

Projekt	Isar – Altheim – Neubau 380-kV-Höchstspannungsleitung
Abschnitt	380-kV-Verbindungsleitung Adlkofen LH-06-B151A

Planfeststellungsunterlage Unterlage 9

Immissionsschutztechnische Untersuchungen

Historie			
Grund	Verantwortlich		Datum
Erstellung	i.V. Julian Leonhardt Gesamtprojektleiter*in Isar - Altheim Large Projects AC Germany Programm Süd-West	i.V. Lisa Commer Genehmigungsplaner*in Isar - Altheim Large Projects AC Germany Programm Süd-West	29.11.2024

380-kV- Höchstspannungsleitung Isar - Altheim, Abschnitt 380-kV-Verbindungsleitung Adlkofen, Ltg. Nr B151A

*Immissionsbericht zu elektrischen und magnetischen
Feldern mit Minimierungsbetrachtung nach 26. BImSchV
Anlage 9.1*

Auftraggeber

TenneT TSO GmbH
Bernecker Straße. 70
95448 Bayreuth
www.tennet.eu



Datum Freigabe	Titel	Geprüft	Freigabe
18.10.2024	380-kV- Höchstspannungsleitung Isar - Altheim, 380-kV-Verbindungs- leitung Adlkofen, Ltg. Nr B151A <i>Immissionsbericht zu elektrischen und magnetischen Feldern mit Mi- nimierungsbetrachtung nach 26. BImSchV</i>	i.A. Döpel	i.V. Hirschberg

Projekt	Isar - Altheim
Abschnitt	380-kV-Verbindungsleitung Adlkofen, Ltg. Nr B151A

Planfeststellungsunterlage

Immissionsbericht

Elektrische und magnetische Felder

Immissionsbericht zu elektrischen und magnetischen Feldern nach 26. BImSchV

Isar – Altheim, Abschnitt 2 380-kV-Verbindungsleitung Adlkofen, Ltg. Nr 151A



Verfahrensführende Behörde:

Regierung von Niederbayern - Sachgebiet 21 - Energiewirtschaft und Gewerbe

Innere Münchener Straße 2

84028 Landshut

Antragsteller

TenneT TSO GmbH

Bernecker Str. 70

95448 Bayreuth

Antragsunterlagen erstellt durch

Omexom Hochspannung GmbH

Technikzentrum

Anne Döpel / Marvin Pieper

Prinz-Carl-Anlage 42

67547 Worms

Berichtsdatum

18.10.2024

Version

V2.0.0

Unterschrift

TenneT TSO GmbH

Unterschrift

Omexom Hochspannung GmbH

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	7
1 Einleitung und Hintergrund	8
1.1 Rechtliche Grundlagen und Anforderungen	12
1.2 Technische Grundlagen und Hintergründe.....	13
1.2.1 Elektrische Felder	13
1.2.2 Magnetische Felder.....	13
1.3 Nachweismethodik.....	13
2 Freileitungsabschnitte	16
2.1 Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte.....	16
2.2 Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte	17
2.3 Nachweis der Anforderungen zum Schutz vor und Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen.....	23
2.4 Ermittlung und Prüfung der Immissionen und MMOs	24
2.5 Prüfung des Minimierungsgebotes.....	27
2.5.1 Abstandsoptimierung gemäß 5.3.1.1 der 26. BImSchVVwV	27
2.5.2 Elektrische Schirmung gemäß 5.3.1.2 der 26. BImSchVVwV	28
2.5.3 Minimieren der Seilabstände gemäß 5.3.1.3 der 26. BImSchVVwV	29
2.5.4 Optimieren der Mastkopfgeometrie gemäß 5.3.1.4 der 26. BImSchVVwV.....	29
2.5.5 Optimieren der Leiteranordnung gemäß 5.3.1.5 der 26. BImSchVVwV	30
2.5.6 Zusammenfassung der Ergebnisse der Minimierungsprüfung der Freileitung	30
3 Zusammenfassung und Fazit.....	32

Anhang.....	33
Literaturverzeichnis für Freileitung.....	34

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
A	Ampere (Einheit für die Stromstärke)
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
26. BImSchVVwV	Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
Hz	Hertz (Einheit für die Frequenz)
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Internationale Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung)
kV	Kilovolt (Einheit für die elektrische Spannung, 1 kV = 1000 V)
kV/m	Kilovolt pro Meter (Einheit für die elektrische Feldstärke E)
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
MIO	Maßgeblicher Immissionsort
MMO	Maßgeblicher Minimierungsort
µT	Mikrotesla (Einheit für die magnetische Flussdichte B, 1 µT = 1 x 10 ⁻⁶ T)
TEV	Teilerdverkabelungsabschnitt
UARN	Unterahrain
UW	Umspannwerk

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Stromkreise	11
Tabelle 2 Maßgebliche Immissionsorte für den Trassenverlauf gemäß LAI	16
Tabelle 3 Maßgebliche Minimierungsorte (repräsentative Bezugspunkte) außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf.....	18
Tabelle 4 Maßgebliche Minimierungsorte (repräsentative Bezugspunkte) außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf.....	20
Tabelle 5 Maßgebliche Minimierungsorte außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf	21
Tabelle 6 Berechnungsergebnisse (IMMI gemäß LAI)	24
Tabelle 7 Berücksichtigte Fremdanlagen.....	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Trassenverlauf der 380-kV-Leitung im Bereich Adlkofen.....	10
--	----

1 Einleitung und Hintergrund

Durch die Forderung nach einem freien europäischen Stromhandel und durch den weiteren Ausbau regenerativer Energieerzeugungsanlagen entsteht ein stark zunehmender Bedarf an Übertragungskapazität im Bereich unseres Stromnetzes, dem in diesem Fall durch Netzverstärkungs-/ausbaumaßnahmen begegnet werden soll.

Im Rahmen des Vorhabens Isar - Altheim ist die Neuerrichtung von 2 teil-erdverkabelten Leitungen der TenneT TSO GmbH mit insgesamt 3 Stromkreisen vom Umspannwerk Altheim zur Schaltanlage Isar geplant. Dabei handelt es sich um den Planungsabschnitt 1. Dies macht den Ausbau des Netzes im Bereich Adlkofen erforderlich. Im Kontext des Vorhabens Isar - Altheim handelt es sich dabei um den Planungsabschnitt 2.

Im Rahmen dieses EMF-Berichtes werden die Maßnahmen bzgl. des Vorhabens Isar - Altheim, die im Planungsabschnitt 2 „Adlkofen“ erfolgen, behandelt. Geplant ist der Neubau der 380-kV-Ltg. Isar-Altheim, Abschnitt Adlkofen (B151A). Diese stellt ein Bindeglied zwischen der 380-kV-Bestandsleistung Isar-Ottenhofen (B116) und der geplanten 380-kV-Ltg. Altheim-St.Peter, Abschnitt Adlkofen-Matzenhof (B152) dar.

Die hier vorliegende Planung setzt bei dem Ersatzneubau des Mastes 126N an. Dieser wird als Winkelabzweigmast ausgeführt und innerhalb der Bestandstrasse nach Südwesten versetzt. Der Mast 126N stellt die Schnittstelle zwischen der Bestandsleitung B116 und der geplanten Ltg. B151A dar. Im Bestand verlaufen drei Systeme über den Mast 126 der Ltg. B116. Im finalen Zustand 2030 handelt es sich um die Systeme SK 444, SK 446 und SK 448.

