

Immissionsprognose

Elektrische und magnetische Niederfrequenzfelder

der 110-kV-Freileitung

Eichstetten-Breisach, Leitungsanlage 1620

im Rahmen des Antrags auf Planfeststellung

zum Vorhaben Netzverstärkung und Ersatzneubau

Antragsteller/Betreiber:

Netze BW GmbH
Schelmenwasenstraße 15
70567 Stuttgart

Bearbeiter:

Bereich NETZ-TAK,
Immissionsschutz EM-Felder
Mitarbeiter 03, NETZ-TAK

Berichtsdatum:

27.04.2020

Version:

TAK-2020-04-27

Gezeichnet:



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

1	Veranlassung	3
2	Technische Daten LA 1620	3
3	Physikalische Grundlagen.....	3
4	Gesetzliche Grundlagen und Anforderungen	3
4.1	Grenzwerte.....	4
4.2	Vorbelastung durch andere Niederfrequenzanlagen oder Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz.....	5
4.3	Minimierungsgebot	5
5	Nachweis der Grenzwerteinhaltung.....	6
5.1	Überprüfung auf Vorbelastung durch Niederfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 1 Hertz und 9 Kilohertz	6
5.2	Überprüfung auf Vorbelastung durch Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz.....	7
5.3	Darstellung der Berechnungsergebnisse an maßgeblichen Immissionsorten	8
6	Minimierungsoptionen und Bewertung.....	11
7	Fazit der Immissionsprognose.....	12

1 Veranlassung

Auf der Leitungsanlage (LA) 1620 Eichstetten – Breisach wird ein standortgleicher Ersatzneubau von 24 Masten mit gleichzeitiger Leistungserhöhung vorgenommen. In dieser Immissionsprognose werden die zu erwartenden Immissionen für die LA zwischen den Umspannwerken Eichstetten und Breisach betrachtet.

2 Technische Daten LA 1620

Es werden 24 Masten der LA 1620 standortgleich ersatzneugebaut. Folgende Mastkopfgeometrien sind realisiert: Tonne, Donau und Einebene. Die Mastkopfgeometrien der ersatzneugebauten Masten ändern sich nicht gegenüber dem Bestand. Weiterhin werden die alten Leiterseile (AL/ST 240/40) der LA 1620 durch den Typ AL/ST 265/35 ersetzt. Die Dauerstrombelastbarkeit der neuen 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 überlagern 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 Umwelteinwirkungen und zur Vorsorge aufgrund elektrischer und magnetischer Felder sind in der „Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische 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 μT auf 100 μT 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 μT 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 μT 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. BImSchVVwV). 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

Der Seiltausch mit Erhöhung der Übertragungskapazität 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.

Weitere 50 Hz-Anlagen

Auf dem Leitungsabschnitt der Leitungsanlage 1620 trägt zwischen dem Umspannwerk Eichstetten und dem Mast 004A die 110-kV-Freileitungsanlage 1630 der Netze BW zur oben definierten Vorbelastung bei. Zusätzlich wurde die 110-kV-Freileitungsanlage 1650 der Netze BW in diesem Bereich als Vorbelastung miteinbezogen.

Es handelt sich bei den Leitungsanlagen 1630 und 1650 ebenfalls um Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hz. Die Vorbelastung ist daher in den Berechnungen und Feldsimulationen in Kapitel 5.3 berücksichtigt worden.

Andere Anlagen mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 9 kHz

Auf dem Leitungsabschnitt der Leitungsanlage 1620 trägt zwischen dem Mast 1002 und dem Mast 003A (Bereich Umspannwerk Eichstetten) eine Oberleitungsanlage der SWEG Südwestdeutsche Verkehrs-Aktiengesellschaft mit einer Spannung von 15 kV und einer Frequenz von 16,7 Hz zur oben definierten Vorbelastung bei. Es handelt sich um den Abschnitt der Strecke 9432 im Bereich der Streckenkilometer 7,9310 bis 7,9840 (Mast 7-17 bis Mast 7-18).

