

<b>Projekt</b>
<p>Juraleitung</p> <p><b>Raitersaich – Ludersheim – Sittling – Altheim</b></p> <p><b>380-kV-Ersatzneubauprojekt</b></p> <p><b>Ltg.-Abschnitt C Altheim – Sittling</b></p> <p><b>LH-08-B172</b></p>

**Planfeststellungsunterlage**  
**Unterlage 9.1**

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

<p>Antragsteller:</p>  <p><b>TenneT TSO GmbH</b></p> <p>Bernecker Straße 70</p> <p>95448 Bayreuth</p>	<p>Bearbeitung:</p>  <p><b>SPIE SAG GmbH, CeGIT</b></p> <p>Landshuter Straße 65</p> <p>84030 Ergolding</p>
--	---

<b>Aufgestellt:</b>	TenneT TSO GmbH  gez. i.V. J. Gotzler                      gez. i.V. A. Junginger	Bayreuth, den  11.10.2024
<b>Bearbeitung:</b>	SPIE SAG GmbH, CeGIT, gez. Dr. Oliver Reuß	
<b>Anlagen zum Dokument</b>	Anhang 1: Ergebnisse der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte im Spannungsfeld  Anhang 2: Liste relevante Minimierungsorte	
<b>Änderungs- historie:</b>	Änderung:	Änderungsdatum:

**Projekt:** 380/110-kV-Leitung Altheim - Sittling,  
LH-08-B172

**Leitungsabschnitt:** UW Altheim - UW Sittling

## Planfeststellungsunterlagen

### Immissionsbericht zu elektrischen und magnetischen Feldern nach 26. BImSchV mit Minimierungsbetrachtung nach 26.BImSchVVwV

<b>Verfahrensführende Behörde:</b>	<b>Regierung Niederbayern</b> Regierungsplatz 540 84028 Landshut
<b>Antragsteller</b>	<b>TenneT TSO GmbH</b> Bernecker Str. 70 95448 Bayreuth
<b>Antragsunterlagen erstellt durch</b>	<b>SPIE Deutschland &amp; Zentraleuropa/ CeGIT</b> Lucia Wandra Landshuter Str. 65 84030 Ergolding
<b>Berichtsdatum</b>	29.07.2024
<b>Nr. /Version</b>	2711/V 1.1.0.0

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>4</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Einleitung und Hintergrund</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Rechtliche Grundlagen und Anforderungen</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Anforderungen zur Vorsorge gemäß 26. BImSchVVwV</b> .....	<b>10</b>
4.1 Vorprüfung gemäß 26. BImSchVVwV .....	11
4.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen.....	11
4.3 Maßnahmenbewertung .....	11
<b>5. Allgemeine technische Grundlagen und Hintergründe</b> .....	<b>12</b>
5.1 Elektrische und magnetische Felder .....	12
5.2 Trassenkonstellationen Allgemeines .....	13
<b>6. Trassenkonfiguration und Berechnungsparameter der geplanten Leitung</b> .....	<b>15</b>
<b>7. Berechnungsgrundlagen</b> .....	<b>18</b>
<b>8. Nachweismethodik</b> .....	<b>18</b>
8.1 Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte gem. 26. BImSchV .....	20
8.2 Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte gem. 26 BImSchVVwV.....	20
8.3 Nachweis der Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen .....	21
<b>9. Berechnung der Immissionen</b> .....	<b>23</b>
9.1 Berechnung der Immissionen im Bewertungsabstand.....	23
9.2 Berechnung der Immissionen im Einwirkungsbereich .....	28
9.3 Darstellung der Ergebnisse im Einwirkungsbereich Mast 17 – 18 .....	31
9.4 Darstellung der Ergebnisse Musterberechnungen .....	32

---

<b>10. Betrachtung der Provisorien .....</b>	<b>35</b>
<b>11. Prüfung des Minimierungsgebotes .....</b>	<b>37</b>
<b>12. Beeinflussung längsleitende Infrastruktur .....</b>	<b>39</b>
<b>13. Zusammenfassung und Fazit .....</b>	<b>40</b>
<b>14. Verzeichnis der Anlagen .....</b>	<b>41</b>
<b>15. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>42</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
A	Ampere (Einheit für die Stromstärke)
A/m	Ampere pro Meter (Einheit für die magnetische Feldstärke)
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
26. BImSchV	26. Bundesimmissionsschutzverordnung
26. BImSchVVwV	Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
rBP	Repräsentativer Bezugspunkt
iBP	Individueller Bezugspunkt
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)
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
T	Tesla (Einheit für die magnetische Flussdichte)
UW	Umspannwerk
WHO	Weltgesundheitsorganisation
$\mu$ T	Mikrotesla (Einheit für die magnetische Flussdichte, 1 $\mu$ T = 1 x 10 <sup>-6</sup> T)
MIO	Maßgeblicher Immissionsort
MMO	Maßgeblicher Minimierungsort
EOK	Erdoberkante

## Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Berechnungsparameter 380-kV UW Altheim Portal – Mast 1, Mast 34 –118, Mast 132 – Portal Sittling</i> .....	15
<i>Tabelle 2: Berechnungsparameter: Mast 2 – 33 und 119 – 131</i> .....	15
<i>Tabelle 3: Phasenlage der 380-kV-Ltg. B171</i> .....	16
<i>Tabelle 4: Phasenlage der 380-kV- / 110-kV-Ltg. zur Ermittlung der Immissionen M 2 – 33</i> .....	16
<i>Tabelle 5: Phasenlage der 380-kV- / 110-kV-Ltg. zur Ermittlung der Immissionen M 119 – 132</i> 16	
<i>Tabelle 6: Maßgebliche Minimierungsorte zwischen Bewertungsabstand und Einwirkungsbereich</i> .....	21
<i>Tabelle 7: Maximal zu erwartende Werte der elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte im Spannfeld</i> .....	28
<i>Tabelle 8: Berechnungsergebnisse am repräsentativen Bezugspunkt (Musterspannfeld)</i> .....	28
<i>Tabelle 9: Einhaltung der Grenzwerte an maßgeblichen Minimierungsorte im Einwirkungsbereich</i> .....	29
<i>Tabelle 10: Ergebnisse Mastgeometrie Vergleich Donaumast (D) und Tonne (T)</i> .....	38

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Jura Leitung im Überblick (Quelle „Projektbroschüre Juraleitung“ TenneT)</i> .....	7
<i>Abbildung 2: Elektrische Feldstärke am Bezugspunkt, Mast 17 – 18</i> .....	31
<i>Abbildung 3: Magnetische Flussdichte am Bezugspunkt, Mast 17 - 18</i> .....	31
<i>Abbildung 4: Donau, Musterberechnung elektrische Feldstärke der 380-kV-Leitung</i> .....	32
<i>Abbildung 5: Donau, Musterberechnung magnetische Flussdichte der 380-kV-Leitung</i> .....	32
<i>Abbildung 6: Tonne, Musterberechnung elektrische Feldstärke der 380-kV-Leitung</i> .....	33
<i>Abbildung 7: Tonne, Musterberechnung magnetische Flussdichte der 380-kV-Leitung</i> .....	33
<i>Abbildung 8: Donau/ Einebene, Musterberechnung elektrische Feldstärke der 380/110-kV-Leitung</i> .....	34
<i>Abbildung 9: Donau/ Einebene, Musterberechnung magnetische Flussdichte der 380/110-kV-Leitung</i> .....	34
<i>Abbildung 10: 220-kV-Provisorium, Magnetische Flussdichte in 1 m über EOK</i> .....	35
<i>Abbildung 11: 220-kV-Provisorium, Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK</i> .....	36

## 1. Einleitung und Hintergrund

Die Leitung Raitersaich - Altheim ist eine 160 km lange Bestandstrasse und versorgt bereits seit den 1940er Jahren die Regierungsbezirke Mittelfranken, Oberpfalz, Oberbayern und Niederbayern mit Strom. Aufgrund des erfolgreichen Ausbaus der erneuerbaren Energien und der erfolgten Abschaltung der Kernkraftwerke wird die Versorgungs- und Transitfunktion der Leitung in den nächsten zehn Jahren deutlich zunehmen. Aufgrund zunehmender Einspeisung regenerativer Energien im deutschen Übertragungsnetz gerät die Bestandsleitung an ihre Kapazitätsgrenze. Daher wurde der Ersatzneubau der Juraleitung als Maßnahme Nr. 41 in den Bundesbedarfsplan aufgenommen. Die TenneT TSO GmbH hat damit den gesetzlichen Auftrag das Projekt zu realisieren.

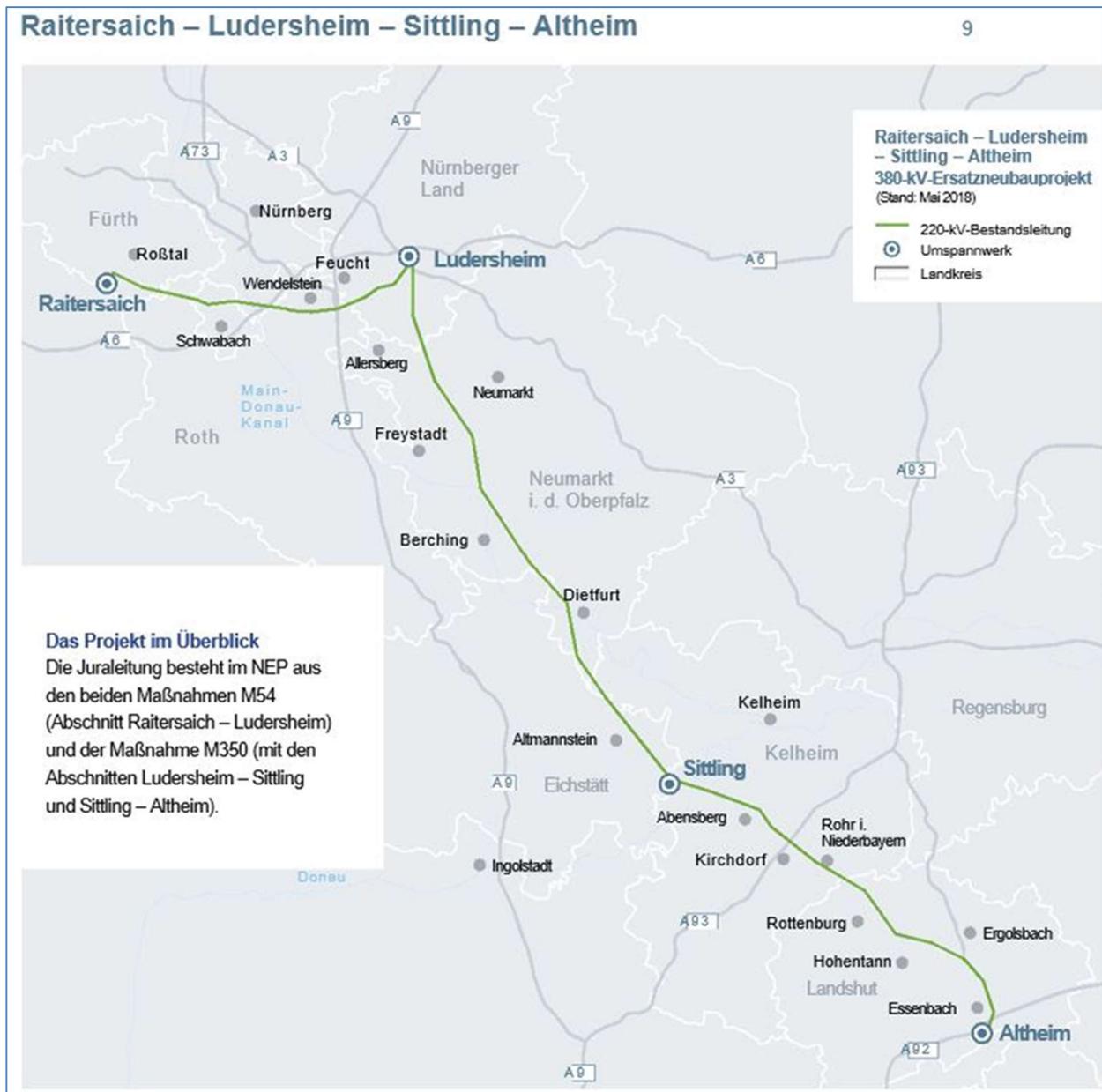
Eine Ertüchtigung der bestehenden Leitung wurde intensiv geprüft, ist aber aufgrund von folgenden Faktoren nicht möglich:

- Da die Netzoptimierung auf der Leitung zwischen Raitersaich und Altheim schon ausgeschöpft wurde, ist die Übertragungskapazitätssteigerung nur mit einer Verstärkung, also einen Ersatzneubau, umzusetzen.
- Die aktuellen Masttypen der Juraleitung erlauben aufgrund technischer Voraussetzungen und ihres Alters (statische Anforderungen) keine Spannungsumstellung und auch keine Erhöhung der Stromtragfähigkeit.
- Zudem müsste die Leitung bei einem Ausbau der bestehenden Systeme während der Ertüchtigungshase komplett vom Netz genommen werden. Dies ist aufgrund ihrer zahlreichen Versorgungsfunktion für den aktuellen Nord-Süd-Transport nicht möglich.

