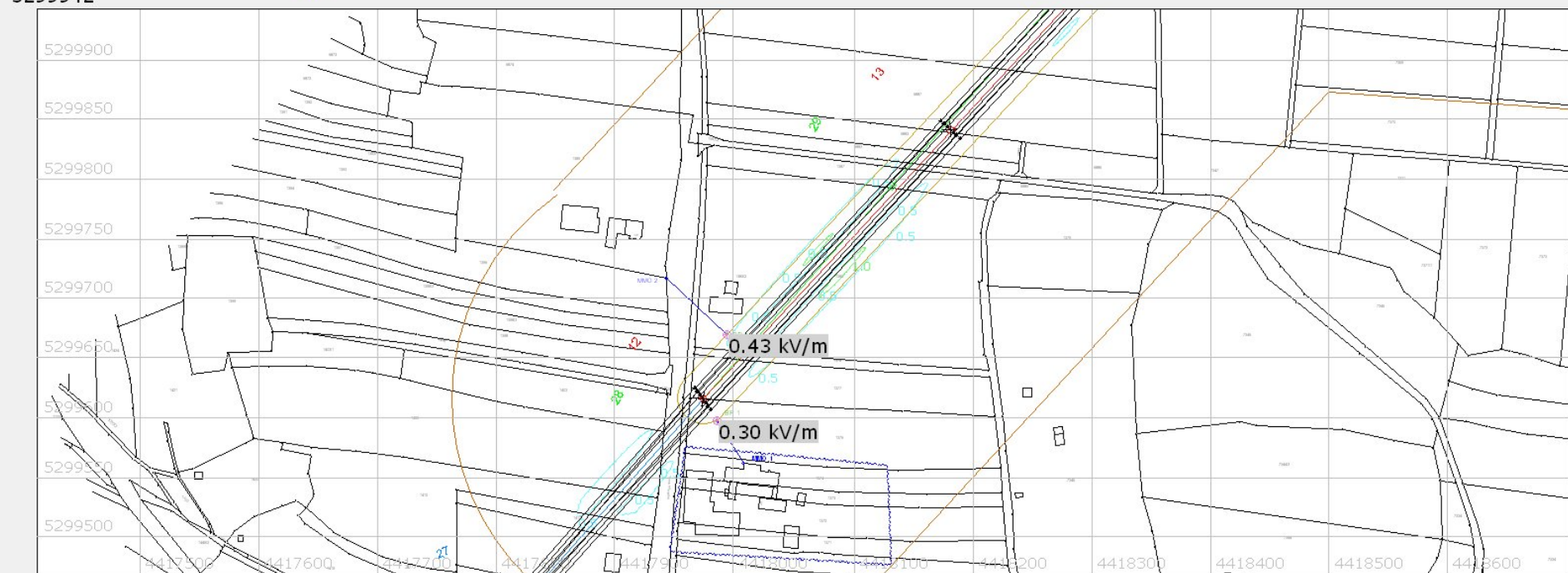
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 12 - Mast 13; Planung

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5299942



5299466

4417413

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4418713

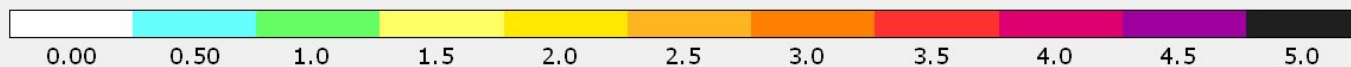
Abbildung 13: Mast 12 – Mast 13; Planung; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

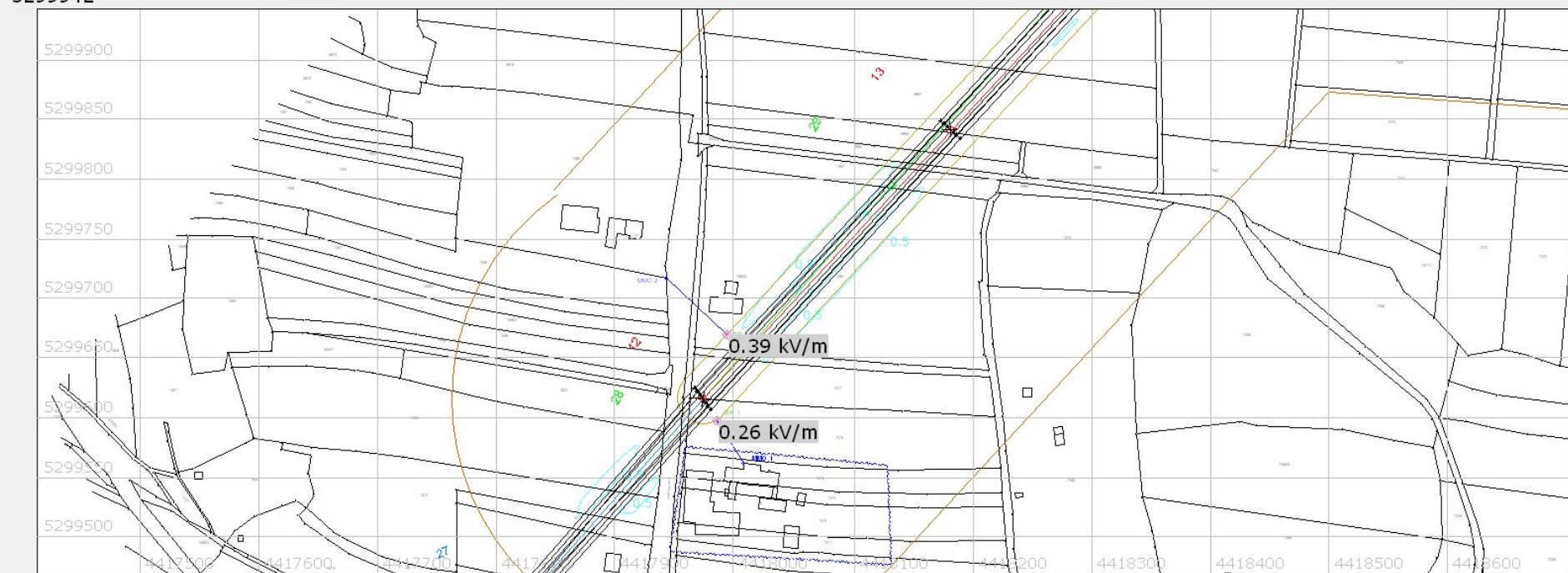
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 12 - Mast 13; Minimierungsprüfung 1

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5299942



5299466
4417413

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4418713

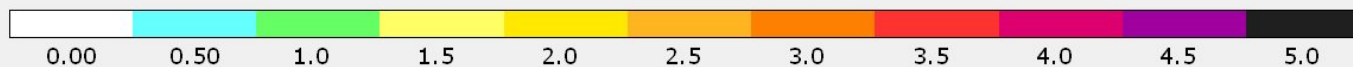
Abbildung 14: Mast 12 - Mast 13; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

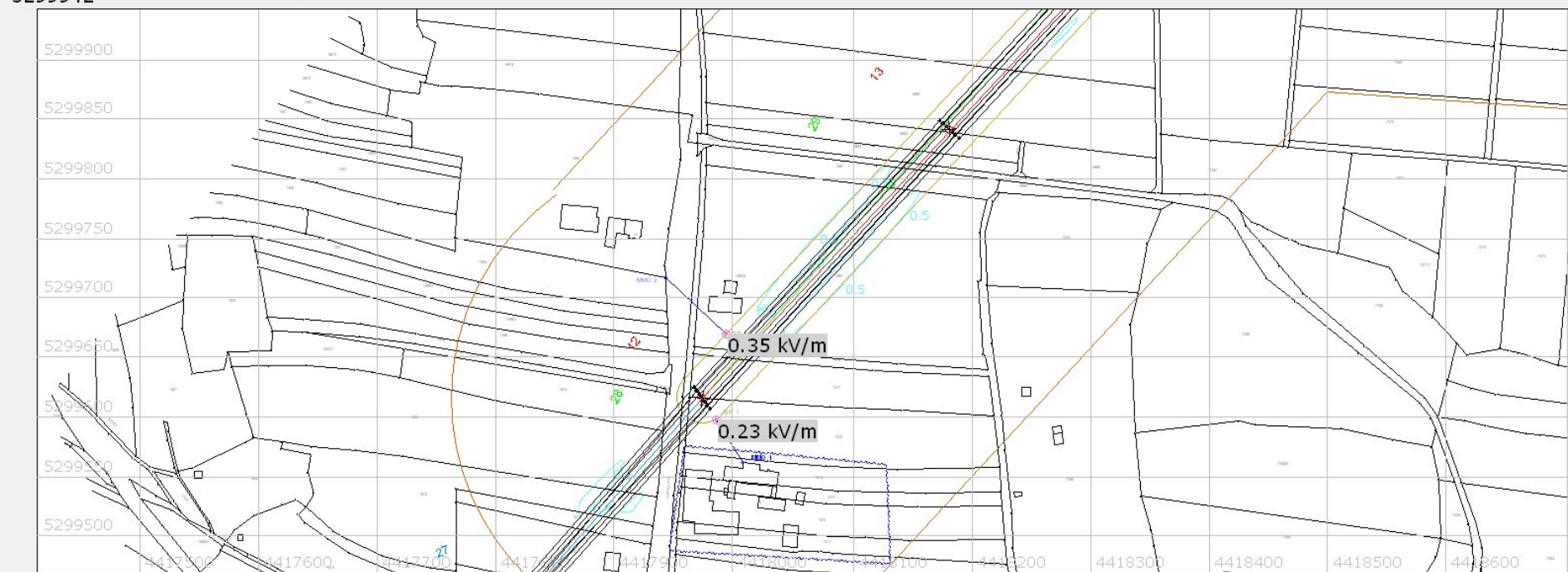
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 12 - Mast 13; Minimierungsprüfung 2

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5299942



5299466
4417413

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4418713

Abbildung 15: Mast 12 - Mast 13; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 31/7 - Portal P001; Bestand

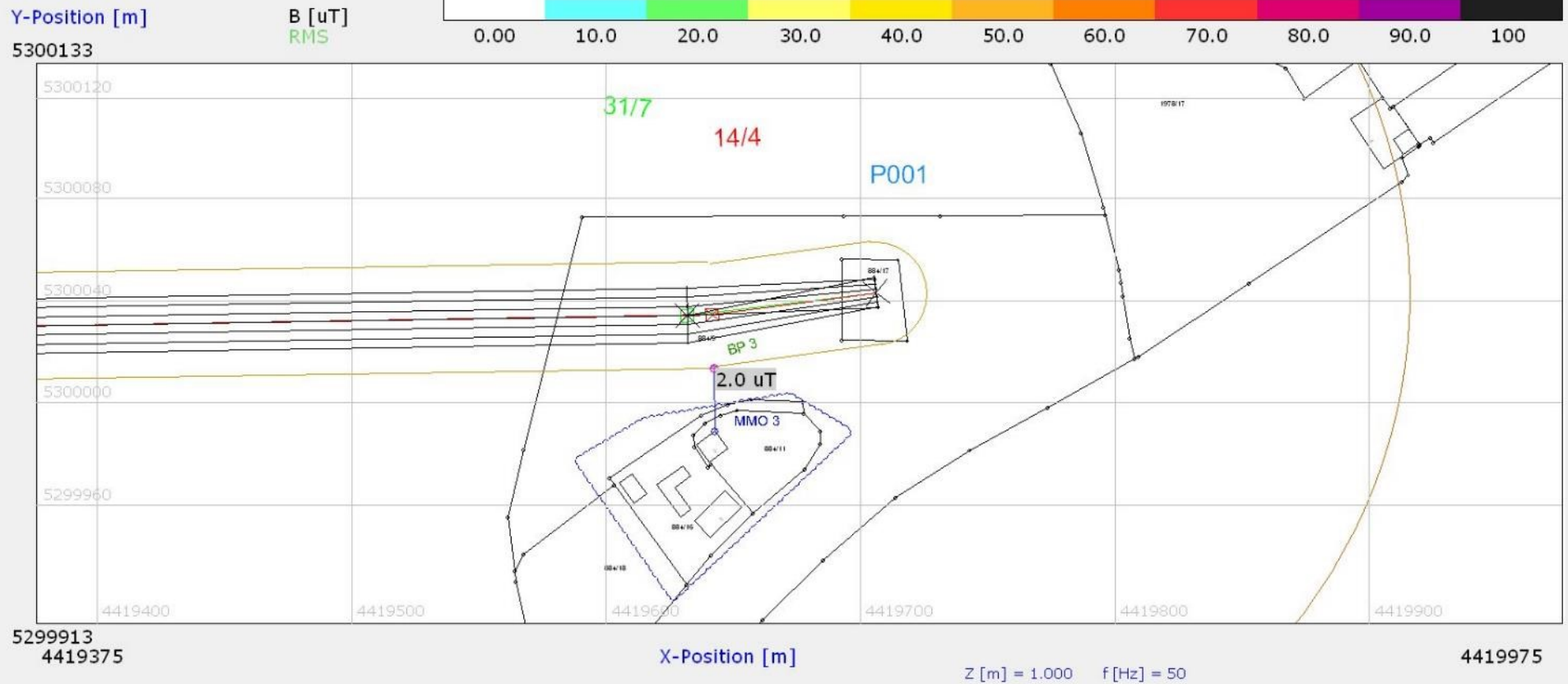


Abbildung 16: Mast 31/7 –Portal P001; Bestand; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 14/4 - Portal P001; Planung

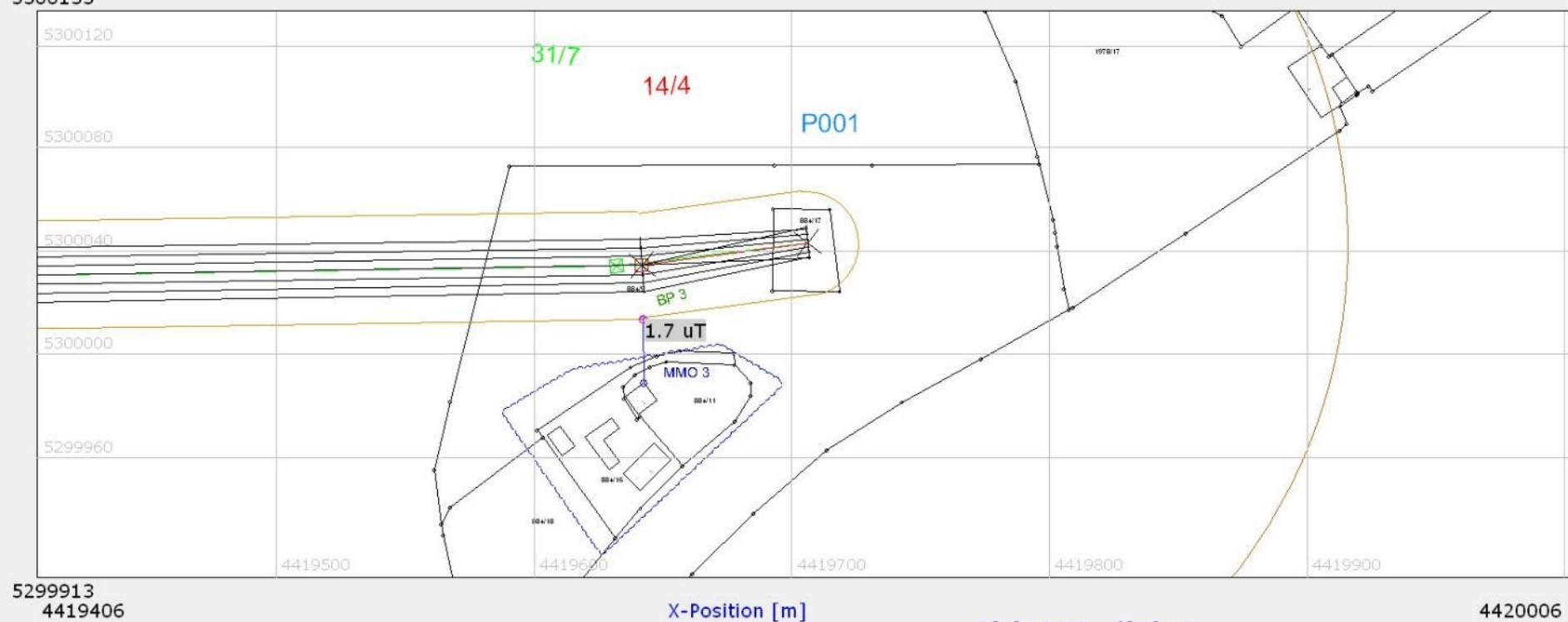
Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5300133



Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

Abbildung 17: Mast 14/4 – Portal P001; Planung; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 14/4 - Portal P001; Minimierungsprüfung 1

Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5300133

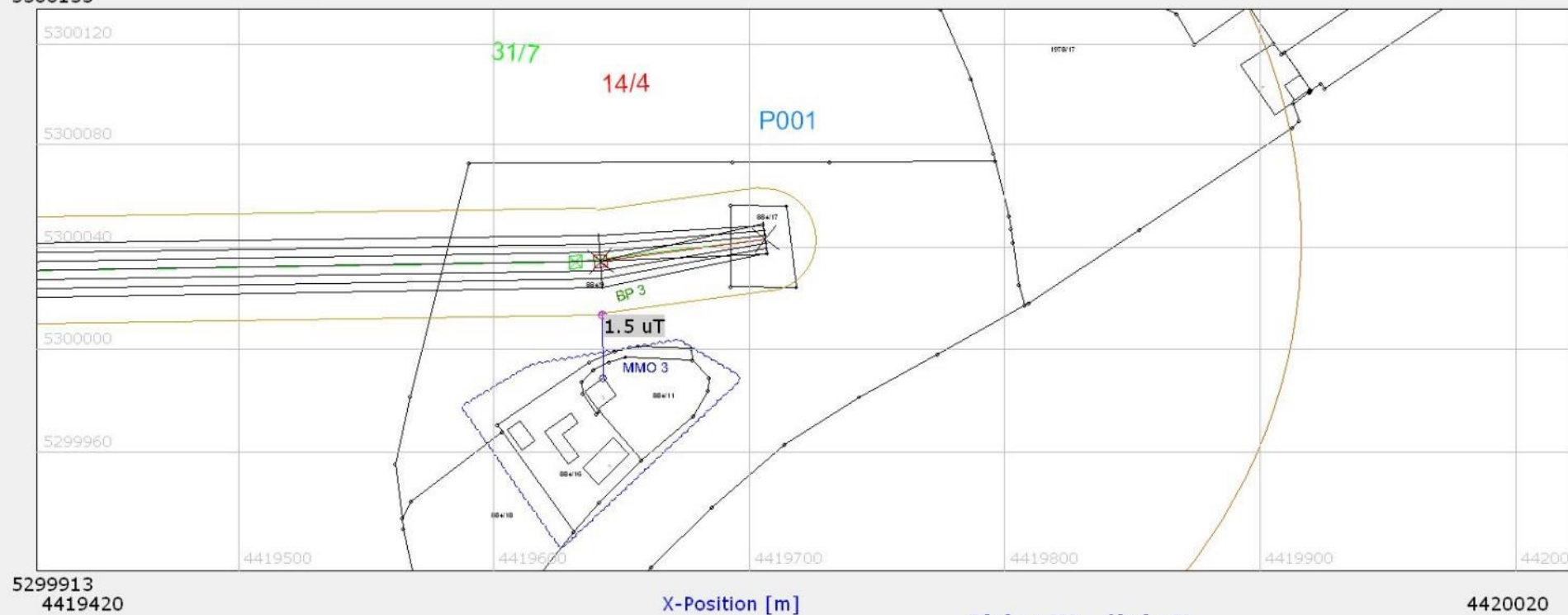


Abbildung 18: Mast 14/4 – Portal P001; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 14/4 - Portal P001; Minimierungsprüfung 2