Laut Anhang 2 der 26. BImSchV mindert sich die mögliche Ausschöpfung der 50 Hz-Grenzwerte der Leitungsanlage 1620 im genannten Leitungsabschnitt prozentual um die Ausschöpfung der 16,7 Hz-Grenzwerte der Bahnstromoberleitung in dem Bereich. Hierzu ist der Immissionsbeitrag der 16,7 Hz-Bahnstromoberleitung getrennt von der 50 Hz Leitungsanlage zu betrachten.

Für die Ermittlung der zu berücksichtigenden Grenzwertauslastung der Oberleitungsanlage wurde eine Fahrdrachhöhe von 5,75 m über Schienenoberkante zu Grunde gelegt. Der maximal mögliche Betriebsstrom beträgt 1000 A.

Die Grenzwerte für 16,7 Hz-Niederfrequenzanlagen betragen laut 26. BImSchV 5 kV/m für die elektrische Feldstärke und 300 μ T für die magnetische Flussdichte.

Die Bahnstromoberleitung führt im o.g. Leitungsabschnitt zu einer Grenzwertauslastung von 10 % für das elektrische Feld bei 16,7 Hz und 19 % für die magnetische Flussdichte bei 16,7 Hz. Diese Werte sind als Vorbelastung zu berücksichtigen.

Die maximal zulässige Grenzwertausschöpfung für die 50 Hz Freileitungsanlage 1620 beträgt im o.g. Leitungsabschnitt somit 90 % für das elektrische Feld und 81 % für die magnetische Flussdichte.

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: 27.03.2020) ist keine Hochfrequenzanlage entsprechend den o. g. Vorgaben vorhanden. Somit ist die Ermittlung einer Vorbelastung durch eine Hochfrequenzanlage entbehrlich.

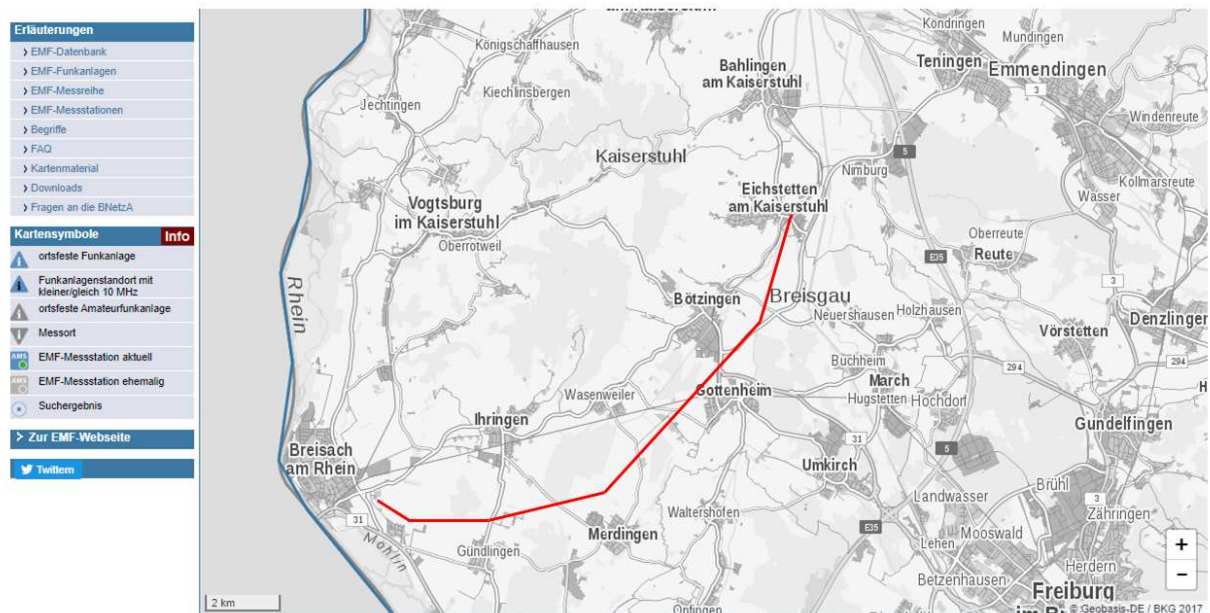


Abbildung 1: Screenshot der EMF-Datenbank der BNetzA mit skizzierten Trassenverlauf (rot) der Leitungsanlage 1620 vom Umspannwerk Eichstetten zum Umspannwerk Breisach (Stand: 27.03.2020)