Geplant ist, dass die drei von Norden kommenden Systeme auf Höhe des Mastes 126N aufgeteilt werden. Über den Mast 126N wird das System SK 446 weiterhin über die Bestandsleitung B116 geführt. Das auf der Bestandsleitung verbleibende System SK 446 läuft dabei über den Mast 125 der Ltg. B116. Dieser Mast wird im Zuge eines anderen Planverfahrens zu diesem Zeitpunkt bereits als Kreuztraversenmast ersatzneugebaut worden sein. Über den Kreuztraversenmast 125 werden dann die zwei Systeme SK 447 und SK 443 der Ltg. B151 auf die Ltg. B116 geleitet. Dementsprechend ist die Ltg. B116 dann wieder bei drei Systemen.

Die Systeme SK 448 und SK 444 hingegen werden von Mast 126N auf die geplante Ltg. B151A herübergeleitet. Von Mast 5 der Ltg. B151A wird dann auf den Mast 1 der geplanten Ltg. B152 des Projektes Altheim-St.Peter herübergeleitet.

Auch der Ausbau der Leitung Altheim—St. Peter ist in einem anderen Verfahren geplant. Dieser ist unter Nr. 32 des Bundesbedarfsplangesetzes (BBPlG) definiert. Der Ausbau ist erforderlich, da die Übertragungskapazität der bestehenden 220-kV-Leitung bedingt durch den erhöhten Stromtransportbedarf, der aus dem Zubau erneuerbarer Energien resultiert, zeitweise ausgeschöpft ist. Die stark gestiegenen und schwankenden Stromflüsse sind mit der bestehenden Netzstruktur nicht mehr dauerhaft sicher zu betreiben.

In der näheren Zukunft sind weitere Maßnahmen im Netzabschnitt bei Adlkofen geplant und im Rahmen dieses EMF-Berichtes zu berücksichtigen. Im Zuge eines dieser Verfahren ist ein Belag der Ltg. B116 mit Hochtemperaturseilen vorgesehen. Die geplanten Leiterseile können dann in Situationen mit einer Betriebstemperatur von 105°C belastet werden. Dabei sind die Kapazitäten der geplanten Leiterseile bekannt, jedoch wird von den Bestandsmasten ausgegangen. Dementsprechend können im Rahmen der Planung der Umbeseilung auf der Ltg. B116 noch Minimierungs-/ Optimierungsmaßnahmen erfolgen. Damit liegt bei der Berücksichtigung der Ltg. B116 mit Blick auf die Umbeseilung eine Worst-Case-Betrachtung vor. Zudem ist das angrenzende bzw. angebundene Projekt Altheim-St.Peter zu berücksichtigen. Dieses umfasst die Ltg. B152 an welche der hier geplante Ltg. B151A angeschlossen wird. Die Wechselwirkung der Ltg. B151 die von Mast 19 über den Mast 125 auf die Bestandstrasse der Ltg. B116 geführt wird, wird auch im Rahmen dieses Berichtes berücksichtigt.

Immissionsbericht zu elektrischen und magnetischen Feldern nach 26. BImSchV

Isar – Altheim, Abschnitt 2 380-kV-Verbindungsleitung Adlkofen, Ltg. Nr 151A

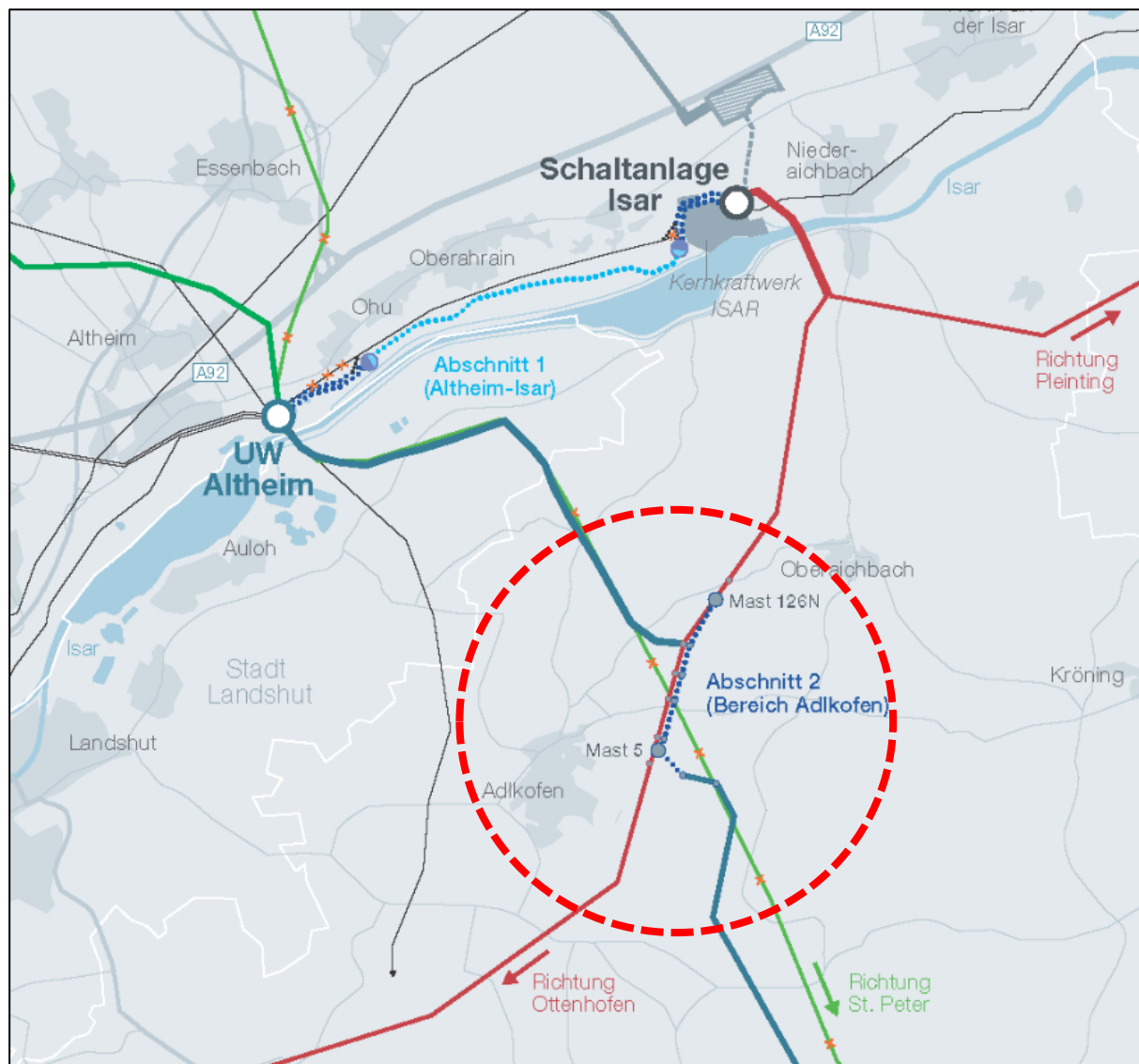


Abbildung 1 Trassenverlauf der 380-kV-Leitung im Bereich Adlkofen

Für die im Rahmen dieses Planfeststellungsverfahrens betrachtete Leitungsanlage gelten damit folgende für die weiteren Betrachtungen relevanten Parameter:

Tabelle 1 Stromkreise

Stromkreis	Bereich	Spannung (Kilovolt)	Maximal betrieblicher Dauerstrom (Ampere)
SK 443	Mast 19 (Ltg. B151) bis Mast 118 (Ltg. B116)	420 kV	4000 A
SK 444	Maste 127 bis 126N (Ltg. B116); Maste 1 bis 5 (Ltg. B151A), Maste 1 bis 2 (Ltg. B152)	420 kV	4000 A
SK 446	Mast 127 bis Mast 118 (Ltg. B116)	420 kV	4000 A
SK 447	Mast 19 (Ltg. B151) bis Mast 118 (Ltg. B116)	420 kV	4000 A
SK 448	Maste 127 bis 126N (Ltg. B116); Maste 1 bis 5 (Ltg. B151A), Maste 1 bis 2 (Ltg. B152)	420 kV	4000 A

Von Stromübertragungsanlagen und -leitungen gehen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiter elektrische und magnetische Felder aus. Es handelt sich hierbei um Wechselfelder mit einer Frequenz von 50 Hertz (Hz). Diese Frequenz ist dem Niederfrequenzbereich zugeordnet.