Für das Planfeststellungsverfahren (PFV) soll das Projekt in Teilabschnitte unterteilt und getrennte Planfeststellungsverfahren für die einzelnen Abschnitte durchgeführt werden. Der Abschnitt zwischen dem Umspannwerken Raitersaich - Altheim ist in 3 Abschnitte geteilt (siehe *Abbildung 1*).

Das folgende Gutachten bezieht sich auf den Abschnitt C. Der Teilabschnitt beginnt an UW Altheim und endet an UW Sittling. Die zu untersuchende Leitung ist die 380/110-kV-Ltg. Altheim – Sittling, LH-08-B172 (ca. 50 km).

Abbildung 1: Jura Leitung im Überblick (Quelle „Projektbroschüre Juraleitung“ TenneT)



#### Raitersaich – Ludersheim

- Netzverstärkung 380-kV-Leitung in bestehender Trasse
- Anpassungen der Umspannwerke (UW) Ludersheim und Raitersaich
- Länge: ca. 40 km
- Leitungstyp (Bestand): Einfachseil 220 kV
- Leitungstyp (Ersatzneubau): 4-fach-Seil 380 kV

#### Ludersheim – Sittling – Altheim

- Netzverstärkung 380-kV-Leitung in bestehender Trasse
- Anpassungen der Umspannwerke (UW) Ludersheim und Sittling
- Länge: ca. 120 km
- Leitungstyp (Bestand): Einfachseil 220 kV
- Leitungstyp (Ersatzneubau): 4-fach-Seil 380 kV

## 2. Rechtliche Grundlagen und Anforderungen

Elektrische Freileitungen erzeugen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiter elektrische und magnetische Felder. Es handelt sich hierbei um Wechselfelder mit einer Frequenz von 50 Hertz (Hz). Diese Frequenz ist dem Niederfrequenzbereich zugeordnet. Die physikalischen Grundlagen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte ist in dem Kapitel 5.1 näher erläutert.

Im Rahmen der Antragstellung sind die Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [1] zu beachten. Bei einer Höchstspannungs-Freileitung handelt es sich nicht um eine nach §4 Abs. 1 BImSchG [1] in Verbindung mit der 4. BImSchV [2] genehmigungsbedürftigen Anlage. Insofern richten sich die immissions-schutzrechtlichen Anforderungen an die Freileitung nach § 22 BImSchG (Betreiberpflichten für nicht –nach dem BImSchG– genehmigungsbedürftige Anlagen).

Gemäß § 22 Abs. 1 Nr. 1, 2 BImSchG sind nicht genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen, die nach Stand der Technik vermeidbar sind, verhindert werden bzw. dass nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Schädliche Umwelteinwirkungen sind nach § 3 Abs. 1 BImSchG Immissionen, die nach Art, Ausmaß und Dauer geeignet sind, erhebliche Belästigungen, erhebliche Nachteile oder Gefahren für die Allgemeinheit oder Nachbarschaft herbeizuführen.

Für die hiermit angezeigte Maßnahme sind die mit dem Vorhaben verbundenen Immissionen darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung vorgeschriebener Grenz- und Richtwerte zu beurteilen. Für eine Höchstspannungsfreileitung handelt es sich hierbei, wie einleitend beschrieben unter anderem um die elektrischen und magnetischen Felder, die von der Leitung erzeugt werden.

Eine Konkretisierung der rechtlichen Anforderungen in diesem Zusammenhang erfolgt vor allem durch die Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) [2]. Diese Verordnung enthält Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder. Die Regelungen der 26. BImSchV sind nach deren § 1 Abs. 2 Nr. 2 für die Errichtung und den Betrieb von Niederfrequenzanlagen mit Nennspannungen größer 1000 V gültig und sind somit auf das hier zu beurteilende Freileitungsvorhaben anzuwenden.

## 3. Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen

Die 26. BImSchV enthält zunächst die in § 3 dargelegten Anforderungen an Niederfrequenzanlagen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen. So sind nach § 3 Abs. 2 der 26. BImSchV neue Niederfrequenzanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass sie bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, die im Anlage 1a der 26. BImSchV

bestimmten Grenzwerte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte nicht überschreiten. Somit sind für das vorliegende Vorhaben folgende Immissionsgrenzwerte relevant:

- Elektrische Feldstärke: 5 kV/m
- Magnetische Flussdichte: 100  $\mu$ T (50 % von 200  $\mu$ T)

Dabei sind nach §3 Abs. 3 der 26. BImSchV auch Immissionen durch andere Niederfrequenzanlagen sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz zu berücksichtigen.

Die in der Verordnung genannten Grenzwerte basieren auf den Grenzwerten, die im Jahr 2010 von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgeschlagenen wurden, und sollen dem Schutz und der Vorsorge der Allgemeinheit vor den Auswirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern dienen. Die Werte werden ebenfalls vom Rat der Europäischen Gemeinschaft empfohlen. Auf Basis des derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstandes hat die ICNIRP ihre Grenzwertempfehlung für niederfrequente magnetische Wechselfelder im Jahr 2010 auf 200  $\mu$ T angehoben. In Deutschland wird demgegenüber am niedrigeren Grenzwert von 100  $\mu$ T festgehalten.

Von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [3] wurde eine Richtlinie zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder erstellt (LAI, 2014). In Kapitel II.3.1. dieser Richtlinie sind die in §3 der 26. BImSchV verwendeten Begriffe „Einwirkungsbereich von Niederfrequenzanlagen“ und „maßgeblichen Immissionsorte“ spezifiziert. Der Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage beschreibt demnach den Bereich, in dem „die Anlage einen signifikanten und von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen.“ Maßgebliche Immissionsorte sind Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und sich im folgenden genannten Bereich der Anlage befinden. Dieser Bereich der Anlage ist bei Freileitungen abhängig von der Betriebsspannung der Leitung. Er bemisst sich als einen an den ruhenden äußeren Leiter angrenzenden Streifen der Breite:

- 20 m bei 380 kV-Freileitungen
- 15 m bei 220 kV-Freileitungen
- 10 m bei 110 kV-Freileitungen
- 5 m bei Freileitungen mit einer Spannung kleiner 110 kV.

Nach Kapitel II.3.2 der LAI-Durchführungshinweise dienen dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen Gebäude und Grundstücke, in oder auf denen nach der bestimmungsgemäßen Nutzung Personen regelmäßig länger – mehrere Stunden – verweilen können. Dementsprechend dienen dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt insbesondere Wohngebäude, Krankenhäuser, Schulen, Schulhöfe, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze und Kleingärten. Bei diesen Nutzungen sind in der Regel sowohl die Gebäude als auch die Grundstücke zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt. Auch

Gaststätten, Versammlungsräume, Kirchen, Marktplätze mit regelmäßigem Marktbetrieb, Turnhallen und vergleichbare Sportstätten sowie Arbeitsstätten, z.B. Büro-, Geschäfts-, Verkaufsräume oder Werkstätten, können dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen.

Nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen dagegen zum einen Orte, an denen die Verweilzeit des Einzelnen in der Regel gering ist. Hierzu zählen beispielsweise Gebäude und Räume, die nur zur Lagerung von Waren oder Aufbewahrung von Gegenständen angedacht sind, wie auch Garagen. Zum anderen zählen dazu Orte, an denen sich zwar ständig Menschen aufhalten, die Verweilzeit des Einzelnen aber in der Regel gering ist, wie beispielsweise Bahnsteige und Bushaltestellen, die ebenfalls im Sinne der Verordnung nur dem vorübergehenden Aufenthalt dienen.

Außerdem gemäß §3 (4) der BImSchV "Wirkungen wie Funkenentladungen auch zwischen Personen und leitfähigen Objekten sind zu vermeiden, wenn sie zu erheblichen Belästigungen oder Schäden führen können."

#### **4. Anforderungen zur Vorsorge gemäß 26. BImSchVVwV**

Die 26. BImSchV enthält darüber hinaus in §4 auch über den Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen hinausgehende Anforderungen zur Vorsorge. Diese beschreiben die Unzulässigkeit von kurzzeitigen und kleinräumigen Überschreitungen der oben genannten Grenzwerte bei einer wesentlichen Änderung von Niederfrequenzanlagen in der Nähe zu besonders schutzwürdigen Bereichen (Gebäude und Grundstücke von Wohnungen, Krankenhäusern, Schulen, Kindergärten, Kinderhorten, Spielplätzen oder ähnlichen Einrichtungen).

Des Weiteren sind nach §4 Abs. 2 der 26. BImSchV bei der Neuerrichtung oder wesentlichen Änderung einer Freileitung die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren. Näheres dazu regelt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) [4]. Demnach sind Minimierungsmaßnahmen zu prüfen, wenn sich mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der Anlage befindet.

Der für die Minimierung zu betrachtende Einwirkungsbereich beträgt für Freileitungen mit 380 kV Nennspannung 400 m, gemessen ab ruhendem äußerem Leiter der Freileitung. Zur Ermittlung der zu prüfenden Minimierungsmaßnahmen ist zwischen einer individuellen Minimierungsprüfung und einer Prüfung nur an den Bezugspunkten zu unterscheiden.

Eine individuelle Minimierungsprüfung ist für alle maßgeblichen Minimierungsorte durchzuführen, die sich im unmittelbaren Nahbereich der Leitung, also innerhalb des Bewertungsabstandes befinden. Dieser beträgt bei 380-kV-Freileitungen 20 m von ruhendem äußerem Leiter.

Für alle anderen Minimierungsorte, die sich zwischen dem Bewertungsabstand und der Grenze des Einwirkungsbereichs befinden (400m von ruhenden Leiterteil), wird das Minimierungspotential an den Bezugspunkten ermittelt.

Die Prüfung möglicher Minimierungsmaßnahmen erfolgt individuell für die geplante Anlage einschließlich ihrer geplanten Leistung und für die festgelegte Trasse.

Die Verwaltungsvorschrift zur Durchführung 26. BImSchV, 26. BImSchVVwV [5] konkretisiert diese Anforderungen und schreibt die durchzuführenden planerischen Prüfschritte vor. Die Umsetzung des Minimierungsgebotes erfolgt dabei in drei Teilschritten:

1. Vorprüfung
2. Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen
3. Maßnahmenbewertung

Im Folgenden wird die Anwendung des Minimierungsgebots nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchVVwV abgeprüft.

#### **4.1 Vorprüfung gemäß 26. BImSchVVwV**

Die Vorprüfung dient der Feststellung, ob für die jeweilige Anlage überhaupt eine Minimierung durchzuführen ist und damit eine Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen erforderlich macht. Da das Vorhaben eine wesentliche Änderung im Sinne der 26. BImSchV darstellt, ist zu prüfen, ob mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der Anlage liegt.

#### **4.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen**

Es sind ausschließlich die in der 26. BImSchVVwV Kap. 5 „Technische Möglichkeiten zur Minimierung“ gelisteten Minimierungsmöglichkeiten zu prüfen:

1. Abstandsoptimierung (gemäß 5.3.1.1 der 26. BImSchVVwV)
2. Elektrische Schirmung (Nr. 5.3.1.2 der 26. BImSchVVwV)
3. Minimieren der Seilabstände (Nr. 5.3.1.3 der 26. BImSchVVwV)
4. Optimieren der Mastkopfgeometrie (Nr. 5.3.1.4 der 26. BImSchVVwV)
5. Optimieren der Leiteranordnung (Nr. 5.3.1.5 der 26. BImSchVVwV)

#### **4.3 Maßnahmenbewertung**

Im letzten Teilschritt der Maßnahmenbewertung ist die Verhältnismäßigkeit der ermittelten technischen Möglichkeiten zur Minimierung zu bewerten. In die Bewertung mit einzubeziehen sind zum Beispiel die Wirksamkeit der Maßnahmen, die Auswirkung auf die Gesamtimmission an den maßgeblichen Minimierungsorten, die zu erreichende Immissionsreduzierung an den

maßgeblichen Minimierungsorten, die Investitions- und Betriebskosten der Maßnahmen sowie die Auswirkungen auf die Wartung und Verfügbarkeit der Anlagen.