5.3 Darstellung der Berechnungsergebnisse an maßgeblichen Immissionsorten

Im Betrachtungsbereich entlang der LA 1620 befinden sich auf mehrere Spannungsfelder verteilt mehrere maßgebliche Immissionsorte. Der grafische Nachweis der Grenzwerteinhaltung wird im Spannungsfeld von Mast 2045 bis Mast 046A am höchst exponierten Immissionsort dargestellt. Mittels Erst-Recht-Schluss ist nachgewiesen, dass auch an den weniger exponierten Immissionsorten entlang der Leitungsanlage 1620 die Grenzwerte sicher eingehalten werden. Für die Immissionsorte im Leitungsabschnitt ab Umspannwerk Eichstetten bis Mast 003A erfolgt ein zusätzlicher Nachweis für die Grenzwerteinhaltung am dort höchst exponierten Immissionsort, da in diesem Leitungsanlagenabschnitt andere Mastkopfbilder und die Vorbelastungen durch eine Bahnstromoberleitung sowie weiterer 110-kV Freileitungen zu berücksichtigen sind. Der Erst-Recht-Schluss kann dann auch hier auf die übrigen maßgeblichen Immissionsorte im genannten Leitungsabschnitt übertragen werden.

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

Maßgeblicher Immissionsort Spannungsfeld	Magn. Flussdichte in μT bei Berechnungshöhe z in m	Grenzwertauslastung der magn. Flussdichte in %	Elektr. Feldstärke in kV/m bei Berechnungshöhe z in m	Grenzwertauslastung der elektr. Feldstärke in %
M1002-M003A	6,07 ($z=6$)	6,07 (zulässig 81)	0,51 ($z=1$)	10,2 (zulässig 90)
M21-M22	4,74 ($z=1$)	4,74 (zulässig 100)	0,56 ($z=1$)	11,2 (zulässig 100)
M22-M23	4,43 ($z=1$)	4,43 (zulässig 100)	0,34 ($z=1$)	6,8 (zulässig 100)
M2045-M046A	5,56 ($z=1$)	5,56 (zulässig 100)	0,50 ($z=1$)	10 (zulässig 100)

Tabelle 1: zu erwartende Immissionen an maßgeblichen Immissionsorten der LA 1620

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. Für die Berechnung der magnetischen Flussdichte am Immissionsort im Leitungsabschnitt zwischen Mast 1002 bis Mast 003A wurde abweichend eine Berechnungshöhe von 6 m zu Grunde gelegt, um dem Nachweis gerecht zu werden, dass die Grenzwerte auch im obersten Stockwerk eines von der Freileitung überspannten Gebäudes sicher eingehalten werden. Das elektrische Feld wird von der Gebäudehülle vollständig abgeschirmt und wurde daher in 1 m Höhe über Grundstücksboden berechnet.