Das elektrische Feld resultiert aus der Betriebsspannung und das magnetische Feld resultiert aus dem Stromfluss. Die physikalischen Grundlagen sind in den Kapiteln 1.2.1 und 1.2.2 näher erläutert.

Dieser Immissionsbericht widmet sich, entsprechend den zuvor dargelegten Sachverhalten, den von den Höchstspannungsfreileitungen ausgehenden elektrischen und magnetischen Feldern.

1.1 Rechtliche Grundlagen und Anforderungen

Im Rahmen der Antragstellung sind u.a. die Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [1] zu beachten. Bei einer Höchstspannungs-Freileitung handelt es sich nach § 4 Abs. 1 BImSchG [1] in Verbindung mit der 4. BImSchV [2] um eine nicht genehmigungsbedürftige Anlage.

Hinsichtlich dieser elektrischen und magnetischen Felder sind die Anforderungen der Sechszwanzigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) [2] zu beachten.

Für die beschriebene Maßnahme sind, weil es sich dabei um eine Neuerrichtung im Sinne der 26. BImSchV [2] handelt, die mit dem Vorhaben verbundenen elektrischen und magnetischen Felder darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung vorgeschriebener Grenzwerte zu beurteilen.

Gemäß 26. BImSchV [2] sind für das vorliegende Vorhaben an Orten zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen im Einwirkungsbereich der Anlage folgende Grenzwerte einzuhalten:

- Elektrische Feldstärke: 5 kV/m
- Magnetische Flussdichte: 100 µT

Im Zusammenhang mit den anzustellenden Betrachtungen zur 26. BImSchV [2] sind die von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [3] erlassenen Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder zu beachten. Die LAI hat zum Ziel einen bundesweit einheitlichen Vollzug der 26. BImSchV zu erreichen. Die LAI verfolgt dabei einen Schutzgrundsatz, welcher auf den Schutz der Allgemeinheit vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch elektrische, magnetische als auch elektromagnetische Felder abzielt.

Die 26. BImSchV [2] enthält in § 4 auch über den Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen hinausgehende Anforderungen zur Vorsorge durch Minimierung (Vorsorgegrundsatz).

Näheres dazu regelt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) [4].

1.2 Technische Grundlagen und Hintergründe

1.2.1 Elektrische Felder

Wesentlicher Parameter für die Stärke des elektrischen Feldes ist die Betriebsspannung. Darüber hinaus spielt für die bodennahe Feldstärke in der Umgebung einer Freileitung die Anzahl, Abstände und Anordnung der Systeme zueinander (Mastkopfgeometrie), der Abstand der Leiter zum Boden sowie die Anordnung der Phasen eine wichtige Rolle. Zudem hat auch der Leitertyp und Bündelkonfiguration sowie die Anzahl und Anordnung der Erdseile einen geringen Einfluss. Durch diese Parameter wird insbesondere der Verlauf der Feldstärke in unmittelbarer Nähe der Freileitung bestimmt. Mit zunehmendem Abstand von der Freileitung nimmt die elektrische Feldstärke rasch ab und auch der Einfluss dieser Parameter wird geringer. Elektrische Felder können mithilfe elektrisch leitfähiger Materialien, z.B. durch Bewuchs oder Bebauung gut abgeschirmt werden.

Die Stärke eines elektrischen Feldes wird als elektrische Feldstärke in Kilovolt pro Meter (kV/m) angegeben.

1.2.2 Magnetische Felder

Wesentlicher Parameter für die Stärke des magnetischen Feldes ist die Stromstärke, welche in Abhängigkeit der Belastungssituation zeitlichen Schwankungen unterliegt. Darüber hinaus spielt für die bodennahe Feldstärke in der Umgebung einer Freileitung die Anzahl, Abstände und Anordnung der Systeme zueinander (Mastkopfgeometrie), der Abstand der Leiter zum Boden sowie die Anordnung der Phasen eine wichtige Rolle. Auch die magnetische Feldstärke nimmt mit zunehmendem Abstand zur Anlage ab.

Im Gegensatz zu den elektrischen Feldern durchdringen magnetische Felder organische und die meisten anorganischen Materialien nahezu ungestört.

Bei niederfrequenten Feldern wird als zu bewertende Größe die magnetische Flussdichte B angegeben. Die ermittelten Werte werden in Mikrottesla (μT) angegeben.

1.3 Nachweismethodik

Entsprechend den Regelungen in § 5 der 26. BImSchV [2] sind für die Ermittlung der Feldstärke- und Flussdichtewerte an den maßgeblichen Einwirkungsorten keine Messungen erforderlich, wenn die Einhaltung der Grenzwerte durch Berechnungsverfahren festgestellt werden kann. Dementsprechend wird das Berechnungsverfahren mit der zertifizierten Software

WinField durchgeführt, die den Anforderungen an Mess- und Berechnungsverfahren nach DIN EN 50413 [5] (siehe Anhang 3) entspricht. Hierzu werden in dem Berechnungsprogramm die Leitungsabschnitte als Feldquelle modelliert.

Für die Berechnung der Immissionswerte werden durchgängig konservative Ansätze gewählt. Es werden somit Feldstärke- und Flussdichtewerte ermittelt, die über den im Betrieb zu erwartenden Werten liegen.

Für die Betriebsparameter ist die höchste betriebliche Anlagenauslastung zu Grunde zu legen. Dies bedeutet, dass folgende Betriebsspannungen in die Berechnung einfließen:

- für 380-kV-Systeme 420 kV,
- für 110-kV-Systeme 123 kV.

Zudem wird für die Strombelastbarkeit der maximale betriebliche Dauerstrom eines Systems herangezogen.

Diese Parameter werden sowohl für die beantragte Leitungsanlage als auch für alle zu berücksichtigenden Niederfrequenzanlagen, wie z.B. andere Freileitungen angenommen.

Berücksichtigte Fremdleitungen und/oder Mitführungen werden in Tabelle 7 Berücksichtigte Fremdanlagen aufgeführt. Die Immissionsbeiträge dieser anderen relevanten Niederfrequenzanlagen wurden beim jeweiligen Betreiber erfragt und ihre Immissionsbeiträge im Berechnungsprogramm berücksichtigt.

Nach der 26. BImSchV [2] sind auch Immissionen ortsfester Hochfrequenzanlagen im Frequenzbereich 9 kHz bis 10 MHz zu berücksichtigen. Diese tragen gemäß den Ausführungen in den LAI-Durchführungshinweisen [3] ab einem Abstand von 300 Metern nicht relevant zur Vorbelastung bei und machen daher eine gezielte Vorbelastungsermittlung entbehrlich, sofern keine gegenteiligen Anhaltspunkte bestehen. Für den Trassenverlauf sind laut EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur, welche am 16.04.2024 aufgerufen wurde, (<https://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/>) keine entsprechenden zu berücksichtigenden Hochfrequenzanlagen in diesem Abstand vorhanden, sodass dieser Aspekt hier nicht weiter zu betrachten ist.

Die Stromrichtung ist abhängig von der jeweiligen vorherrschenden Netzsituation. Für die vorliegenden Berechnungen wurde die Stromrichtung Nordosten nach Südwesten angesetzt.

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

Die für die Ermittlung der Immissionsorte notwendigen Geodaten wurden bei den zuständigen Ämtern abgefragt.

