

### 380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)

<b>Aufgestellt:</b> Bayreuth, den 01.03.2023 gez. T. Ehrhardt-Unglaub      gez. D. Daßler <hr style="width: 100%;"/> i.V. gez. T. Ehrhardt-Unglaub      i.V. gez. D. Daßler	<b>Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren Deckblattverfahren</b>																																				
Errichtung einer 380-kV-Leitung zwischen Adlkofen (Kreuzungspunkt der 380-kV-Leitung Isar – Ottenhofen und Matzenhof (Kreuzungspunkt der 380-kV-Leitung Simbach Landesgrenze (-St. Peter).																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Prüfvermerk</th> <th style="width: 15%;">Ersteller</th> <th style="width: 15%;">Rev. 01</th> <th style="width: 15%;">Rev. 02</th> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Datum</td> <td>08.01.2018</td> <td>15.09.2022</td> <td>01.03.2023</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Unterschrift</td> <td>Daßler</td> <td>Daßler</td> <td>Hahn</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Änderung(en):</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datum</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Unterschrift</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Prüfvermerk	Ersteller	Rev. 01	Rev. 02			Datum	08.01.2018	15.09.2022	01.03.2023			Unterschrift	Daßler	Daßler	Hahn			<b>Änderung(en):</b>						Datum						Unterschrift					
Prüfvermerk	Ersteller	Rev. 01	Rev. 02																																		
Datum	08.01.2018	15.09.2022	01.03.2023																																		
Unterschrift	Daßler	Daßler	Hahn																																		
<b>Änderung(en):</b>																																					
Datum																																					
Unterschrift																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3"><b>Änderung(en):</b></th> </tr> <tr> <th style="width: 30%;">Rev.-Nr.</th> <th style="width: 20%;">Datum</th> <th style="width: 50%;">Erläuterung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		<b>Änderung(en):</b>			Rev.-Nr.	Datum	Erläuterung																														
<b>Änderung(en):</b>																																					
Rev.-Nr.	Datum	Erläuterung																																			
<b>Anhänge:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlage 16.1.1: Hersteller Zertifikat (aktualisiert)</li> <li>• Anlage 16.1.2: Musterberechnung Donaumast: 2 x 380 kV bei 100% Nennlast</li> <li>• Anlage 16.1.3: Musterberechnung Tonnenmast: 2 x 380 kV bei 100% Nennlast</li> <li>• Anlage 16.1.4: Musterberechnung Donau-Einebene-Mast: 4 x 380 kV bei 100% Nennlast</li> <li>• Anlage 16.1.5: Tabelle Ergebnisse berechnete Werte (aktualisiert)</li> <li>• Anlage 16.1.6: Anzeige gem. §7 Abs. 2 bei Bedarf wird nachgereicht</li> <li>• Anlage 16.1.7: Liste Minimierungsorte Einwirkungsbereich</li> <li>• Anlage 16.2: Schallgutachten TÜV Süd</li> </ul>																																					

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Vorhabensträgerin und Vorhaben.....</b>	<b>4</b>
1.1	<i>Die Vorhabensträgerin (VT) .....</i>	4
1.2	<i>Vorhabens Definition und Antragsumfang .....</i>	4
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung.....</b>	<b>6</b>
2.1	<i>Allgemein .....</i>	6
2.2	<i>Immission der geplanten 380-kV-Leitung bei 65 % Nennlast.....</i>	7
2.3	<i>Nachweis der Immissionen im Wohnumfeld nahen Bereich bei Nennlast der Leitung.....</i>	7
<b>3</b>	<b>Grenz- und Richtwerte der Immissionen.....</b>	<b>8</b>
3.1	<i>Elektrische und magnetische Felder.....</i>	8
3.2	<i>Rechtliche Grundlagen und Anforderungen.....</i>	9
3.3	<i>Geräusche .....</i>	10
3.3.1	<i>Betriebsbedingte Geräuschimmissionen .....</i>	10
<b>4</b>	<b>Berechnungen der Immissionen.....</b>	<b>12</b>
4.1	<i>Allgemein .....</i>	12
4.2	<i>Immissionen der geplanten 380-kV-Leitung bei Nennlast (theoretischer Wert).....</i>	12
4.2.1	<i>Allgemein.....</i>	12
4.2.2	<i>Berechnungsparameter bei 65% Nennlast (Normalbetrieb).....</i>	13
4.2.3	<i>Ergebnisse bei 65% Nennlast .....</i>	14
4.3	<i>Nachweis der Immissionen im Wohnumfeld nahen Bereich bei Maximallast der Leistung.....</i>	14
4.3.1	<i>Allgemein.....</i>	14
4.3.2	<i>Berechnungsparameter.....</i>	15
4.3.3	<i>Berechnungen .....</i>	15
4.3.4	<i>Ergebnisse .....</i>	16
<b>5</b>	<b>Prüfung des Minimierungsgebotes .....</b>	<b>17</b>
5.1	<i>Vorprüfung.....</i>	17

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

5.1.1	Prüfung des Bewertungsabstandes gemäß 26. BImSchVVwV.....	17
5.1.2	Prüfung des Einwirkungsbereiches gemäß 26. BImSchVVwV .....	17
5.1.3	Nachweis der Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen .....	18
5.2	<i>Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen .....</i>	<i>18</i>
5.3	<i>Festlegung und Zusammenfassung der vorgesehenen Minimierungsmaßnahmen .....</i>	<i>21</i>
<b>6</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>Glossar und Quellennachweis .....</b>	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>25</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schaubild Adlkofen - Matzenhof .....	5
---	---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Leitungsführung Adlkofen – Matzenhof (B152) .....	6
Tabelle 2: Gewählte Spannungsfelder für Immissionsberechnung .....	7
Tabelle 3: Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden.....	10
Tabelle 4: Musterspannungsfelder für elektrische und magnetische Felder .....	13
Tabelle 5: Berechnungsparameter der geplanten 380-kV-Leitungen bei 65% Nennlast (Normalbetrieb) .....	14
<del>Tabelle 6: Ergebnisse für elektrische und magnetische Felder bei 65% Nennlast (Normalbetrieb, maximale Werte Endausbau) .....</del>	<del>14</del>
Tabelle 7: Berechnungsparameter für die geplante 380-kV-Leitung bei 100% Nennlast.....	15
Tabelle 8: Ergebnisse für elektrische und magnetische Felder bei 100% Nennlast (Musterspannungsfeld) maximale Werte Endausbau .....	16

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

# 1 Vorhabensträgerin und Vorhaben

## 1.1 Die Vorhabensträgerin (VT)

TenneT TSO GmbH (im Folgenden als TenneT bezeichnet) ist der erste grenzüberschreitende Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) für Strom in Europa mit Sitz in Bayreuth. Das Übertragungsnetz stellt mit einer 380-kV-Spannungsebene derzeit die höchste in Mitteleuropa verwendete Übertragungsspannung bei Freileitungen dar und nimmt die Aufgabe des Energietransportes über große Entfernungen wahr. TenneT ist einer der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber. Gemäß § 12 Abs. 3 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) hat TenneT als Betreiber eines Übertragungsnetzes dauerhaft die Fähigkeit des Netzes sicherzustellen, die Nachfrage nach Übertragung von Elektrizität zu befriedigen und insbesondere durch entsprechende Übertragungskapazität und Zuverlässigkeit des Netzes zur Versorgungssicherheit beizutragen. Gem. § 11 Abs. 1 EnWG sind Betreiber von Energieversorgungsnetzen verpflichtet, ein sicheres, zuverlässiges und leistungsfähiges Energieversorgungsnetz diskriminierungsfrei zu betreiben, zu warten und bedarfsgerecht zu optimieren, zu verstärken und auszubauen, soweit es wirtschaftlich zumutbar ist.

