

# Immissionsprognose

## Elektrische und magnetische Niederfrequenzfelder

der 110-kV-Freileitung

Staufenbühl - Trochtelfingen, Leitungsanlage 0035

im Rahmen des Antrags auf Planfeststellung

zum Vorhaben 110-kV-Leitungsanbindung an das geplante Umspannwerk Burladingen

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Antragsteller/Betreiber: | Netze BW GmbH<br>Schelmenwasenstraße 15<br>70567 Stuttgart  |
| Bearbeiter:              | Bereich NETZ-TAK,<br>Immissionsschutz EM-Felder<br>Mitarbeiter 03, NETZ-TAK   |
| Berichtsdatum:           | 04.05.2020  |
| Version:                 | TAK-2020-05-04  |
| Gezeichnet:              |  <br>Bearbeiter 03      Konzernexperte |

**Bemerkung:**

Bearbeiter, Mitarbeiter und Fachexperten der Netze BW GmbH werden in diesem Dokument bzgl. des Schutzes der Privatsphäre nicht namentlich genannt, sind aber dem Antragsteller/Betreiber bekannt und eindeutig zuordenbar. Der verfahrensdurchführenden Behörde werden die jeweiligen Namen und Kontaktdaten auf Anfrage genannt.

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Veranlassung .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Technische Daten LA 0035 .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>Physikalische Grundlagen.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>4</b> | <b>Gesetzliche Grundlagen und Anforderungen .....</b>   | <b>3</b>  |
| 4.1      | Grenzwerte.....   | 4         |
| 4.2      | Vorbelastung durch andere Niederfrequenzanlagen oder Hochfrequenzanlagen mit<br>Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz..... | 5         |
| 4.3      | Minimierungsgebot .....   | 5         |
| <b>5</b> | <b>Nachweis der Grenzwerteinhaltung.....</b>  | <b>6</b>  |
| 5.1      | Überprüfung auf Vorbelastung durch Niederfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen<br>1 Hertz und 9 Kilohertz .....                     | 6         |
| 5.2      | Überprüfung auf Vorbelastung durch Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen<br>9 Kilohertz und 10 Megahertz.....                   | 6         |
| 5.3      | Darstellung der Berechnungsergebnisse an maßgeblichen Immissionsorten .....   | 7         |
| <b>6</b> | <b>Minimierungsoptionen und Bewertung.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>7</b> | <b>Fazit der Immissionsprognose.....</b>  | <b>10</b> |

## 1 Veranlassung

In die Leitungsanlage (LA) 0035 Staufenhühl – Trochtelfingen soll das geplante Umspannwerk (UW) Bur-ladungen der Netze BW eingebunden werden. Für den Anschluss des Umspannwerks muss die LA 0035 im Bereich der bestehenden Masten 27 und 28 verschwenkt werden. In dieser Immissionsprognose werden die zu erwartenden Immissionen für den planfestzustellenden Bereich der LA 0035 betrachtet.

## 2 Technische Daten LA 0035

Die bestehenden Masten 27 und 28 werden als Masten 27A und 28B ersatzneugebaut und verschoben. Die bestehende Freileitungsverbindung zwischen Mast 27 und Mast 28 wird zurückgebaut.

Zusätzlich werden zwei neue Maste (Mast 27 B und 28 A) für die Anbindung an das UW gebaut.

Die Dauerstrombelastbarkeit der Leiterseile beträgt 680 A. Weitere Informationen sind den Anlagen des Planfeststellungsantrags zu entnehmen.

## 3 Physikalische Grundlagen

Beim Betrieb einer Freileitung, eines Erdkabels, eines Umspannwerkes, oder einer Umspannstation entstehen aufgrund physikalischer Gesetze schwache elektrische und magnetische Felder mit einer Frequenz von 50 Hertz (Hz). Die Stärke dieser Felder ist unmittelbar am Leiter am größten und nimmt mit wachsender Entfernung rasch ab. Das elektrische Feld wird durch praktisch alle Baumaterialien abgeschirmt und dringt daher aus eingehausten Anlagen, wie z. B. Ortsnetzumspannstationen, nicht aus und bei Gebäuden unter Freileitungen in diese nicht ein. Im Gegensatz hierzu ist die Schirmwirkung dieser Materialien gegen das Magnetfeld vernachlässigbar gering.

Elektrische Feldstärken und magnetische Flussdichten einzelner Leitungen und Stromkreise überla-gern sich nicht skalar sondern vektoriell und können sich gegenseitig verstärken oder kompensieren bzw. reduzieren.