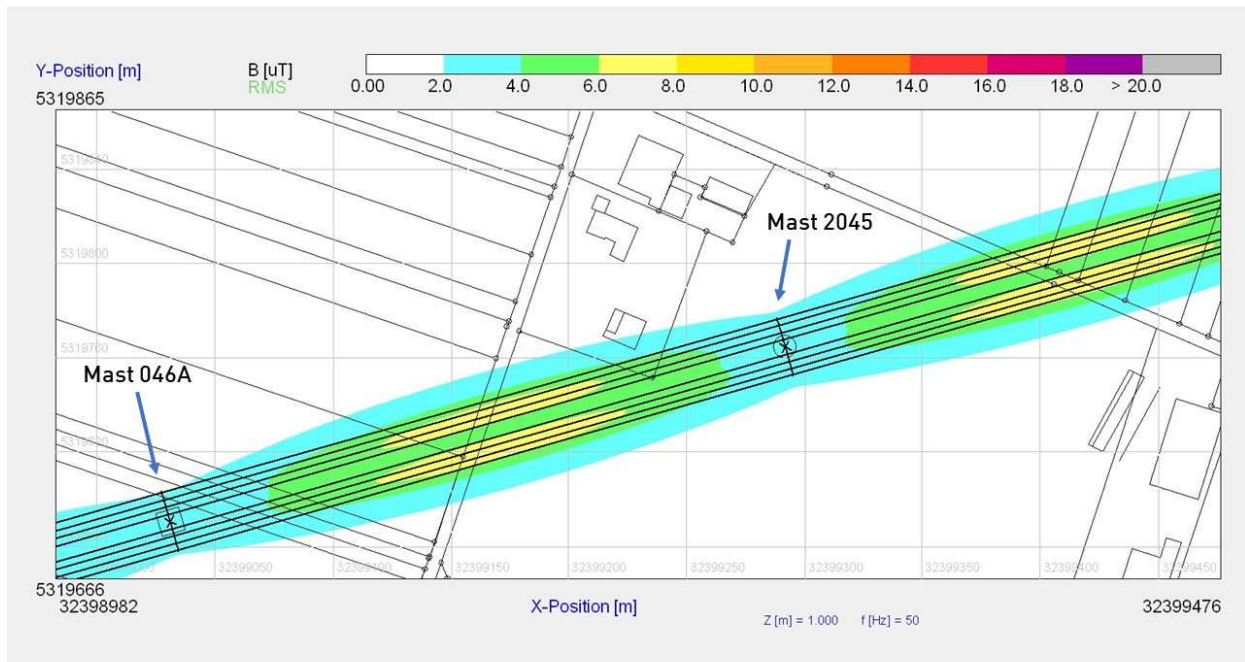


Abbildung 2: Magnetische Flussdichte im Spannfeld mit dem höchst exponierten Immissionsort zwischen Mast 2045 und Mast 046A, Berechnungshöhe $z=1$ m