Die Aufgaben von TenneT umfassen somit den Betrieb, die Instandhaltung und die weitere Entwicklung des Stromübertragungsnetzes der Spannungsebenen 220 kV und 380 kV in großen Teilen Deutschlands.

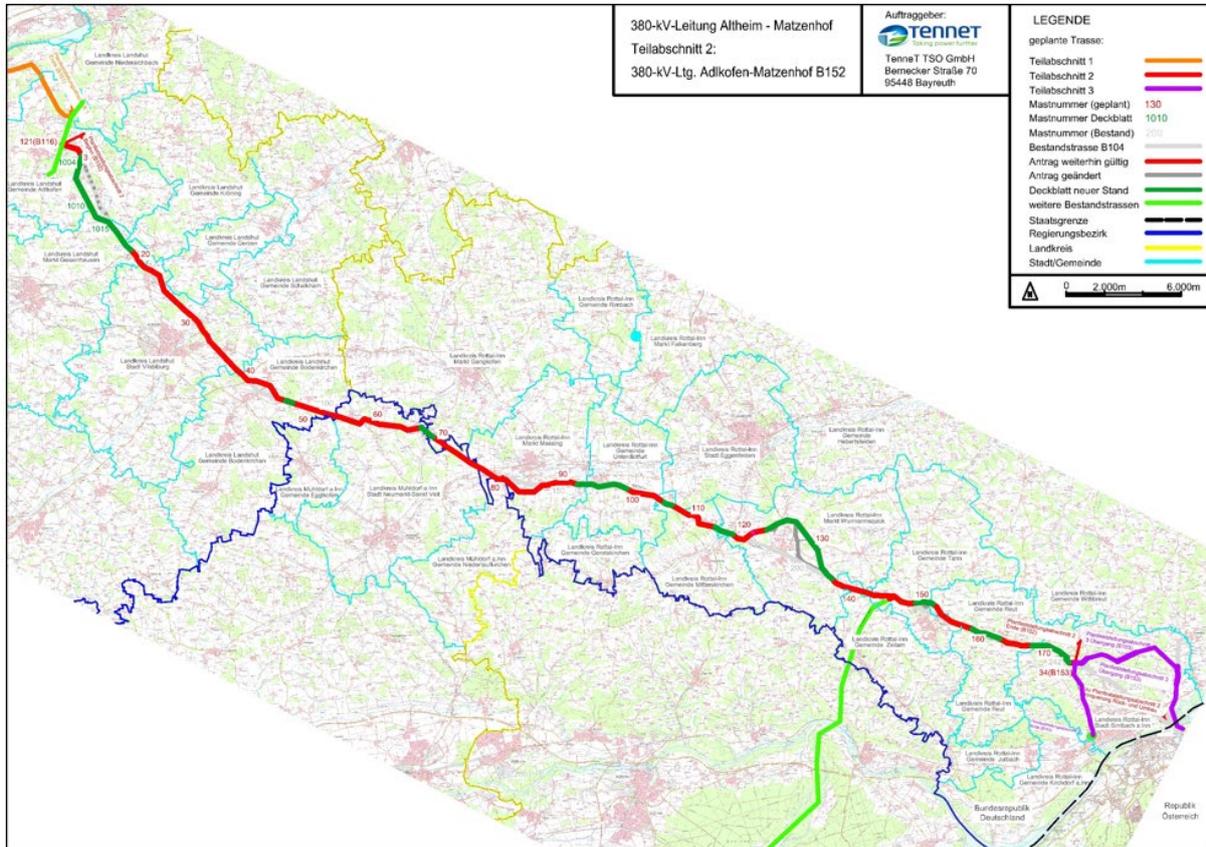
## 1.2 Vorhabens Definition und Antragsumfang

Auf Grund der nationalen gesetzlichen Anforderungen ergibt sich für TenneT als Netzbetreiber die Verpflichtung ein sicheres, ausreichend dimensioniertes und wirtschaftliches Übertragungsnetz zu betreiben. In Anbetracht der Veränderungen auf dem deutschen Energiemarkt und hinsichtlich eines europäischen Binnenmarktes für Strom ist die Erhöhung der Stromübertragungsfähigkeit zwischen dem Raum Landshut und St. Peter in Oberösterreich gesetzlich beschlossen.

Deshalb beantragt TenneT den Ersatz der 220-kV Verbindung zwischen Altheim bei Landshut und St. Peter durch eine 380-kV-Leitung. Das zur Planfeststellung beantragte Vorhaben umfasst die Errichtung und den Betrieb der 380-kV-Leitung Adlkofen – Matzenhof mit einer Länge von ca. 66 km, welche als Freileitung verwirklicht werden soll.

Der beantragte Trassenverlauf ist in rot (inklusive der Deckblattänderung in dunkelgrün) dargestellt. Die bestehenden Leitungen sind in orange (Leitung B116 Isar – Ottenhofen), hellgrün (Leitung B69 Pirach – Tann) und grau (Leitung B104 Altheim – St. Peter) abgebildet. Die bestehende 220-kV-Leitung B104 wird mit dem Bau der neuen Leitung zurückgebaut.

## 380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)



**Abbildung 1: Schaubild Teilabschnitt Adlkofen – Matzenhof (aktualisiert)**

Die Ausbaumaßnahme der TenneT TSO GmbH beginnt ca. 900 m südlich der bestehenden Kreuzung zwischen der 220-kV-Leitung Altheim – St. Peter (B104) und der 380-kV-Leitung Isar – Ottenhofen (B116) beim Bestandsmast Nr. 121 (B116) in der niederbayerischen Gemeinde Adlkofen im Landkreis Landshut. Der Maststandort ist mit Realisierung des Vorhabens zugleich der elektrische Verknüpfungspunkt der beiden Leitungen, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch auf unterschiedlichen Spannungsebenen geführt werden. Die durch diese Maßnahme geänderte Netztopologie wird im *Anlage 02 - Erläuterungsbericht* ausführlich erläutert.