Die elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten können sowohl mittels Messungen als auch mit geeigneten Kalkulationstools bestimmt werden. Im Frequenzbereich 50 Hz (Niederfrequenz) sind elektrische und magnetische Felder physikalisch bedingt voneinander unabhängig und müssen deshalb getrennt betrachtet und bewertet werden.

## 4 Gesetzliche Grundlagen und Anforderungen

Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltein-wirkungen und zur Vorsorge aufgrund elektrischer und magnetischer Felder sind in der „Sechszwan-zigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elekt-romagnetische Felder - 26. BImSchV)“ verbindlich festgeschrieben. Die Verordnung wird durch die „Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (LAI-Hinweise zur 26. BImSchV)“ der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) erläutert und ergänzt.

Der Gesetzgeber hat in der 26. BImSchV bereits Vorsorgeaspekte integriert. Dazu gehören die Halbierung der internationalen Grenzwertempfehlung von 200  $\mu\text{T}$  auf 100  $\mu\text{T}$  und die Überlagerung bestimmter hochfrequenter Felder mit niederfrequenten Feldern der öffentlichen Stromversorgung.

Als dritten Baustein der Vorsorge hat der Gesetzgeber die „Verwaltungsvorschrift zur Minimierung elektrischer und magnetischer Felder nach dem Stand der Technik (26. BImSchVVwV)“ geschaffen.

Die o. g. Vorschriften gelten für die Errichtung von Anlagen sowie bei wesentlicher Änderung.

Immissionsprognosen dürfen ausschließlich von Fachkundigen erstellt werden. Der auf dem Deckblatt angegebene Bearbeiter ist im Bereich NETZ-TAK als Elektroingenieur tätig. NETZ-TAK ist die Fachabteilung der Netze BW GmbH, die vom Konzernexperten für elektrische und magnetische Verträglichkeit Umwelt/Mensch (EMVU) geführt wird. Dieser ist Mitglied in nationalen und internationalen EMVU-Fachkreisen und schult im Einklang mit den behördlichen und ministeriellen Anforderungen im Auftrag von bzw. über diverse Institutionen das Thema der elektrischen und magnetischen Felder für viele Fachkreise und Betroffene. Der Bearbeiter der vorliegenden Immissionsprognose ist somit immer auf dem neuesten Stand bezüglich der Kalkulation und Messung elektrischer und magnetischer Felder sowie der Bewertung derselben inkl. den Ausführungen der neuesten Rechtsprechung und ist daher Fachkundiger nach 26. BImSchV.

## 4.1 Grenzwerte

Niederfrequenzanlagen zur Verteilung und Umspannung elektrischer Energie mit einer Frequenz von 50 Hz, sind gemäß 26. BImSchV so zu betreiben, dass sie in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung die Grenzwerte von 5 kV/m für das elektrische Feld und 100  $\mu\text{T}$  für die magnetische Flussdichte nicht überschreiten.

Nach Ziffer II.3.1 (Einwirkungsbereich von Niederfrequenzanlagen und maßgebliche Immissionsorte) der LAI-Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder sind maßgebliche Immissionsorte Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und sich im folgenden Bereich einer 110-kV-Freileitung befinden:

- direkt unterhalb der Freileitung;
- in einer Breite bzw. einem angrenzenden Streifen von 10 m Abstand, ausgehend vom jeweils äußeren ruhenden Leiterseil.

Anhand dieser konkreten Berechnungen werden die maximal zu erwartende elektrische Feldstärke  $E$  in kV/m und die maximal zu erwartende magnetische Flussdichte  $B$  in  $\mu\text{T}$  am höchst exponierten Immissionsort dargestellt. Der so dargestellte Nachweis zur Einhaltung der Anforderungen der 26. BImSchV für den Ort der höchsten Exposition kann auf die übrigen identifizierten maßgeblichen Immissionsorte durch Erst-Recht-Schluss übertragen werden.

Als Berechnungsgrundlage wurden die Profilpläne, die Maststandortdaten, die Dauerstrombelastbarkeit der aufgelegten Leiterseile und die Nennspannung der Systeme – also die höchste betriebliche Anlagenauslastung (Worst-Case) – zugrunde gelegt.

Die Berechnungen wurden mit der Software WinField der Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie (FGEU mbH) durchgeführt. Die Software ist laut Hersteller-Zertifikat konform zur DIN VDE 0848-1 [DIN EN 50413] sowie von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) zur Kalkulation elektrischer und magnetischer Felder freigegeben.