2 Freileitungsabschnitte

2.1 Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte

Bei der Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte sind die Anforderungen der 26. BImSchV [2] und die zugehörigen Ausführungen in den LAI-Durchführungshinweisen [3] zu beachten (siehe auch Kapitel 1.1).

Die maßgeblichen Immissionsorte (MIO), liegen bei Betroffenheiten im Bewertungsabstand vor und werden in den Tabellen mit „IMMI“ bezeichnet. Der zuvor genannte Bewertungsabstand gemäß 26. BImSchV bzw. 26. BImSchVVwV entspricht dabei dem Einwirkungsbereich der LAI. Maßgebliche Immissionsorte sind Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt, die sich in einem Abstand von bis zu 20 m zum äußersten ruhenden Leiter einer 380-kV-Freileitung befinden. Die äußeren ruhenden Leiterseile befinden sich je nach Masttyp in einem Abstand von maximal 23,2 m Metern zur Trassenachse.

Um für den Trassenverlauf (eine kartographische Darstellung der Anlage ist in den Übersichtsplänen Planfeststellungsunterlage 4) die maßgeblichen Immissionsorte zu ermitteln, wurde der gesamte Verlauf auf entsprechende Orte mit Hilfe von Luftbildern und durch Trassenbefahrung abgesucht. Dabei wurden folgende maßgeblichen Immissionsorte identifiziert:

Tabelle 2 Maßgebliche Immissionsorte für den Trassenverlauf gemäß LAI

Maßgebliche Immissionsorte für den Trassenverlauf				
Lfd. Nr.	Trasse	Bereich	Gemarkung	Abstand MIO zur Trassenachse
IMMI_01	Ltg. B116	Mast 126N bis Mast 127	Oberaichbach	10,24 m
IMMI_02	Ltg. B116	Mast 124 bis Mast 125	Oberaichbach	20,13 m
IMMI_03	Ltg. B116	Mast 122 bis Mast 123	Oberaichbach, Adlkofen	32,12 m

Bei den in Tabelle 2 Maßgebliche Immissionsorte für den Trassenverlauf gemäß LAI aufgelisteten maßgeblichen Immissionsorten handelt es sich zum Teil um gemischt genutzte Grundstücke, so dass nicht das Flurstück im Ganzen in die Betrachtung einbezogen wurde, sondern nur der dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt dienliche Teil des Grundstückes.

2.2 Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte

Die Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte geht einher mit der Vorprüfung für die Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen. Eines der Kriterien für eine Vorprüfung ist bei dem Neubau/Errichtung oder bei einer wesentlichen Änderung an einer bestehenden Anlage gegeben. Ein weiteres Kriterium ist die Lage der maßgeblichen Minimierungsorte. Bei der Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte wurden die in der 26. BImSchVVwV [4] genannten konservativen Pauschalwerte für den Einwirkungsbereich von 400 m ab dem äußeren Leiterseil bei einer 380-kV-Freileitung herangezogen. Wenn maßgebliche Minimierungsorte in dem Bereich zwischen der Trassenachse und dem Bewertungsabstand von 20 m ab dem äußeren Leiterseil oder in dem vorgenannten Einwirkungsbereich verortet sind, ist eine Vorprüfung durchzuführen und die Minimierungsmaßnahmen werden geprüft und bewertet.

Bei der Berechnung der maßgeblichen Minimierungsorte wurden einzelne Orte (singuläre Bezugspunkte) und Gruppierungen von Orten (über Cluster und deren entsprechende Relative Bezugspunkte) betrachtet.

Analog zum Kapitel 2.1 wurde der gesamte Verlauf der Leitung mit Hilfe von Luftbildern und Trassenbefahrung abgesucht. Dabei wurden in folgenden Bereichen maßgebliche Minimierungsorte zusätzlich zu den in Tabelle 2 Maßgebliche Immissionsorte für den Trassenverlauf gemäß LAI aufgelisteten maßgeblichen Immissionsorten ermittelt:

Immissionsbericht zu elektrischen und magnetischen Feldern nach 26. BImSchV

Isar – Altheim, Abschnitt 2 380-kV-Verbindungsleitung Adlkofen, Ltg. Nr 151A



Tabelle 3 Maßgebliche Minimierungsorte (repräsentative Bezugspunkte) außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf

Maßgebliche Minimierungsorte (singulär) außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf							
Lfd. Nr. (berechnet am BP)	Trasse	Bereich	Immissionsort	Gemarkung	Art der Nutzung	Abstand Gebäude zur Trassenachse	Abstand Grundstück zur Trassenachse
BP_01	Ltg. B116	Mast 127 bis Mast 126N	Beutelhausen 2, 84166 Adlkofen	Oberaichbach	Hof	197,41 m	194,79 m
BP_02	Ltg. B151A	Mast 126N bis Mast 1	Beutelhausen 6, 84166 Adlkofen	Oberaichbach	Hof	194,68 m	158,48 m
BP_03_01	Ltg. B116	Mast 125 bis Mast 124	Beutelhausen 7/ 7a, 84166 Adlkofen	Oberaichbach	Wohn- und Geschäftsfläche	192,44 m	155,17 m
BP_03_02	Ltg. B151	Mast 125 bis Mast 19	Beutelhausen 7/ 7a, 84166 Adlkofen	Oberaichbach	Wohn- und Geschäftsfläche	236,40 m	230,20 m
BP_04	Ltg. B151A	Mast 3 bis Mast 4	Öd 1, 84166, Adlkofen	Oberaichbach, Adlkofen	Hof	335,17 m	314,00 m
BP_05	Ltg. B151A/ Ltg. B152	Mast 5 bis Mast 1	Hartslöd 1, 84166, Adlkofen	Adlkofen	Hof	376,68 m	347,72 m
BP_06_01	Ltg. B151A/ Ltg. B152	Mast 5 bis Mast 1	Riedenwies 1, 84166 Adlkofen	Adlkofen	Wohn- und Geschäftsfläche	398,93 m	345,79 m

Immissionsbericht zu elektrischen und magnetischen Feldern nach 26. BImSchV

Isar – Altheim, Abschnitt 2 380-kV-Verbindungsleitung Adlkofen, Ltg. Nr 151A



Maßgebliche Minimierungsorte (singulär) außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf							
Lfd. Nr. (berechnet am BP)	Trasse	Bereich	Immissionsort	Gemarkung	Art der Nutzung	Abstand Gebäude zur Trassenachse	Abstand Grundstück zur Trassenachse
BP_06_02	Ltg. B116	Mast 121 bis Mast 120	Riedenwies 1, 84166 Adlkofen	Adlkofen	Wohn- und Geschäftsfläche	142,12 m	123,42 m

Tabelle 4 Maßgebliche Minimierungsorte (repräsentative Bezugspunkte) außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf

Maßgebliche Minimierungsorte (repräsentative Bezugspunkte) außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf						
Lfd. Nr. (berechnet am BP)	Trasse	Bereich	Immissionsort	Gemarkung	Art der Nutzung	Abstand Gebäudecluster zur Trassenachse
RBP_01_01	Ltg. B116	Mast 126N bis Mast 125	Beutelhausen 2, 84166 Adlkofen	Oberaichbach	Wohn- und Gewerbeflächen	121,00 m
RBP_01_02	Ltg. B151	Mast 125 bis Mast 19	Beutelhausen 2, 84166 Adlkofen	Oberaichbach	Wohn- und Gewerbeflächen	367,44 m
RBP_02	Ltg. B151A	Mast 2 bis Mast 3	Öd 4, 84166 Adlkofen	Oberaichbach	Wochenend- und Ferienhausfläche	319,96 m
RBP_03	Ltg. B151A	Mast 3 bis Mast 4	Öd 3, 84166 Adlkofen	Oberaichbach, Adlkofen	Hof	203,59 m
RBP_04	Ltg. B116	Mast 123 bis Mast 122	Blumenberg 11, 84166 Adlkofen	Oberaichbach, Adlkofen	Wohn- und Gewerbeflächen	406,33 m
RBP_05	Ltg. B116	Mast 122 bis Mast 121	Blumenberg 16, 84166, Adlkofen	Adlkofen	Wohnflächen	175,49 m
RBP_06_01	Ltg. B151A	Mast 4 bis Mast 5	Baumgarten 1, 84166 Adlkofen	Adlkofen	Wohn- und Gewerbeflächen	90,82 m