Die geplante Leitung verläuft durch die niederbayerischen Landkreise Landshut und Rottal-Inn sowie auf einem kurzen Abschnitt dazwischen zweimal durch den oberbayerischen Landkreis Mühldorf am Inn. Bei Matzenhof (nahe Simbach am Inn) wird die elektrische Verbindung zu der bereits im Planfeststellungsverfahren befindlichen 380-kV-Leitung (St. Peter –) Landesgrenze – Simbach (B153) am Mast Nr. 34 (B153) hergestellt.

*(Auszug aus Erläuterungsbericht)*

Die genauere Lage der geplanten Leitung ist aus den Anlagen 1 und 7.1 zu entnehmen.

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

**Tabelle 1: Leitungsführung Adlkofen – Matzenhof (B152)**

Bereich	Leitungsführung
Mast Nr. 121 (der Ltg. B116) - 146	380 kV Doppelleitung
Mast Nr. 146 - 172	220-/380 kV Vierfachleitung
Mast Nr. 173 - 175	380 kV Doppelleitung

Die Herausforderung hinsichtlich einer Abstandsmaximierung zwischen der geplanten Leitung und der Wohnbebauung bestand in der hohen Zersiedelung der Landschaft. Dennoch wurde in Bereichen, in denen bereits eine Bestandstrasse vorhanden ist, der zuvor geringste Abstand zwischen Leitungssachse und Wohnhaus vergrößert (*siehe Anlage 16.1.5*) Im Bereich der Neubautrasse wurde die Leitungsführung anhand der umweltfachlichen Faktoren festgelegt. In allen Fällen werden die Grenzwerte der 26. BImSchV und die Richtwerte der TA Lärm eingehalten.

## 2 Aufgabenstellung

### 2.1 Allgemein

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens der 380-kV-Leitung Adlkofen - Matzenhof Leitung Nr. B152, sind die mit der Maßnahme verbundenen Immissionen darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung vorgeschriebener Grenz- und Richtwerte zu beurteilen.

Hierbei handelt es sich im Einzelnen um:

- elektrische Felder
- magnetische Felder
- Geräuschemissionen

Mit Hilfe eines zertifizierten Rechenprogramms WinField [1] (*Anlage 16.1.1*) werden die zu erwartenden elektrischen- und magnetischen Feldstärken sowie die Geräuschemissionsgrößen ermittelt.

Für die Berechnungen der elektrischen und magnetischen Felder wurden exemplarisch Spannfelder betrachtet, bei minimalem Bodenabstand auf der gesamten Strecke und unter der Berücksichtigung der ungünstigsten Mastgeometrie für den jeweiligen Masttyp (**Tabelle 2**). Durch die Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte auf diesen kritischen Spannfeldern folgt als logische Konsequenz die Einhaltung der Grenzwerte auf den übrigen Spannfeldern mit gleicher Leiterbelegung.

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

Die elektrischen und magnetischen Felder wurden unter denen in **Tabelle 1** dargestellten Bereichen in jenen Spannungsfelder berechnet, die die geringste Entfernung zur Wohnbebauung aufwiesen. Dabei folgt die Immissionsberechnung der folgenden Logik: Sofern die Grenzwerte der 26. BImSchV auf den Spannungsfeldern mit dem geringsten Abstand zur Wohnbebauung eingehalten werden, gilt dies auch für die übrigen Spannungsfelder mit gleicher Leiterbelegung, da hier der Abstand zur Wohnbebauung entsprechend größer ist.

Die elektrischen und magnetischen Feldstärken wurden auf den drei Abschnitten am jeweils ungünstigsten Standort (geringster Abstand zwischen Leitungsachse und Wohnbebauung sowie zwischen Leiter und Boden) ermittelt.

**Tabelle 2: Gewählte Spannungsfelder für Immissionsberechnung**

Masttyp	Gestänge	minimaler Bodenabstand
Donaumast	D-2-D-2015.32018.3	15 m
Tonnenmast	D-2-D-T-2016.22019.1	15 m
Donau-Einebene Mast	DB-4-DE-2016.1 2019.1	9 8,6 m

## 2.2 Immission der geplanten 380-kV-Leitung bei 65 % Nennlast

Die 100 % Auslastung (4.000 A) der Höchstspannungsfreileitung Adlkofen - Matzenhof hat vor allem theoretischen Charakter. Tatsächlich ist nur bis zu einer Auslastung von ca. 65 % der Nennlast der (n-1)-sichere Netzbetrieb möglich (siehe auch *Anlage 2 – Erläuterungsbericht*, Kapitel 3.2 – Energiewirtschaftliche Notwendigkeit), weshalb dieser Wert in der Regel nicht überschritten wird.

Die gemäß der TA Lärm und der 26. BImSchV zu ermittelnden Grenz- und Richtwerte sind jedoch unter der Annahme einer theoretisch maximalen Auslastung zu ermitteln.

Die Grenz- und Richtwerte werden auch bei maximaler Auslastung der Leitung eingehalten, weshalb auf eine separate grafische Felddarstellung bei 65 % der Nennlast verzichtet wird.

## 2.3 Nachweis der Immissionen im Wohnumfeld nahen Bereich bei Nennlast der Leitung

Für maßgebliche Immissionsorte innerhalb eines Bereiches von bis zu 20 m (Bewertungsabstand) vom ruhenden, äußeren Leiterseil ist nachzuweisen, dass die zu erwartenden elektrischen und magnetischen Felder die geltenden Grenzwerte der 26. BImSchV einhalten.

Des Weiteren sind die Koronageräusche der Leitung zu ermitteln und den entsprechenden Richtwerten der TA Lärm gegenüber zu stellen. Der Nennlastbetrieb ist ein theoretischer

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

Lastfall der einen (n-1)-sicheren Netzbetrieb nicht zulässt und nur selten und für kurze Zeit auftreten kann. Der Nachweis der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung ist nach **Landesausschuss für Immissionsschutz (LAI)** gefordert und als Worst-Case-Betrachtung zu verstehen.

### 3 Grenz- und Richtwerte der Immissionen

#### 3.1 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. 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 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ) 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

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

Strukturen oder Bewuchs, gut abgeschirmt. Magnetfelder hingegen können anorganische und organische Stoffe nahezu ungestört durchdringen.