Derzeit wird bei der Netze BW GmbH die Version 2018 des Programms eingesetzt.

Programmname, Version: WinField 2018 (EFC-400)

Hersteller: FGEU mbH

Berechnungsfehler: maximal 1,4 %

In den unter Kapitel 5.3 ausgewiesenen Feldwerten ist ein maximaler Berechnungsfehler von 3 % enthalten. Darin sind die o. g. 1,4 % aus dem Kalkulationstool bereits berücksichtigt. Die Berechnung orientiert sich an der DIN EN 50413.

## **4.2 Vorbelastung durch andere Niederfrequenzanlagen oder Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz**

Gemäß §3(3) der 26. BImSchV sind bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte auch alle Immissionen, die durch andere ortsfeste Niederfrequenzanlagen sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz, die einer Standortbescheinigung nach §§ 4 und 5 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen, zu berücksichtigen.

Entsprechende Vorbelastungen werden in Kapitel 5 erläutert.

## **4.3 Minimierungsgebot**

Bei wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen sind die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik und unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren. Näheres regelt die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV“ (26. BImSchVwV). Diese Anforderungen werden von der Netze BW GmbH bei Planung, Errichtung und Betrieb der Anlage berücksichtigt.

Die Minimierungsoptionen werden in Kapitel 6 geprüft und bewertet.

## 5 Nachweis der Grenzwerteinhaltung

Die Anbindung der LA 0035 an das geplante UW Burladingen stellt eine wesentliche Änderung gemäß der 26. BImSchV dar (Ziffer II.7.8 LAI-Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder).

Die Überprüfung der Leitungstrasse ergab, dass im zu betrachtenden Bereich nach Ziffer II.3.1 der LAI-Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder maßgebliche Immissionsorte vorhanden sind. Insofern wird unter Kapitel 5.3 eine Immissionsprognose (Kalkulation) für die identifizierten maßgeblichen Immissionsorte dargestellt sowie die Konformität zu den in Kapitel 4 genannten gesetzlichen Vorgaben nachgewiesen.

### 5.1 Überprüfung auf Vorbelastung durch Niederfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 1 Hertz und 9 Kilohertz

Nach II.3.4 der LAI-Durchführungshinweise tragen Immissionen durch andere Niederfrequenzanlagen nur an den maßgeblichen Immissionsorten zur Vorbelastung bei, die in den in Abschnitt II.3.1 der LAI-Durchführungshinweise definierten, sich überlagernden Bereichen, der zu betrachtenden Anlage und der anderen Niederfrequenzanlage liegen.

Es befinden sich keine weiteren Niederfrequenzanlagen, die in dem zu betrachtenden Bereich nach II.3.4 der LAI Durchführungshinweise zu einer Vorbelastung an einem Immissionsort beitragen, in der Nähe der LA 0035. Somit ist die Ermittlung einer Vorbelastung durch andere Niederfrequenzanlagen entbehrlich.

### 5.2 Überprüfung auf Vorbelastung durch Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz

Nach II.3.4 der LAI-Durchführungshinweise tragen Immissionen durch andere Hochfrequenzanlagen ab einem Abstand von 300 Metern nicht relevant zur Vorbelastung bei und machen daher eine gezielte Vorbelastungsermittlung entbehrlich, sofern keine gegenteiligen Anhaltspunkte bestehen.

Im folgenden Screenshot der Kartenansicht der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur (Stand: 21.04.2020) ist keine Hochfrequenzanlage entsprechend den o. g. Vorgaben vorhanden. Somit ist die Ermittlung einer Vorbelastung durch eine Hochfrequenzanlage entbehrlich.