Immissionsbericht zu elektrischen und magnetischen Feldern nach 26. BImSchV

Isar – Altheim, Abschnitt 2 380-kV-Verbindungsleitung Adlkofen, Ltg. Nr 151A



Maßgebliche Minimierungsorte (repräsentative Bezugspunkte) außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf						
Lfd. Nr. (berechnet am BP)	Trasse	Bereich	Immissionsort	Gemarkung	Art der Nutzung	Abstand Gebäudecluster zur Trassenachse
RBP_06_02	Ltg. B152	Mast 5 bis Mast 1	Baumgarten 1, 84166 Adlkofen	Adlkofen	Wohn- und Gewerbeflächen	130,59 m
RBP_07	Ltg. B116	Mast 121 bis Mast 120	Aign 5, 84166 Adlkofen	Adlkofen	Wohn- und Gewerbeflächen	120,87 m

Tabelle 5 Maßgebliche Minimierungsorte außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf

Bezeichnung	Trasse	Bereich	Maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich (Blickrichtungen: Ltg. B116 von Nord → Süd, Ltg. B151A von Nord → Süd, Ltg. B151 von Ost → West, Ltg. B152 West → Ost)	
			links	rechts
Singuläre Maßgebliche Minimierungsorte				
BP_01	Ltg. B116	Mast 127 bis Mast 126N		x
BP_02	Ltg. B151A	Mast 126N bis Mast 1	x	
BP_03_01	Ltg. B116	Mast 125 bis Mast 124		x
BP_03_02	Ltg. B151	Mast 125 bis Mast 19	x	
BP_04	Ltg. B151A	Mast 3 bis Mast 4	x	
BP_05	Ltg. B152	Mast 5 bis	x	

Immissionsbericht zu elektrischen und magnetischen Feldern nach 26. BImSchV

Isar – Altheim, Abschnitt 2 380-kV-Verbindungsleitung Adlkofen, Ltg. Nr 151A



Bezeichnung	Trasse	Bereich	Maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich (Blickrichtungen: Ltg. B116 von Nord → Süd, Ltg. B151A von Nord → Süd, Ltg. B151 von Ost → West, Ltg. B152 West → Ost)	
			links	rechts
		Mast 1		
BP_06_01	Ltg. B152	Mast 5 bis Mast 1		x
BP_06_02	Ltg. B116	Mast 121 bis Mast 120	x	
Cluster Maßgebliche Minimierungsorte				
RBP_01_01	Ltg. B116	Mast 126N bis Mast 125		x
RBP_01_02	Ltg. B151	Mast 125 bis Mast 19	x	
RBP_02	Ltg. B151A	Mast 2 bis Mast 3	x	
RBP_03	Ltg. B151A	Mast 3 bis Mast 4	x	
RBP_04	Ltg. B116	Mast 123 bis Mast 122		x
RBP_05	Ltg. B116	Mast 122 bis Mast 121		x
RBP_06_01	Ltg. B151A	Mast 4 bis Mast 5	x	
RBP_06_02	Ltg. B152	Mast 5 bis Mast 1	x	
RBP_07	Ltg. B116	Mast 121 bis Mast 120		x

2.3 Nachweis der Anforderungen zum Schutz vor und Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 1.1 ist zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen der Nachweis zu erbringen, dass im Bewertungsabstand sowie im Einwirkungsbereich der zu betrachtenden Anlage an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, die Grenzwerte für die elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte eingehalten werden.

Die Immissionen werden bei Freileitungsabschnitten in der Regel in einer Höhe von 1 m über Erdoberkante (EOK) ermittelt. Befinden sich Gebäude oder Gebäudeteile auf dem zu betrachtenden Grundstück, so wird an dem nächstgelegenen Punkt eine Berechnung der Feldstärken durchgeführt. Die Berechnung der Feldstärken der Maßgeblichen Minimierungsorten wurde am Bewertungsabstand vorgenommen und dementsprechend ein Worst-Case-Szenario zugrunde gelegt. Damit wird ein Einhalten der Grenzwerte belegt. Dabei wird im Bereich von Freileitungen insbesondere auch die tatsächliche Gebäudehöhe zur Ermittlung der Feldstärken im Bewertungsabstand herangezogen. Wie bereits dargelegt, sind die Feldstärken stark abstandsabhängig. Die größten Feldstärken werden bei dem geringsten Abstand des betrachteten Ortes von der Feldquelle, d. h. der Anlage, erreicht. Für ein zu betrachtendes Freileitungsspannfeld ist dies in der Regel am Ort des geringsten Bodenabstands der Leiterseile der Fall. Dies ist somit von der örtlichen Topographie abhängig, wird aber bei ebenem Gelände etwa in Spannfeldmitte erreicht.

Funkenentladungen und ähnliche Wirkungen sind aufgrund der Einhaltung des Grenzwertes der elektrischen Feldstärke nicht zu erwarten.

2.4 Ermittlung und Prüfung der Immissionen und MMOs

Für jeden MIO und MMO wurden die an den jeweiligen Bezugspunkten unter der Freileitung in einer Berechnungshöhe von einem Meter über EOK maximal zu erwartenden elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten mit Hilfe des Programms WinField berechnet. Die maximal zu erwartenden Stärken des elektrischen Feldes und der magnetischen Flussdichte in der nachfolgenden Tabelle 6 Berechnungsergebnisse (IMMI gemäß LAI) angegeben und bewertet. Die Lage der Bezugs- und Minimierungspunkte kann dem Übersichtsplan EMF (Anhang 2) entnommen werden.

Tabelle 6 Berechnungsergebnisse (IMMI gemäß LAI)

Berechnungsergebnisse Grenzwerte			
Lfd. Nr.	Maximalwert auf dem Flurstück		Grenzwerte eingehalten
	Elektrische Feldstärke (in kV/m)	Magnetische Feldstärke (in μ T)	ja/nein
Singuläre Maßgebliche Minimierungsorte			
BP_01	0.53 kV/m	5.18 μ T	ja
BP_02	1.30 kV/m	11.11 μ T	ja
BP_03_01	0.98 kV/m	0.14 μ T	ja
BP_03_02	0.60 kV/m	1.76 μ T	ja
BP_04	0.96 kV/m	9.44 μ T	ja
BP_05	0.76 kV/m	3.15 μ T	ja
BP_06_01	0.75 kV/m	3.66 μ T	ja
BP_06_02	0.50 kV/m	1.83 μ T	ja

Immissionsbericht zu elektrischen und magnetischen Feldern nach 26. BImSchV

Isar – Altheim, Abschnitt 2 380-kV-Verbindungsleitung Adlkofen, Ltg. Nr 151A



Berechnungsergebnisse Grenzwerte			
Lfd. Nr.	Maximalwert auf dem Flurstück		Grenzwerte eingehalten
	Elektrische Feldstärke (in kV/m)	Magnetische Feldstärke (in μ T)	ja/nein
Maßgebliche Minimierungsorte (repräsentative Bezugspunkte)			
RBP_01_01	1.34 kV/m	12.77 μ T	ja
RBP_01_02	0.62 kV/m	0,21 μ T	ja
RBP_02	0.55 kV/m	6.61 μ T	ja
RBP_03	0.81 kV/m	9.39 μ T	ja
RBP_04	0.65 kV/m	3.28 μ T	ja
RBP_05	0.62 kV/m	2.95 μ T	ja
RBP_06_01	0.77 kV/m	9.48 μ T	ja
RBP_06_02	0.92 kV/m	4.97 μ T	ja
RBP_07	0.62 kV/m	2.01 μ T	ja
Maßgebliche Immissionsorte			
IMMI_01	0.93 kV/m	6.37 μ T	ja
IMMI_02	0.91 kV/m	3.80 μ T	ja
IMMI_03	0.81 kV/m	3.73 μ T	ja