### 3.2 Rechtliche Grundlagen und Anforderungen

Für elektrische Anlagen mit Nennspannungen >1 kV ist seit dem 14. August 2013 die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) in geänderter Fassung gültig. Die Regelungen der 26. BImSchV [2] finden nach deren § 1 Abs. 2 Nr. 2 auf die Errichtung und den Betrieb von Niederfrequenzanlagen wie das hier zu beurteilende Freileitungsvorhaben Anwendung. Nach § 3 der 26. BImSchV [2] sind Niederfrequenzanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass in ihrem Einwirkungsbereich in Gebäuden oder auf Grundstücken, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung und unter Berücksichtigung von Immissionen durch andere Niederfrequenzanlagen die im Anhang 1a der 26. BImSchV [2] bestimmten Grenzwerte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte nicht überschritten werden. Es sind folgende Immissionsgrenzwerte festgelegt:

- Elektrische Feldstärke: 5 kV /m
- Magnetische Flussdichte: 100 µT (50% von 200 µT)

Die in der Verordnung genannten Grenzwerte basieren auf den im Jahr 2010 von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) bis heute vorgeschlagenen Grenzwerten 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 ICNIRP ihre Grenzwertempfehlung für niederfrequente magnetische Wechselfelder im Jahr 2010 auf 200 µT angehoben. In Deutschland bleibt hingegen der niedrigere Grenzwert von 100 µT bestehen.

Vom Landesausschuss für Immissionsschutz (LAI) wurde eine Richtlinie zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder erstellt. In dieser Richtlinie sind im Kapitel II.3.1 die Einwirkbereiche von Niederfrequenzanlagen und die maßgeblichen Immissionsorte beschrieben. Für die Bestimmung der im Sinne des § 3 Satz 1 und § 4 maßgeblichen Immissionsorte reicht es zur Umsetzung der 26. BImSchV aus, maßgebliche Immissionsorte, welche **sich** im untenstehend aufgelisteten Nahbereich um eine Anlage (Freileitung) befinden, zu betrachten.

Breite des jeweils an den ruhenden äußeren Leiter angrenzenden Streifens:

- 380-kV-Freileitungen 20 m
- 220-kV-Freileitungen 15 m
- 110 kV-Freileitungen 10 m



	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

Industriegebiet	70 / 70
Gewerbegebiet	65 / 50
Kerngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete	60 / 45
Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	55 / 40
Reine Wohngebiete	50 / 35
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45 / 35

Für Wohngebäude im Außenbereich gelten grundsätzlich die Werte für Mischgebiete.

Nach Nr. 3.2.1 TA Lärm darf die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, wenn der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist. Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte der TA Lärm am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

Zusammenfassend hat die schalltechnische Untersuchung ergeben, dass das geplante Vorhaben unter den in diesem schalltechnischen Gutachten berücksichtigten Voraussetzungen und schalltechnischen Vorgaben, insbesondere bzgl. verwendeter Leiterseile und Mindestabstände zu Bebauungen entlang der Trasse, aus immissionsschutzfachlicher Sicht realisiert werden kann.

Dem Ergebnis der schalltechnischen Prüfung nach, ist bei antragsgemäßer Errichtung der Trasse sowie bei ordnungsgemäßigem Betrieb der Freileitungen sichergestellt, dass

- schädliche Umwelteinwirkungen, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen durch Lärm für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden und dass
- Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen durch Lärm getroffen ist, insbesondere durch die dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung durch die Verwendung von 4-er Bündel-Leiterseilen bei den 380-kV-Stromkreisen sowie durch die Einhaltung der in diesem Gutachten genannten Mindestabstände zu schutzbedürftigen Wohnbebauungen.

Die schalltechnische Untersuchung ist in der *Anlage 16.2* hinterlegt.

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

## 4 Berechnungen der Immissionen

### 4.1 Allgemein

Mittels des Rechenprogramms WinField, [1], der Firma Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie (FGEU), Berlin, wurden die zu erwartenden

- elektrischen Felder
- magnetischen Felder
- Geräuschemissionen

ermittelt.

Für die Bestimmung der im Sinne des § 3 Satz 1 und § 4 maßgeblichen Immissionsorte reicht es zur Umsetzung der 26. BImSchV [2] aus, maßgebliche Immissionsorte welche in Kapitel 3.2 aufgelistet sind, zu betrachten.

Vorsorglich wurden Berechnungen des magnetischen und elektrischen Feldes in einem Einwirkbereich von bis zu 100 m (statt 20 m gemäß 26. BImSchV [2] und LAI [3]) vom ruhenden Leiterseil durchgeführt. Die dazugehörigen Ergebnisse sind aus der *Anlage 16.1.5* zu entnehmen.

Für die 380-kV-Leitung Adlkofen - Matzenhof wurden Berechnungen der elektrischen und magnetischen Felder angefertigt. Hierzu wurden die in der **Tabelle 87** aufgeführten Randbedingungen (entsprechend der 26. BImSchV [2], LAI [3] und vorsorglich in einem Korridor von 100 m beidseitig) berücksichtigt.

Seitens des TÜV Süd wurde ein Schallgutachten erstellt, dem die mit WinField berechneten Geräuschemissionen zu Grunde liegen. ~~Die in diesem Bericht angegebenen Geräuschimmissionspegel enthalten einen vorsorglichen Zuschlag für Tonhaltigkeit von 3dB(A)~~ (s. Kap. 5.2 des Schallgutachtens *Anlage 16.2*).

### 4.2 Immissionen der geplanten 380-kV-Leitung bei Nennlast (theoretischer Wert)

#### 4.2.1 Allgemein

Die in Abschnitt 4.2 ermittelten elektrischen und magnetischen Felder sowie die akustischen Geräusche basieren auf der Annahme, dass die geplante 380-kV-Leitung mit der maximalen Anlagenauslastung, d.h. mit dem max. betrieblichen Dauerstrom betrieben wird. Die zu erwartenden Geräuschimmissionen wurden mit der höchsten Betriebsspannung  $U_s$  nach [5], [6] berechnet, da hier bei regnerischem und/oder nebeligem Wetter die größten Geräusche zu erwarten sind. Die Berechnung der elektrischen Felder erfolgte ebenfalls mit der höchsten Betriebsspannung  $U_s$ .

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

~~Aus Sicherheitsgründen (n-1 Sicherheit) werden 380-kV-Leitungen jedoch die überwiegende Zeit mit höchstens rund 65% ihrer Nennlast betrieben. Dies bedeutet, dass der Leiterstrom an Stelle von 4.000 A nur noch 2.600 A beträgt. Die davon abhängigen magnetischen Felder reduzieren sich entsprechend ebenso. Auf einen separaten Nachweis wird aus diesem Grund verzichtet.~~

Der 100%-Betrieb findet in Realität ~~nur~~ im (n-1)-Fall statt, bzw. wäre beim Eintritt sofort durch die Schaltleitung zu beheben, da im Fehlerfall die Aufrechterhaltung der Versorgung gefährdet sein kann, bzw. die Gefahr besteht, dass Betriebsmittel im Fehlerfall durch Überlastung zerstört würden. Dies bedeutet, dass im Regelbetrieb geringere Immissionen vorliegen als im Abschnitt 4.3 ermittelt. Selbst die hier ermittelten Werte treten nur bei betrieblicher Vollauslastung der Leitung auf. Dies ist als seltenes Ereignis zu betrachten, so dass die überwiegende Zeit deutlich niedrigere Werte vorliegen werden.