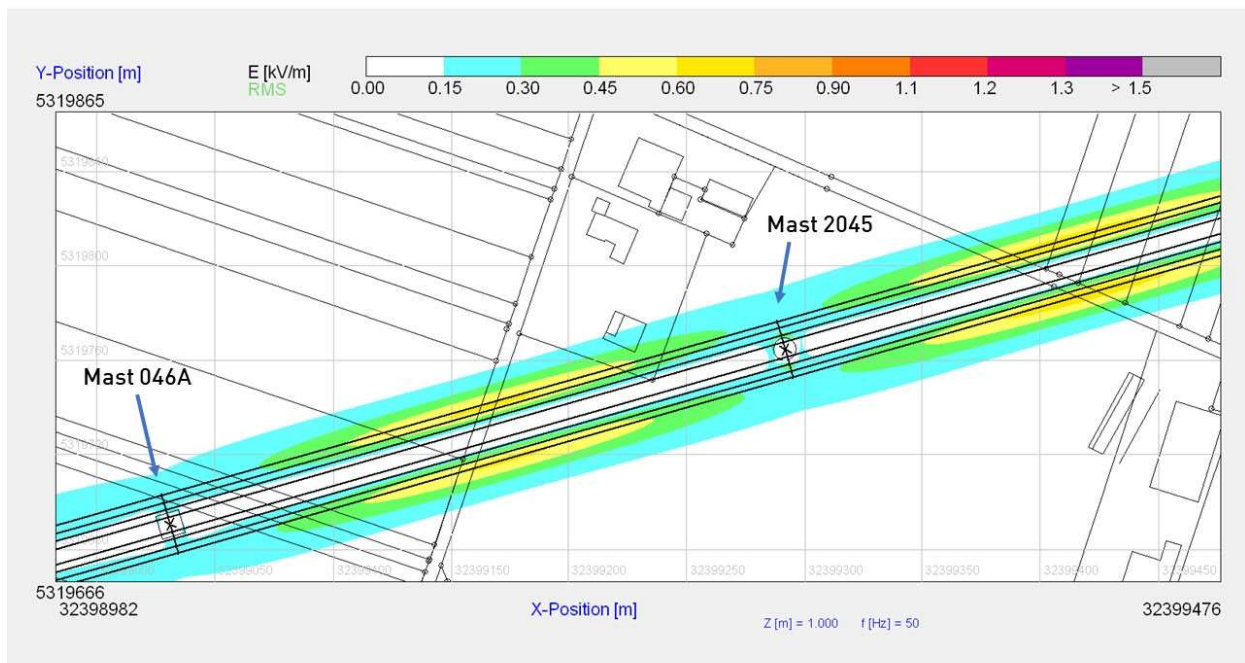


Abbildung 3: Elektrische Feldstärke im Spannfeld mit dem höchst exponierten Immissionsort zwischen Mast 2045 und Mast 046A, Berechnungshöhe $z=1$ m

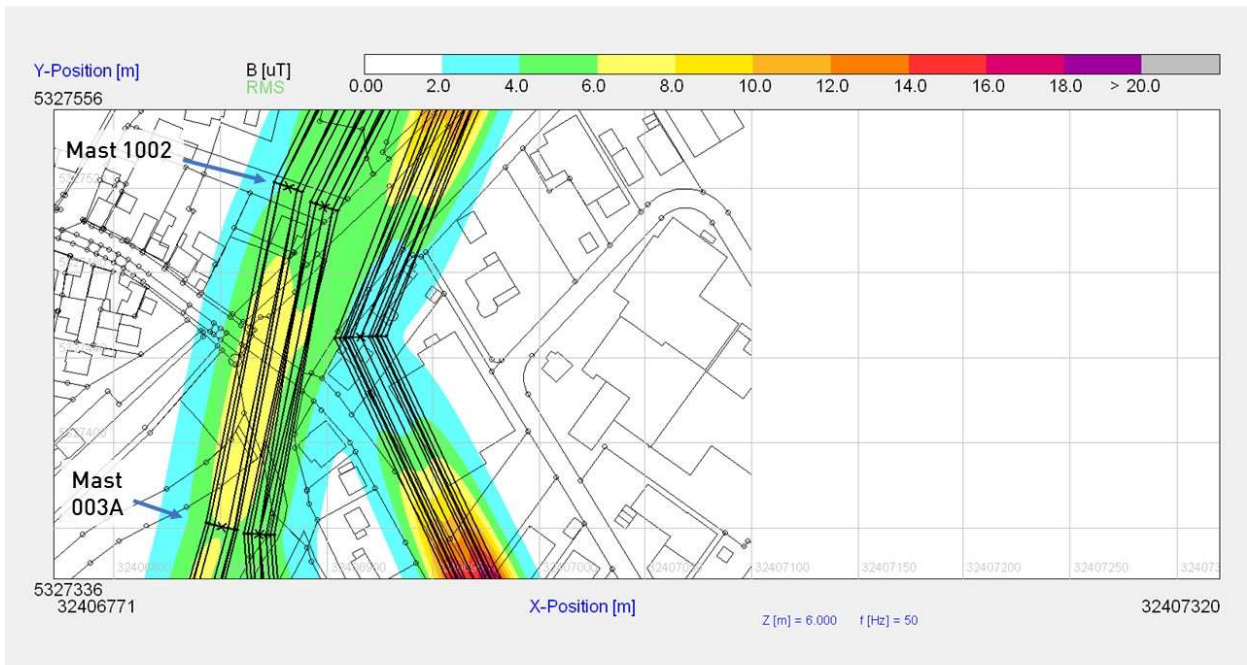


Abbildung 4: Magnetische Flussdichte im Spannungsfeld mit dem höchst exponierten Immissionsort zwischen Mast 1002 und Mast 003A, Berechnungshöhe $z=6$ m, Leitungsanlagen (v.l.n.r.) 1620, 1630 und 1650