Nach II.3.4 der LAI-Durchführungshinweise [3] tragen bei diesem Vorhaben folgende weitere Niederfrequenzanlagen relevant zur Vorbelastung bei:

Tabelle 7 Berücksichtigte Fremdanlagen

Berücksichtigte Fremdanlagen (Zustand 2030)		
Bereich der hier zu betrachtenden Leitungsanlage	Anlagenname Fremdanlage	Betreiber
Mast 125 bis Mast 120	B116 (380 kV-Hochspannungsfreileitung) SK 443, SK 446, SK 447	TenneT TSO GmbH
Mast 126N bis Mast 125	B116 (380 kV-Hochspannungsfreileitung) SK 446	TenneT TSO GmbH
Mast 127 bis Mast 126N	B116 (380 kV-Hochspannungsfreileitung) SK 444, SK 446, SK 448	TenneT TSO GmbH
Mast 125 (Ltg. B116) bis Mast 19 (Ltg. B151)	B151 (380 kV-Hochspannungsfreileitung) SK 443, SK 447	TenneT TSO GmbH
Mast 5 (Ltg. B152)	B152 (380 kV-Hochspannungsfreileitung) SK 444; SK 448	TenneT TSO GmbH

Wie anhand der Werte in Tabelle 6 Berechnungsergebnisse (IMMI gemäß LAI) ersichtlich ist, werden die Grenzwerte der 26. BImSchV [2] uneingeschränkt eingehalten.

2.5 Prüfung des Minimierungsgebotes

Die Vorprüfung im Sinne der 26. BImSchVV Nr. 3.2.1 ergab, dass die nach Kapitel 5.3 der 26. BImSchVV [4] zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten zur Minimierung zu prüfen und zu bewerten sind.

Daher werden im nachfolgenden die Minimierungsmaßnahmen für alle maßgeblichen Minimierungsorte und maßgeblichen Immissionsorte betrachtet. Hierzu zählen alle in Tabelle 2 Maßgebliche Immissionsorte für den Trassenverlauf gemäß LAI, Tabelle 3 Maßgebliche Minimierungsorte (repräsentative Bezugspunkte) außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf und in Tabelle 4 Maßgebliche Minimierungsorte (repräsentative Bezugspunkte) außerhalb des Bewertungsabstandes für den Trassenverlauf enthaltenen Objekte. Es wurde eine individuelle Minimierungsprüfung (Fall II) durchgeführt.

Das Minimierungspotenzial wurde also an jedem maßgeblichen Immissionsort, maßgeblichen Minimierungsort innerhalb des Bewertungsabstandes sowie zusätzlich an den (repräsentativen) Bezugspunkten (Fall II) ermittelt. Das Minimierungspotential wurde hier über eine pauschalisierende Betrachtung, in diesem Fall durch Vergleich mit bestehenden Anlagen, für die jeweiligen genannten technischen Möglichkeiten zur Minimierung ermittelt.

Um den Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu wahren, werden je möglicher Minimierungsmaßnahme der spezifische Aufwand und Nutzen bei diesem Vorhaben beschrieben. Dabei wurden auch mögliche nachteilige Auswirkungen auf andere Schutzgüter berücksichtigt.

In diesem EMF-Bericht zur Ltg. 151A werden in Bereichen wo eine Einflussnahme durch die bestehende teilweise parallel verlaufenden Ltg. B116 auf die EMF-Verhältnisse vorliegt, diese in den Grenzwertberechnungen berücksichtigt. Die im Folgenden dargelegten Minimierungsmaßnahmen beziehen sich jedoch ausschließlich auf die in diesem Verfahren geplante Ltg. B151A.

2.5.1 Abstandsoptimierung gemäß 5.3.1.1 der 26. BImSchVV

In dem betrachteten Neubauleitungsabschnitt betragen die minimalen Bodenabstände bzgl. der 380- kV Freileitung min. 12,5 m.

Somit wird der nach DIN EN 50341-2-4 [6] geforderte minimale Bodenabstand übertroffen. Eine darüberhinausgehende Erhöhung der Bodenabstände durch Masterhöhungen hätte, insbesondere aufgrund der Entfernung zum maßgeblichen Minimierungsort, nur eine sehr geringe weitere Immissionsreduzierung an diesem Ort zur Folge. Gleichzeitig bedingt die damit

verbundene Erhöhung der Maste einen zusätzlichen Eingriff ins Landschaftsbild und beeinträchtigt den Vogelschutz.

Eine Erhöhung der Bodenabstände durch Errichtung zusätzlicher Maste (Spannfeldlängenverkürzung) würde zu zusätzlichen Beeinträchtigungen und Eingriffen in das Landschaftsbild führen. Der zusätzliche Flächenbedarf macht Eingriffe ins Eigentum Dritter notwendig. Die zusätzlichen Mastfundamente würden gleichzeitig einen erhöhten Eingriff in den Boden darstellen.

In der Theorie ist es eine Möglichkeit die 380-kV-System auf die den Immissionsorten abgewandte Seite der Traverse zu legen, um eine Minimierung an den maßgeblichen Minimierungsorten zu erreichen. Jedoch ist eine weitere Optimierung durch den Tausch eines Systems auf einen freien Gestängeplatz durch die Belegung der Ltg. nicht möglich.

Änderung im Bestandsgestänge bieten eine weitere Möglichkeit zur Abstandsoptimierung. Diese sind nur mit erheblichem Umbau (Mast-Erhöhung und ggf. Verstärkung der Gestänge sowie des Mastfundamentes oder durch Zubau zusätzlicher Maste) möglich.

Da die hier geplante Ltg. B151A eine Neubauleitung ist und der Mast 126N der Ltg. B116 sowie der Mast 1 der Ltg. 152 in der hier vorliegenden Planung bereits abstandsoptimiert sind, bieten sich hier keine Optimierungsmöglichkeiten über Änderungen im Bestandsgestänge.

2.5.2 Elektrische Schirmung gemäß 5.3.1.2 der 26. BImSchVVwV

Die Maßnahme wirkt sich ausschließlich auf das elektrische Feld aus, welches gegenüber dem magnetischen Feld nachrangig zu minimieren ist. In diesem Zusammenhang kann es gleichzeitig nachteilige Auswirkungen auf die Geräuschentwicklung geben. Zusätzlich ist zur Realisierung dieser Minimierungsmaßnahme ggfs. eine Masterhöhung notwendig, um die erforderlichen Bodenabstände einzuhalten. Die damit verbundene Erhöhung der Maste würde einen zusätzlichen Eingriff in das Landschaftsbild bedeuten und zudem in einer Beeinträchtigung des Vogelschutzes resultieren.

Wegen der geänderten statischen Anforderungen und notwendigen Änderungen an den Mastfundamenten ist damit auch ein zusätzlicher Eingriff in den Boden und in die Eigentumsrechte Dritter verbunden.

Die zur Schirmung erforderlichen zusätzlichen (dünnen) Seile auf zusätzlichen Traversen können zu einer Erhöhung des Anflugrisikos und damit zu zusätzlichen naturschutzfachlich relevanten Eingriffen führen.