Dabei kommen nur Maßnahmen in Betracht, die mit generell vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand und Nutzen umgesetzt werden können. Dieser Aufwand kann erheblich davon abhängen, ob eine Minimierungsmaßnahme auf die gesamte Anlage oder nur auf einen Teil, zum Beispiel einen Leitungsabschnitt, angewendet wird.

Bei der Auswahl der in Betracht kommenden Minimierungsmaßnahmen sind zudem mögliche nachteilige Auswirkungen auf andere Schutzgüter zu berücksichtigen. Hierbei sind zum einen sämtliche fachrechtlichen Vorgaben, zum Beispiel die Regelungen des Naturschutzes, insbesondere des Gebiets- und Artenschutzes, die Regelungen der TA Lärm oder des Arbeitsschutzes zu beachten.

Alle maßgeblichen Minimierungsorte werden gleichrangig betrachtet. Das bedeutet, dass eine Minimierungsmaßnahme nicht umgesetzt werden darf, wenn es dadurch zur einer Erhöhung der Immissionen an einem anderen maßgeblichen Minimierungsort kommt.

## 5. Allgemeine technische Grundlagen und Hintergründe

### 5.1 Elektrische und magnetische Felder

Freileitungen erzeugen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiter elektrische und magnetische Felder. Es handelt sich um Wechselfelder mit einer Frequenz von 50 Hertz (Hz). Diese Frequenz ist dem so genannten Niederfrequenzbereich zugeordnet.

Ursache des **elektrischen Feldes** ist die Spannung. Wie bereits einleitend erwähnt, resultiert das elektrische Feld der Freileitung aus grundlegenden physikalischen Gesetzen. Für einen einzelnen Leiter können die elektrischen Feldlinien als sternförmig vom Leiter abgehende Linien veranschaulicht werden.

Die elektrische Feldstärke wird in Volt pro Meter (V/m) oder Kilovolt pro Meter (kV/m) angegeben. Der Betrag hängt von der Höhe der Spannung sowie der Konfiguration der Leiter am Mast, den Abständen zum Boden und zu geerdeten Bauteilen, sowie dem Vorhandensein von Erdseilen und der Phasenordnung ab.

Aufgrund der annähernd konstanten Betriebsspannung variiert die elektrische Feldstärke kaum. Lediglich der temperaturabhängige Durchhang und der sich daraus ergebende Bodenabstand der Leiter haben einen Einfluss auf die bodennahen Werte der elektrischen Feldstärke.

Ursache für das **magnetische Feld** 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 bei Vakuum und näherungsweise auch bei Luft ausschließlich über eine universelle Konstante mit der magnetischen Feldstärke verknüpft ist. Die Maßeinheit der magnetischen Flussdichte ist Tesla (T). Sie wird zweckmäßigerweise in Bruchteilen als Mikrotesla ( $\mu\text{T}$ ) angegeben. Je größer die Stromstärke,

desto höher ist auch die magnetische Flussdichte (lineare Abhängigkeit). Da die Stromstärke stark von der Netzbelastung abhängt, ergeben sich tages- und jahreszeitliche Schwankungen der magnetischen Flussdichte. Wie auch beim elektrischen Feld hängt die magnetische Flussdichte von der Ausführung und der räumlichen Anordnung der Leiter und Erdseile am Mast, der Phasenordnung, sowie den Abständen zum Boden und zu geerdeten Bauteilen ab. Die magnetische Flussdichte verändert sich zusätzlich durch die vom Leiterstrom abhängige Leitertemperatur und dem daraus resultierenden Leiterdurchhang und Bodenabstand.

Die größten Werte der elektrischen und magnetischen Felder treten direkt unterhalb der Freileitungen zwischen den Masten am Ort der größten Bodenannäherung der Leiter auf. Die Stärke der Felder nimmt mit zunehmender seitlicher Entfernung von der Leitung schnell ab. Elektrische Felder werden durch elektrisch leitfähige Materialien, z.B. durch bauliche Strukturen oder Bewuchs, gut abgeschirmt. Magnetfelder hingegen können anorganische und organische Stoffe nahezu ungestört durchdringen.

## 5.2 Trassenkonstellationen Allgemeines

Bei den oben genannten Einflussgrößen auf die Feldstärke von elektrischen und magnetischen Feldern gibt es einige Parameter, die als konstant anzusehen sind. Dies sind insbesondere die elektrischen Betriebsparameter der einzelnen Stromkreise (z. B. Spannung).

Andere Parameter, wie z. B. die Systemanzahl, die Mastkopfgeometrie, die Phasenordnung und die Erdseilkonfiguration, können dagegen auf einer Leitung entlang des Trassenverlaufs variieren, was zu verschiedenen elektrischen Konfigurationen führt. Diese Parameter werden im Folgenden näher erläutert.

### Systemkonfiguration

Ein (Drehstrom)-System mit einer Frequenz von 50 Hz besteht aus drei Außenleitern, die auch als Phasen bezeichnet werden.

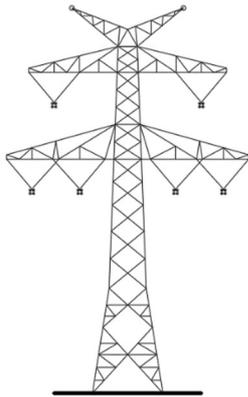
Freileitungen führen in der Regel bis zu sechs Systeme. Die Anzahl der Systeme und die Kombination von Systemen unterschiedlicher Spannungsebenen (z. B. 380 kV und 110 kV) sind leitungsabhängig und können im Verlauf einer Leitung variieren. Dabei können die mitgeführten Systeme auch von anderen Netzbetreibern (Übertragungsnetzbetreiber, Verteilnetzbetreiber, DG Energie, o.ä.) betrieben werden. Die Anzahl und die Spannungsebene der auf der Leitung geführten Systeme haben Einfluss auf die von der Leitungsanlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder.

### Mastkopfgeometrie

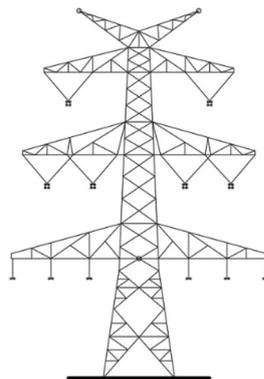
Die Mastkopfgeometrie wird durch die Anzahl der Systeme und technische oder auch historische Aspekte bestimmt. Die unterstehenden Mastkopfgeometrien sind auch in dem Abschnitt der 380/110-kV-Leitungen Altheim - Sittling eingesetzt.

Beispiele für verwendete Geometrien:

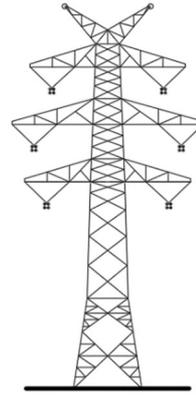
- Doppelleitungen 2-systemig (Donaumast)
- Vierfachleitungen 4-systemig (Donaumast / Einebene)
- Doppelleitungen 2-systemig (Tonne)



Donaumast



Donaumast / Einebene



Tonne

Liegen auf einem Leitungsabschnitt mehr als zwei Systeme auf, wird der Typ Donau in der Regel durch eine zusätzliche Traverse ergänzt, so dass dort der Masttyp Donau-Einebene entsteht. Je nach baulichen oder umwelttechnischen Belangen können jedoch auch andere Mastkopfgeometrien zum Einsatz kommen. In dem zu untersuchenden Abschnitt,

Die Mastkopfgeometrie und die damit verbundenen unterschiedlichen Abstände der Phasen und Systeme zueinander beeinflussen die elektrische Feldstärke sowie die magnetische Flussdichte vornehmlich in der direkten Umgebung der Anlage. Daher erfolgen für Abschnitte mit voneinander abweichender Mastkopfgeometrie separate Betrachtungen.

### **Phasenordnung**

Die Anordnung der Außenleiter bzw. Phasen am Mast hat Einfluss auf die maximalen bodennahen Feldstärken.

Bei einem Wechsel der Phasenordnungen (Verdrillung oder Phasentausch) kann sich die Ausprägungen der elektrischen Feldstärke sowie der magnetischen Flussdichte, insbesondere im Nahbereich der Anlage verändern. Daher ist die konkrete Phasenordnung bei der Prüfung der durch die Leitung hervorgerufenen Immissionen zu berücksichtigen.

## 6. Trassenkonfiguration und Berechnungsparameter der geplanten Leitung

In der *Tabelle 1* und *Tabelle 2* sind die Berechnungsparameter der 380/110-kV-Ltg. Altheim - Sittling Abschnittsweise zusammengefasst, die der Berechnung der elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten bei 100 % Nennlast zu Grunde liegen. Die Phasenlage ist der Tabellen *Tabelle 3*, *Tabelle 4* und *Tabelle 5* zu entnehmen.

*Tabelle 1: Berechnungsparameter 380-kV UW Alheim Portal – Mast 1, Mast 34 – 118, Mast 132 – Portal Sittling*

<b>Höchste Betriebsspannung <math>U_s</math>:</b>	420 kV
<b>Betriebsstrom (maximale Auslastung):</b>	4000 A je Stromkreis
<b>Leiterseil:</b>	2 × 3 × 4 565-AL1/72-ST1A
<b>Erdseil Luftkabel Y und Z:</b>	2 × OPGW-DS(S)BBB 2x24SMF (261-AL3/25-A20SA-26.0)
<b>Frequenz:</b>	50 Hz
<b>SK 1 (380-kV TenneT): (links)</b>	
<b>SK 2 (380-kV TenneT): (rechts)</b>	

*Tabelle 2: Berechnungsparameter: Mast 2 – 33 und 119 – 131*

<b>Höchste Betriebsspannung <math>U_s</math>:</b>	420 kV 123 kV
<b>Betriebsstrom (maximale Auslastung)</b> 380-kV-Leitung: 110-kV-Leitung:	4000 A je Stromkreis 2000 A je Stromkreis
<b>Leiterseil:</b>	2 × 3 × 4 565-AL1/72-ST1A 2 × 3 × 2 565-AL1/72-ST1A
<b>Erdseil Luftkabel:</b>	1 × ASLH-D(S)bbb 2x24 SMF (AL3/A20SA 265/25-26,5)
<b>Erdseil Luftkabel Y und Z:</b>	2 × OPGW-DS(S)BBB 2x24SMF (261-AL3/25-A20SA-26.0)
<b>Frequenz:</b>	50 Hz
<b>SK 1 (380-kV TenneT): (links)</b>	
<b>SK 2 (380-kV TenneT): (rechts)</b>	
<b>SK 3: (110-kV links)</b>	
<b>SK 4: (110-kV rechts)</b>	

## Phasenlage zur Ermittlung der Immissionen

Tabelle 3: Phasenlage der 380-kV-Ltg. B171

<b>SK 1 (TenneT): (links) Traverse 1:</b>	
M 1 – 36 (Donau)	L2, L1, L3
M 37 – 43 (Tonne)	L2, L3, L1
M 44 – 74 (Donau)	L2, L1, L3
M 75 – 82 (Tonne)	L2, L3, L1
M 83 - 89 (Donau)	L2, L1, L3
M 90 - 93 (Tonne)	L2, L3, L1
M 94 - 132 (Donau)	L2, L1, L3
M 133 – Sittling (Donau – Portal C07)	L2, L1, L3
<b>SK 2 (TenneT): (rechts) Traverse 2:</b>	
M 1 – 36 (Donau)	L2, L1, L3
M 37 – 43 (Tonne)	L1, L2, L3
M 44 – 74 (Donau)	L2, L1, L3
M 75 – 82 (Tonne)	L1, L2, L3
M 83 - 89 (Donau)	L2, L1, L3
M 90 – 93 (Tonne)	L1, L2, L3
M 94 - 132 (Donau)	L2, L1, L3
M 133 – Sittling (Donau – Portal C09)	L2, L1, L3

Tabelle 4: Phasenlage der 380-kV- / 110-kV-Ltg. zur Ermittlung der Immissionen M 2 – 33

<b>SK 3: (110-kV links) Traverse 3:</b>	Leitenseil L1, L2, L3
<b>SK 4: (110-kV rechts) Traverse 4:</b>	Leitenseil L1, L2, L3

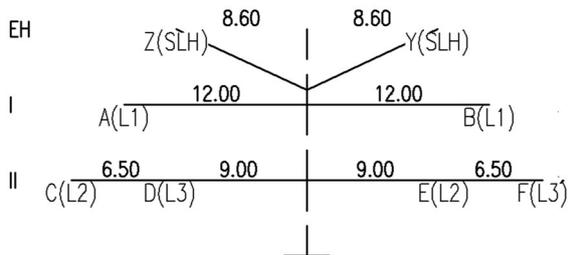
Tabelle 5: Phasenlage der 380-kV- / 110-kV-Ltg. zur Ermittlung der Immissionen M 119 – 132