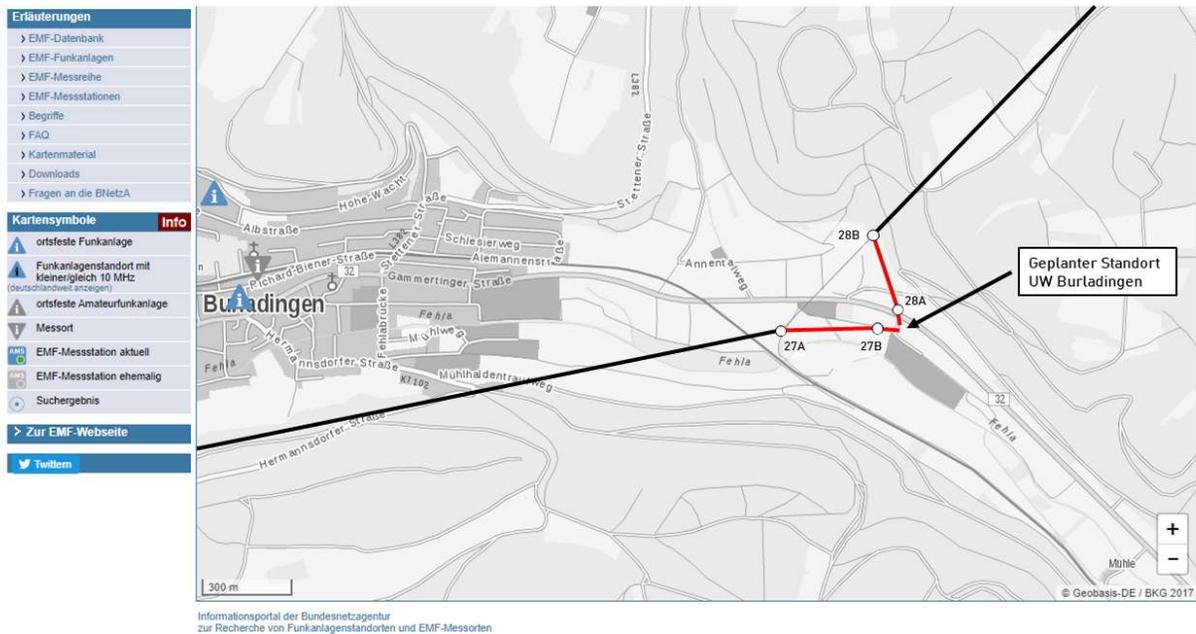


Abbildung 1: Screenshot der EMF-Datenbank der BNetzA mit skizzierten Trassenverlauf der Leitungsanlage 0035 im Bereich der Anbindung an das UW Burladingen. Rot markiert ist der im Planfeststellungsverfahren zu betrachtende Abschnitt. Schwarz markiert ist der weitere Verlauf der Bestandsleitung, der nicht Teil des Planfeststellungsantrags ist. Die geplanten Maststandorte (weiß nummerierte Punkte) sowie der geplante Standort des UW Burladingen sind ebenfalls skizzenhaft markiert. (Stand: 21.04.2020)

### 5.3 Darstellung der Berechnungsergebnisse an maßgeblichen Immissionsorten

Im Betrachtungsbereich des planfestzustellenden Abschnitts der LA 0035 befinden sich maßgebliche Immissionsorte zwischen Mast 27A und Mast 27B. Der grafische Nachweis der Grenzwerteinhalten wird im Spannungsfeld von Mast 27A bis Mast 27B am höchstexponierten Immissionsort dargestellt. Mittels Erst-Recht-Schluss ist nachgewiesen, dass auch an weniger exponierten Immissionsorten die Grenzwerte sicher eingehalten werden.

Die Tabelle 1 zeigt die zu erwartenden Immissionen am höchstexponierten Immissionsort im entsprechenden Spannungsfeld, in dessen Betrachtungsbereich maßgebliche Immissionsorte identifiziert wurden. Die Berechnungshöhe ist als senkrechtes Maß ab Boden zu verstehen.

| Maßgeblicher Immissionsort Spannungsfeld | Magn. Flussdichte in $\mu\text{T}$ bei Berechnungshöhe $z$ in m | Grenzwertauslastung der magn. Flussdichte in % | Elektr. Feldstärke in $\text{kV/m}$ bei Berechnungshöhe $z$ in m | Grenzwertauslastung der elektr. Feldstärke in % |
|--|---|--|--|---|
| M27A-M27B                                | 4,05 ( $z=1$ )  | 4,05   | 0,42 ( $z=1$ )   | 8,4   |

Tabelle 1: Zu erwartende Immissionen am höchstexponierten maßgeblichen Immissionsort der LA 0035 im Bereich der Leitungsanbindung an das UW Burladingen

In den nachfolgenden Abbildungen sind jeweils die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte als Draufsicht auf die Leitungsabschnitte, an denen sich der höchst exponierte Immissionsort

befindet, dargestellt. Die jeweilige Hintergrund-Liegenschaftskarte ist nach Norden ausgerichtet. Die Berechnungshöhe  $z$  beträgt 1 m über Boden.