Die Immissionsberechnungen wurden auf den verschiedenen Abschnitten unter Worst-Case-Bedingungen hinsichtlich der Schallimmissionen und magnetisches Feld durchgeführt (d.h. schlechteste Phasenlage bei maximaler Auslastung). Die drei Berechnungsspannfelder visualisieren in der Anlage 16.1.2 – 16.1.4 die elektrischen und magnetischen Felder und repräsentieren durch ihre Auswahl den gesamten Trassenverlauf. So wurde auf jedem Abschnitt mit unterschiedlicher Leitungsbelegung jeweils das Spannungsfeld bei minimalen Bodenabstand und die ungünstigste Traversenausladung untersucht. Die untersuchten Spannungsfelder werden in **Tabelle 4** aufgelistet.

**Tabelle 4: Musterspannfelder für elektrische und magnetische Felder**

Masttyp	Stromkreise	Spannungsfeldlänge
Donau	2 x 380 kV	402 m
Tonne	2 x 380 kV	420 m
Donau-Einebene	2 x 380 kV 2 x 220 kV	424 m

Entsprechend den Berechnungsparametern wurden die elektrischen und magnetischen Felder mit Hilfe des Programms WinField [1] jeweils für ein Musterspannungsfeld je Leitungsanordnung berechnet. In **Tabelle 8** werden die Ergebnisse bei 100% Nennlast dargestellt.

#### **4.2.2 — Berechnungsparameter bei 65% Nennlast (Normalbetrieb)**

~~In der **Tabelle 5** sind die Berechnungsparameter zusammengefasst, die der Berechnung der elektrischen und magnetischen Felder bei 65% Nennlast zu Grunde liegen.~~

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
	<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>	

**Tabelle 5: Berechnungsparameter der geplanten 380-kV-Leitungen bei 65% Nennlast (Normalbetrieb)**

	Mast Nr. 121 (der Ltg. B116) – 146 173 - 175	Mast Nr. 146 - 172
Nennspannung $U_n$	380 kV	220/380 kV
höchste Betriebsspannung $U_s$	420 kV	245/420 kV
Strom im Regelbetrieb	2600 A	1300/2600 A
Mastart	Donau - Donau Donau – Tonne Tonne -Tonne	Donau-Einebene
Leiterseil	2x3x4 565-AL1/72-ST1A	2x3x4 565-AL1/72-ST172 2x3x2 264-AL1/34-ST1A
Erdseil	2x 265/35	2x 265/35

#### 4.2.3 ~~Ergebnisse bei 65% Nennlast~~

~~Die maximalen Werte des magnetischen Feldes bei 1300/2.600 A Betriebsstrom sind in der Tabelle 6 zusammengefasst. Die Werte beziehen sich jeweils auf die im Spannfeld ermittelten Höchstwerte (1 m über Boden). Erwartungsgemäß sind im Normalbetrieb das magnetische Feld beträchtlich und das elektrische Feld geringfügig kleiner gegenüber der maximalen Anlagenauslastung.~~

~~Tabelle 6: Ergebnisse für elektrische und magnetische Felder bei 65% Nennlast (Normalbetrieb, maximale Werte Endausbau)~~

Spannfeld zw. Mast Nr.	Masttyp	Stromkreise	B-Feld	E-Feld
<del>D1 – D2</del>	<del>Donau – Donau</del>	<del>2 x 380 kV</del>	<del>23,08 µT</del>	<del>3,90</del>
<del>T1 – T2</del>	<del>Tonne – Tonne</del>	<del>2 x 380 kV</del>	<del>20,70 µT</del>	<del>3,82</del>
<del>DE1 – DE2</del>	<del>Donau – Einebene</del>	<del>2 x 220 kV 2 x 380 kV</del>	<del>37,17 µT</del>	<del>4,76</del>

## 4.3 Nachweis der Immissionen im Wohnumfeld nahen Bereich bei Maximallast der Leistung

### 4.3.1 Allgemein

Die 380-kV-Leitung Adlkofen – Matzenhof führt im überwiegenden über landwirtschaftliche als auch forstwirtschaftliche Flächen. Sie tangiert in Teilbereichen Gebiete mit Wohn- und Landwirtschaftsgebäuden.

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

Nach den Hinweisen zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder des Ländersausschusses für Immissionsschutz [3] sind für 380-kV-Freileitungen in einem angrenzenden Streifen von 20 m zum äußeren, ruhenden Leiter die elektrischen und magnetischen Felder zu ermitteln und den vorgegebenen Grenzwerten der 26. BImSchV [2] gegenüberzustellen. Um den Einsatz von hohen Maschinen durch die Landwirtschaft nicht einzuschränken, entschied die Vorhabensträgerin den Mindestabstand zwischen den Leiterseilen und dem Erdboden (EOK) gegenüber dem in der Norm DIN EN 50341 [5], [6] geforderten Abstandswert von 7,70 m auf ~~15,0~~ **mindestens ca. 8,6 m** zu erhöhen, **wobei in den meisten Spannungsfeldern die Bodenabstände deutlich höher sind**. Die Leitungsparameter der neuen 380-kV-Leitung sind der **Tabelle 5** zu entnehmen.

Die Immissionswerte wurden bei Gebäuden in 1 m (Erdgeschoss) und 4 m (erster Stock) über Erdoberkante (EOK) in einem Korridor von 100 m beidseitig der Leitung, wo sich Immissionsorte befinden, ermittelt.

#### 4.3.2 Berechnungsparameter

**Tabelle 7: Berechnungsparameter für die geplante 380-kV-Leitung bei 100% Nennlast**

	Mast Nr. 121 (der Ltg. B116) – 146 173 - 175	Mast Nr. 146 - 172
Nennspannung $U_n$	380 kV	220/380 kV
höchste Betriebsspannung $U_s$	420 kV	245/420 kV
Nennstrom	4000 A	2000/4000 A
Mastart	Donau Tonne	Donau-Einebene
Leitenseil	2x3x4 565-AL1/72-ST1A	2x3x4 565-AL1/72-ST172 2x3x2 264-AL1/34-ST1A
Erdseil	2x 265/35	2x 265/35

Die Geometrie der Maste, die Spannungsfeldlängen, die Seildurchhänge sowie die Lage der tangierten Gebäude sind den Anlagen der Planfeststellungsunterlagen Nrn. 7.1 (Lagepläne), 8.1 (Längenprofile) zu entnehmen.