<b>SK 3: (110-kV links) Traverse 3:</b>	Leitenseil L3, L2, L1
<b>SK 4: (110-kV rechts) Traverse 4:</b>	Leitenseil L3, L2, L1

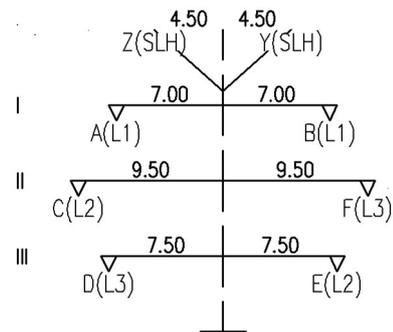
### Mastbilder Schematische Darstellung

- **380-kV-Leitung, Mast 1, Mast 34 – 36, Mast 44 – 74, Mast 83 – 89, Mast 94 – 118 und Mast 133**

Beispiel Donau  
(Mast 36)

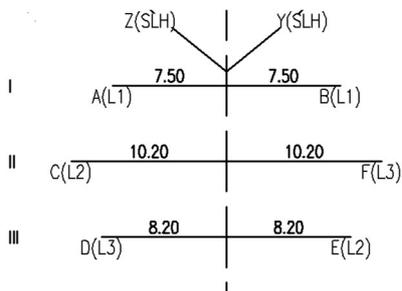


Beispiel Tonne  
(Mast 37)

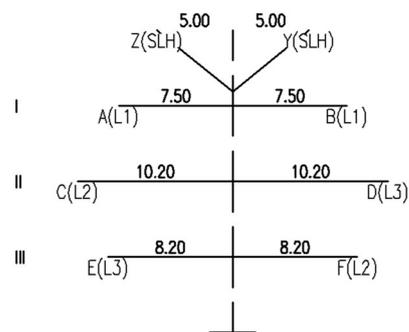


- **380-kV-Leitung, Mast 37 – 43, Mast 75 – 82 und Mast 90 – 93**

Beispiel Tonne  
(Mast 75 ankommend)

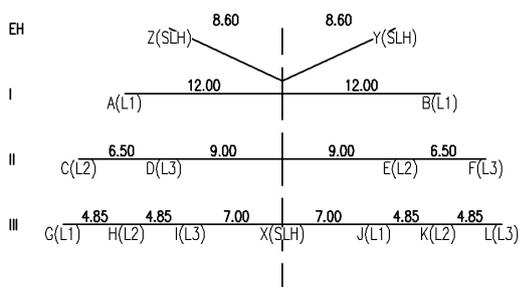


Beispiel Tonne  
(Mast 75 abgehend)

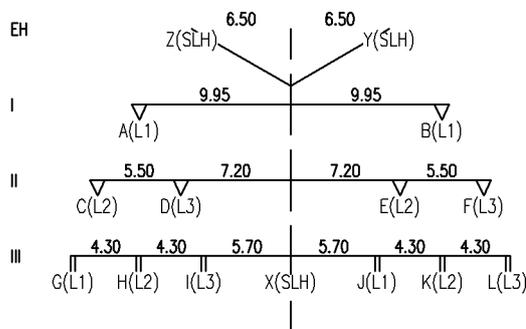


### 380-kV-Leitung, Mast 2 – 33 und Mast 119 - 132

Winkelmast



Tragmast



Als Phasenlage wurde die ungünstigste Phasenlage bezogen auf das elektrische Feld zugrunde gelegt. Der Grenzwert der elektrischen Feldstärke wird eher erreicht als der Grenzwert der magnetischen Flussdichte.

Genauere Darstellung der verwendeten Masten sind der Anlagen 5.2 (Mastliste) und 6.1 (Mastgeometrie) des Erläuterungsberichtes zu entnehmen.

## 7. Berechnungsgrundlagen

<b>Berechnungsgröße:</b>	ungestörtes magnetisches und elektrisches Wechselfeld unter max. Last entsprechend DIN VDE 0848 und 26. BImSchV, Frequenz 50 Hz
<b>Berechnungsgrundlagen:</b>	zur Verfügung gestellte Planungsunterlagen
<b>Berechnungsmethode:</b>	als Horizontalschnitte in 1,0m über Grund und in Objekthöhe für die elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte
<b>Berechnungsraster:</b>	1,0 m × 1,0 m
<b>Berechnungsprogramm:</b>	WinField Release 2023 der FGEU mbH

## 8. Nachweismethodik

Entsprechend den Regelungen in § 5 der 26. BImSchV 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 die hier verwendete Nachweismethodik auf Berechnungsverfahren mit der zertifizierten Software WinField aufgebaut, die den Anforderungen an Mess- und

Berechnungsverfahren nach DIN EN 50413 entspricht. Hierzu wird in dem Berechnungsprogramm die Leitung als Feldquelle modelliert.

Für die Berechnung der Immissionswerte werden durchgängig konservative Ansätze gewählt. Die der Software zugrundeliegende Rechenmethode ermittelt dabei Feldstärkewerte, die über den real vorhandenen Werten liegen. Da damit dennoch die Einhaltung aller Anforderungen nach Kapitel 2 belegt werden kann, ist diese konservative Vorgehensweise ausreichend und angemessen.

Für die elektrotechnischen Parameter wird immer die höchste betriebliche Anlagenauslastung zu Grunde gelegt. Dies bedeutet, dass folgende Betriebsspannungen in die Berechnung einfließen:

- Für 110-kV-Systeme 123 kV
- Für 220-kV-Systeme 245 kV
- Für 380-Kv Systeme 420 KV

Diese Betriebsspannungen werden sowohl für die beantragte Freileitung als auch für alle mitgeführten oder parallel verlaufenden Freileitungen angenommen.

Die für die Ermittlung der Immissionsorte notwendigen Geodaten, d.h. das Digitale Geländemodell, LOD2-Daten sowie Geobasisdaten werden in der Regel bei den zuständigen Ämtern abgefragt.

Die Stromrichtung ist abhängig von jeweiligem Bedarf und kann somit nicht festgeschrieben werden. Für die vorliegenden Berechnungen wurde die Stromrichtung von Altheim nach Sittling 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 Berücksichtigung der Immissionsbeiträge anderer Niederfrequenzanlagen, dies sind insbesondere andere Freileitungen, erfolgt durch zusätzliche Modellierung dieser Anlagen im Berechnungsprogramm. Berücksichtigte Fremdleitungen und/oder Mitführungen werden in den jeweiligen Anzeigen für das jeweilig betrachtete Spannungsfeld aufgeführt.

Nach den Ausführungen in den LAI-Durchführungshinweisen [3] sind ortsfeste Hochfrequenzanlagen bis zu Frequenz kleiner oder gleich 10 MHz in den Berechnungen zu berücksichtigen. Diese tragen ab einem Abstand von 300 m nicht relevant zur Vorbelastung bei.

Für den geplanten Trassenverlauf sind laut EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur, abgerufen am 19.04.2024 keine entsprechenden Hochfrequenzanlagen in diesem Abstand vorhanden, sodass dieser Aspekt nicht weiter zu betrachten ist (<https://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/>).

## 8.1 Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte gem. 26. BImSchV

Bei der Ermittlung der maßgeblichen Immissionsorte zum Schutz und der maßgeblichen Minimierungsorte zur Vorsorge sind die Anforderungen der 26. BImSchV und die zugehörigen Ausführungen in den LAI-Durchführungshinweisen zu beachten (siehe auch Kapitel 2).

Wie in Kapitel 3 ausführlich dargestellt, ist zu ermitteln, ob maßgebliche Immissionsorte bei der geplanten 380/110-kV-Leitung Altheim - Sittling in einem Bereich bis zu 20 m Abstand vom äußersten ruhenden Leiterseil liegen. Um für den Trassenverlauf die maßgeblichen Immissionsorte zu ermitteln, wurde der gesamte Verlauf auf entsprechende Orte mit Hilfe von Luftbildern und durch Trassenbefahrung untersucht.

Dabei wurden **keine relevanten maßgeblichen Immissionsorte** in dem Einwirkungsbereich (bis zu 20 m von ruhenden äußeren Leiterseil) identifiziert.

## 8.2 Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte gem. 26 BImSchVVwV

Wie im Kapitel 4 bereits erläutert, sind nach §4 Abs. 2 der 26. BImSchV bei der Neuerrichtung oder wesentlichen Änderung einer Freileitung die Möglichkeiten zur Minimierung der von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feld auszuschöpfen.

Dabei gelten die im der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) genannten Einwirkungsbereiche einer Niederfrequenzanlage bei einer 380-kV-Freileitung: 20 m (Bewertungsabstand) und 400 m (Einwirkungsbereich) von ruhenden äußeren Leiterseil.

In dem *Kapitel 8.1* wurde festgestellt, dass keine maßgebliche Immissionsorte in dem Bewertungsabstand der 380/110-kV-Ltg. Altheim – Sittling sich befinden. Somit sind keine maßgeblichen Minimierungsorte vorhanden, die eine individuelle Minimierungsprüfung bedürfen.

Für die Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte ist ein weiterer Bereich zu erfassen, dieser erstreckt sich wie in Kapitel 4 dargestellt, bis zu einem Abstand von 400 m zum äußersten ruhenden Leiterseil.

Analog zum *Kapitel 8.1* wurde der gesamte Verlauf der Leitungsabschnitt mit Hilfe von Luftbildern abgesucht, um die maßgebliche Minimierungsorte in dem Einwirkungsbereich zu ermitteln. Nach der Sichtung der Unterlagen ist festzustellen, dass in mehreren Spannungsfeldern zwischen Minimierungsorte zwischen Trassenachse und dem Einwirkungsbereich der geplanten Anlage vorliegen (*Tabelle 6*).

Lfd. Nr.	Spannfeld von Mast-bis Mast	Bezugs-punkt	Gemarkung Flurstück	Abstand ca. (-) linksseitig (+) rechtsseitig
1	6 - 7	rBP	Koislhof 1, 84051 Essenbach	+169 m
2	17 - 18	iBP	Mirskofen	-69 m

Flurstück 333/2				
3	30 - 31	rBP	Obergoldsbach 2441	+370 n
4	47 - 48	rBP	Andermannsdorf 1311	-170 m
5	50 - 51	rBP	Andermannsdorf 1307	-263 m
6	53 - 54	rBP	Oberotterbach 336/1	-233 m
7	60 - 61	iBP	Oberotterbach 942/3	+231 m
8	70 - 71	rBP	Pattendorf 1237/1	-243 m
9	71 - 72	rBP	Niedereulenbach 146	-164 m
10	81 - 83	rBP	Niedereulenbach 479	+228 m
11	85 - 86	rBP	Obereulenbach 82	+305 m
12	90 - 91	iBP	Rohr in Niederbayern 2325	+309 m
13	105 - 106	iBP	Hörlbach 620	-244 m
14	108 - 109	rBP	Abensberg 2930/19	-204 m
15	114 - 115	rBP	Arnhofen 536/4	+392 m
16	116-117	rBP	Arnhofen 702/1	+390 m
17	116-117	rBP	Arnhofen 798	-383 m
18	125-126	rBP	Abensberg 2065/13	-283 m

Tabelle 6: Maßgebliche Minimierungsorte zwischen Bewertungsabstand und Einwirkungsbereich

### 8.3 Nachweis der Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 3 ist zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen der Nachweis zu erbringen, dass im Einwirkungsbereich der Freileitung an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, entsprechende Grenzwerte für die Feldstärken der elektrischen und magnetischen Felder eingehalten werden.

Da es bei der Bewertung der Immissionen immer um Orte geht, die auch den Aufenthalt von Menschen ermöglichen, werden die Berechnungen am Erdboden auf dem Flurstück, in 1 m Höhe über Erdoberkante, ausgewertet.

## 9. Berechnung der Immissionen

### 9.1 Berechnung der Immissionen im Bewertungsabstand

Zwischen Trassenachse und den Bewertungsabstand wurden **keine maßgeblichen Immissionsorte** gesichtet. Vorsorglich wurden die maximal zu erwartenden Stärken des elektrischen Feldes im Spannungsfeld für die gesamte Freileitung ermittelt und in nachfolgender Tabelle 7 angegeben und bewertet. Die Immissionsberechnungen wurden mit Hilfe des Programms WinField durchgeführt. Die entsprechenden Ergebnisse sind der Anlage 1 zu entnehmen.