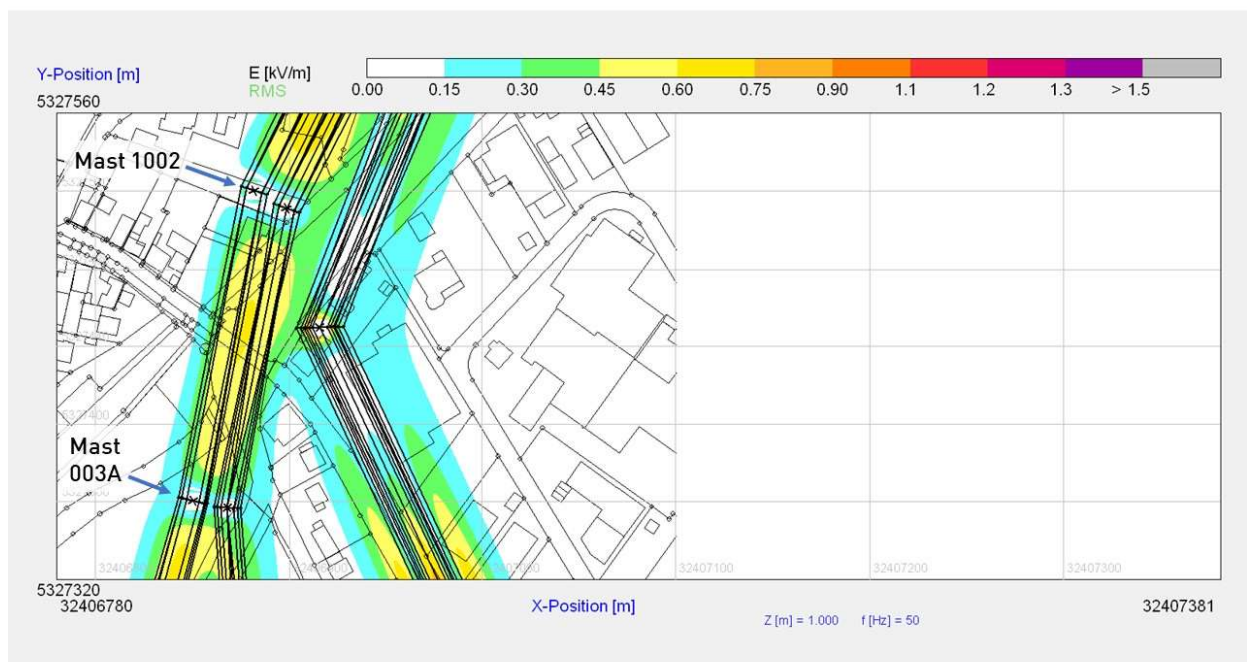


Abbildung 5: Elektrische Feldstärke im Spannungsfeld mit dem höchst exponierten Immissionsort zwischen Mast 1002 und Mast 003A, Berechnungshöhe $z=1$ m, Leitungsanlagen (v.l.n.r.) 1620, 1630 und 1650

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 der Leitungsanlage 1620 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 auf dem Leitungsabschnitt UW-Eichstetten bis Mast 003A der Typ „Tonne“ und „Donau“ beibehalten. Im Einwirkungsbereich dieses Leitungsabschnitts liegt ein Großteil der maßgeblichen Minimierungsorte. Die genannten Mastkopfgeometrien sind bezogen auf elektrische und magnetische Felder in diesem Bereich bereits als feldminimierend anzusehen. Die Minimierungsanforderung zur Optimierung der Mastkopfgeometrie nach 5.3.1.4 der 26. BImSchVwV wurde somit auf der Leitungsanlage 1620 partiell 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:

- Das Verschlechterungsverbot, unter Nummer 3.1 der 26. BImSchVwV, würde bei einer Änderung der Leiteranordnung greifen.
- 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 Immissionen für elektrische Feldstärken und magnetische Flussdichten an Orten zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen ermittelt und dargestellt. An den höchst 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 Immissionsorten eingehalten.