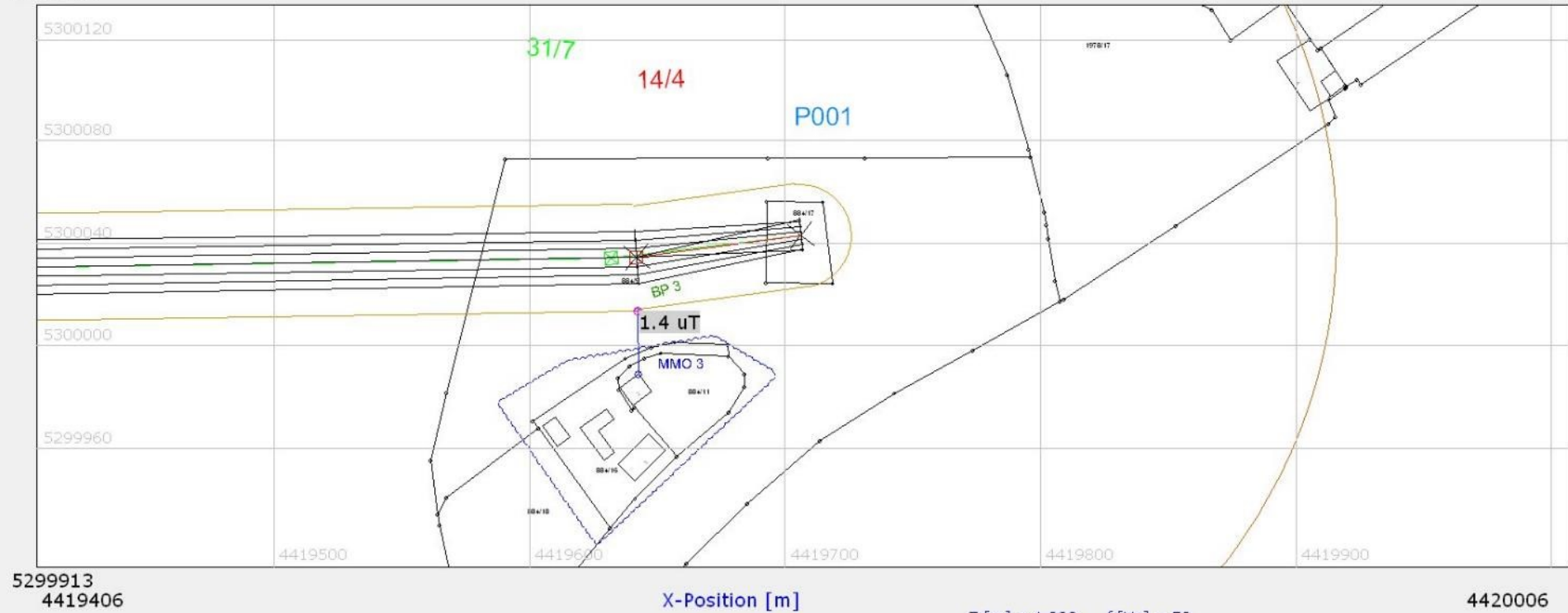
Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5300133



Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

Abbildung 19: Mast 14/4 – Portal P001; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 31/7 - Portal P001; Bestand

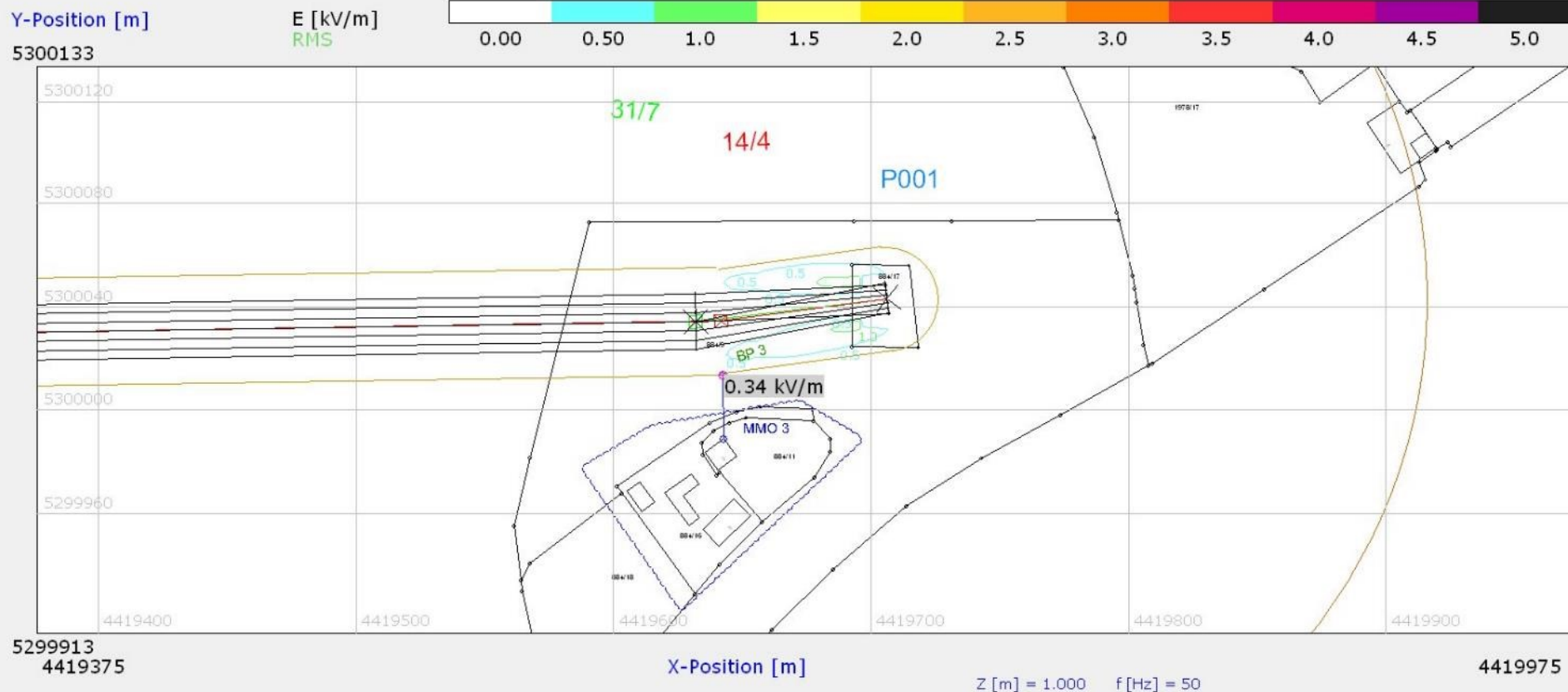


Abbildung 20: Mast 31/7 –Portal P001; Bestand; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 14/4 - Portal P001; Planung

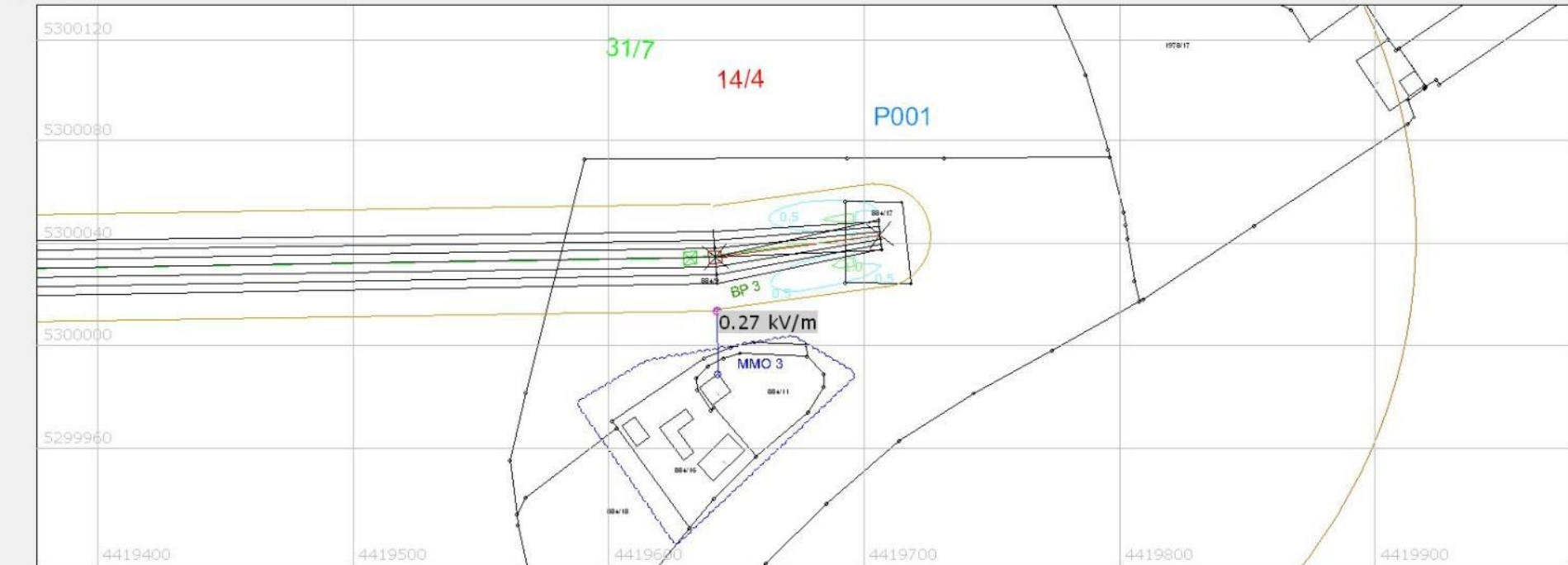
Y-Position [m]

E [kV/m]

RMS



5300133



5299913

4419375

X-Position [m]

Z [m] = 1.000

f [Hz] = 50

4419975

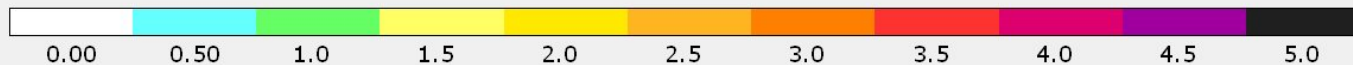
Abbildung 21: Mast 14/4 – Portal P001; Planung; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

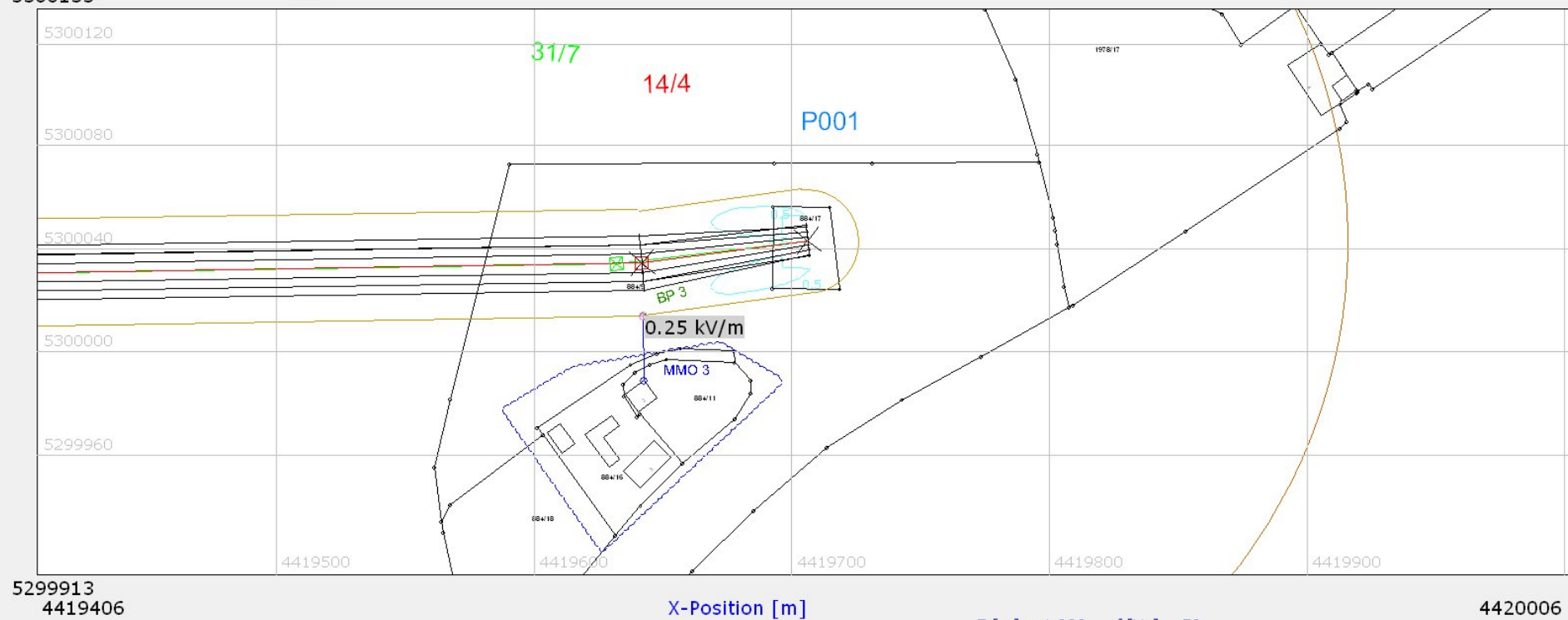
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 14/4 - Portal P001; Minimierungsprüfung 1

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5300133



Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

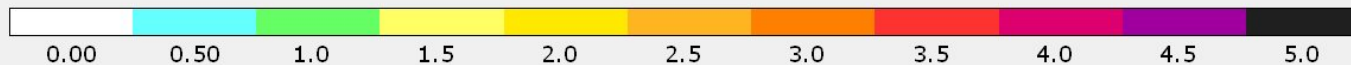
Abbildung 22: Mast 14/4 – Portal P001; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 14/4 - Portal P001; Minimierungsprüfung 2

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5300133

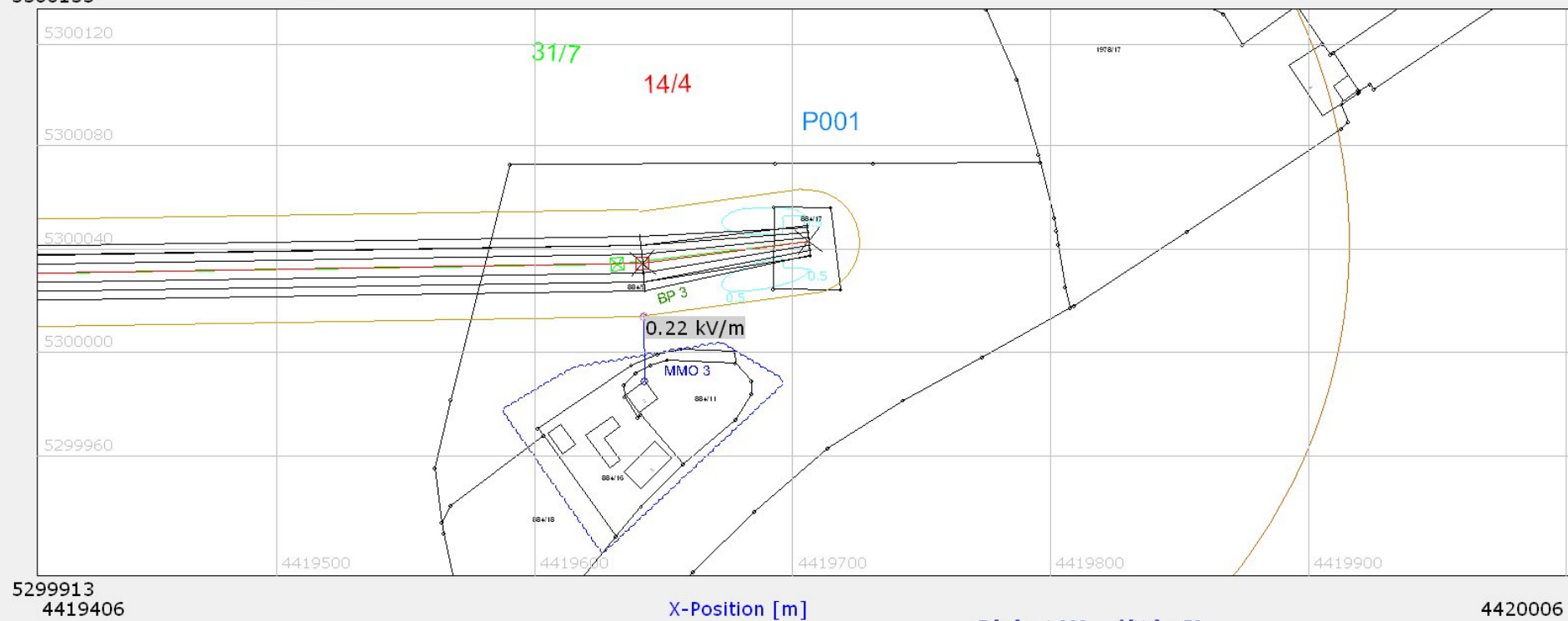


Abbildung 23: Mast 14/4 – Portal P001; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 37 - Mast 38; Bestand

Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5301674



5301356

4418555

X-Position [m]

Z [m] = 1.000

f [Hz] = 50

4419423

Abbildung 24: Mast 37 – Mast 38; Bestand; Magn. Flussdichte

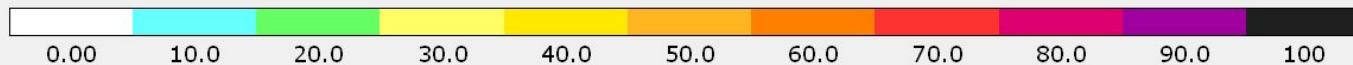
110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 20 - Mast 21; Planung