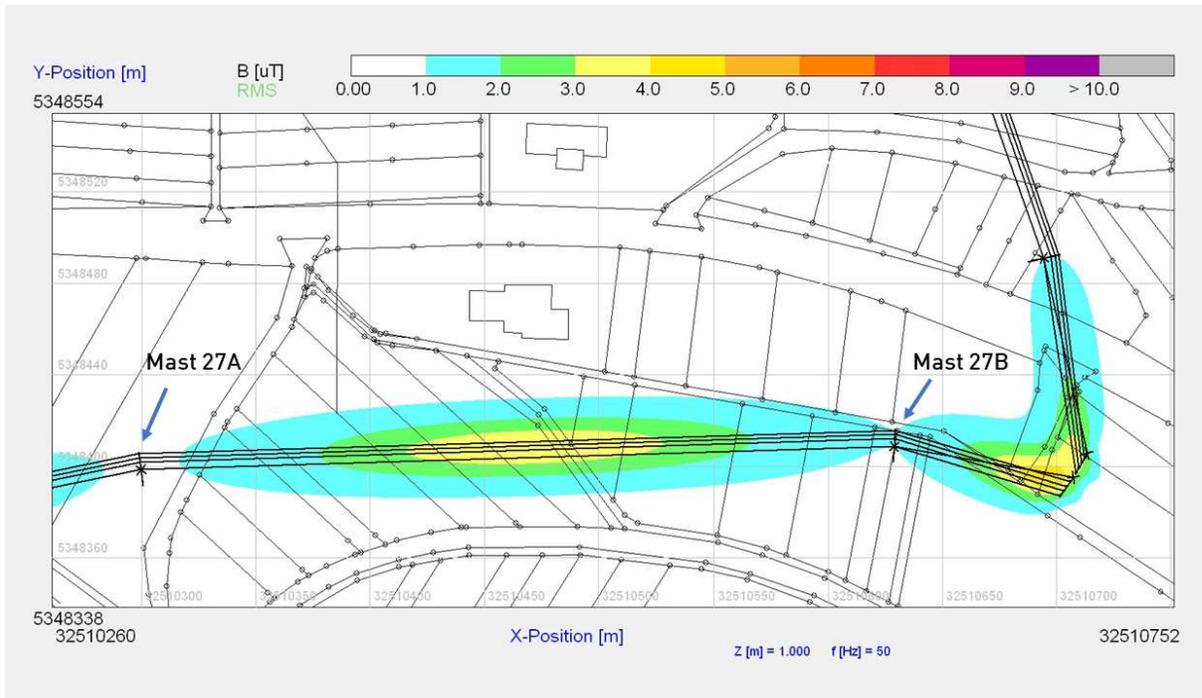


Abbildung 2: Magnetische Flussdichte im Spannfeld mit dem höchstexponierten Immissionsort zwischen Mast 27A und Mast 27B, Berechnungshöhe  $z=1$  m