Lfd. Nr.	Spannfeld	Elektrische Feldstärke	Magnetische Flussdichte	Einhaltung der Grenzwerte
1	Mast 1 – Mast 2	1.8 kV/m	16.9 µT	Ja
2	Mast 2 – Mast 3	1.9 kV/m	34.6 µT	Ja
3	Mast 3 – Mast 4	0.9 kV/m	16.0 µT	Ja
4	Mast 4 – Mast 5	0.8 kV/m	13.9 µT	Ja
5	Mast 5 – Mast 6	1.3 kV/m	22.4 µT	Ja
6	Mast 6 – Mast 7	1.6 kV/m	27.8 µT	Ja
7	Mast 7 – Mast 8	1.1 kV/m	19.1 µT	Ja
8	Mast 8 – Mast 9	1.8 kV/m	34.1 µT	Ja
9	Mast 9 – Mast 10	1.2 kV/m	20.1 µT	Ja
10	Mast 10 – Mast 11	1.3 kV/m	21.2 µT	Ja
11	Mast 11 – Mast 12	1.9 kV/m	32.2 µT	Ja
12	Mast 12 – Mast 13	1.3 kV/m	22.6 µT	Ja
13	Mast 13 – Mast 14	1.5 kV/m	29.1 µT	Ja
14	Mast 14 – Mast 15	1.3 kV/m	25.1 µT	Ja
15	Mast 15 – Mast 16	1.0 kV/m	19.3 µT	Ja
16	Mast 16 – Mast 17	0.7 kV/m	14.0 µT	Ja
17	Mast 17 – Mast 18	0.6 kV/m	12.1 µT	Ja
18	Mast 18 – Mast 19	1.1 kV/m	25.2 µT	Ja

---

19	Mast 19 – Mast 20	1.4 kV/m	24.9 $\mu$ T	Ja
20	Mast 20 – Mast 21	0.6 kV/m	11.9 $\mu$ T	Ja
21	Mast 21 – Mast 22	0.9 kV/m	15.8 $\mu$ T	Ja
22	Mast 22 – Mast 23	0.7 kV/m	12.5 $\mu$ T	Ja
23	Mast 23 – Mast 24	0.5 kV/m	9.4 $\mu$ T	Ja
24	Mast 24 – Mast 25	1.3 kV/m	29.5 $\mu$ T	Ja
25	Mast 25 – Mast 26	0.8 kV/m	13.3 $\mu$ T	Ja
26	Mast 26 – Mast 27	1.6 kV/m	26.9 $\mu$ T	Ja
27	Mast 27 – Mast 28	1.7 kV/m	28.4 $\mu$ T	Ja
28	Mast 28 – Mast 29	1.7 kV/m	33.2 $\mu$ T	Ja
29	Mast 29 – Mast 30	0.9 kV/m	15.4 $\mu$ T	Ja
30	Mast 30 – Mast 31	1.8 kV/m	33.4 $\mu$ T	Ja
31	Mast 31 – Mast 32	1.3 kV/m	23.9 $\mu$ T	Ja
32	Mast 32 – Mast 33	0.6 kV/m	9.6 $\mu$ T	Ja
33	Mast 33 – Mast 34	3.4 kV/m	33.0 $\mu$ T	Ja
34	Mast 34 – Mast 35	2.2 kV/m	20.8 $\mu$ T	Ja
35	Mast 35 – Mast 36	2.7 kV/m	27.5 $\mu$ T	Ja
36	Mast 36 – Mast 37	3.7 kV/m	31.0 $\mu$ T	Ja
37	Mast 37 – Mast 38	4.0 kV/m	36.9 $\mu$ T	Ja
38	Mast 38 – Mast 39	3.8 kV/m	35.6 $\mu$ T	Ja
39	Mast 39 – Mast 40	3.7 kV/m	34.2 $\mu$ T	Ja
40	Mast 40 – Mast 41	4.5 kV/m	40.5 $\mu$ T	Ja
41	Mast 41 – Mast 42	2.3 kV/m	23.5 $\mu$ T	Ja
42	Mast 42 – Mast 43	4.1 kV/m	39.2 $\mu$ T	Ja
43	Mast 43 – Mast 44	3.2 kV/m	28.4 $\mu$ T	Ja
44	Mast 44 – Mast 45	2.4 kV/m	23.3 $\mu$ T	Ja

45	Mast 45 – Mast 46	2.9 kV/m	30.9 $\mu$ T	Ja
46	Mast 46 – Mast 47	2.7 kV/m	26.3 $\mu$ T	Ja
47	Mast 47 – Mast 48	2.6 kV/m	24.6 $\mu$ T	Ja
48	Mast 48 – Mast 49	3.2 kV/m	33.3 $\mu$ T	Ja
49	Mast 49 – Mast 50	2.9 kV/m	29.1 $\mu$ T	Ja
50	Mast 50 – Mast 51	2.2 kV/m	21.0 $\mu$ T	Ja
51	Mast 51 – Mast 52	2.7 kV/m	26.6 $\mu$ T	Ja
52	Mast 52 – Mast 53	2.3 kV/m	21.7 $\mu$ T	Ja
53	Mast 53 – Mast 54	2.9 kV/m	29.7 $\mu$ T	Ja
54	Mast 54 – Mast 55	3.1 kV/m	31.1 $\mu$ T	Ja
55	Mast 55 – Mast 56	4.0 kV/m	39.7 $\mu$ T	Ja
56	Mast 56 – Mast 57	2.9 kV/m	28.3 $\mu$ T	Ja
57	Mast 57 – Mast 58	1.4 kV/m	13.6 $\mu$ T	Ja
58	Mast 58 – Mast 59	3.1 kV/m	31.8 $\mu$ T	Ja
59	Mast 59 – Mast 60	3.1 kV/m	29.9 $\mu$ T	Ja
60	Mast 60 – Mast 61	3.2 kV/m	31.6 $\mu$ T	Ja
61	Mast 61 – Mast 62	3.1 kV/m	30.5 $\mu$ T	Ja
62	Mast 62 – Mast 63	3.0 kV/m	31.4 $\mu$ T	Ja
63	Mast 63 – Mast 64	1.7 kV/m	16.7 $\mu$ T	Ja
64	Mast 64 – Mast 65	3.1 kV/m	30.3 $\mu$ T	Ja
65	Mast 65 – Mast 66	2.5 kV/m	25.0 $\mu$ T	Ja
66	Mast 66 – Mast 67	3.3 kV/m	32.3 $\mu$ T	Ja
67	Mast 67 – Mast 68	2.0 kV/m	19.0 $\mu$ T	Ja
68	Mast 68 – Mast 69	2.3 kV/m	23.5 $\mu$ T	Ja
69	Mast 69 – Mast 70	2.9 kV/m	27.4 $\mu$ T	Ja
70	Mast 70 – Mast 71	3.5 kV/m	34.6 $\mu$ T	Ja

71	Mast 71 – Mast 72	3.2 kV/m	32.8 µT	Ja
72	Mast 72 – Mast 73	2.7 kV/m	26.2 µT	Ja
73	Mast 73 – Mast 74	2.5 kV/m	24.5 µT	Ja
74	Mast 74 – Mast 75	3.8 kV/m	34.0 µT	Ja
75	Mast 75 – Mast 76	3.6 kV/m	34.0 µT	Ja
76	Mast 76 – Mast 77	3.8 kV/m	35.0 µT	Ja
77	Mast 77 – Mast 78	4.3 kV/m	39.3 µT	Ja
78	Mast 78 – Mast 79	3.6 kV/m	31.6 µT	Ja
79	Mast 79 – Mast 80	4.1 kV/m	36.5 µT	Ja
80	Mast 80 – Mast 81	2.5 kV/m	24.4 µT	Ja
81	Mast 81 – Mast 82	3.3 kV/m	31.7 µT	Ja
82	Mast 82 – Mast 83	1.7 kV/m	17.4 µT	Ja
83	Mast 83 – Mast 84	3.3 kV/m	32.3 µT	Ja
84	Mast 84 – Mast 85	2.8 kV/m	28.8 µT	Ja
85	Mast 85 – Mast 86	2.8 kV/m	29.3 µT	Ja
86	Mast 86 – Mast 87	2.0 kV/m	20.9 µT	Ja
87	Mast 87 – Mast 88	3.4 kV/m	36.1 µT	Ja
88	Mast 88 – Mast 89	2.7 kV/m	26.6 µT	Ja
89	Mast 89 – Mast 90	2.9 kV/m	28.0 µT	Ja
90	Mast 90 – Mast 91	3.7 kV/m	35.6 µT	Ja
91	Mast 91 – Mast 92	2.3 kV/m	24.2 µT	Ja
92	Mast 92 – Mast 93	3.5 kV/m	34.7 µT	Ja
93	Mast 93 – Mast 94	3.8 kV/m	32.2 µT	Ja
94	Mast 94 – Mast 95	2.8 kV/m	31.9 µT	Ja
95	Mast 95 – Mast 96	2.7 kV/m	29.1 µT	Ja
96	Mast 96 – Mast 97	2.8 kV/m	26.0 µT	Ja

---

97	Mast 97 – Mast 98	2.7 kV/m	26.5 $\mu$ T	Ja
98	Mast 98 – Mast 99	2.9 kV/m	29.4 $\mu$ T	Ja
99	Mast 99 – Mast 100	2.6 kV/m	25.1 $\mu$ T	Ja
100	Mast 100 – Mast 101	2.0 kV/m	18.9 $\mu$ T	Ja
101	Mast 101 – Mast 102	2.5 kV/m	23.5 $\mu$ T	Ja
102	Mast 102 – Mast 103	2.7 kV/m	26.7 $\mu$ T	Ja
103	Mast 103 – Mast 104	2.7 kV/m	26.7 $\mu$ T	Ja
104	Mast 104 – Mast 105	2.6 kV/m	24.1 $\mu$ T	Ja
105	Mast 105 – Mast 106	3.3 kV/m	33.4 $\mu$ T	Ja
106	Mast 106 – Mast 107	3.7 kV/m	36.7 $\mu$ T	Ja
107	Mast 107 – Mast 108	3.2 kV/m	32.2 $\mu$ T	Ja
108	Mast 108 – Mast 109	3.3 kV/m	22.1 $\mu$ T	Ja
109	Mast 109 – Mast 110	3.5 kV/m	35.0 $\mu$ T	Ja
110	Mast 110 – Mast 111	3.3 kV/m	33.4 $\mu$ T	Ja
111	Mast 111 – Mast 112	3.2 kV/m	32.3 $\mu$ T	Ja
112	Mast 112 – Mast 113	3.2 kV/m	31.6 $\mu$ T	Ja
113	Mast 113 – Mast 114	2.8 kV/m	27.6 $\mu$ T	Ja
114	Mast 114 – Mast 115	3.1 kV/m	30.8 $\mu$ T	Ja
115	Mast 115 – Mast 116	3.0 kV/m	30.7 $\mu$ T	Ja
116	Mast 116 – Mast 117	2.6 kV/m	25.9 $\mu$ T	Ja
117	Mast 117 – Mast 118	3.5 kV/m	35.7 $\mu$ T	Ja
118	Mast 118 – Mast 119	2.1 kV/m	19.0 $\mu$ T	Ja
119	Mast 119 – Mast 120	1.1 kV/m	18.1 $\mu$ T	Ja
120	Mast 120 – Mast 121	1.7 kV/m	30.1 $\mu$ T	Ja
121	Mast 121 – Mast 122	1.3 kV/m	22.7 $\mu$ T	Ja
122	Mast 122 – Mast 123	1.6 kV/m	33.6 $\mu$ T	Ja

123	Mast 123 – Mast 124	1.8 kV/m	31.8 $\mu$ T	Ja
124	Mast 124 – Mast 125	1.4 kV/m	25.6 $\mu$ T	Ja
125	Mast 125 – Mast 126	1.2 kV/m	29.6 $\mu$ T	Ja
126	Mast 126 – Mast 127	0.8 kV/m	15.5 $\mu$ T	Ja
127	Mast 127 – Mast 128	1.7 kV/m	34.9 $\mu$ T	Ja
128	Mast 128 – Mast 129	1.3 kV/m	25.5 $\mu$ T	Ja
129	Mast 129 – Mast 130	1.6 kV/m	31.6 $\mu$ T	Ja
130	Mast 130 – Mast 131	1.8 kV/m	34.1 $\mu$ T	Ja
131	Mast 131 – Mast 132	1.0 kV/m	19.4 $\mu$ T	Ja
132	Mast 132 – Mast 133	2.2 kV/m	22.5 $\mu$ T	Ja
133	Mast 133 – Portal	2.1 kV/m	16.0 $\mu$ T	Ja

Tabelle 7: Maximal zu erwartende Werte der elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte im Spannungsfeld

## 9.2 Berechnung der Immissionen im Einwirkungsbereich

Die Vorprüfung gemäß 26. BImSchVVwV der 380/110-kV-Ltg. Altheim – Sittling hat ergeben, dass sich im Einwirkungsbereich der Freileitung außerhalb der Bewertungsabstand mehrere Minimierungsorte sich befinden. Das Ergebnis der Untersuchung innerhalb der Einwirkungsbereich ist der **Tabelle 9** (gesamt) *Anlage 2* und zu entnehmen.