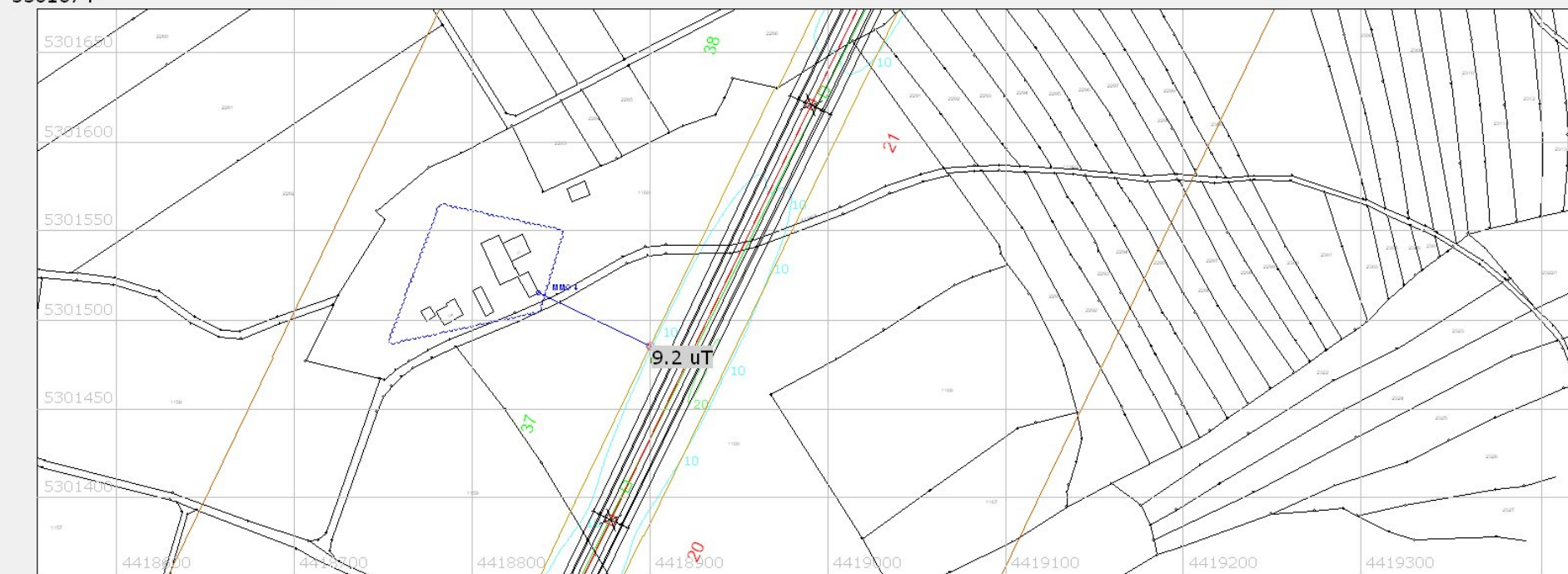
Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5301674



X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

Abbildung 25: Mast 20 – Mast 21; Planung; Magn. Flussdichte

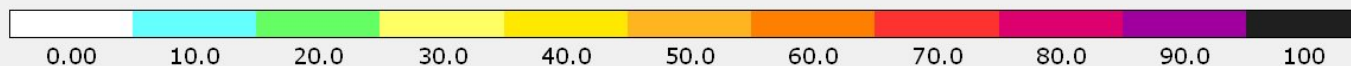
110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 20 - Mast 21; Minimierungsprüfung 1

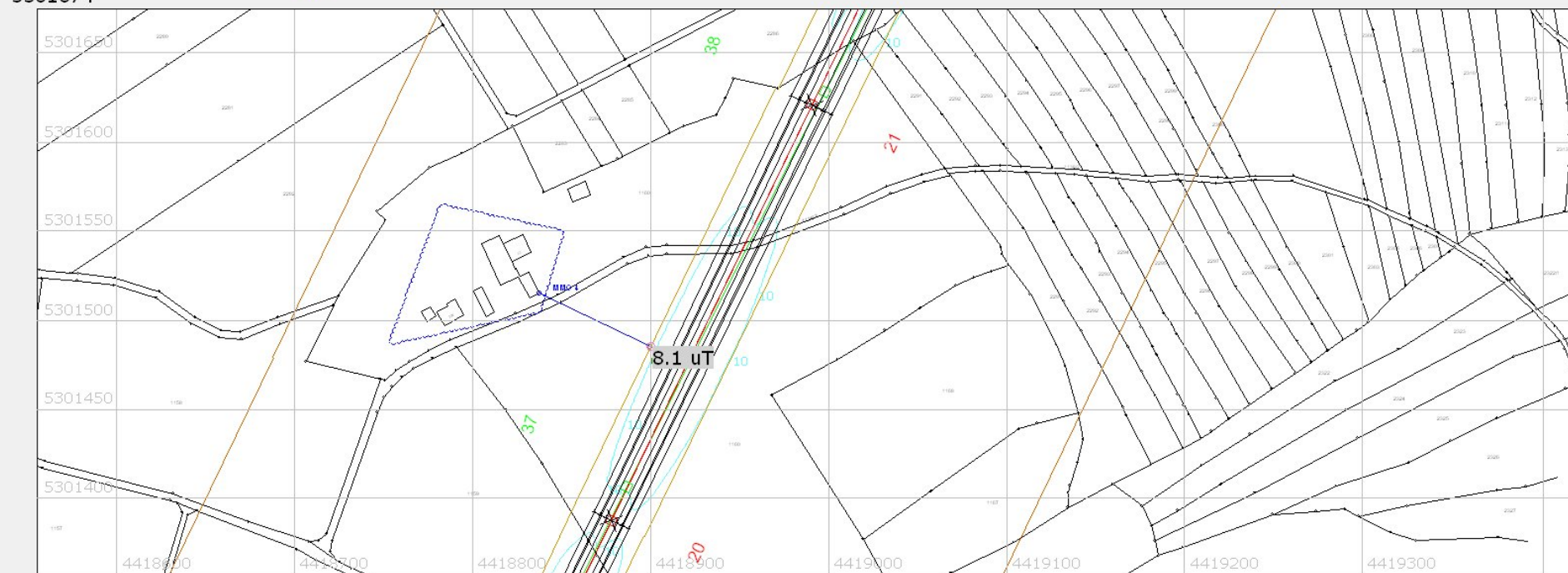
Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5301674



X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419423

Abbildung 26: Mast 20 – Mast 21; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 20 - Mast 21; Minimierungsprüfung 2

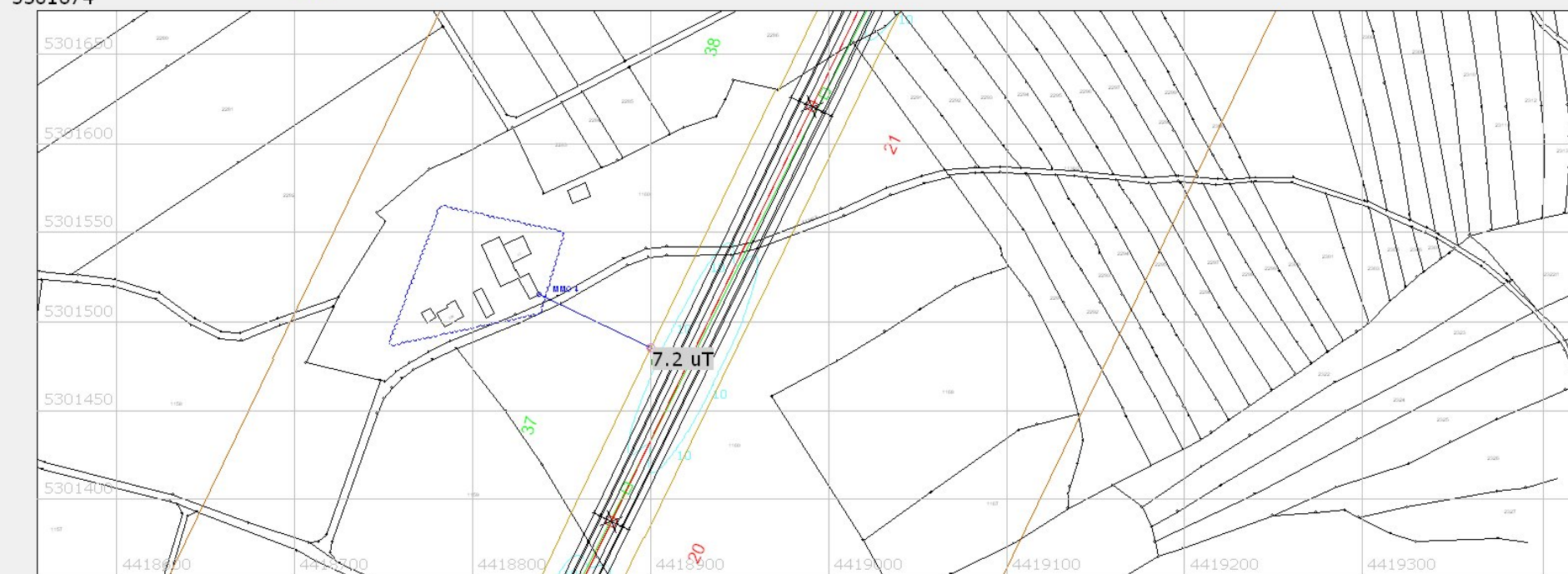
Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5301674



5301356

4418555

X-Position [m]

Z [m] = 1.000

f [Hz] = 50

4419423

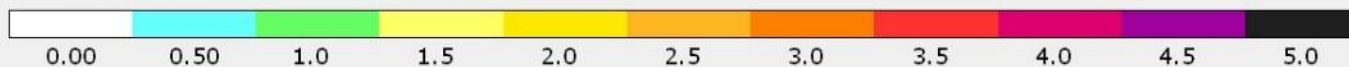
Abbildung 27: Mast 20 – Mast 21; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

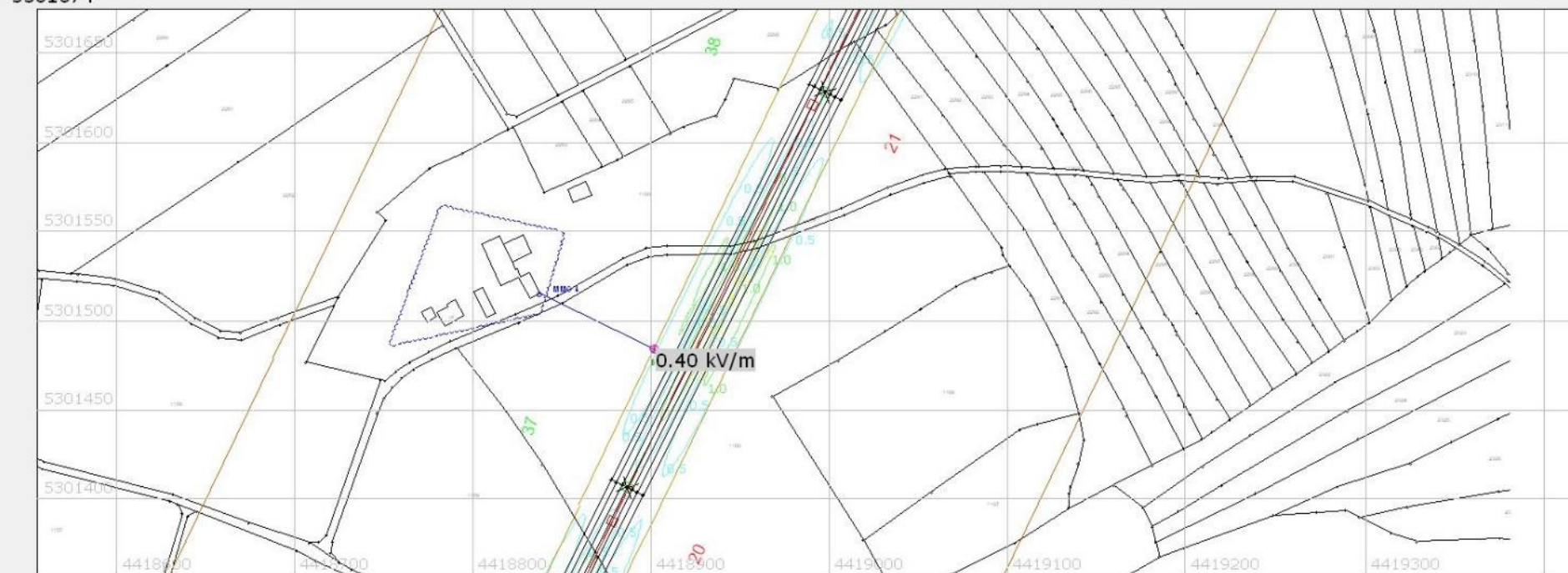
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 37 - Mast 38; Bestand

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5301674



5301356
4418555

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419423

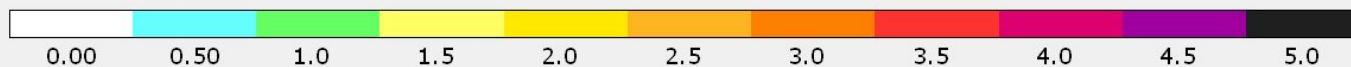
Abbildung 28: Mast 37 – Mast 38; Bestand; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

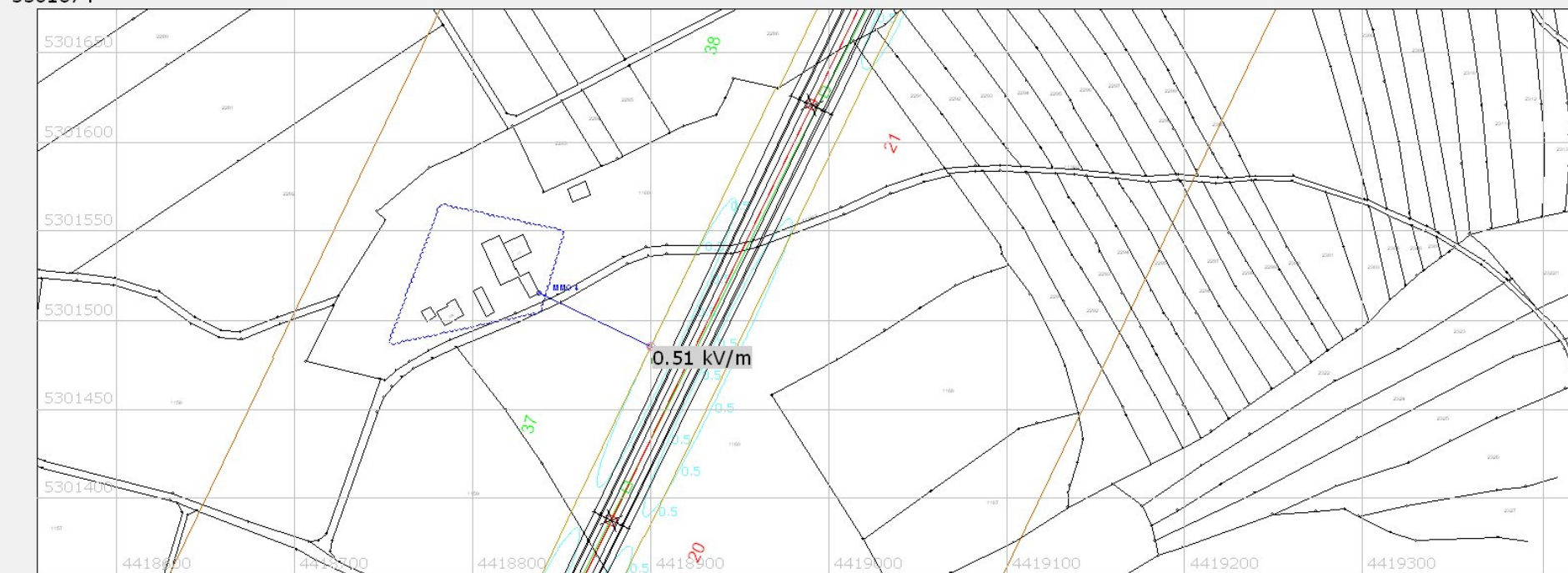
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 20 - Mast 21; Planung

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5301674



5301356
4418555

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419423

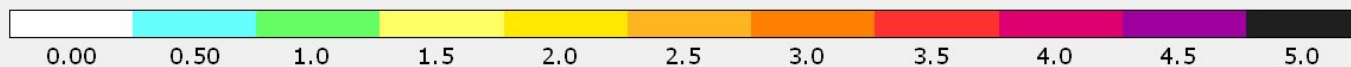
Abbildung 29: Mast 20 – Mast 21; Planung; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

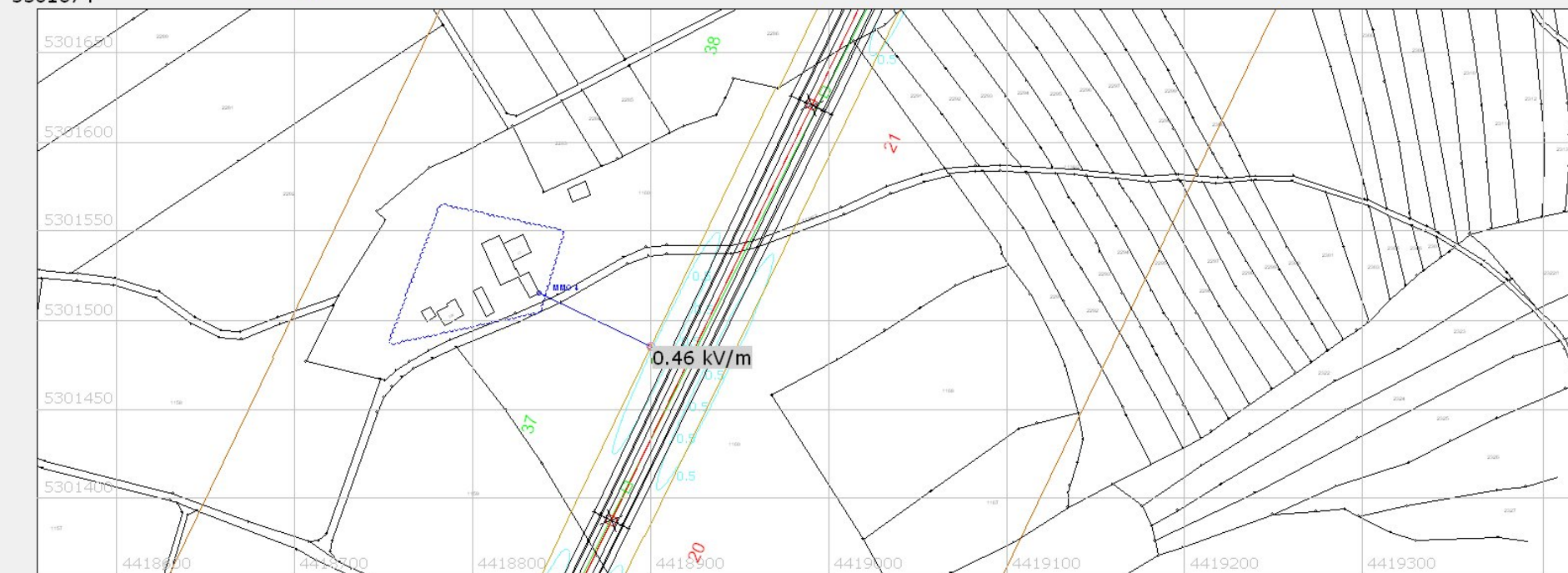
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 20 - Mast 21; Minimierungsprüfung 1