Da im Rahmen der vorliegenden Planung ein Neubau vorgesehen ist, wurden die elektrische Schirmung bereits berücksichtigt und die zuvor genannten Aspekte abgewogen. Damit wird

der Minimierungsmaßnahme „Elektrische Schirmung“ Rechnung getragen und die Planung ist diesbezüglich als optimiert zu betrachten.

2.5.3 Minimieren der Seilabstände gemäß 5.3.1.3 der 26. BImSchVVwV

Eine wirksame Optimierung wird dann erreicht, wenn der Abstand der Phasen zueinander möglichst klein gewählt wird, wobei aber der Abstandsminimierung auf Grund physikalischer Gegebenheiten Grenzen gesetzt sind. Gründe dafür sind:

Für eine sichere Isolation der unter Spannung stehenden Leiter sind vorgeschriebene Mindestabstände (DIN EN 50341-2-4) [6] unter Berücksichtigung der windbedingten Ausschlagweiten zwischen den Leitern notwendigerweise einzuhalten. Darüber hinaus sind die technischen und betrieblichen Anforderungen zu berücksichtigen.

Für Wartungsarbeiten muss ein Sicherheitsabstand zwischen dem Arbeitsbereich und den unter Spannung stehenden Anlageteilen eingehalten werden. Bei Mehrfachleitungen muss in der Regel ein zu wartender Stromkreis unabhängig von den anderen Stromkreisen zugänglich sein, um die Versorgungssicherheit nicht durch zu viele gleichzeitig abgeschaltete Stromkreise zu gefährden. Diese unabhängige Freischaltungsmöglichkeit einzelner Stromkreise ist bei zu geringen inneren Abständen nicht mehr gewährleistet

Zusätzlich erhöht sich die Feldstärke zwischen den Leitern und somit die Randfeldstärke an den Leiteroberflächen mit sinkendem Leiterabstand, was zu einem Anstieg der Korona-Entladungen und den damit verbundenen Geräuschen führt – welche ihrerseits eine immissionschutzrelevante Größe sind.

Im Rahmen der vorliegenden Planung der Ltg. B151A ist die Reduzierung der Leiterabstände bereits berücksichtigt und damit diesbezüglich als optimiert zu betrachten.

2.5.4 Optimieren der Mastkopfgeometrie gemäß 5.3.1.4 der 26. BImSchVVwV

Die Wahl der Mastform, beispielsweise Tonnenmast und Donaumast, wird abhängig von den lokalen Anforderungen und den betriebstechnischen Aufgaben gewählt. Über das Mastkopfbild und dementsprechend über die geometrisch günstige Aufhängung der Leiterseile wird das Entstehen von elektrischen und magnetischen Feldern beeinflusst. Die Anordnungsmöglichkeiten von Leiterseile können dabei horizontal, vertikal oder auch dreieckförmig sein.

Grundsätzlich ist für eine Kompensation von elektrischen und magnetischen Feldern eine vertikale Anordnung der Außenleiterseile günstiger als eine horizontale. Beispielsweise durch Tonnenmaste. Dies hat aber eine größere Masthöhe zur Folge. Die Masthöhe wiederum wirkt sich nachteilig auf das Landschaftsbild und in Abhängigkeit vom Vorkommen

anfluggefährdeter Vogelarten auch auf den Vogelschutz aus. Beim Neubau, wie im Fall der hier vorliegenden Planung, können technische Randbedingungen, wie die Nähe mehrerer benachbarter Leitungen, die Wahlmöglichkeiten einschränken.

Im Rahmen der hier vorliegenden Planung wurde unter Berücksichtigung der zuvor genannten Faktoren die optimale Mastform bzw. Mastgeometrie gewählt. Aufgrund des begrenzten Minimierungspotentials bei gleichzeitig nachteiliger Auswirkung auf die oben genannten Schutzgüter wird die vertikale Anordnung hier nicht angewendet.

Dementsprechend ist die hier vorliegende Planung als optimiert zu betrachten.

2.5.5 Optimieren der Leiteranordnung gemäß 5.3.1.5 der 26. BImSchVVwV

Die Phasenordnung beeinflusst auch die elektrischen Eigenschaften der Leitung im Netz, wobei aus betrieblicher Sicht insbesondere elektrische Asymmetrien die Wahl der Phasenordnung einschränken können. Daher ist eine Optimierung mit Blick auf einzelne Immissionsorte entlang einer Leitung oft nicht möglich. Eine im Hinblick auf die Feldminimierung optimierte Leiteranordnung kann ggf. nur für einen Teilabschnitt, aber nicht über die komplette Leitungslänge, hergestellt werden.

Für das magnetische Feld kann eine optimierte Anordnung nur für einen speziellen Betriebsfall hergestellt werden. Das Minimierungspotential ist dabei gemäß Ziff. 4 der 26. BImSchVVwV [4] für die überwiegend zu erwartende Stromrichtungskonstellation zu prüfen. Bei einer anderen Auslastung oder geänderter Stromrichtung kann diese vermeintlich optimierte Anordnung sogar eine Verstärkung des Magnetfeldes am Minimierungsort bewirken.

Eine feldoptimierte Phasenfolge kann sich ggf. nachteilig auf die Geräuschimmissionen auswirken.

Die gewählte Leiteranordnung /Phasenordnung stellt unter Abwägung der Immissionen und der betrieblichen Aspekte während der zumeist vorherrschenden Betriebszustände und Netzkonstellationen einen optimierten Planungsstand dar.

2.5.6 Zusammenfassung der Ergebnisse der Minimierungsprüfung der Freileitung

Hinsichtlich der vorab dargelegten Minimierungsmaßnahmen Abstandsoptimierung, Minimieren der Seilabstände, Optimieren der Mastkopfgeometrie, elektrische Schirmung und Optimieren der Leiteranordnung ist eine Abwägung im Zuge der hier vorliegenden Planung erfolgt. Dementsprechend sind die vorgenannten Maßnahmen Bestandteile der hier vorliegenden Planung. Optimierungen über das geplante Maß hinaus sind aus wirtschaftlichen Gründen und

aufgrund der Belange anderer Schutzgüter nicht verhältnismäßig. Die hier vorliegende Planung bzgl. des Neubaus der Ltg. B151A ist damit als im Rahmen des Minimierungsgebotes optimiert zu betrachten.

3 Zusammenfassung und Fazit

Freileitungen erzeugen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiter elektrische und magnetische Felder. Daher sind die Vorschriften des BImSchG [1] zu beachten bzw. die Einhaltung der konkreten Anforderungen der 26. BImSchV [2] für Niederfrequenzanlagen darzulegen.

Im vorliegenden Bericht wurde überprüft, ob beim Betrieb der Leitungsanlage die Anforderungen der 26. BImSchV [2] und der 26. BImSchVVwV [4] eingehalten werden. Die Berechnungen und Prüfungen zeigen, dass die an den maßgeblichen Immissionsorten und den maßgeblichen Minimierungsorten ermittelten elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten unterhalb der zulässigen Grenzwerte liegen und damit alle Schutzanforderungen erfüllt sind. Auch die Anforderungen zur Vorsorge wurden geprüft und dem enthaltenen Minimierungsgebot der 26. BImSchVVwV [4] wird Rechnung getragen.