Zusätzlich wurden an Hand von Musterspannfeldern die elektrischen und magnetischen Feldstärken bei minimalen Bodenabstand an der jeweiligen Einwirkungsbereichsgrenze der 380/110-kV-Ltg. und der 380-kV-Ltg. mit den zu erwartenden Werten ermittelt und in nachfolgender (*Tabelle 8*) angegeben und bewertet:

Ltg. Masttyp	Bezugspunkt	Spannungsfeld von Mast-zum Mast	Magnetische Flussdichte am Bezugspunkt	Elektrische Feldstärke am Bezugspunkt	Grenzwert eingehalten
380-kV / Donaumast	rBP	55 - 56	39,7 $\mu$ T	4,0 kV/m	Ja
380-kV / Tonne	rBP	40 - 41	40,5 $\mu$ T	4,5 kV/m	Ja
380/110-kV Donaumast/Einebene	rBP	2 - 3	34,6 $\mu$ T	1,9 kV/m	Ja

Tabelle 8: Berechnungsergebnisse am repräsentativen Bezugspunkt (Musterspannungsfeld)

Dadurch, dass in allen Spannungsfeldern die zu erwartenden magnetischen Flussdichten und elektrischen Feldstärken bei maximaler Auslastung der Anlage unterhalb der vom Gesetzgeber

festgelegten Grenzwerten liegen, ist anzunehmen, dass auch an relevanten Bezugspunkte die Grenzwerte eingehalten werden (Vgl. *Tabelle 9*).

Lfd. Nr.	Spannfeld von Mast- bis Mast	Bezugs- punkt	Gemarkung Flurstück	Grenzwert eingehalten
1	6 - 7	rBP	Koislhof 1, 84051 Essenbach	Ja
2	17 - 18	iBP	Mirskofen Flurstück 333/2	Ja
3	30 - 31	rBP	Obergoldsbach 2441	Ja
4	47 - 48	rBP	Andermannsdorf 1311	Ja
5	50 - 51	rBP	Andermannsdorf 1307	Ja
6	53 - 54	rBP	Oberotterbach 336/1	Ja
7	60 - 61	iBP	Oberotterbach 942/3	Ja
8	70 - 71	rBP	Pattendorf 1237/1	Ja
9	71 - 72	rBP	Niedereulenbach 146	Ja
10	81 - 83	rBP	Niedereulenbach 479	Ja
11	85 - 86	rBP	Obereulenbach 82	Ja
12	90 - 91	iBP	Rohr in Niederbayern 2325	Ja
13	105 - 106	iBP	Hörlbach 620	Ja
14	108 - 109	rBP	Abensberg 2930/19	Ja
15	114 - 115	rBP	Arnhofen 536/4	Ja
16	116-117	rBP	Arnhofen 702/1	Ja
17	116-117	rBP	Arnhofen 798	Ja
18	125-126	rBP	Abensberg 2065/13	Ja

*Tabelle 9: Einhaltung der Grenzwerte an maßgeblichen Minimierungsorte im Einwirkungsbereich*

Als repräsentativer Spannungsfeld zur Berechnung wurde das Spannungsfeld zwischen Mast 17 – 18, der der minimalste Abstand von der Freileitung aufweist, ausgewählt und die maximale Immissionswerte am Bezugspunkt ermittelt. Die Darstellung der Berechnungsergebnisse sind der *Kapitel 9.3* zu entnehmen.

- Magnetische Flussdichte am Bezugspunkt: 6,2  $\mu\text{T}$
- Elektrische Feldstärke am Bezugspunkt: 0,4 kV/m

### 9.3 Darstellung der Ergebnisse im Einwirkungsbereich Mast 17 – 18

Abbildung 2: Elektrische Feldstärke am Bezugspunkt, Mast 17 – 18

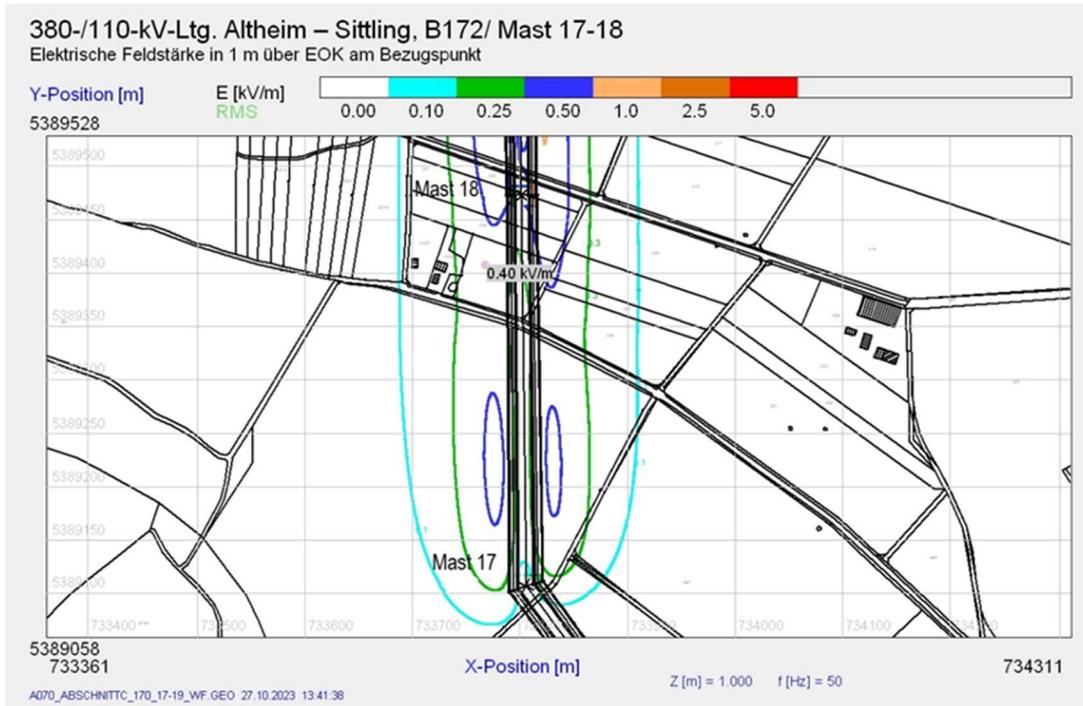
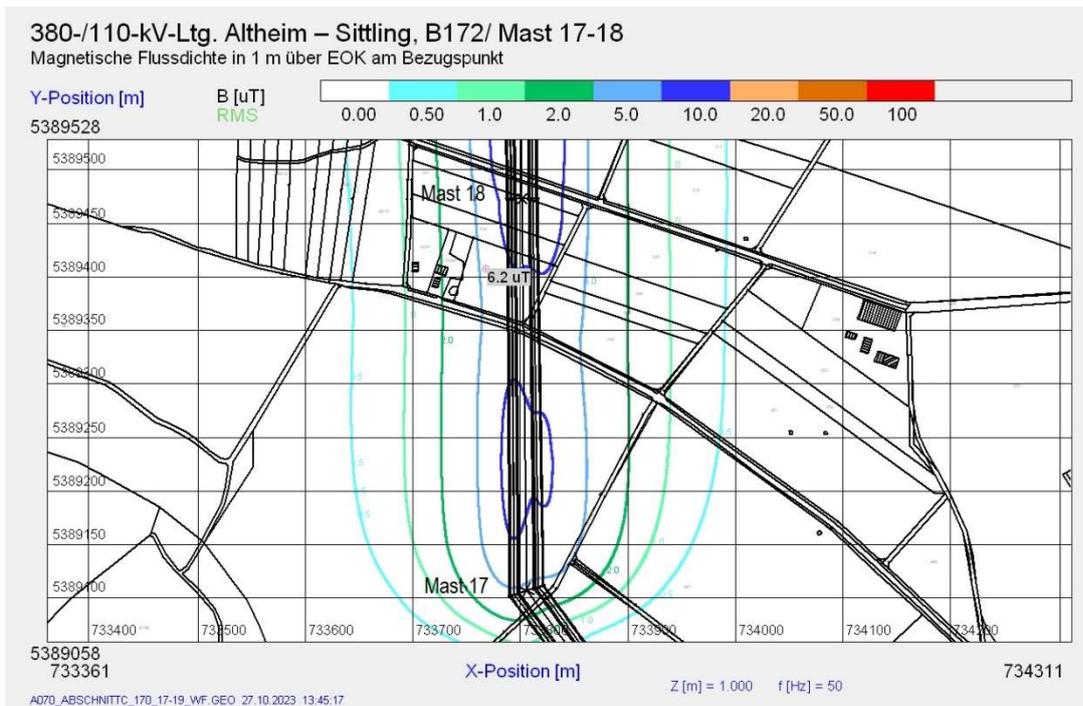


Abbildung 3: Magnetische Flussdichte am Bezugspunkt, Mast 17 - 18



## 9.4 Darstellung der Ergebnisse Musterberechnungen

An Hand von Musterspannfeldern werden die elektrischen und magnetischen Feldstärken bei minimalen Bodenabstand an der jeweiligen Einwirkungsbereichsgrenze nach LAI, der 380-/ 110-kV-Leitung und der 380-kV-Leitung mit den zu erwartenden Werten ermittelt.