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5301674



5301356
4418555

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419423

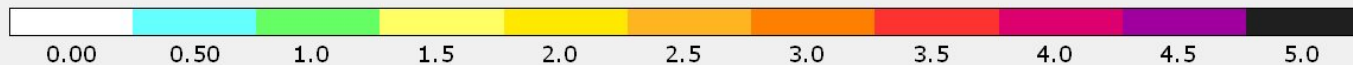
Abbildung 30: Mast 20 – Mast 21; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

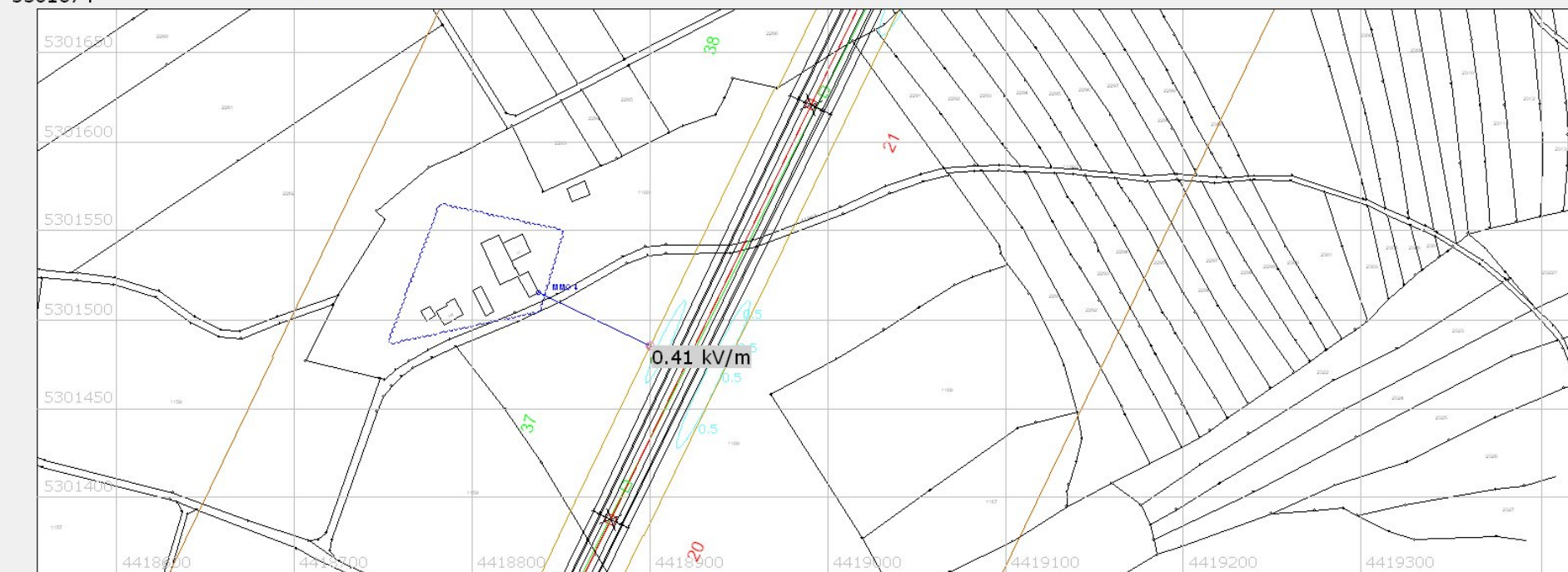
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 20 - Mast 21; Minimierungsprüfung 2

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5301674



5301356
4418555

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419423

Abbildung 31: Mast 20 – Mast 21; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke

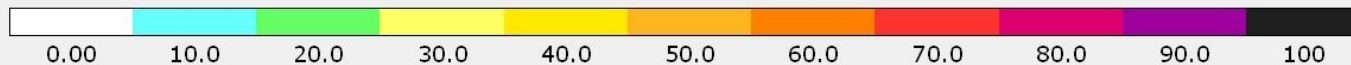
110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 43/2 - Mast 43/3; Bestand

Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5302914

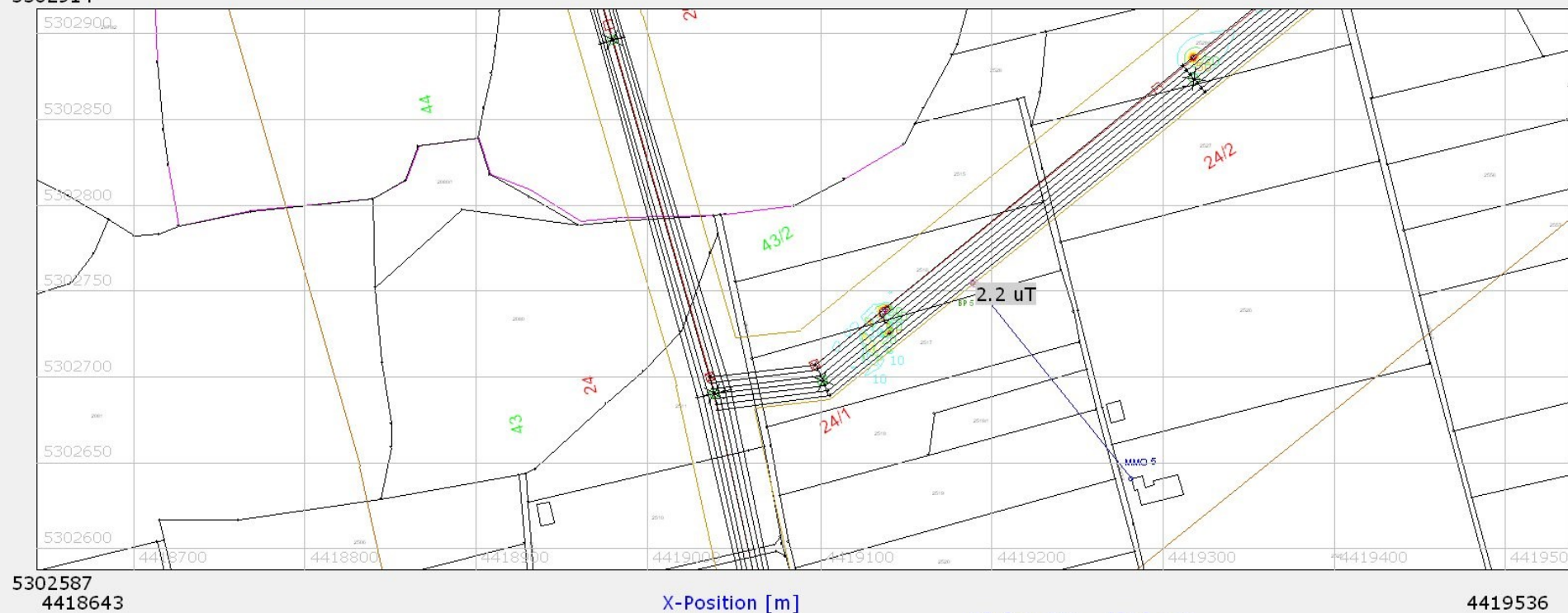


Abbildung 32: Mast 43/2 – Mast 43/3; Bestand; Magn. Flussdichte

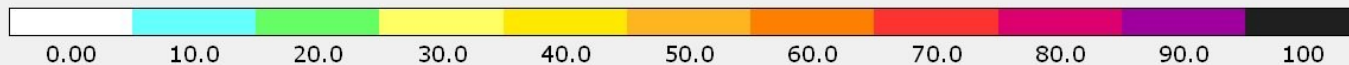
110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 24/1 - Mast 24/2; Planung

Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5302914

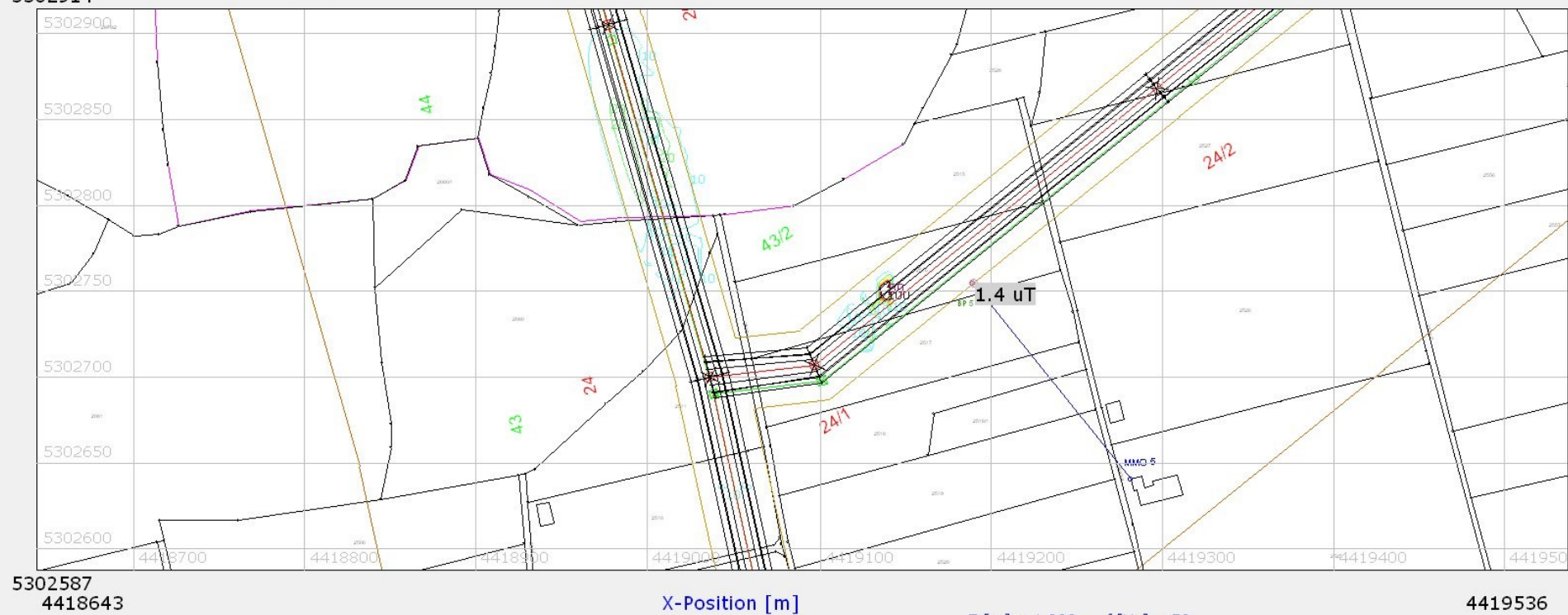


Abbildung 33: Mast 24/1 – Mast 24/2; Planung; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 24/1 - Mast 24/2; Minimierungsprüfung 1

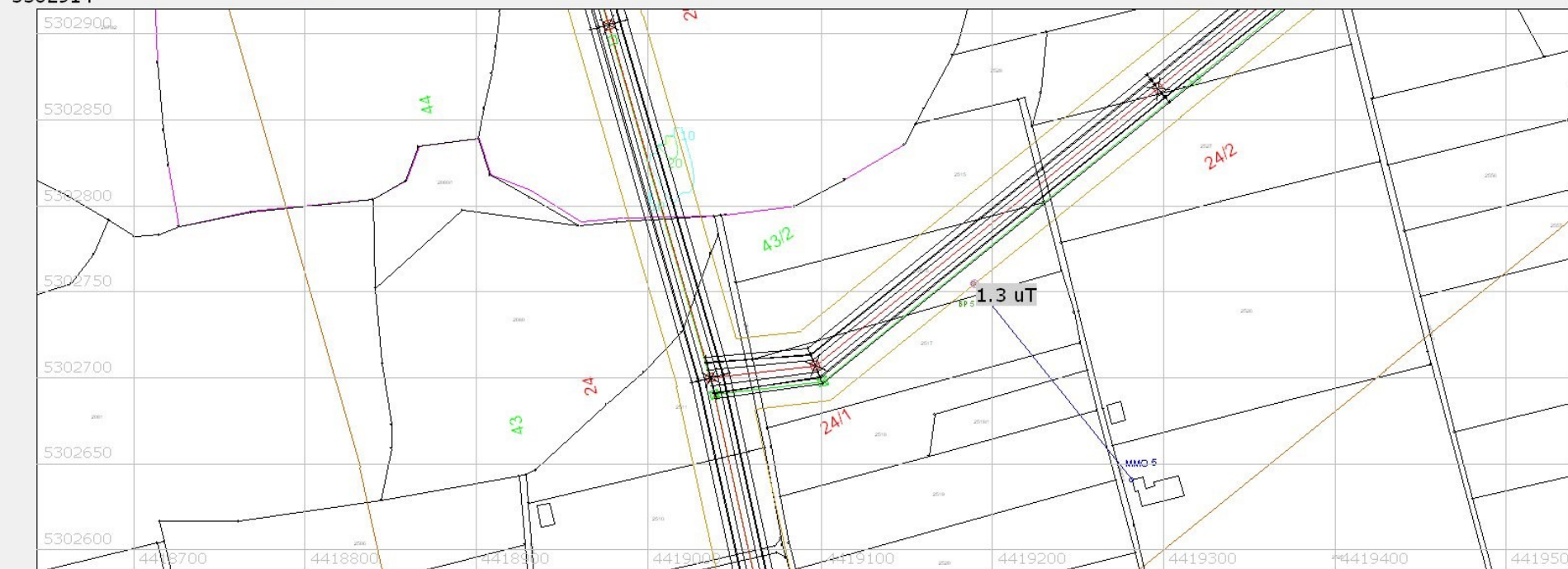
Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5302914



5302587
4418643

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419536

Abbildung 34: Mast 24/1 – Mast 24/2; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 24/1 - Mast 24/2; Minimierungsprüfung 2

Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5302914

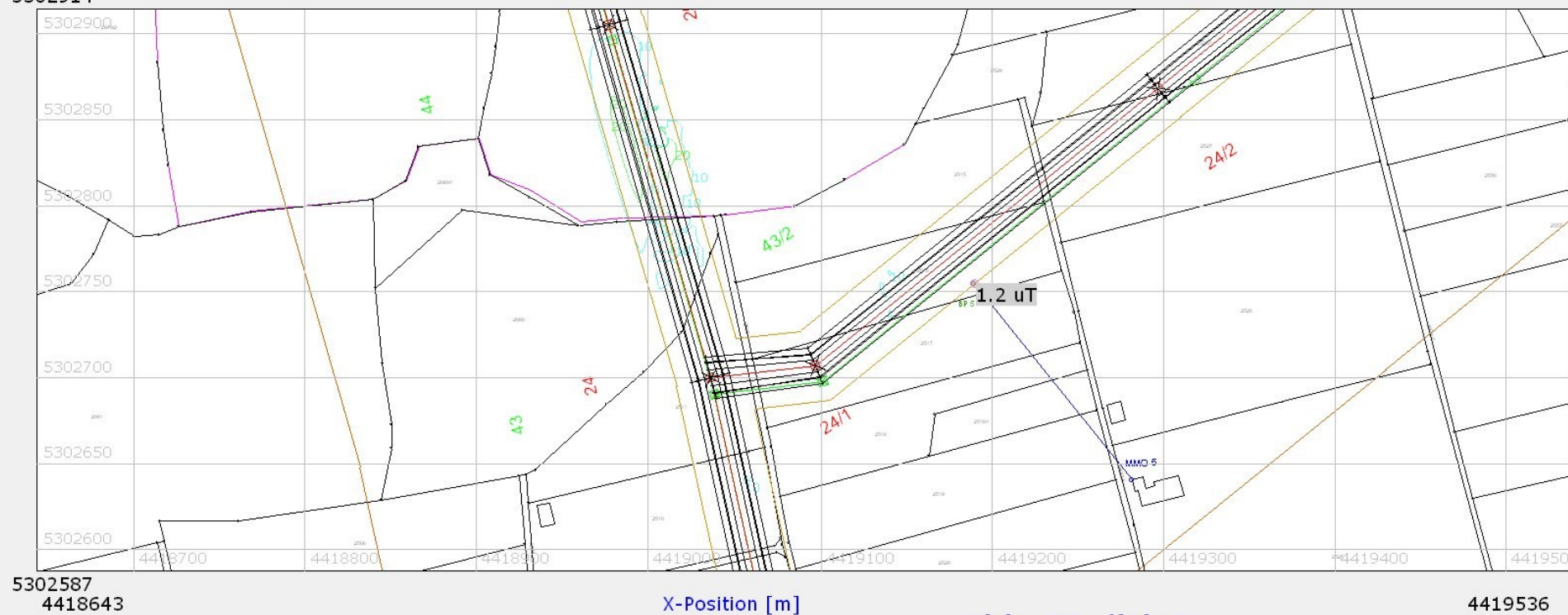


Abbildung 35: Mast 24/1 – Mast 24/2; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 43/2 - Mast 43/3; Bestand