Anhang

Nummer	Beschreibung
Anhang 1	Liste maßgeblicher Immissionsorte
Anhang 2	Hersteller-Zertifikat für die Software WinField
Anhang 3	Übersichtsplan EMF

Literaturverzeichnis für Freileitung

- [1] *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG)*, Neugefasst durch Bek. v. 17.5.2013 I 1274; zuletzt geändert durch Art. 11 Abs. 3 G v. 26.7.2023 I Nr. 202.
- [2] *Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV)*, Neugefasst durch Bek. v. 14.8.2013 I 3266.
- [3] LAI, *Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder*, mit Beschluss der 54. Amtschefkonferenz in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 17. und 18. September 2014 in Landshut.
- [4] *Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV)*, 2016.
- [5] D. K. E. E. I. i. D. u. VDE, *DIN EN 50413 Freileitungen über AC*, Berlin: Beuth Verlag, 2013.
- [6] D. I. f. N. e.V., *DIN EN 50341-2-4 Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz)*, Berlin: Beuth Verlag, 2020.
- [7] T. T. GmbH, „tennet.eu“, [Online]. Available: <https://www.tennet.eu/de/projekte/isar-altheim>. [Zugriff am 24.4.2024].

Maßgebliche Immissionsorte durch Neubau der
380-kV-Leitung Adlkofen (B151A)

Berechnungsnachweis

Datum: 21.06.2024
Erfasser: Heider

Betrachtungsbereich vom ruhenden äußeren Leiter zum Objekt (nach "Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder"):

380 kV	20 m
220 kV	15 m
110 kV	10 m
<110 kV	5 m

Lfd. Nr. Berechnet	Leitungs- nummer	Leitung Betriebs- temp. C°	Abspann- abschnitt	von Mast	bis Mast	Objektart	Kreis	Gemarkung	Flur	Flur- stücks Nr.	Abstand vom linken Mast zum Objekt	seitl. Abstand von Objekt zur Achse (+ rechts) (- links)	Höhe über NN von Objekt	Abstand vom linken Mast zum Flurstück	seitl. Abstand von Flurstück zur Achse (+ rechts) (- links)	Höhe über NN von Flurstück	Maximale elektrische Feldstärke (kV/m)	Maximale Magnetische Feldstärke (µT)
IMMI 1	B 116	105°	126N -127	126N	127	Hof; Beutelhausen 5, 84166 Adlkofen	Landshut	Oberaich- bach	X	1239	62.36	-10.24	466.81	39.00	0.00	467.71	0.9	6.37
IMMI 2	B 116	105°	124-125	124	125	Wohn- und Gewerbefläche; Brunn 2, 84166 Adlkofen	Landshut	Oberaich- bach	X	1291	239.47	20.13	459.32	229.79	20.13	458.88	0.9	3.8
IMMI 3	B 116	105°	122-123	122	123	Wohnfläche; Blumberg 13, 84166 Adlkofen	Landshut	Adlkofen	X	398	391.59	31.88	482.3	391.59	31.88	482.7	0.81	3.73

An jedem maßgeblichen Immissionsort werden Berechnungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte durchgeführt. Befinden sich in einem Spannungsfeld (=Bereich zwischen zwei aufeinanderfolgenden Masten) mehrere maßgebliche Immissionsorte, dann wird für das Objekt mit der höchsten magnetischen Flussdichte-Exposition in diesem Spannungsfeld die „Anzeige einer Niederfrequenzanlage“ gem. § 7 Abs. 2 der 26. BImSchV ausgefüllt und übermittelt sowie mit dem Wort "betrachtet" in der Liste mit den Anzeigeobjekten gekennzeichnet.

Maßgebliche Immissionsorte durch Neubau der
380-kV-Leitung Adlkofen (B151A)
0

Berechnungsnachweis

Datum: 21.06.2024
Erfasser: Heider

Bündelbelegung

4er-Bündel • • 3er-Bündel • • 2H (Horizontal) • • 2V (Vertikal) • •

Lfd. Nr. Berechnet	Minimaler Bodenabstan d ermittelt nach DIN VDE 0210 (m)	maximaler Durchhang (m)	ja:nur Berechnung betrachtet: an Behörde einzureichen	Stromkreis	Bündel und Leitertyp	Bündelart: 1; 2H/2V; 3; 4	Erdseil	max. Betriebs- spannung in kV	maximaler Strom in A
IMMI 1	32.40	18.45	ja	System 1: SK 444 L3[C] / L2[A] / L1[B]	1x3x4 AT1/A20SA 339/30	4	AL3/A20SA 122/61-1	420	4000
			ja	System 2: SK 448 L3[I] / L2[H] / L1[G]	1x3x4 AT1/A20SA 339/30	4	AL3/A20SA 122/61-2	420	4000
			ja	System 3: SK 446 L3[III] / L2[H] / L1[G]	1x3x4 AT1/A20SA 339/30	4	AL3/A20SA 122/61-2	420	4000
IMMI 2	14.40	14.45	ja	System 1: SK 446 L3[C] / L2[A] / L1[B]	1x3x4 AT1/A20SA 339/30	4	AL3/A20SA 122/61-1	420	4000
			ja	System 2: SK 447 L3[I] / L2[H] / L1[G]	1x3x4 AT1/A20SA 339/30	4	AL3/A20SA 122/61-2	420	4000
			ja	System 3: SK 443 L3[II] / L2[H] / L1[G]	1x3x4 AT1/A20SA 339/30	4	AL3/A20SA 122/61-2	420	4000
IMMI 3	15.9	24.37	ja	System 1: SK 446 L3[C] / L2[A] / L1[B]	1x3x4 AT1/A20SA 339/30	4	AL3/A20SA 122/61-1	420	4000
			ja	System 2: SK 447 L3[II] / L2[H] / L1[G]	1x3x4 AT1/A20SA 339/30	4	AL3/A20SA 122/61-2	420	4000
			ja	System 3: SK 443 L3[III] / L2[H] / L1[G]	1x3x4 AT1/A20SA 339/30	4	AL3/A20SA 122/61-2	420	4000

380-kV-Leitung Ottenhofen - Isar
PFA 2: Adlkofen B116/ B 151/ B 151A / B 152

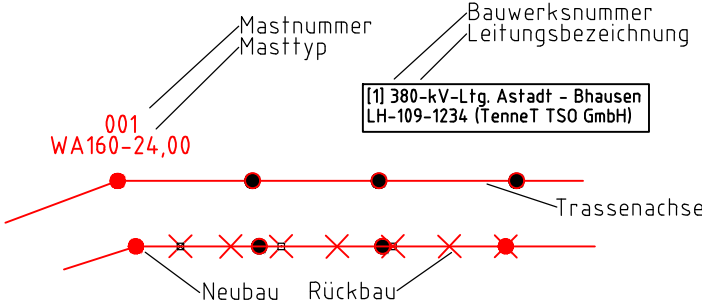
Übersichtsplan EMF

Legende:

Grenzen:

- Land
Kreis
Stadt/Gem.

Freileitung:



- Berechnungspunkt
Immissionsort
Immissionsort (Singular)
Immissionsort (Cluster)
Bewertungsabstand
Einwirkungsbereich

Quelle: Geobasisdaten Bayrische Vermessungsverwaltung

Planfeststellungsunterlage

Aufgestellt
Bayreuth,
.....

Behördenvermerke:

Firma OHS Worms	Maßstab: 1:10000	Einheit: Meter
	Bezugssystem: ETRS89 UTM32	
	Datum	Name
	Bearb. 18.06.2024	Pieper
	Gepr. 19.06.2024	Döpel
Tennet		
Zust.	Änderung	Datum Name

Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH

Hersteller Zertifikat

(Genauigkeit der Feld-, Leistungsflußdichte- und Schallpegelberechnung)

WinField / EFC-400 - Electric and Magnetic Field Calculation

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

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

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

maximaler Berechnungsfehler = 1.4 %

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

Besonderheiten:

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

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

Dr. rer. nat. Olaf Plotzke

unabhängiger Sachverständiger für "Elektromagnetische Umweltverträglichkeit" - EMVU 965 Berlin, Tel 786 63 89, Fax 786 63 89

Yorckstr. 60, D-10965 Berlin

Forschungsgesellschaft
für Energie
und Umwelttechnologie GmbH