Abbildung 4: Donau, Musterberechnung elektrische Feldstärke der 380-kV-Leitung

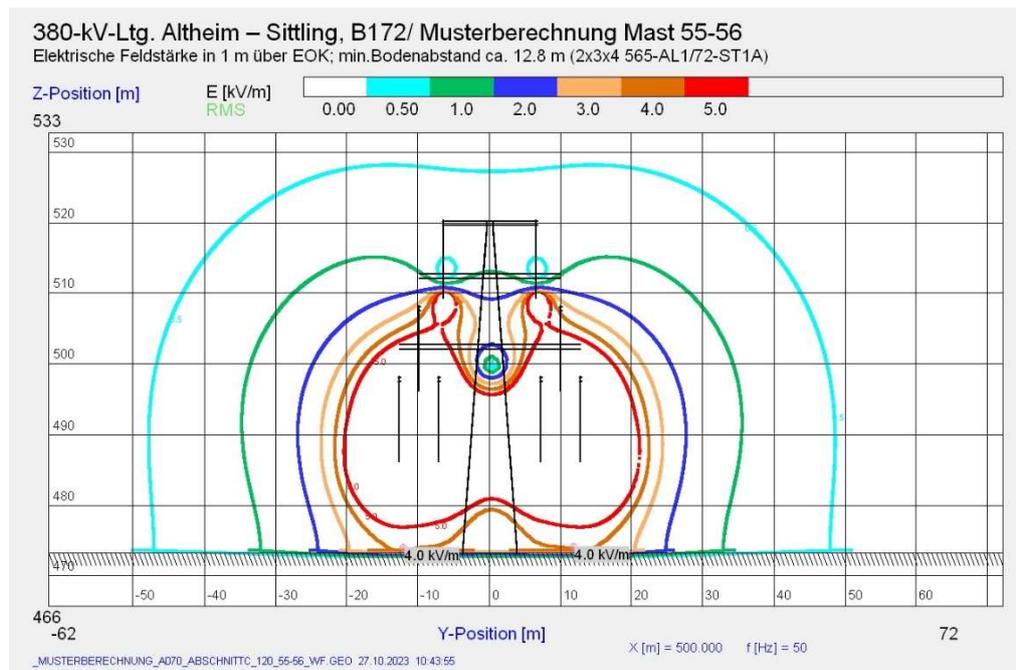


Abbildung 5: Donau, Musterberechnung magnetische Flussdichte der 380-kV-Leitung

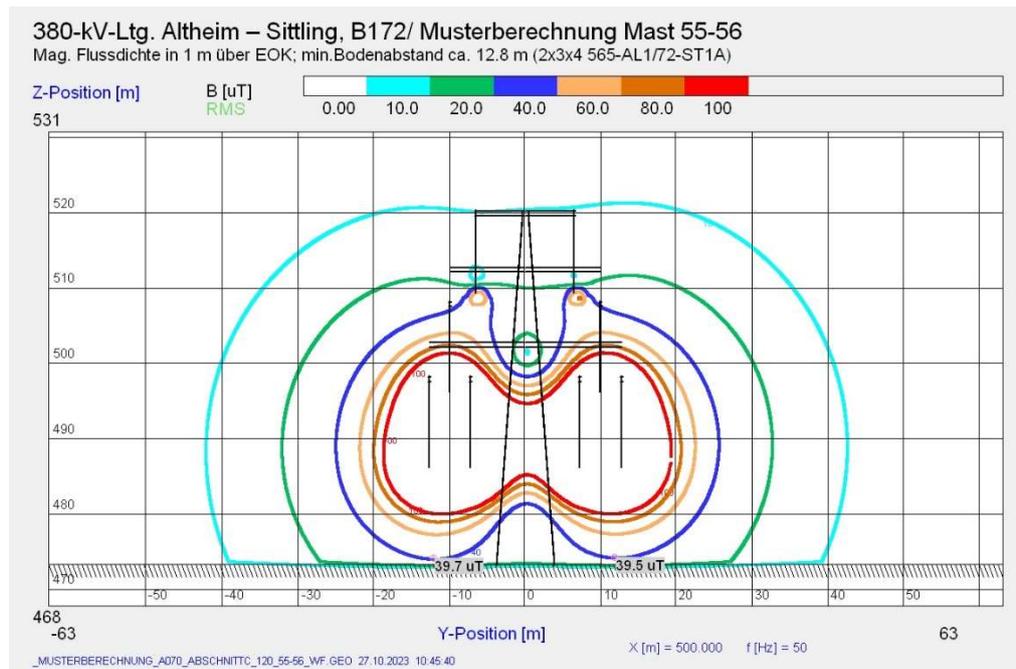


Abbildung 6: Tonne, Musterberechnung elektrische Feldstärke der 380-kV-Leitung

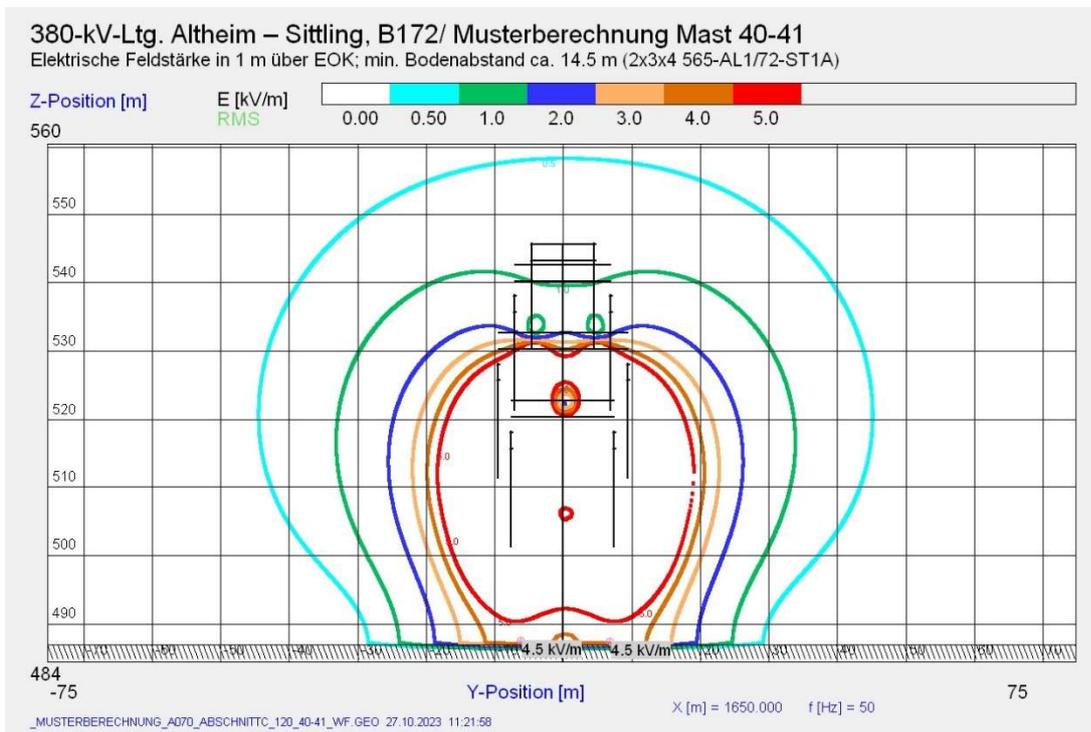


Abbildung 7: Tonne, Musterberechnung magnetische Flussdichte der 380-kV-Leitung

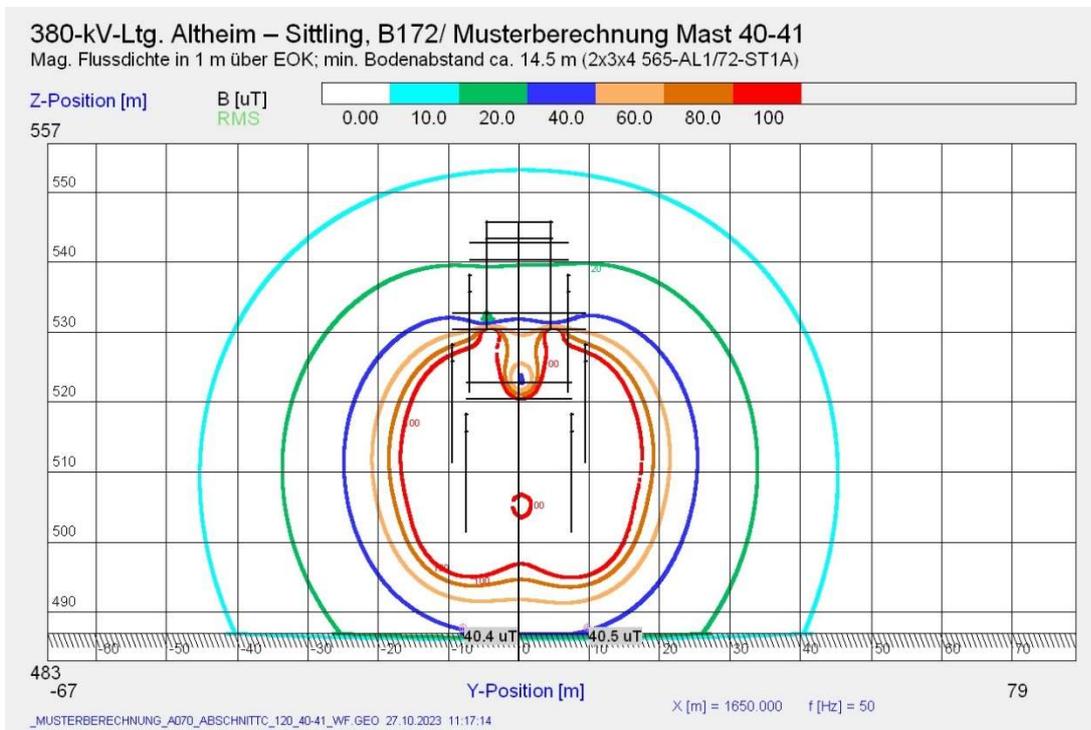


Abbildung 8: Donau/ Einebene, Musterberechnung elektrische Feldstärke der 380/110-kV-Leitung

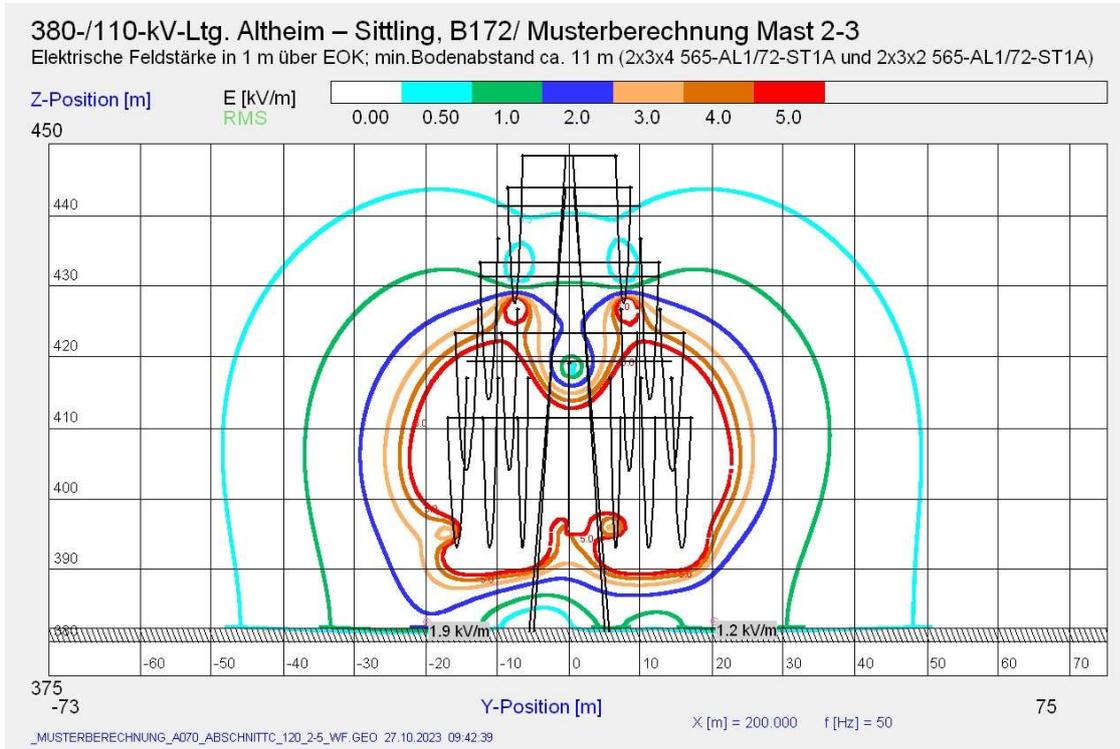


Abbildung 9: Donau/ Einebene, Musterberechnung magnetische Flussdichte der 380/110-kV-Leitung