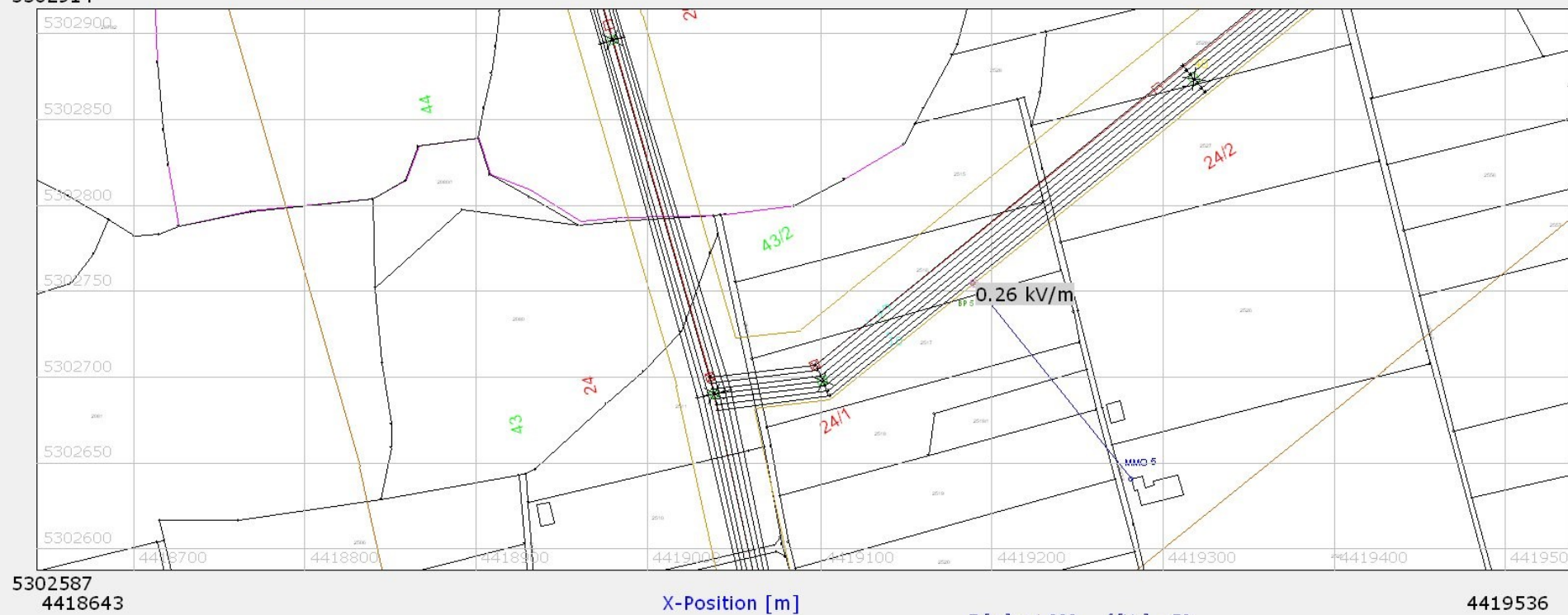
Y-Position [m]

E [kV/m]

RMS



5302914



Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

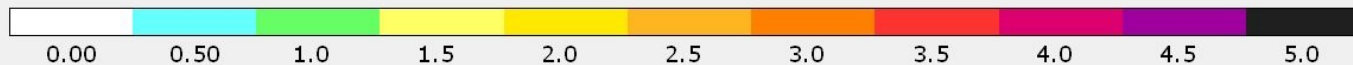
Abbildung 36: Mast 43/2 – Mast 43/3; Bestand; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

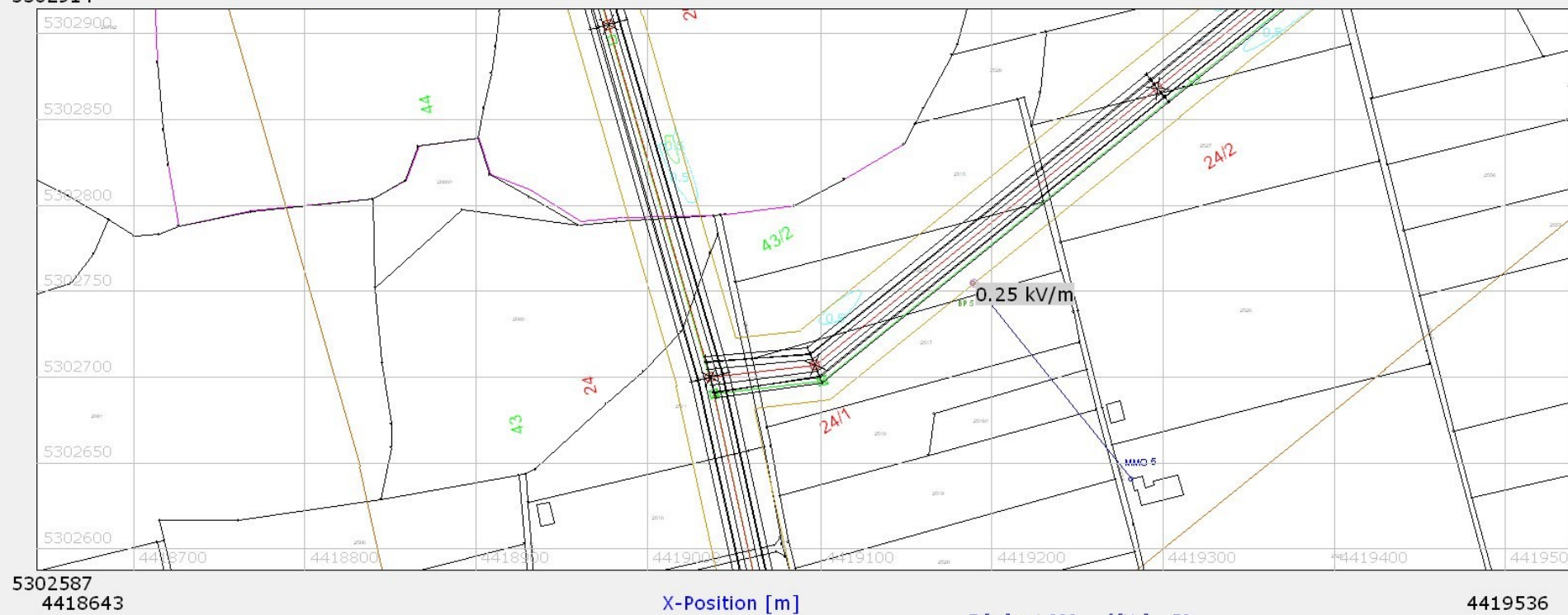
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 24/1 - Mast 24/2; Planung

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5302914



Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

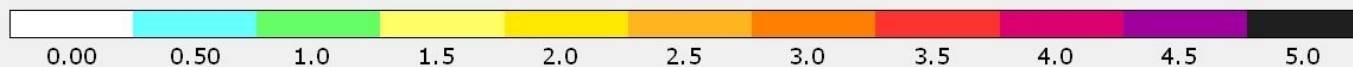
Abbildung 37: Mast 24/1 – Mast 24/2; Planung; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

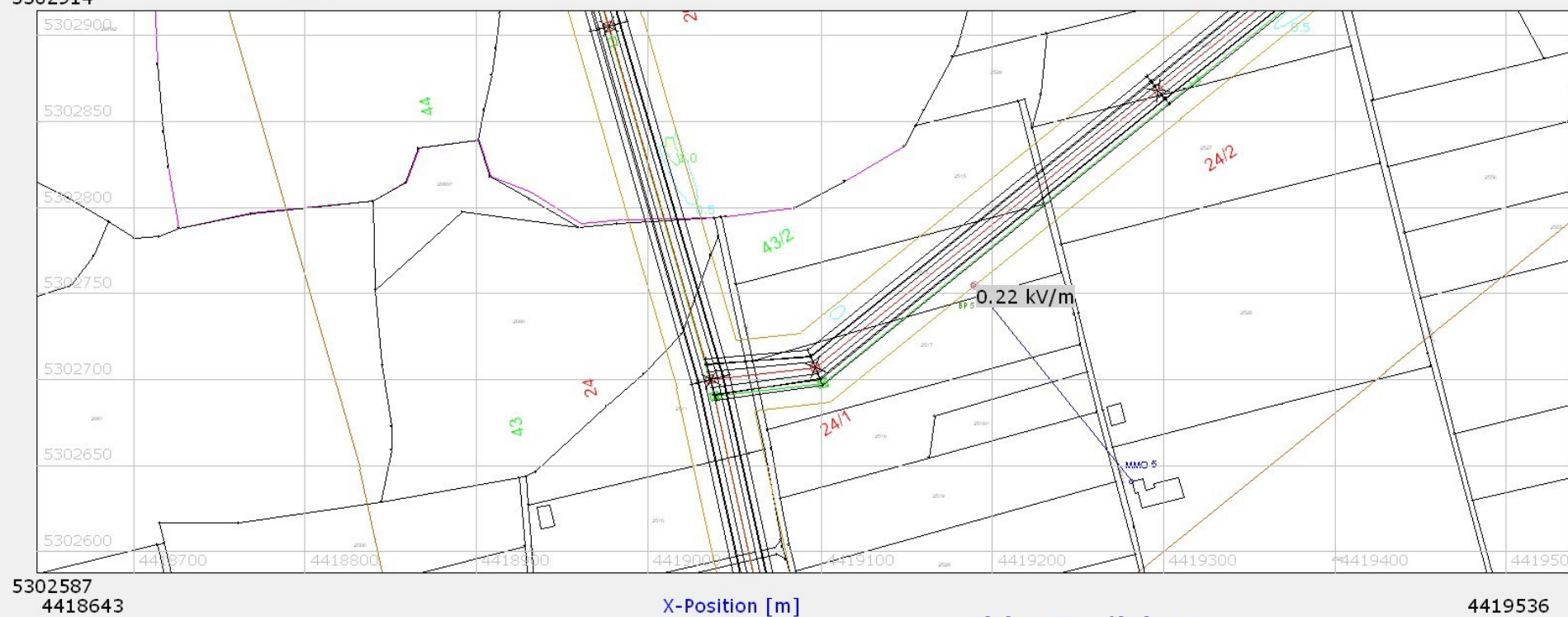
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 24/1 - Mast 24/2; Minimierungsprüfung 1

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5302914



Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

Abbildung 38: Mast 24/1 – Mast 24/2; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

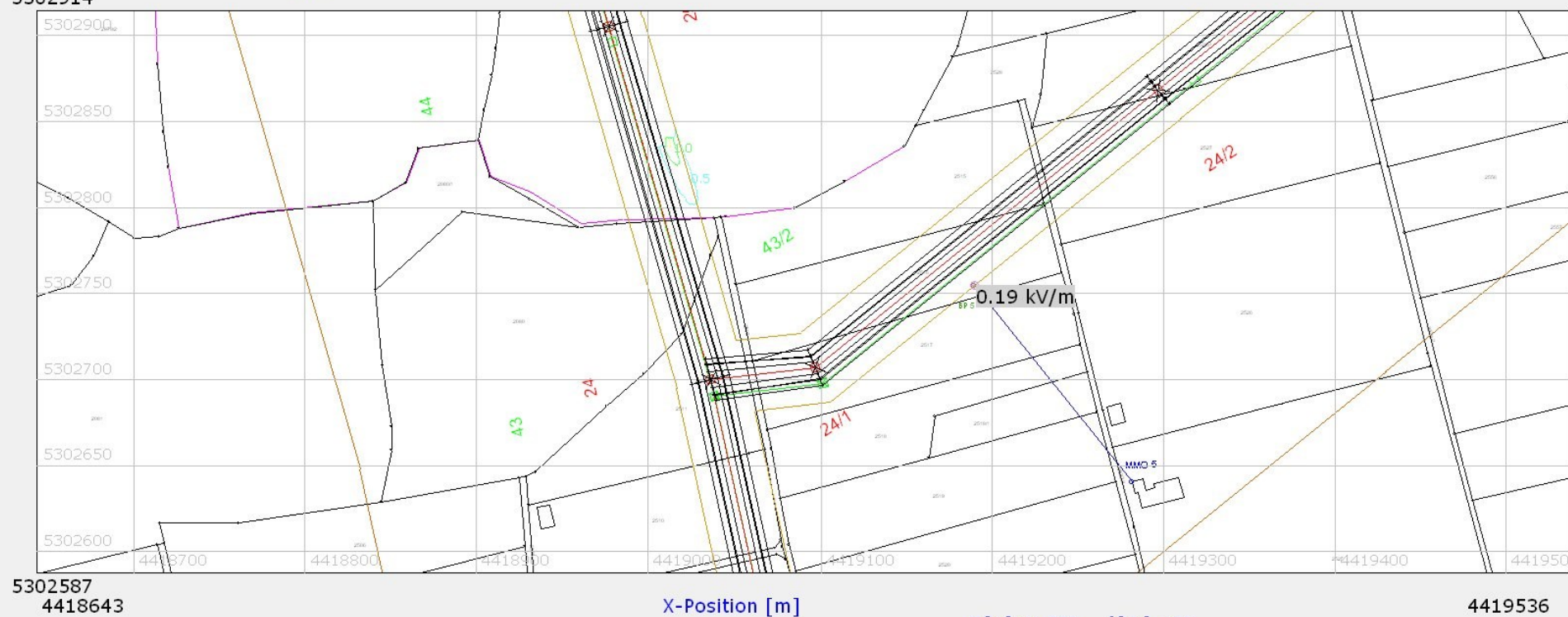
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 24/1 - Mast 24/2; Minimierungsprüfung 2

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5302914



Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

Abbildung 39: Mast 24/1 – Mast 24/2; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke



110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 24/3- Portal P001; Planung

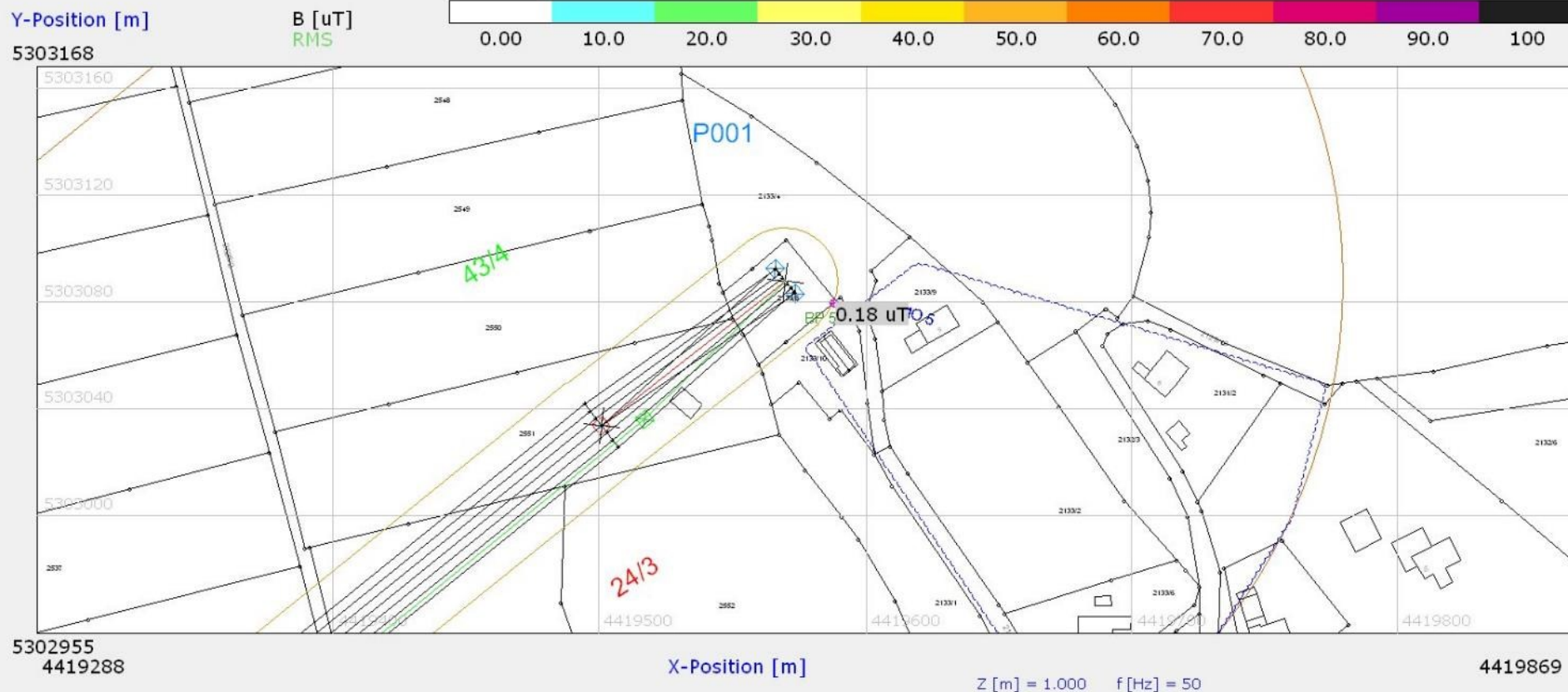


Abbildung 41: Mast 24/3 – Portal P001; Planung; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 24/3- Portal P001; Minimierungsprüfung 1

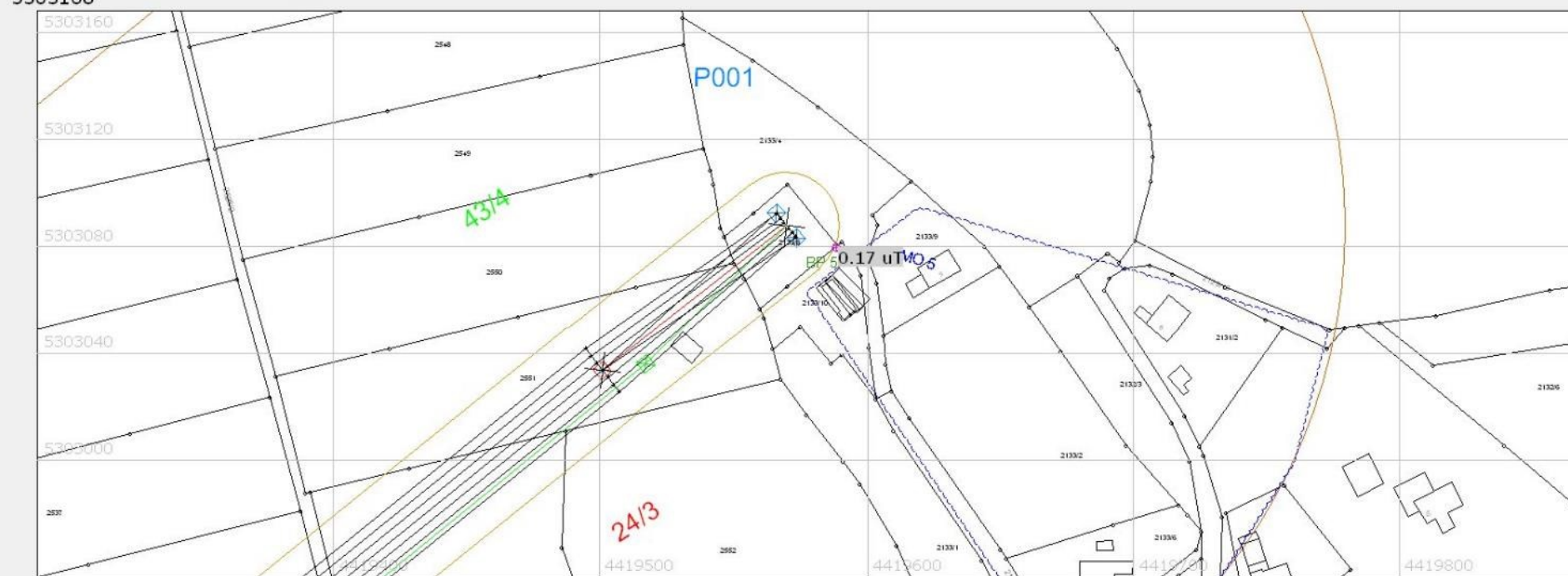
Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5303168