#### 4.3.3 Berechnungen

Entsprechend der Anforderungen der 26. BImSchV [2] wurden die elektrischen Felder und die Geräuschimmissionen mit der höchsten Spannung für Betriebsmittel  $U_m = 420$  kV ermittelt.

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
	<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>	

**Tabelle 8: Ergebnisse für elektrische und magnetische Felder bei 100% Nennlast (Musterspannfeld) maximale Werte Endausbau**

Spannfeld zw. Mast Nr.	Masttyp	Stromkreise	B-Feld	E-Feld
D1 – D2	Donau - Donau	2 x 380 kV	38,47-39,4 µT	3,90 4,0 kV/m
T1 – T2	Tonne - Tonne	2 x 380 kV	34,50-35,9 µT	3,82 3,9 kV/m
DE1 – DE2	Donau - Einebene	2 x 220 kV 2 x 380 kV	62,86 51,9 µT	4,76 4,9 kV/m

~~TenneT wird~~ Die Grenzwerte der 26. BImSchV [2] werden auch bei maximaler Anlagenauslastung und minimalen Bodenabstände in dem Bereich der 380-kV-Leitung B152 einhalten.

Die mitgeführte 220-kV- Leitung Pirach – Tann B69, zwischen Mast 146 -172 der 380-kV-Leitung Adlkofen – Matzenhof, wurde bei den Berechnungen berücksichtigt.

#### 4.3.4 Ergebnisse

Die Werte der elektrischen und magnetischen Felder wurden für die überspannten Flurstücke und vorsorglich für Flurstücke in einem Korridor bis zu 100 m auf denen sich maßgebliche Immissionsorte befinden, ermittelt. Die Berechnungen wurden in 1 m über EOK auf dem Flurstück und in 4 m über EOK am Objekt (ersten Stock) durchgeführt. In der **Anlage 16.1.5** sind in tabellarischer Form, geordnet nach Abspannabschnitten, die zu erwartenden Werte der elektrischen und magnetischen Felder für die untersuchten Gebäude aufgelistet.

~~Es ist festzustellen, dass entlang des gesamten Leitungsvorlaufes im Bereich von Häusern und Grundstücken (die nicht nur dem vorübergehenden Aufenthalt von Menschen gem. 26. BImSchV zuzuordnen sind) liegen die zu erwartenden magnetischen und elektrischen Felder deutlich unterhalb der vom Gesetzgeber festgelegten Grenzwerte.~~

~~Im gesamten Verlauf der Leitung liegen im Bereich von Wohnhäusern die zu erwartenden Geräuschimmissionen durch Koronageräusche bei Regenwetter unterhalb von 40 dB(A). Damit werden die Immissionsrichtwerte für allgemeine Wohngebiete in der Nacht gemäß TA Lärm eingehalten. Die Ergebnisse werden in einem separaten Gutachten durch den TÜV Süd in Anlage 16.2 dargestellt.~~

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

## 5 Prüfung des Minimierungsgebotes

Der geplante Trassenabschnitt der 380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof (B152) wurde im Kapitel 5 entsprechend der 26. BImSchVVwV [8] vorgeprüft und die Minimierungsmaßnahmen in Absprache mit der Vorhabenträgerin TenneT ermittelt.

Die Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der 26. BImSchV [2], 26. BImSchVVwV [8] konkretisiert diese Anforderungen und schreibt die durchzuführenden planerischen Prüfschritte vor. Die Umsetzung des Minimierungsgebotes erfolgt dabei in drei Teilschritten:

- Vorprüfung
- Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen
- Maßnahmenbewertung

Darüber hinaus legt § 4 Absatz 2 der 26. BImSchV im Rahmen der Vorsorge ein sog. Minimierungsgebot fest. Dieses wird durch die 26. BImSchVVwV in der Fassung vom 26.02.2016 konkretisiert. Dieses ist für das hier beantragte Vorhaben im Sinne der Vorprüfung gemäß 3.2.1 der Verordnung relevant, da sich mehrere Wohnhäuser (maßgebliche Minimierungsorte gemäß 2.11 26. BImSchVVwV) sich somit gemäß 3.2.1.2 der Verordnung im Einwirkungsbereich (Abstand von 400 m zur Bodenprojektion des äußeren Leiters der 380-kV-Freileitung) befinden.

Im Folgenden wird die Anwendung des Minimierungsgebots nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchVVwV [8] abgeprüft.

### 5.1 Vorprüfung

#### 5.1.1 Prüfung des Bewertungsabstandes gemäß 26. BImSchVVwV

Befinden sich innerhalb des Bewertungsabstandes (20 m ausgehend von der Bodenprojektion des jeweils ruhenden äußeren Leiterseils für die 380-kV Leitung) der geplanten Anlagen maßgebliche Minimierungsorte, ist eine individuelle Prüfung für die maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes erforderlich.

Eine Auflistung der relevanten Minimierungsorte ist der Anlage 16.1.7 zum Immissionsbericht zu entnehmen. Die genaue Lage des Vorhabens ist in der Anlage 7 der Planfeststellungsunterlagen dargestellt.

#### 5.1.2 Prüfung des Einwirkungsbereiches gemäß 26. BImSchVVwV

Für alle anderen maßgeblichen Minimierungsorte erfolgt die Prüfung am Bezugspunkt. Als Bezugspunkt (BP) bezeichnet man den Punkt, der im Bewertungsabstand auf der kürzesten Geraden zwischen dem jeweiligen maßgeblichen Minimierungsort und der jeweiligen Trassenachse liegt. Bei dichter Bebauung, d. h. einer Vielzahl von Bezugspunkten, können

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

repräsentative Bezugspunkte gewählt werden. Bei der Ermittlung der maßgeblichen Minimierungsorte wurden der in der 26. BImSchVVwV [8] genannte konservative Pauschalwert für den Einwirkungsbereich von 400 m bei einer 380-kV-Freileitung (außerhalb des Bewertungsabstandes) herangezogen.

Für das Vorhaben ist im Sinne der 26. BImSchVVwV [8] zu prüfen, ob mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der Anlage liegt. Ausgangspunkt für die Festlegung des Einwirkungsbereichs ist gemäß Begriffsbestimmung 2.5 der 26. BImSchVVwV [8] immer die Bodenprojektion des ruhenden äußeren Leiters.

Die Vorprüfung hat gezeigt, dass im Einwirkungsbereich (400 m) der 380-kV-Freileitung Altheim - Matzenhof (B152) sich mehrere maßgebliche Minimierungsorte gemäß 2.11 der 26. BImSchVVwV befinden.