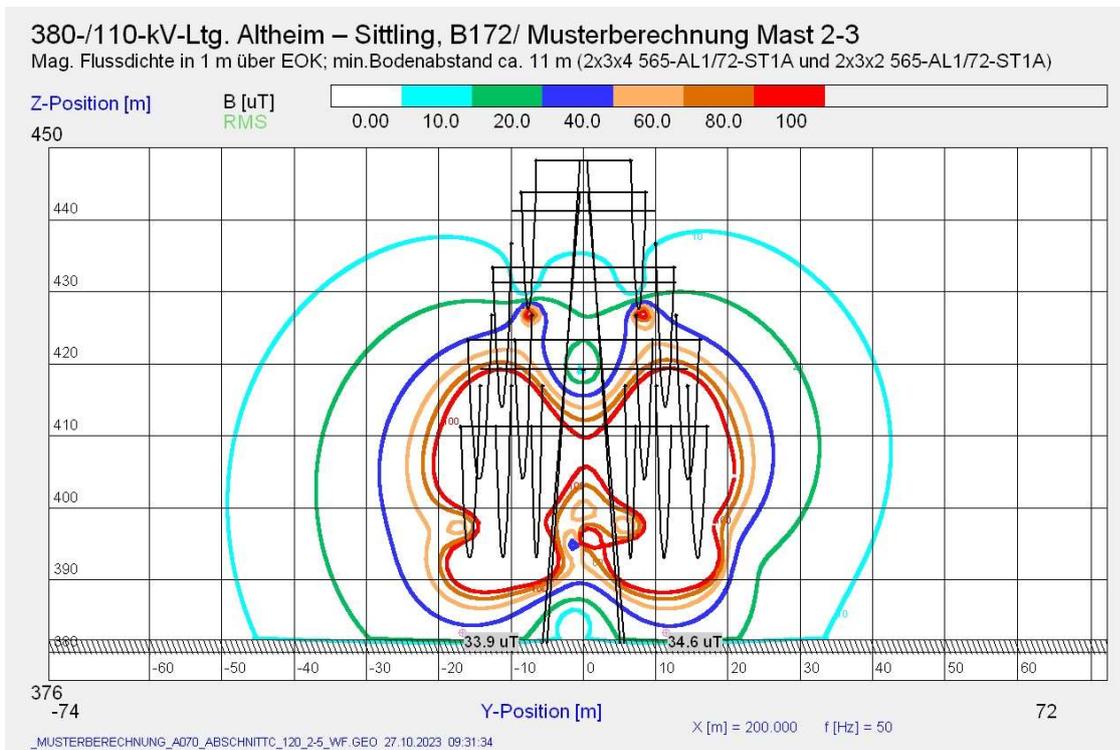
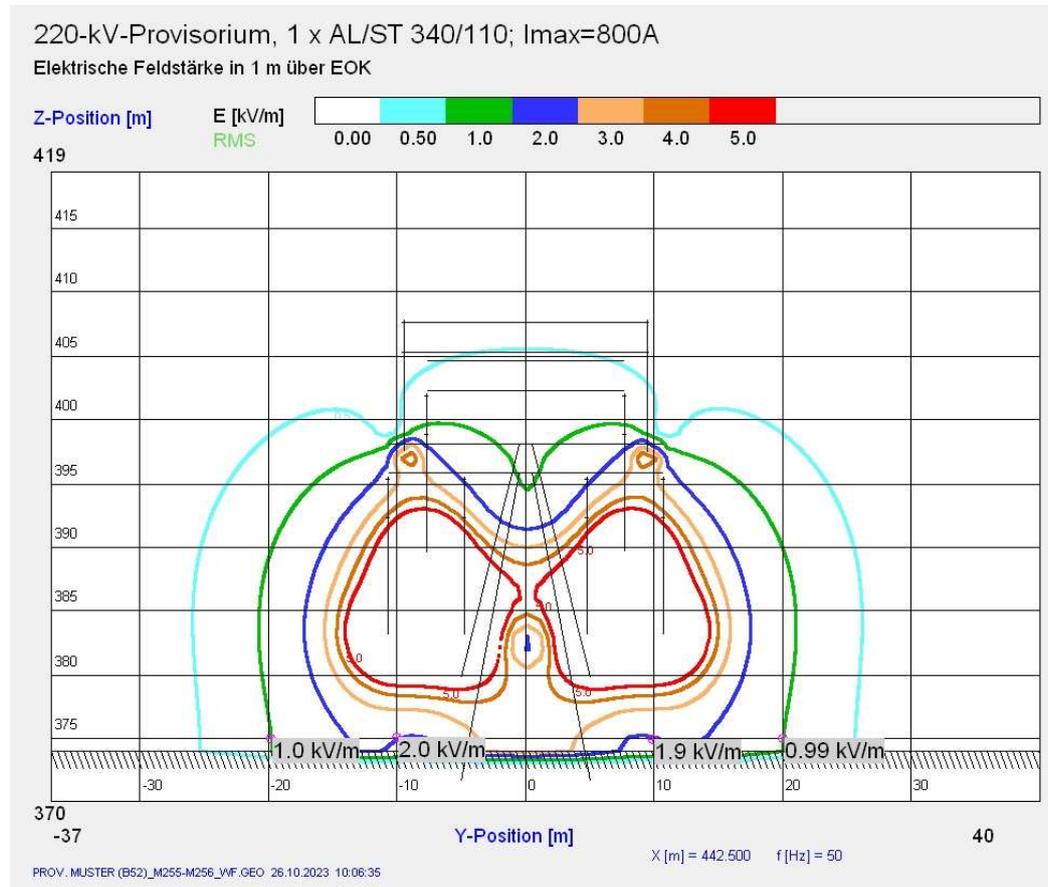




Abbildung 11: 220-kV-Provisorium, Elektrische Feldstärke in 1 m über EOK



## 11. Prüfung des Minimierungsgebotes

Die Prüfung der Minimierung ist von der Lage der Minimierungsorte abhängig. Befindet sich ein Minimierungsort innerhalb des Einwirkungsbereichs, aber nicht innerhalb des Bewertungsbereichs (Fläche zwischen Bewertungsabstand und Trassenachse), so erfolgt die Prüfung nur am Bezugspunkt.

Die nach Kapitel 5.3 der 26. BImSchVVwV zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten zur Minimierung sind zu prüfen und zu bewerten. Alle maßgebliche Minimierungsorte sowohl im Bewertungsabstand der Anlage als auch im Einwirkungsbereich werden über einen gemeinsamen Ansatz betrachtet.

### Abstandsoptimierung

Ziel dieser Maßnahme ist es, die Distanz der Leiterseile zu maßgeblichen Minimierungsorten zu vergrößern. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist grundsätzlich im Nahbereich der Trasse hoch und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Trasse ab.

Bei der 380/110-kV-Leitung Altheim - Sittling, LH-08-B172, betragen die minimalen Bodenabstände im Spannfeld:

- ab ca.10 m in dem Mastbereich der 380/110-kV-Leitung
- ab ca.12,5 m in dem Mastbereich der 380-kV-Leitung

deutlich höher als die gesetzlichen Anforderungen (6 m für die 110-kV-Ltg und 7,8 m für die 380-kV-Ltg).

### Elektrische Schirmung

Bei Freileitungen bewirkt das Mitführen zusätzlicher Erdleiterseile neben den oder unterhalb der Leiterseile nur eine geringe Minderung der elektrischen Feldstärke. Aufgrund der geringen Wirksamkeit, des enormen Realisierungsaufwandes und des Eingriffes in Landschaft und Boden, ist die Anwendung der Maßnahme als unverhältnismäßig anzusehen und scheidet daher aus.

### Minimieren der Seilabstände

Eine wirksame Optimierung wird dann erreicht, wenn der Abstand der Phasen zueinander möglichst klein gewählt wird.

Für eine sichere Isolation der unter Spannung stehenden Leiter untereinander und zu geerdeten Teilen sind die in der Norm DIN EN 50341-2-4 vorgeschriebenen Mindestabstände unter Berücksichtigung des windbedingten Ausschlagens der Leiter einzuhalten.

Zusätzlich erhöht sich mit geringerem Leiterabstand die Feldstärke zwischen den Leitern und somit die Randfeldstärke an den Leiteroberflächen, was zu einem Anstieg der Korona-Entladungen und den damit verbundenen Geräuschen führen wird.

Aus den genannten Gründen ist die Anwendung der Maßnahme als unverhältnismäßig anzusehen und scheidet daher aus.

## Optimierung der Mastkopfgeometrie

Der Donaumast ist der von TenneT in ganz Deutschland am häufigsten eingesetzte Mast, der auch beim Ersatzneubau zwischen Altheim – Sittling zum Einsatz kommt. Er ist rund 30 Meter breit und knapp 50 bis 60 Meter (unter Umstände höher) hoch. Er ermöglicht die Mitführung von zwei 110-kV-Stromkreisen auf der untersten Traverse. Damit können gleich vier Stromkreise auf einer Leitung geführt werden, was den Bau von zwei nebeneinander verlaufenden Leitungen vermeidet.

Als einen weiteren Aspekt wurden Donaumasten und Tonnenmasten hinsichtlich der elektrischen und magnetischen Felder verglichen. Dabei wurde beispielhaft ein Spannfeld zwischen zwei Masten des gleichen Typs (Donau und Tonne) mit einem Bodenabstand von ca. 12 m modelliert. Die Ergebnisse sind der *Tabelle 10* zu entnehmen.

Ltg. Masttyp	Magnetische Flussdichte im Spannfeld	Elektrische Feldstärke im Spannfeld	Magnetische Flussdichte am Bezugspunkt (Tonne)	Elektrische Feldstärke am Bezugspunkt (Tonne)
380-kV / Donaumast	32,8 $\mu$ T	3,2 kV/m	18,6 $\mu$ T	1,4kV/m
380-kV / Tonne	42,3 $\mu$ T	4,5 kV/m	18,9 $\mu$ T	0,7 kV/m
<b>Differenz</b>	9,5 $\mu$ T (D < T)	1,3 kV/m (D < T)	0,3 $\mu$ T (D < T)	0,7 kV/m (D > T)

*Tabelle 10: Ergebnisse Mastgeometrie Vergleich Donaumast (D) und Tonne (T)*

Der Vergleich zwischen zwei Masttypen hat ergeben, dass beim Einsatz von Donaumasten eine Reduzierung der Immissionswerte im Spannfeld und magnetische Flussdichte am Bezugspunkt (Tonne) bewirkt.

Aus den sogenannten Gründe wurde für die 380-/ 110-kV-Ltg. Altheim – Sittling die bestmögliche Mastkopfgeometrie aus baulichen, technischen und wirtschaftlichen Gründen ausgewählt.

Zusätzliche Anwendung der Maßnahme sind als unverhältnismäßig anzusehen und scheidet daher aus.

## Optimieren der Leiteranordnung

Die Phasenlage beeinflusst die elektrischen Eigenschaften der Leitung im Netz, wobei aus betrieblicher Sicht Maßnahmen zur Reduzierung elektrischer Unsymmetrien die Wahl der Phasenlage einschränken. Darüber hinaus ist die Phasenlage an den Anschlüssen im UW verbunden und zu berücksichtigen.

Aus den oben genannten Gründen ist die Anwendung der Maßnahme nur eingeschränkt einzusetzen.

## 12. Beeinflussung längsleitende Infrastruktur

Eine Anhebung der maximalen Betriebsströme durch die geplante Maßnahme führt im angrenzenden Umfeld (insbesondere auf parallelen Stahlrohrleitungen und dazugehörigen Telekommunikationskabeln) zur Anhebung des elektrischen, magnetischen bzw. elektromagnetischen Feldes. Aus diesem Grund ist eine Neubewertung der induzierten Spannungen auf Erdverlegte metallische Rohrleitungen und Anlagen mit den zukünftig maximal zu erwartenden Betriebsströme im Einflussbereich der 380-kV-Leitung erforderlich. Dementsprechend sind die in der DVWG GW 22 [6], TE 7 [7], DIN EN 50443 (VDE 0845-8) [8] sowie die in AfK – Verhaltenskodex [9] aufgeführten Kriterien zu beachten.

Im ersten Schritt wurden Betreiber möglicherweise beeinflusster Infrastrukturen entlang der Freileitung ermittelt. Die technischen Empfehlungen der Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen geben ausgehend von der Trassenachse der Freileitung jeweils links bzw. rechts folgende Korridore vor, die die nachfolgenden Schritte erforderlich machen:

- Parallelführung im Abstand von  $\leq 400$  m und  $\leq 1.000$  m bei Überschreitung der Grenzlänge  $L_{Gr}$
- $\leq 400$  m: Beeinflussungen durch Betriebsströme in Drehstromfreileitungen
- $\leq 1.000$  m: Beeinflussungen durch Erdkurzschlussströme in Drehstromfreileitungen und Betriebs- und Kurzschlussströme in Fahr- und Speiseleitungen
- oder Kreuzung der Rohrleitung mit einer der genannten HS-Leitungen in einem Winkel von  $< 55$

Eine relevante Beeinflussung der Hochspannungsleitung auf anliegende Rohrleitungen konnte durch eine erste Vorprüfung durch die TenneT TSO GmbH nicht ausgeschlossen werden. Die Netzbetreiber werden informiert und gebeten zu prüfen ob eine relevante Beeinflussung vorliegt.

Eine gutachterliche Betrachtung und die Festlegung der weiteren Vorgehensweise steht noch aus.

### 13. Zusammenfassung und Fazit

Elektrische Freileitungen erzeugen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiter elektrische und magnetische Felder. Daher sind die Vorschriften des BImSchG für Niederfrequenzanlagen darzulegen. Diese Verordnung enthält Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder.

Im vorliegenden Bericht wurde geprüft, ob beim Betrieb der Leitung alle gesetzlichen Anforderungen eingehalten werden. Dabei wird durch Berechnungen nachgewiesen, dass die Feldstärken der elektrischen und magnetischen Felder **in allen Spannfeldern der 380/110-kV-Ltg. Altheim –Sittling, LH-08-B172 unterhalb der zulässigen Grenzwerte liegen.**

Auch die Anforderungen zur Vorsorge und das darin enthaltene Minimierungsgebot der 26. BImSchVVwV (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) wurden verhältnismäßig berücksichtigt.

## 14. Verzeichnis der Anlagen

<b>Nummer</b>	<b>Beschreibung</b>
Anhang 1	Berechnungsergebnisse im Spannfeld
Anhang 2	Liste Minimierungsorte im Einwirkungsbereich

## 15. Literaturverzeichnis

[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. 3 G v. 18.7.2017 I 2771.
[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, <i>Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder</i> , 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.
[6]	DVGW GW 22: Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs- Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlage; textgleich mit der AfK-Empfehlung Nr. 3 und der Technischen Empfehlung Nr. 7 der Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen, v. 04.2017
[7]	Technische Empfehlung Nr. 7: Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs- Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen, v. Februar 2014
[8]	Auswirkungen elektromagnetischer Beeinflussungen von Hochspannungswechselstrombahnen und/oder Hochspannungsanlagen auf Rohrleitungen, v. 08.2012
[9]	AfK-Verhaltenskodex von Juli 2019: Umsetzung beeinflussungsrelevanter Vorhaben