5302955
4419288

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419869

Abbildung 42: Mast 24/3 – Portal P001; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 24/3- Portal P001; Minimierungsprüfung 2

Y-Position [m]

B [uT]
RMS



5303168



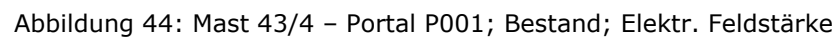
5302955
4419288

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419869

Abbildung 43: Mast 24/3 – Portal P001; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte



110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

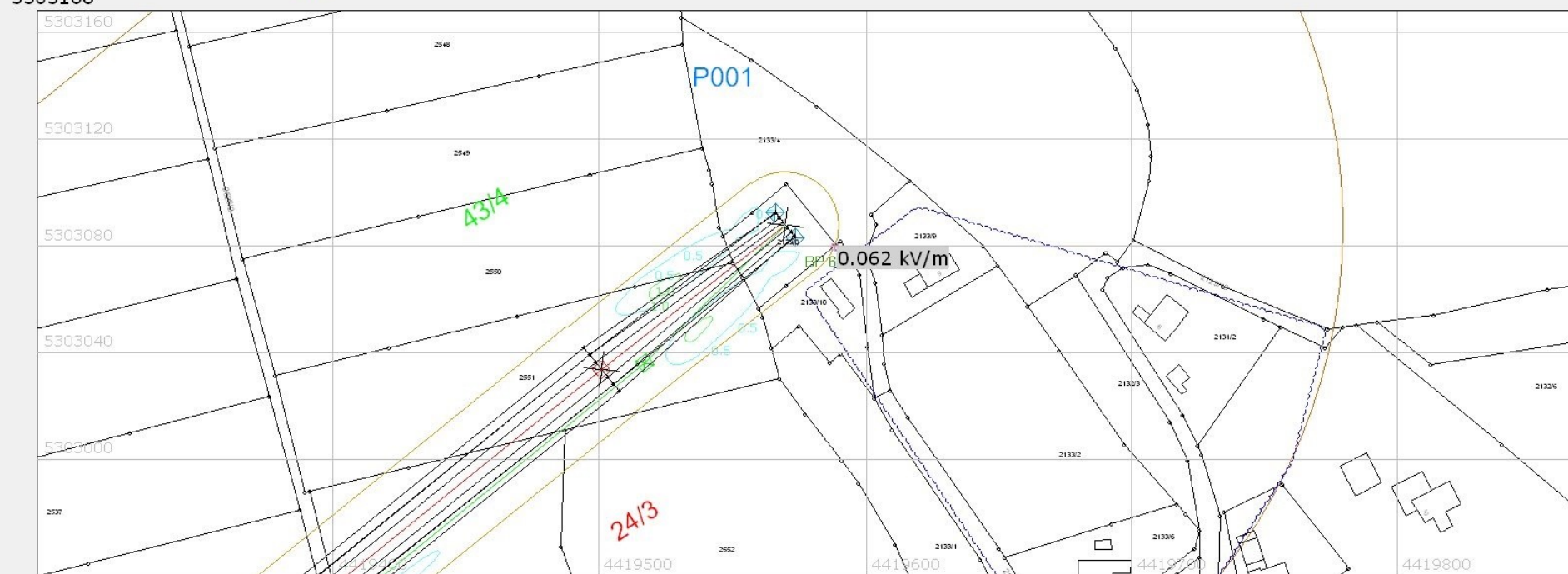
Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 24/3 - Portal P001; Planung

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5303168



5302955
4419288

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419869

Abbildung 45: Mast 24/3 – Portal P001; Planung; Elektr. Feldstärke

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 24/3 - Portal P001; Minimierungsprüfung 1

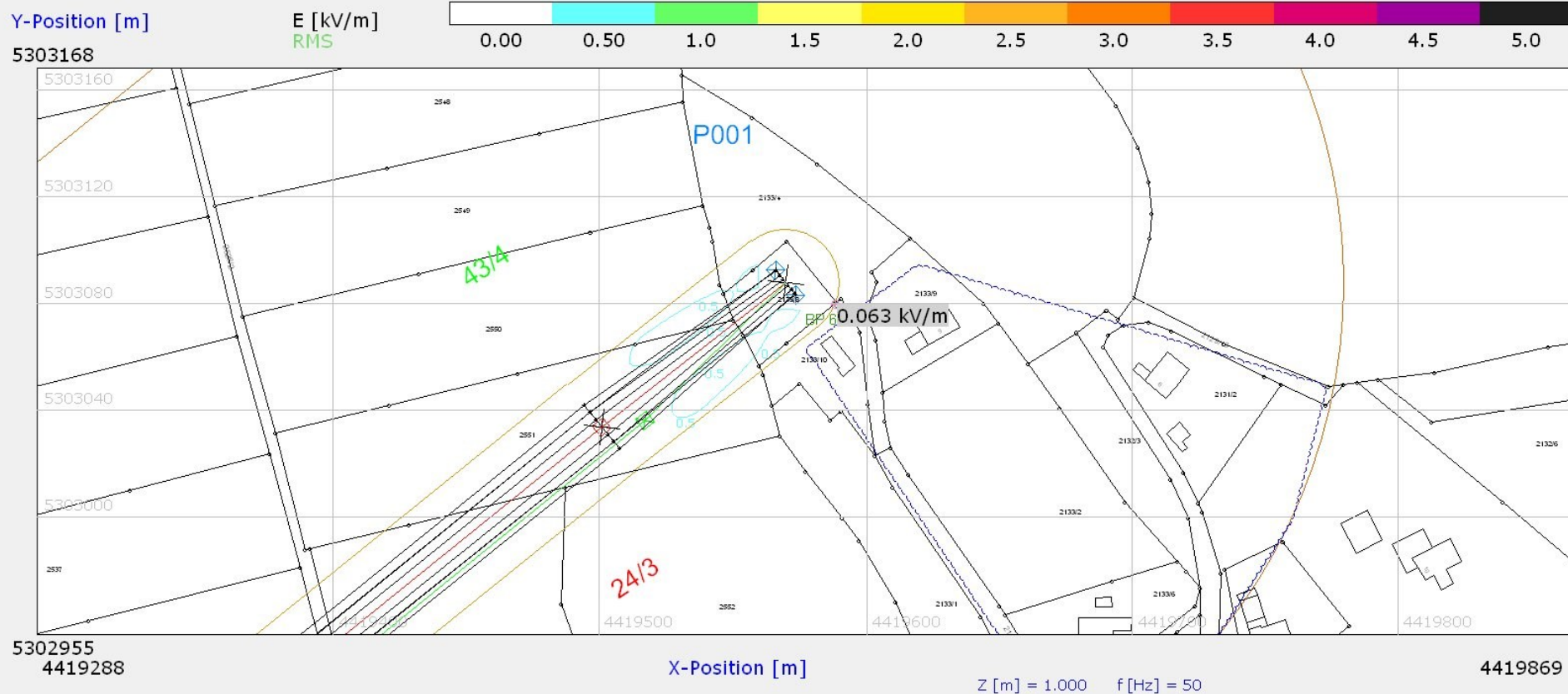


Abbildung 46: Mast 24/3 – Portal P001; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 24/3 - Portal P001; Minimierungsprüfung 2

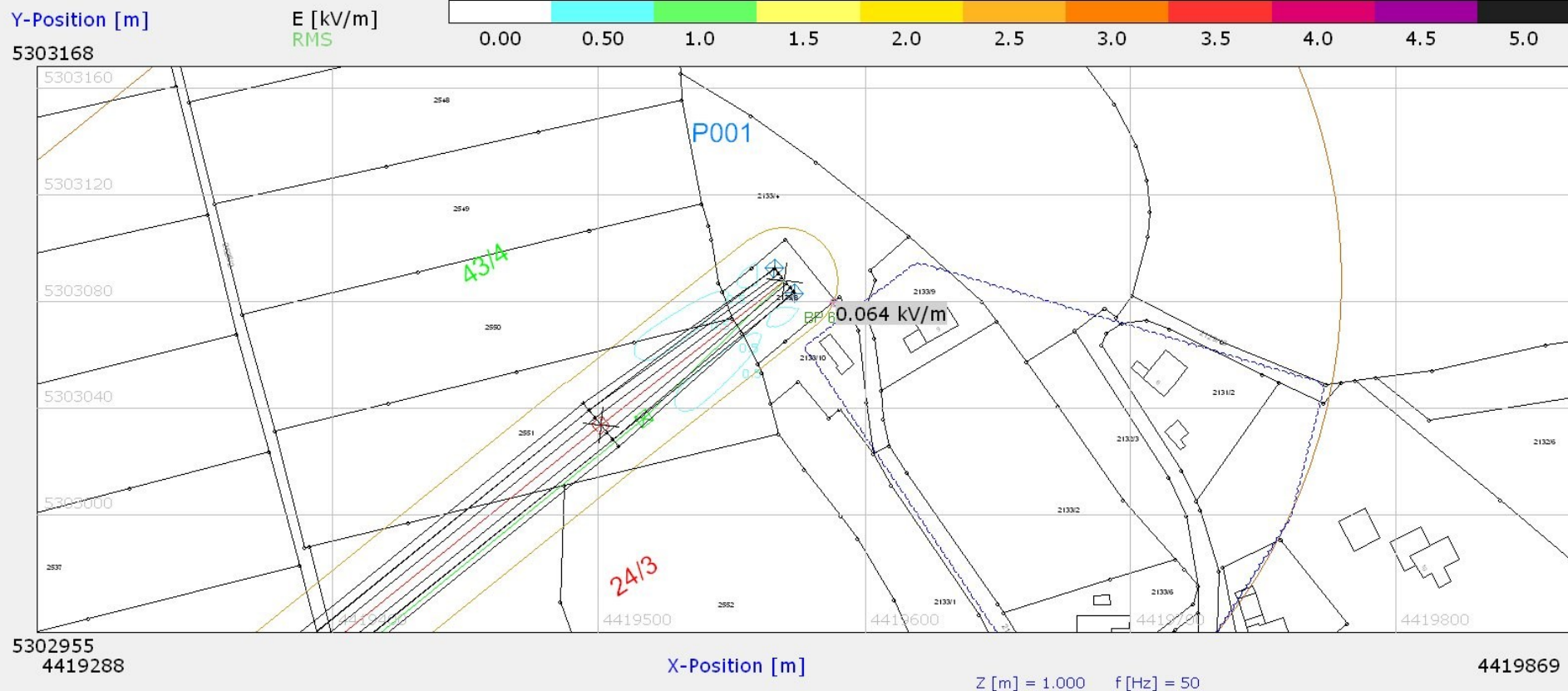


Abbildung 47: Mast 24/3 – Portal P001; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 50/a – Mast 50/a3; Bestand

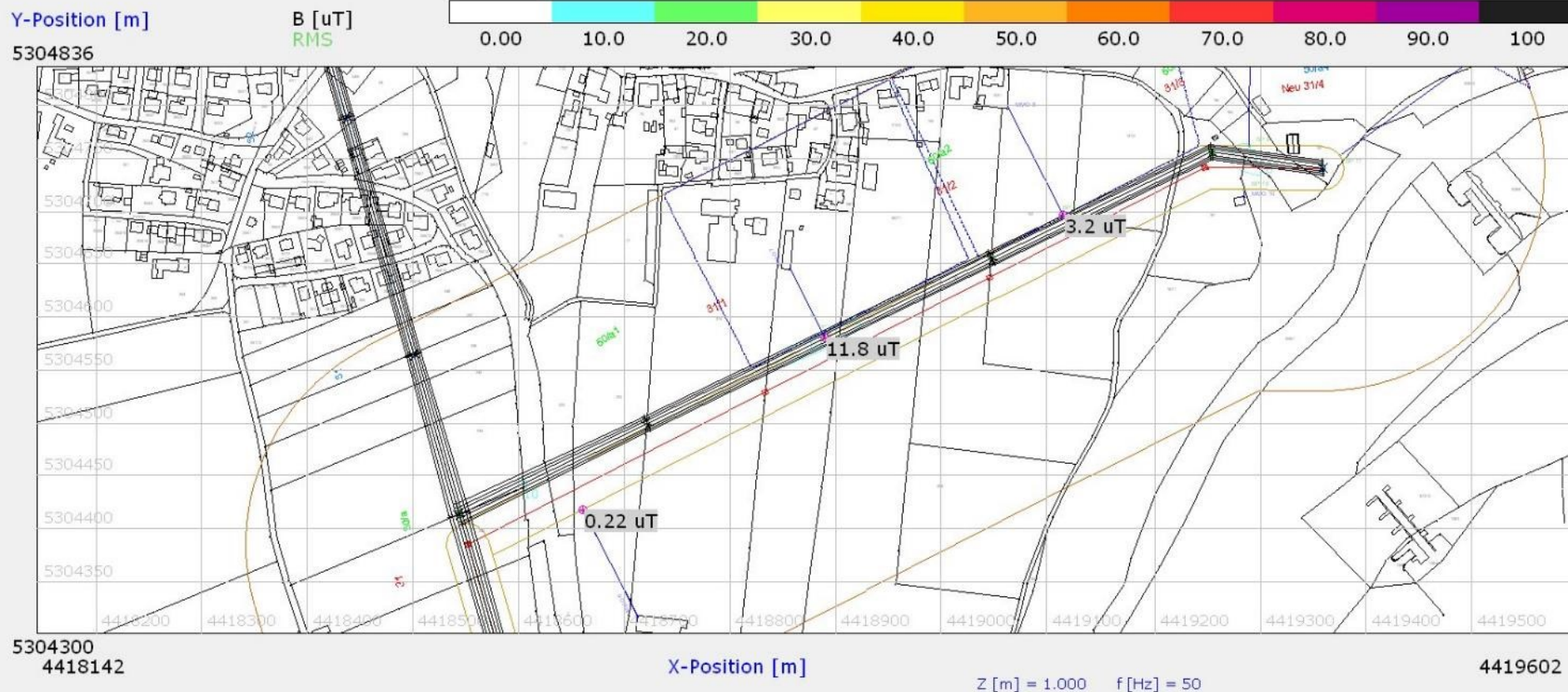


Abbildung 48: Mast 50/a – Mast 50/a3; Bestand; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 31 - Mast 31/3; Planung

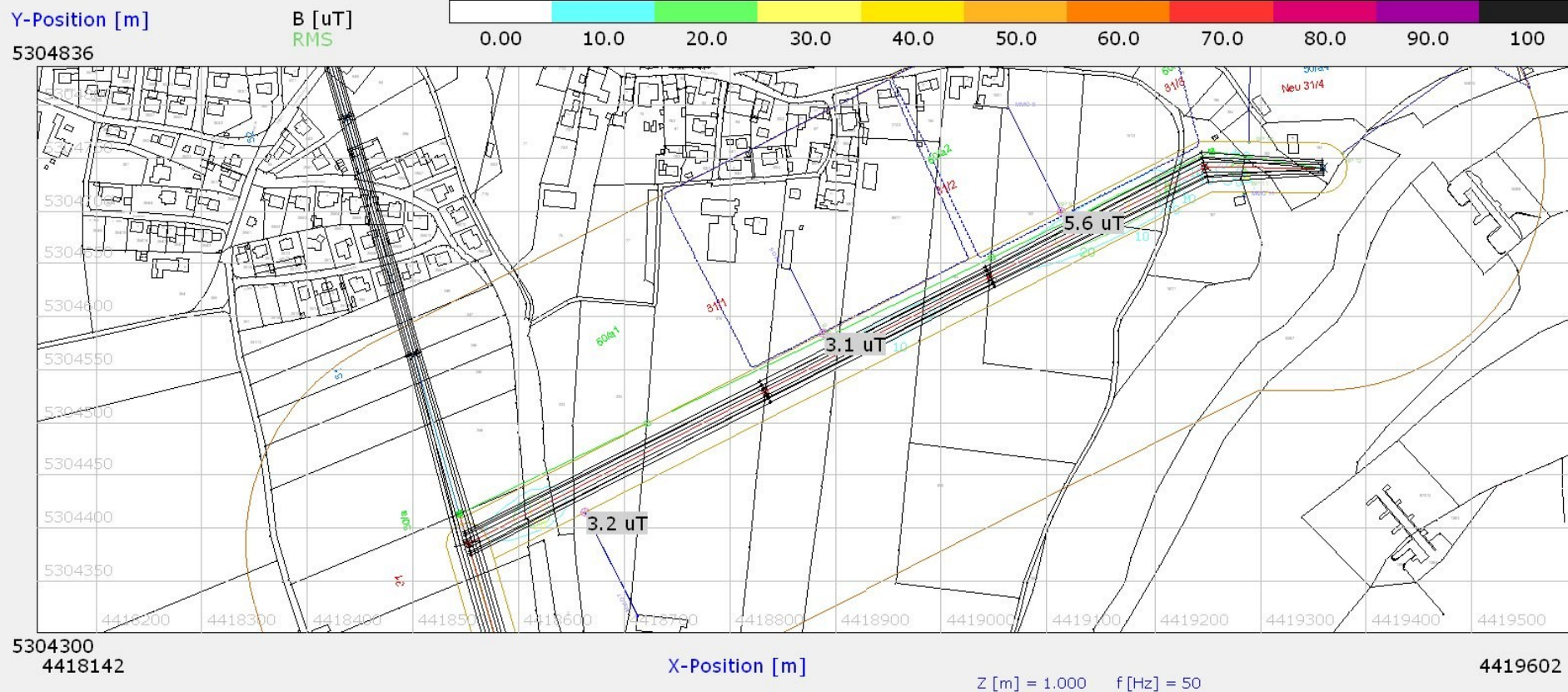


Abbildung 49: Mast 31 – Mast 31/3; Planung; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 31 - Mast 31/3; Minimierungsprüfung 1

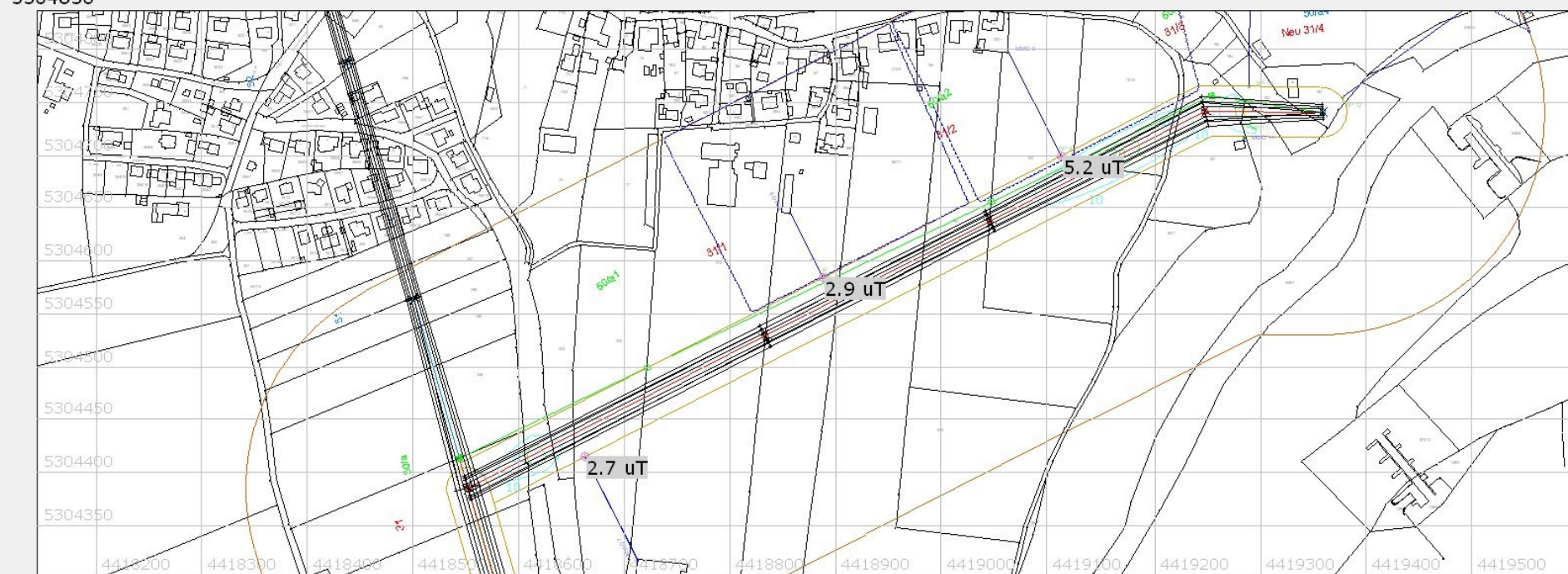
Y-Position [m]

B [uT]

RMS



5304836



5304300

4418142

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419602

Abbildung 50: Mast 31 - Mast 31/3; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 31 - Mast 31/3; Minimierungsprüfung 2

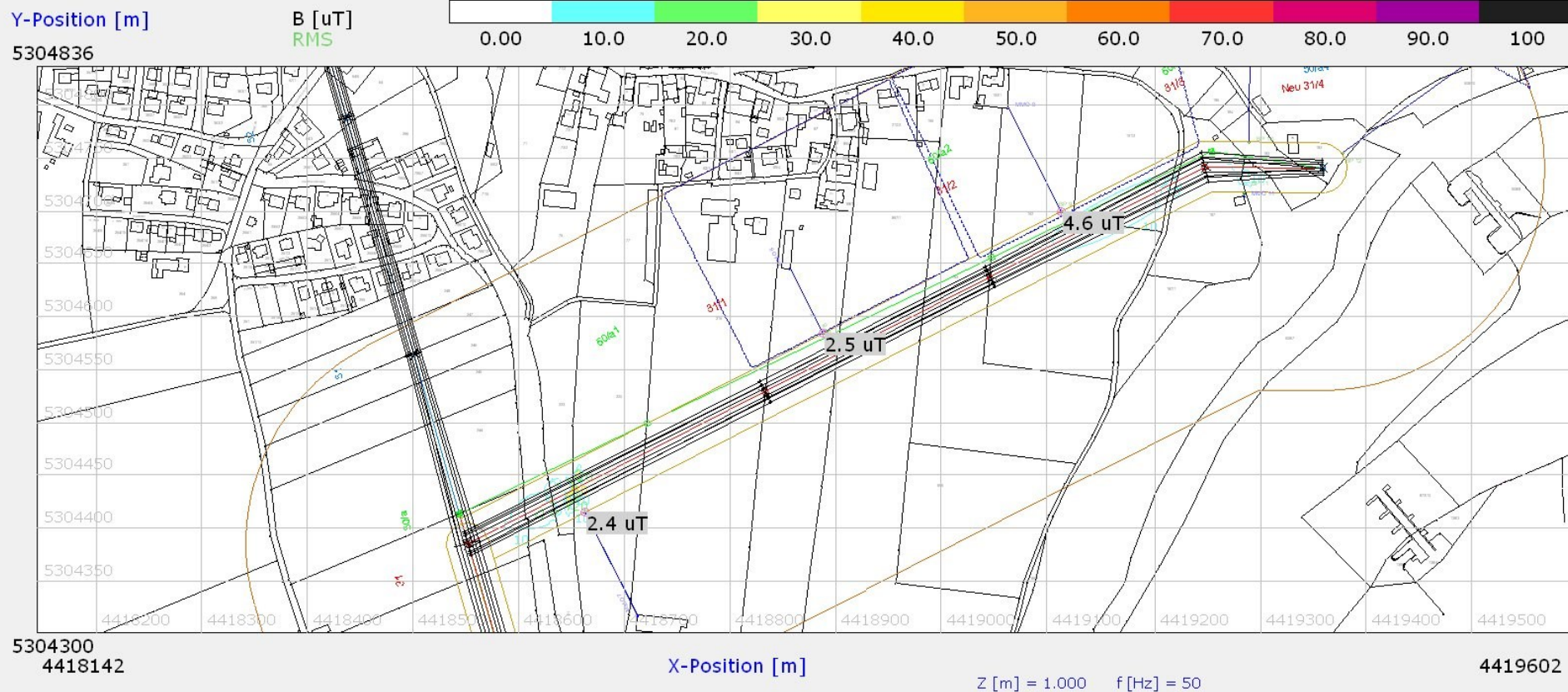


Abbildung 51: Mast 31 – Mast 31/3; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte

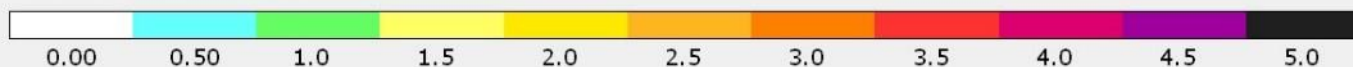
110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 50/a – Mast 50/a3; Bestand

Y-Position [m]

E [kV/m]

RMS



5304836



5304300

4418142

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419602

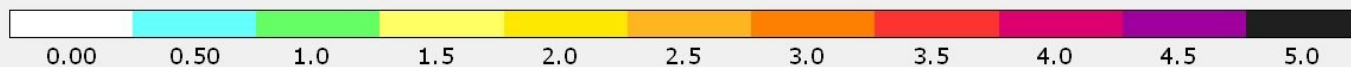
Abbildung 52: Mast 50/a – Mast 50/a3; Bestand; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 31 - Mast 31/3; Planung

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5304836



5304300

4418142

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419602

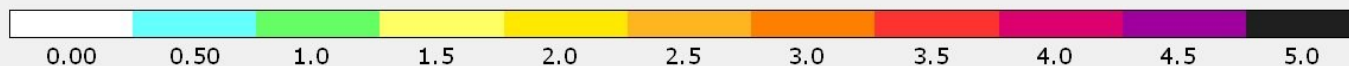
Abbildung 53: Mast 31 – Mast 31/3; Planung; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 31 - Mast 31/3; Minimierungsprüfung 1

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5304836



5304300
4418142

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419602

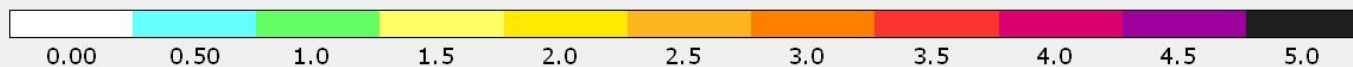
Abbildung 54: Mast 31 – Mast 31/3; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 31/3 - Mast 31/4; Minimierungsprüfung 2

Y-Position [m]

E [kV/m]
RMS



5304836



5304300

4418142

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

4419602

Abbildung 55: Mast 31 – Mast 31/3; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 50/a3 - Mast 50/a4; Bestand

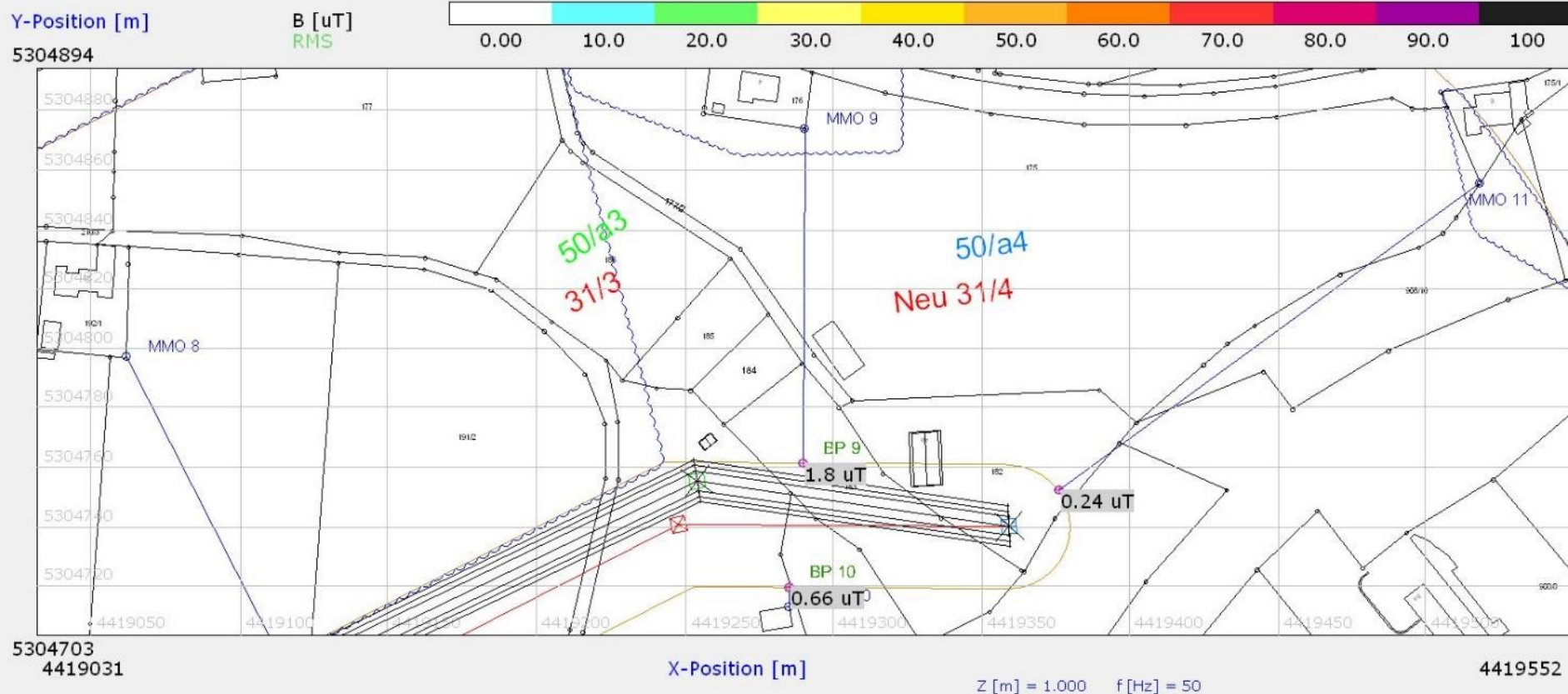
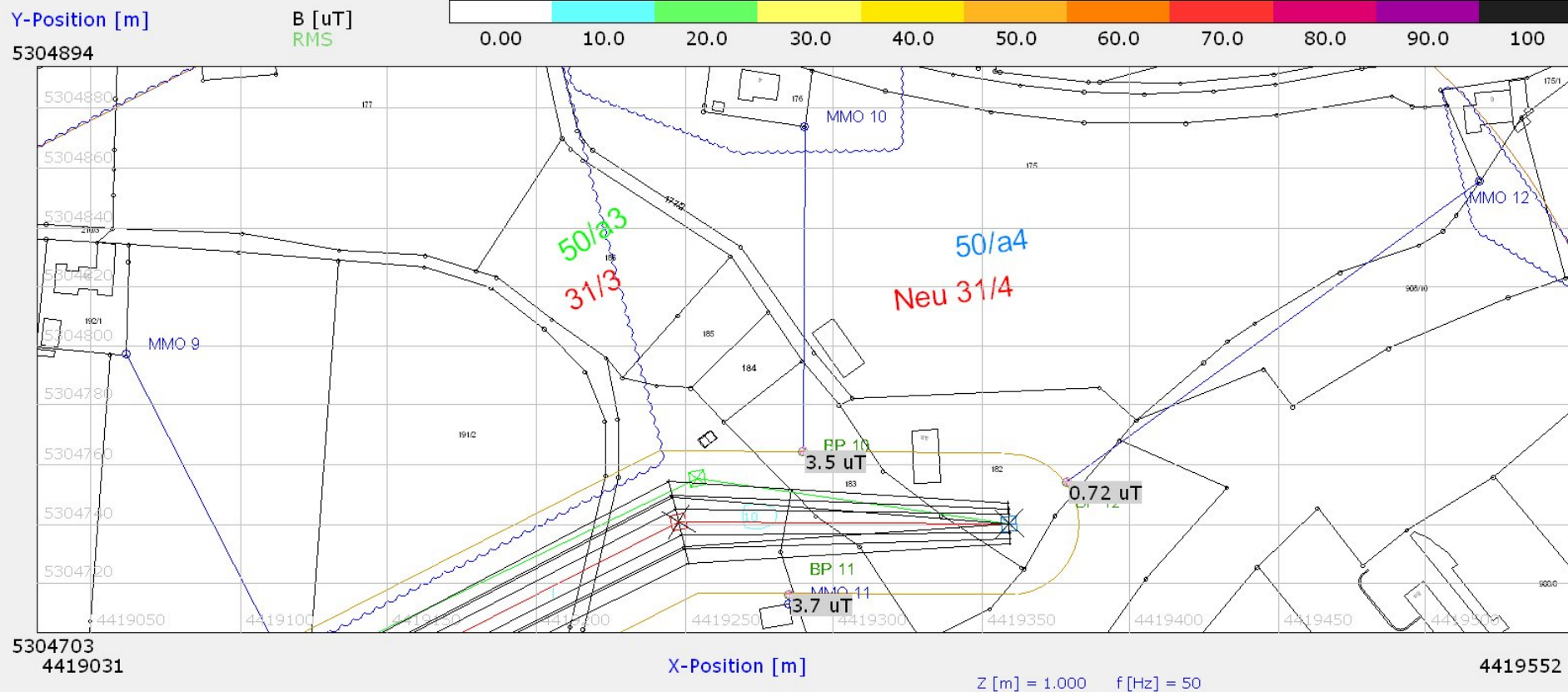


Abbildung 56: Mast 50/a3 – Mast 50/a4; Bestand; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 31/3 - Mast 31/4; Planung



110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 31/3 - Mast 31/4; Minimierungsprüfung 1

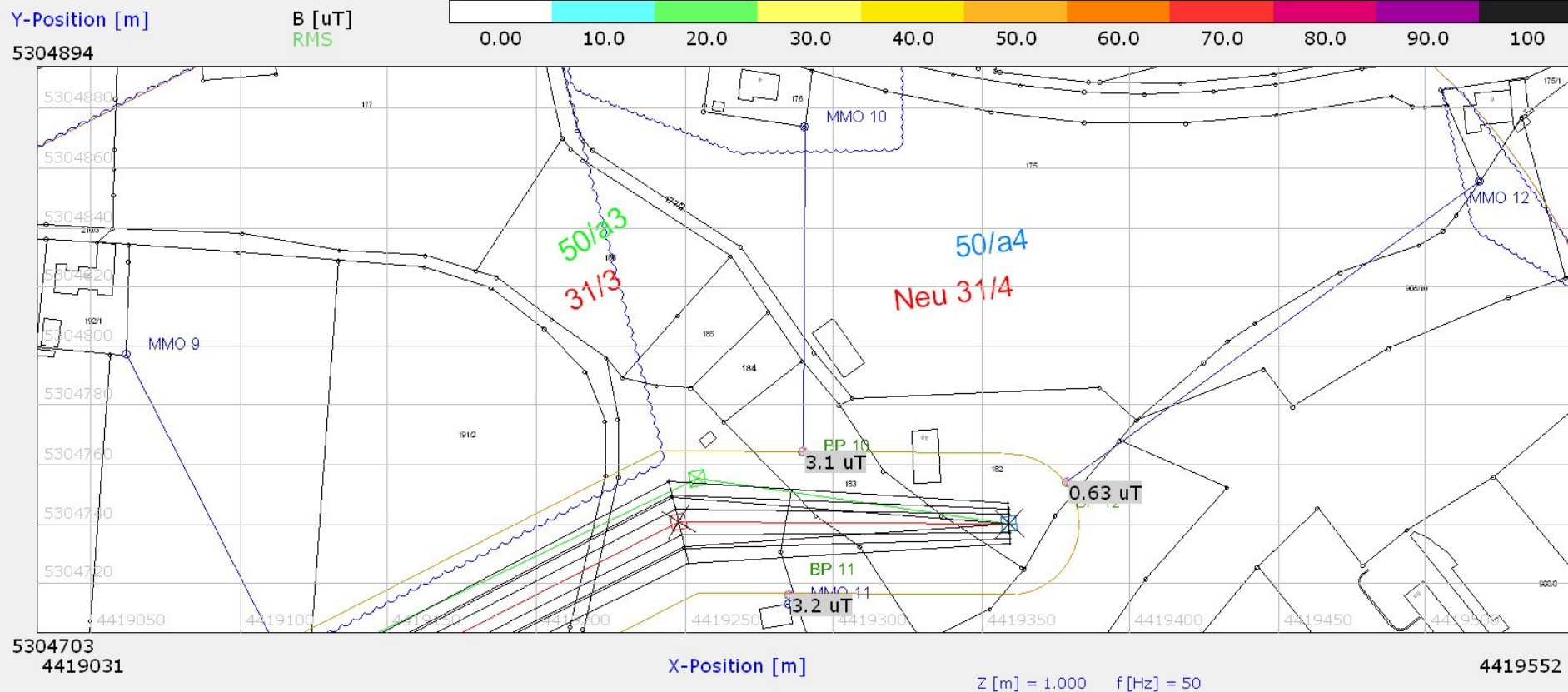


Abbildung 58: Mast 31/3 – Mast 31/4; Minimierungsprüfung 1; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 31/3 - Mast 31/4; Minimierungsprüfung 2

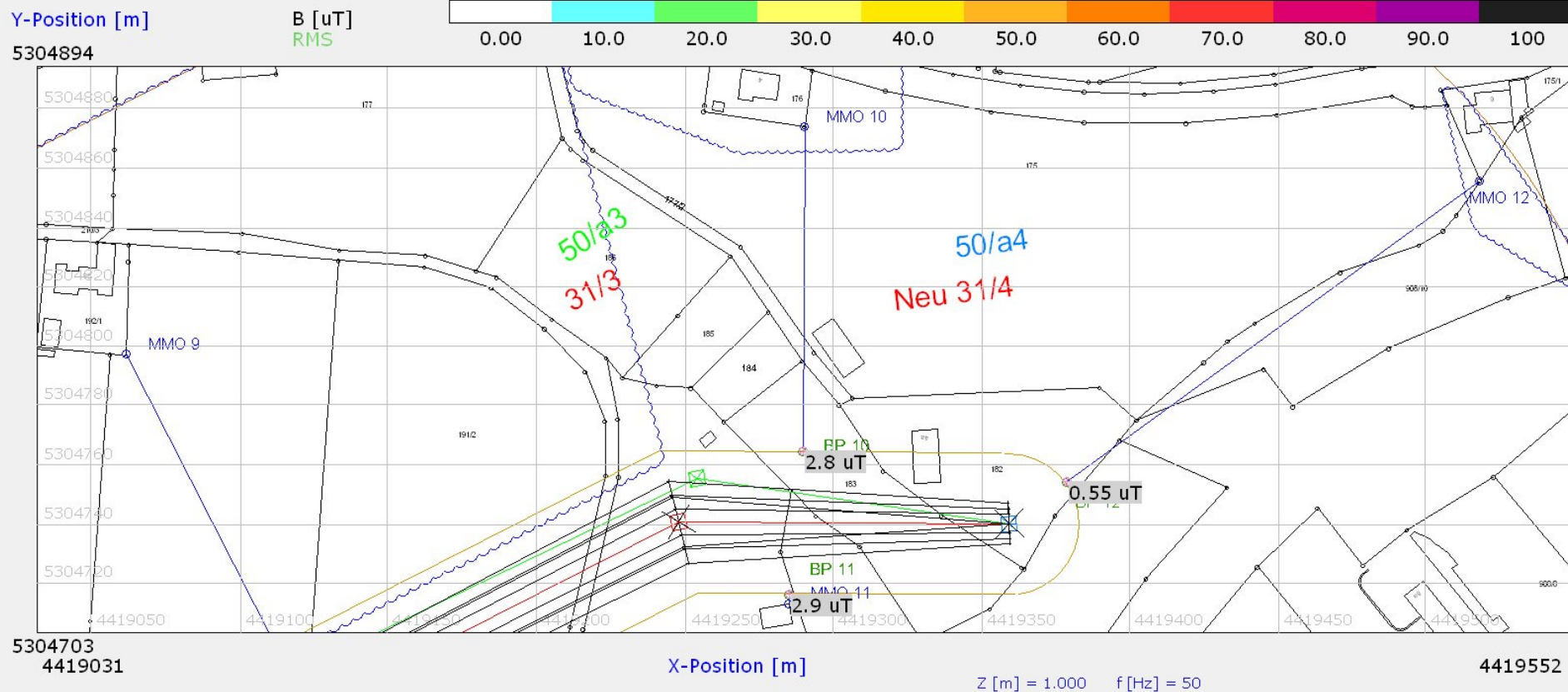


Abbildung 59: Mast 31/3 – Mast 31/4; Minimierungsprüfung 2; Magn. Flussdichte

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 50/a3 - Mast 50/a4; Bestand

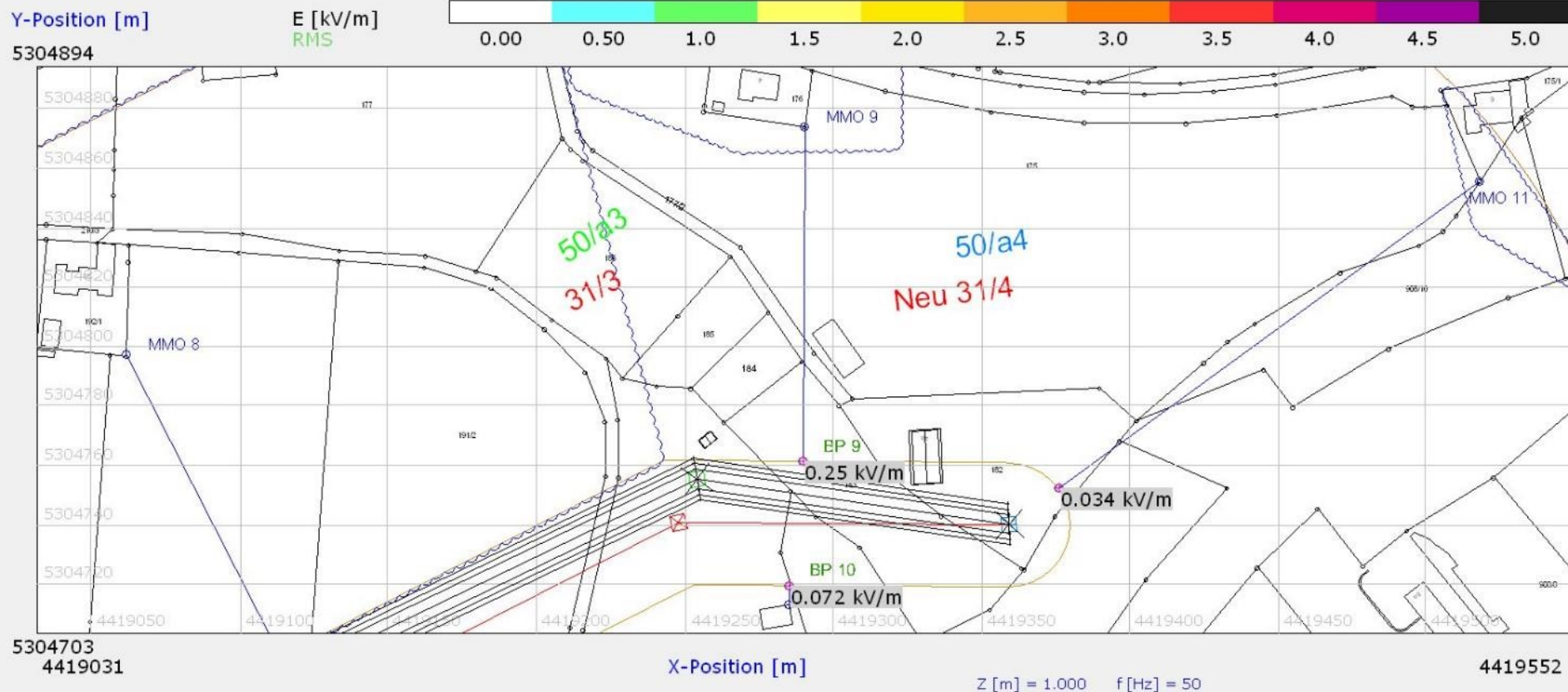


Abbildung 60: Mast 50/a3 – Mast 50/a4; Bestand; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 31/3 - Mast 31/4; Planung

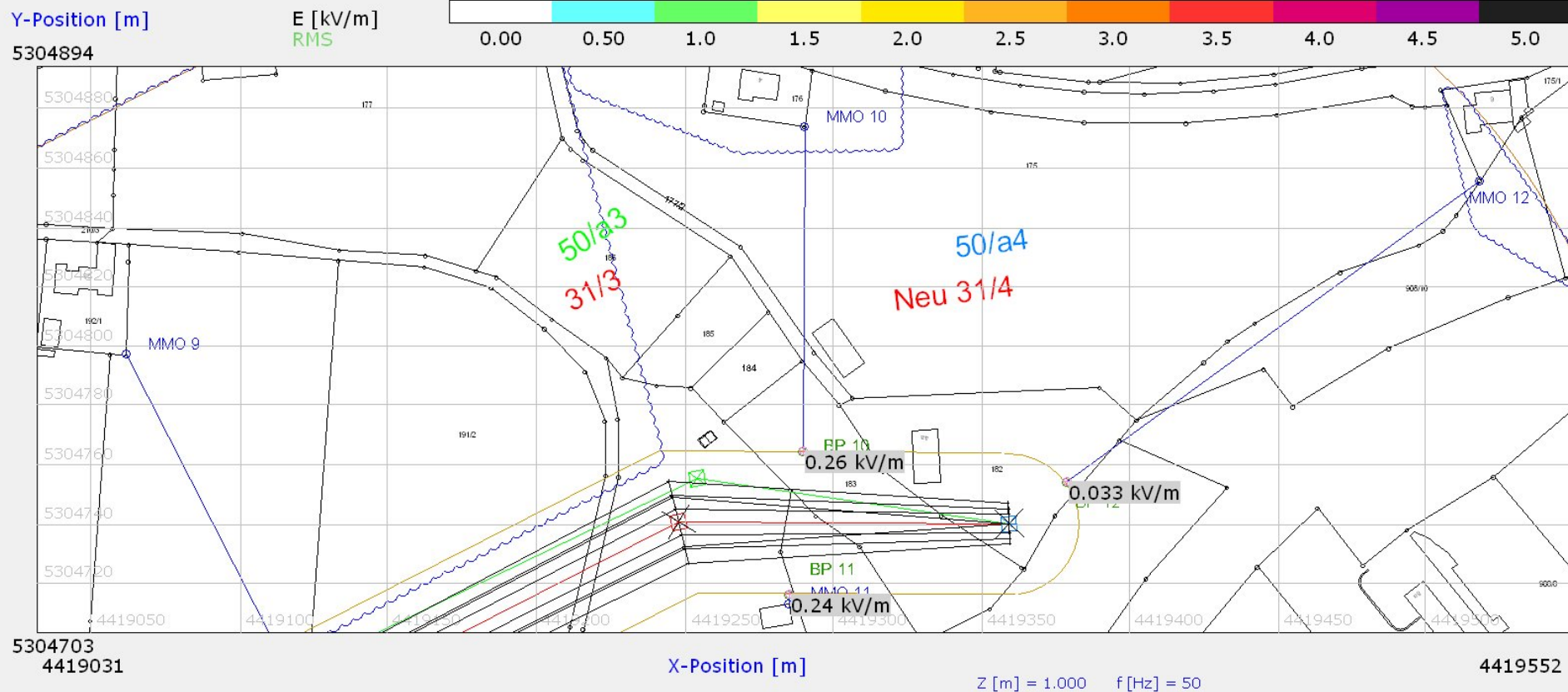


Abbildung 61: Mast 31/3 – Mast 31/4; Planung; Elektr. Feldstärke

Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK; Mast 31/3 - Mast 31/4; Minimierungsprüfung 1

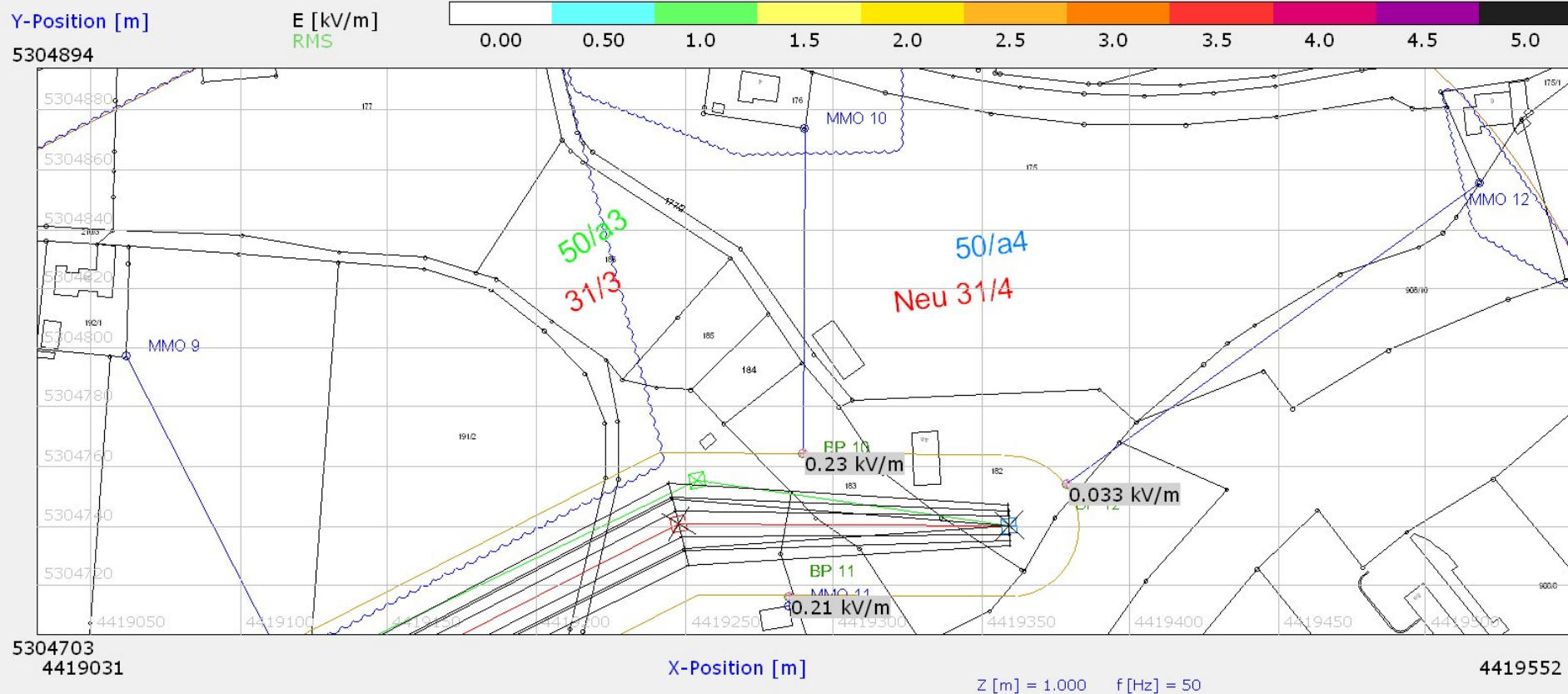


Abbildung 62: Mast 31/3 – Mast 31/4; Minimierungsprüfung 1; Elektr. Feldstärke

110-kV-Freileitung Schongau-Kinsau, Bauabschnitt 2

Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK; Mast 31/3 - Mast 31/4; Minimierungsprüfung 2

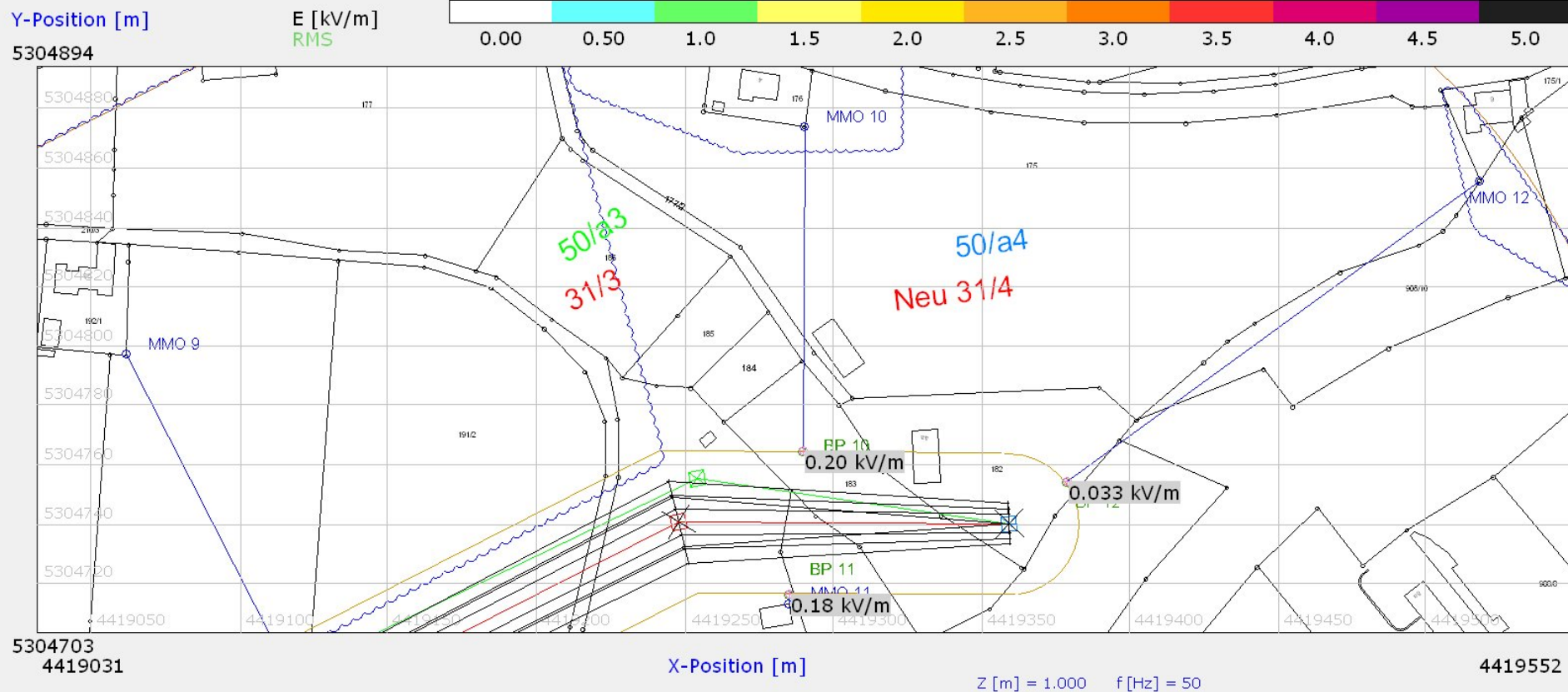


Abbildung 63: Mast 31/3 – Mast 31/4; Minimierungsprüfung 2; Elektr. Feldstärke