Aufgrund der hohen Anzahl der maßgeblichen Immissionsorte innerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage hat man auf die Berechnung an einzelnen Bezugspunkte verzichtet. Stattdessen wurden die elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte an repräsentativen Bezugspunkten exemplarisch in den Musterspannfeldern ermittelt und dargestellt. Die dazugehörigen Ergebnisse sind aus der Anlagen 16.1.2, 16.1.3 und 16.1.4 zu entnehmen.

### **5.1.3 Nachweis der Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen**

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 3.2 ist zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen der Nachweis zu erbringen, dass 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.

## **5.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen**

Die untenstehenden Minimierungsmaßnahmen wurden von der Vorhabenträgerin bewertet.

Grundsätzlich ist bei der Planung von Leitungen darauf zu achten, dass die entstehenden Emissionen minimiert werden. Dies wird bei der 380-kV-Freileitung Adlkofen bis Matzenhof durch mehrere Maßnahmen erreicht.

- Abstandsoptimierung
- Elektrische Schirmung
- Minimieren der Seilabstände
- Optimieren der Mastkopfgeometrie
- Optimieren der Leiteranordnung

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

### Abstandsoptimierung

Im Bereich des Bezugspunktes bei der 2 x 380-kV-Leitung mit dem geringsten Abstand zwischen Wohnhaus und Leitungsachse (~~57,6 m~~ 73,0 m, Spannfeld 115 – 116) beträgt der minimale Bodenabstand der 380-kV-Leiter ca. ~~15,3 m~~ 16,75 m. Der geringste Abstand zwischen Wohnhaus und Leitungsachse im Bereich der 220-kV-Mitnahme zwischen den Masten Nr. 146 – 172 hat im Spannfeld ~~151-150~~ – 152 eine Länge von ~~82,2 m~~ 62,2 m. Der minimale Bodenabstand der 220-kV-Leiter beträgt dabei ca. ~~9,2 m~~ 30,3 m.

Im Sinne des Minimierungsgebotes hat bereits insoweit eine deutliche Optimierung stattgefunden, als diese minimalen Bodenabstände die nach Norm geforderten Mindestbodenabstände für 220- und 380-kV-Leitungen teilweise deutlich übertreffen.

Darüberhinausgehende Optimierungsmaßnahmen (z.B. weitere Masterhöhung oder Einsatz zusätzlicher Masten) beinhalten nur noch geringe Minimierungspotentiale und sind aufgrund des damit verbundenen Aufwandes unverhältnismäßig. Im betrachteten Leitungsabschnitt ohne 220-kV-Mitnahme wird der nach DIN EN 50341 geforderte minimale Bodenabstand sogar erheblich übertroffen.

Eine darüberhinausgehende Erhöhung der Bodenabstände durch Masterhöhungen hätte, insbesondere aufgrund der Entfernung zu den maßgeblichen Minimierungsorten, nur eine sehr geringe weitere Immissionsreduzierung zur Folge und ist aufgrund des damit verbundenen Aufwandes unverhältnismäßig. Gleichzeitig bedingt die damit verbundene Erhöhung einen zusätzlichen Eingriff ins Landschaftsbild. 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.

### Elektrische Schirmung

Die Maßnahme der elektrischen Schirmung umfasst das zusätzliche Anbringen von Schirmflächen- oder Leitern unterhalb oder seitlich der spannungsführenden Leiter. Eine Schirmung beeinflusst ausschließlich das elektrische Feld und würde durch die o.g. Maßnahme i.d.R. eine zusätzliche Traverse erfordern, welches sich negativ auf die Masthöhe und somit auch auf das Landschaftsbild auswirken würde. Aufgrund der geringen Wirksamkeit in Anbetracht der deutlich unterschrittenen Grenzwerte für elektrische Felder und der Unverhältnismäßigkeit aufgrund einer zusätzlichen Masterhöhung wird eine elektrische Schirmung nicht vorgesehen.

### Minimieren der Seilabstände

Die Minimierung der Seilabstände wird bereits im Rahmen der Planung durch möglichst geringe Phasenabstände und dem Einsatz von V-Ketten umgesetzt. Eine weitere Reduzierung

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

der Phasenabstände würde die Auswahl des Mastes in Frage stellen und z. B. zu einem Austausch eines Winkelabspannmastes WA140 durch einen WA160 führen. Durch die geänderte Winkelgruppe würde dieser Mast näher an die Wohnbebauung heranrücken müssen. Somit würde sich zwar die Phasenlage am Mast selbst verbessern, auf der anderen Seite der Abstand zum nächstliegenden Wohnhaus aufgrund eines mehr gestreckten Leitungsverlaufes i.d.R. reduzieren. Ähnlich verhält es sich mit Wahl des Tragmastes T1 (Spannfeldlängen bis 450 m) oder T2 (Spannfeldlängen bis 650 m). Zur Überbrückung größerer Spannfelder liegen die Aufhängepunkte der Phasen bei T2 weiter auseinander, was sich zunächst negativ auf die elektrischen und magnetischen Felder auswirkt. Durch die Wahl der T2-Maste konnten jedoch größere Abstände zur Wohnbebauung eingehalten werden und zudem Masten gezielt auf Flurstücks- oder Bewirtschaftungsgrenzen verlegt werden.

Aufgrund des begrenzten Minimierungspotentials bei gleichzeitig nachteiliger Auswirkung wird diese Minimierungsmaßnahme hier nicht angewendet.

### Optimierung der Mastkopfgeometrie

Die 26. BImSchVV bevorzugt grundsätzlich eine vertikale Anordnung der Phase (Tonne) was beim geplanten Leitungsbauvorhaben in 28 von 177 Masten Anwendung findet (dort allerdings aufgrund von Waldschneisen). Eine Donau-Anwendung, die in den übrigen 149 von 151 Fällen Anwendung findet, bietet meist jedoch deutliche Vorteile gegenüber einer Tonnenanbindung hinsichtlich der

- elektrischen Symmetrie (Dreieck-Anordnung)
- Masthöhe (Optimum aus Trassenbreite und Masthöhe)
- Landschaftsbild
- anzusetzender Windlast und damit verbundener Anforderungen an das Gestänge und die Gründung

Der Vorteil von Tonnengestängen, bzw. Doppeltonnengestängen ist an den Maststandorten mit Donaubauweise von nicht ausschlaggebender Relevanz, da bereits durch die Donaubauweise alle Grenzwerte der 26. BImSchV deutlich unterschritten werden und eine weitere Optimierung insbesondere in Hinblick auf das Landschaftsbild daher nicht verhältnismäßig ist.