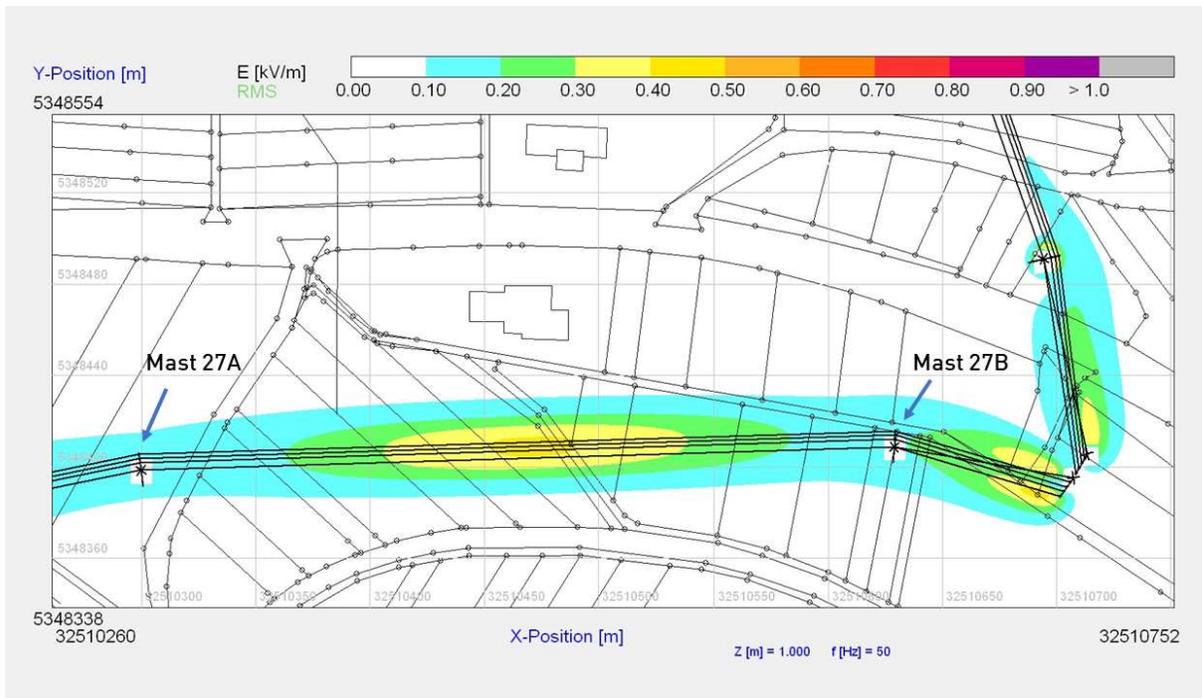


Abbildung 3: Elektrische Feldstärke im Spannfeld mit dem höchstexponierten Immissionsort zwischen Mast 27A und Mast 27B, Berechnungshöhe  $z=1$  m

## 6 Minimierungsoptionen und Bewertung

### Umgesetzte Minimierungsoptionen:

Für Drehstromfreileitungen sind unter Abschnitt 5.3.1 der 26. BImSchVwV die technischen Möglichkeiten zur Minimierung elektrischer und magnetischer Felder aufgeführt.

Auf dem zu betrachtenden geplanten Abschnitt der Leitungsanlage 0035 sind in der aktuell beantragten Planung Abstandsoptimierungen nach 5.3.1.1 der 26. BImSchVwV berücksichtigt.

So wurden größere Bodenabstände gewählt als nach DIN EN 50341-1 vorgeschrieben. Diese Maßnahme ist als Abstandsoptimierung im Sinne des Minimierungsgebotes anzusehen.

Als Mastkopfgeometrie wird der Typ „Donau“ beibehalten. Dieser ist bezogen auf elektrische und magnetische Felder bereits als feldminimierend anzusehen. Die Minimierungsanforderung zur Optimierung der Mastkopfgeometrie nach 5.3.1.4 der 26. BImSchVwV wurde somit umgesetzt.

### Nicht umsetzbare Minimierungsoptionen:

Die Möglichkeit der elektrischen Schirmung nach 5.3.1.2 der 26. BImSchVwV durch das Mitführen zusätzlicher elektrisch leitfähiger Schirmleiter auf einer zusätzlichen Traverse unterhalb der Leitungs-systeme wurde überprüft. Sie kann im vorliegenden Falle aber nicht umgesetzt werden.

Begründung:

- Das Erfordernis einer zusätzlichen Traverse unterhalb der Leitersysteme bedingt höhere Masten. Dies würde das Landschaftsbild nachteilig beeinträchtigen. Darüber hinaus ist die Wirksamkeit dieser Maßnahme sehr gering und damit wirtschaftlich unzumutbar.

Die Möglichkeiten der Minimierung von Seilabständen (5.3.1.3) sowie die Optimierung der Leiteranordnung (5.3.1.5) wurden überprüft und bewertet. Beide Optionen können nicht realisiert werden.

Begründung:

- Nach EnWG ist Netzoptimierungs- und Netzverstärkungsmaßnahmen der Vorzug vor Netzausbaumaßnahmen (NOVA) einzuräumen.
- Nachteilige Auswirkungen für den Netzbetrieb sind möglich.
- Diese sind wirtschaftlich unzumutbar.
- Hierdurch sind nachteilige Auswirkungen auf andere Schutzgüter (Mensch, Tier, Pflanze, Landschaft, Kulturgüter, etc.) möglich.

## 7 Fazit der Immissionsprognose

In dieser Immissionsprognose wurden die zu erwartenden elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten an Orten zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen ermittelt und dargestellt. An den am höchsten exponierten Orten werden die Grenzwerte mit großem Abstand, einschließlich zu berücksichtigender Unsicherheiten und Vorbelastungen, eingehalten. Die sonstigen immissionsschutzrechtlichen Vorgaben, wie beispielsweise das Minimierungsgebot, wurden ebenfalls beachtet.

Die Anforderungen der 26. BImSchV sowie der 26. BImSchVwV sind an allen maßgeblichen Immissions- und Minimierungsorten eingehalten.