### Optimierung der Leiteranordnung

Die Leiteranordnung umfasst die Auflage der einzelnen Phasen (L1, L2, L3) auf den Traversen und kann unterschiedliche Konstellationen annehmen. Dabei variieren auch die Feldeinflüsse in Abhängigkeit der Phasenlage. Bei einer vorgegebenen geometrischen Seilanordnung wird die Anschlussreihenfolge der Drehstromleiter an die Seile so gewählt, dass sich die von den einzelnen Leiterseilen ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder bestmöglich kompensieren. Die vorzugswürdige Phasenordnung für das magnetische und das elektrische Feld können unterschiedlich sein, wobei die Minimierung des magnetischen Feldes

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

Vorrang hat. Eine Optimierung des magnetischen Feldes unter Nichteinhaltung der 5 kV/m ist indes ein Ausschlusskriterium.

Aufgrund des damit verbunden erheblichen Aufwandes ist die Änderung der Leiteranordnung unverhältnismäßig und es wird auf die Anwendung dieser Maßnahme verzichtet.

### 5.3 Festlegung und Zusammenfassung der vorgesehenen Minimierungsmaßnahmen

Das Minimierungspotenzial wurde für die 380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof an maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes sowie zusätzlich an den repräsentativen Bezugspunkten ermittelt.

Die Bewertung der Maßnahmen setzt sich wie folgt zusammen:

Abstandsoptimierung	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Elektrische Schirmung	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Minimieren der Seilabstände	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Optimieren der Mastkopfgeometrie	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Optimieren der Leiteranordnung	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

## 6 Ergebnisse

Freileitungen erzeugen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiter elektrische und magnetische Felder. Daher ist die Einhaltung der konkreten Anforderungen der 26. BImSchV [2] für Niederfrequenzanlagen darzulegen.

Entsprechend den Anforderungen der 26. BImSchV [2], der Richtlinie zur Durchführung der Berechnung von elektrischen und magnetischen Feldern LAI [3] und der TA Lärm [5], wurden für die im Bereich der Leitung B152 zu erwartenden Immissionen an Immissionsorten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen bestimmt sind, ermittelt.

Gemäß 26. BImSchV [2] wurden die Berechnungen für die relevanten Immissionsorte sowohl in dem Bewertungsabstand (20 m von ruhenden Leiterseil) als auch an relevanten Immissionsorte aus dem Einwirkungsbereich (bis zu 100 m von ruhenden Leiterseil) der geplanten Anlage durchgeführt.

In der Anlage 16.1.5 sind in tabellarischer Form, geordnet nach Abspannabschnitten, die zu erwartenden Werte der elektrischen und magnetischen Felder für die relevanten Immissionsorte im dem **Einwirkungsbereich der Anlage** aufgelistet.

➤ **Ergebnisse elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte der 380-kV-Leitung Adlkofen - Matzenhof, B152**

### Maximale Werte am maßgeblicher Immissionsort

Maximale Werte innerhalb des Bewertungsabstands am Objekt in 4 m Höhe sind in dem Spannfeld von Mast 150 bis Mast 152 zu erwarten.

#### **Wohngebäude**

Kronwittener Str. 18, 84367 Tann  
Gemarkung Zimmern, Flurstück Nr. 1779

- die elektrische Feldstärke: 0,3 kV/m (ca. 6 % von Grenzwert)
- die magnetische Flussdichte: 3,1 µT (ca. 3 % von Grenzwert)

#### **Flurstück**

Maximale Werte innerhalb des Bewertungsabstands auf dem Flurstück in 1 m Höhe sind in dem Spannfeld von Mast 158 bis Mast 159 zu erwarten.

Blindenöd 1, 84367 Reut  
Randling, Flurstück Nr. 894

- die elektrische Feldstärke: 3,8 kV/m (ca. 76 % von Grenzwert)
- die magnetische Flussdichte: 47,7 µT (ca. 48 % von Grenzwert)

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

Es ist festzustellen, dass entlang des gesamten Leitungsverlaufes im Bereich von Häusern und Grundstücken die nicht nur dem vorübergehenden Aufenthalt von Menschen gem. 26. BImSchV zuzuordnen sind, die zu erwartenden magnetischen und elektrischen Felder **deutlich** unterhalb der vom Gesetzgeber festgelegten Grenzwerte liegen.

### Fazit

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 sowohl als im Bewertungsbereich als auch im Einwirkungsbereich der Leitungsanlagen 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.

Im Bereich von Wohnhäusern sind bei Regenwetter Geräuschimmissionen durch Korona Geräusche zu erwarten. Die Ergebnisse werden in einem separaten Gutachten durch den TÜV Süd in Anlage 16.2 dargestellt.

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

## 7 Glossar und Quellennachweis

A	Ampere (Einheit für elektrischen Strom)
A/m	Ampere pro Meter (Einheit für magnetische Feldstärke)
BAB	Bundesautobahn
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
dB(A)	Dezibel A-bewertet (Geräuschpegel)
TenneT	TenneT TSO GmbH
ES	Erdseil
FfE	Forschungsstelle für Elektropathologie
Hz	Hertz (Einheit für die Frequenz, d.h. Schwingungen pro Sekunde)
IARC	International Agency for Research on Cancer
ICNIRP	Internationale Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung
kV	Kilovolt (1.000 V)
kV/m	Kilovolt pro Meter (1.000 V/m, Einheit für elektrische Feldstärke)
LAI	Länderarbeitsgemeinschaft Immissionsschutz
MVA	Megavoltampere (1.000.000 VA, Blind- oder Scheinleistung)
MW	Megawatt (1.000.000 W, Wirkleistung)
TM	Tragmast
TA Lärm	Technische Anleitung Lärm
UW	Umspannwerk
V	Volt (elektrische Spannung)
WA	Winkelabspannmast
WE	Winkelendmast
WHO	Weltgesundheitsorganisation
μT	Microtesla (0,000001 T, Einheit für magnetische Flussdichte)

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	Org.: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 01.03.2023 Telefon: 0921-50740-4206 Projekt-Nr.: NB.12.023
<b>380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 2: 380-kV Leitung Adlkofen – Matzenhof (B152)</b>		

## 8 Literatur

- [1] Rechenprogramms WinField, Version 2015, der Firma Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie (FGEU), Berlin,
- [2] 26. BImSchV - Verordnung über elektromagnetische Felder v. 16. Dezember 1996
- [3] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) in der überarbeiteten Fassung gemäß Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz, 107. Sitzung, 15. bis 17. März 2004
- [4] Technische Anweisung zum Schutz gegen Lärm; Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Lärm) v. 26. August 1998
- [5] DIN EN 50341-1, April 2010: Freileitungen über AC 45 kV, Teil 1: Allgemeine Anforderungen - Gemeinsame Festlegungen
- [6] DIN EN 50341-3-4, Januar 2011: Freileitungen über AC 45 kV, Teil 3: nationale normative Festlegungen (NNA)
- [7] DIN EN 62311, September 2008: Bewertung von elektrischen und elektronischen Einrichtungen in Bezug auf Begrenzungen der Exposition von Personen in elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz)
- [8] 26. BImSchVVwV, 26. Februar 2016: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder