

**380-kV Leitung Altheim – Matzenhof  
Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen**


<p>Aufgestellt: Bayreuth, den <b>13.03.2020</b></p> <p>i. V. gez. Thomas Ehrhardt-Unglaub</p> <p>i. A. gez. Lars Fischer</p>	<p><b>Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren</b></p> <p><b>Deckblatt</b></p>
--	---

Errichtung einer 380-kV-Leitung zwischen Umspannwerk Altheim und Adlkofen  
(Kreuzungspunkt der 380-kV-Leitung Isar – Ottenhofen, B116).

Prüfvermerk:	Ersteller				
Datum					
Unterschrift					


Änderungen: <b>13.03.2020</b> Rev.-Nr.		
	Datum	Erläuterungen
	Anlagen: s. Ziff. 8-	

Anhänge: **siehe Anlagen**

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		<b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>3</b>
1.1	Der Vorhabenträger	3
1.2	Projektdefinition und -umfang	3
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
2.1	Allgemein	3
2.2	Immissionsvergleich bestehende 220-kV-Leitung mit geplanter 380-kV-Leitung	4
2.3	Immissionen der geplanten 380-kV-Leitung bei 65% der Nennlast	4
2.4	Nachweis der Immissionen im Wohnumfeld nahen Bereich bei Nennlast der Leitung	4
2.5	Immissionen während vorläufiger Betriebsphase	4
<b>3</b>	<b>Grenz- und Richtwerte der Immissionen</b>	<b>5</b>
3.1	Allgemein	5
3.2	Elektrische und magnetische Felder	5
3.3	Geräusche	8
<b>4</b>	<b>Berechnung der Immissionen</b>	<b>8</b>
4.1	Allgemein	8
4.2	Immissionsvergleich bestehende 220-kV-Leitung mit geplanter 380-kV-Leitung	9
4.2.1	Berechnungsparameter	9
4.2.2	Ergebnisse	10
4.3	Immissionen der geplanten 380-kV-Leitung bei 65% der Nennlast (Normalbetrieb)	10
4.3.1	Allgemein	10
4.3.2	Berechnungsparameter	11
4.3.3	Berechnung	12
4.3.4	Ergebnisse	12
4.4	Nachweis der Immissionen im Wohnumfeld nahen Bereich bei Nennlast der Leitung	12
4.4.1	Allgemein	12
4.4.2	Berechnungsparameter	13
4.4.3	Berechnung	14
4.4.4	Ergebnisse	14
<b>5</b>	<b>Gleichzeitige Immissionen von elektromagnetischen Feldern der geplanten 380-kV-Leitung und Feldern von Hochfrequenzsendeeinrichtungen</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Abkürzungen / Einheiten</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Anlagen</b>	<b>18</b>

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		<b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>

## 1 Allgemeines

### 1.1 Der Vorhabenträger

Die TenneT TSO GmbH (TenneT) ist einer der vier deutschen Höchstspannungs-Übertragungsnetzbetreiber. Der Sitz der Unternehmensleitung ist Bayreuth. TenneT betreibt eines der größten Übertragungsnetze Kontinentaleuropas. Es reicht in Nord-Süd-Richtung von Dänemark bis zu den Alpen und deckt mit einem Netzgebiet von ca. 150.000 km<sup>2</sup> rund 40 % der Fläche Deutschlands ab. Das Stromnetz erstreckt sich somit auch über Bayern. TenneT stellt ihr Übertragungsnetz allen Kunden diskriminierungsfrei zur Verfügung und stellt die durchgängige Versorgung mit elektrischer Energie sicher.

### 1.2 Projektdefinition und -umfang


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 Umwälzungen 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 geboten.

Deshalb beabsichtigt TenneT den Ersatz der 220-kV Verbindung zwischen Altheim bei Landshut und St. Peter durch 380-kV Leitungen. Hier gegenständlich ist die 380-kV Leitung Altheim – Matzenhof im ersten Teilabschnitt 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen. Die planfestzustellende 380 kV Leitung orientiert sich an der Trassenführung der 220-kV Bestandsleitung.

## 2 Aufgabenstellung

### 2.1 Allgemein

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens der 380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof im ersten Teilabschnitt 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen, Ltg. Nr. B151, sind die mit der Maßnahme verbundenen Immissionen darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung vorgeschriebener Grenz- und Richtwerte zu beurteilen.

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		<b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>

Hierbei handelt es sich im Einzelnen um:

- elektrische Felder
- magnetische Felder
- Geräuschemissionen

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

## **2.2 Immissionsvergleich bestehende 220-kV-Leitung mit geplanter 380-kV-Leitung**

An Hand von Musterspannfeldern werden die elektrischen und magnetischen Feldstärken sowie die Geräuschemissionen, an der jeweiligen Einwirkungsbereichsgrenze nach LAI, der bestehenden 220-kV-Leitung mit den zu erwartenden Werten der geplanten 380-kV-Leitung verglichen. Die einzelnen Feldstärken und Geräuschemissionspegel sind zu ermitteln und den Grenz- bzw. Richtwerten gegenüberzustellen.

## **2.3 Immissionen der geplanten 380-kV-Leitung bei 65% der Nennlast**


An Hand eines Musterspannfeldes werden die elektrischen und magnetischen Feldstärken der geplanten 380-kV-Leitung bei 65 % der Nennlast ermittelt. Die einzelnen Feldstärken sind den Grenzwerten gegenüberzustellen. 65% der Nennlast ist ein Wert bei dem noch ein (n-1)-sicherer Netzbetrieb möglich ist. Dieser Lastfall stellt im Normalbetrieb die vollständig ausgelastete Leitung dar und ist somit ein sehr seltenes Ereignis.

## **2.4 Nachweis der Immissionen im Wohnumfeld nahen Bereich bei Nennlast der Leitung**

Innerhalb eines Bereiches von bis zu 20 m vom ruhenden, äußeren Leiterseil sind die zu erwartenden elektrischen und magnetischen Felder nachzuweisen und den Grenzwerten gegenüberzustellen. Des Weiteren sind die akustischen Geräusche zu ermitteln und den Richtwerten gegenüber zu stellen. Der Nennlastbetrieb ist ein theoretischer Lastfall der einen (n-1)-sicheren Netzbetrieb nicht zulässt und in Realität nicht vorkommt. Der Nachweis des Nennlastbetriebs ist nach LAI gefordert und als Worst-Case-Betrachtung zu verstehen.

## **2.5 Immissionen während vorläufiger Betriebsphase**

Netzbedingt kann die Leitung erst mit 380-kV betrieben werden, wenn bis St. Peter in Österreich

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		<b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>

380-kV Verbindungen realisiert sind. Somit werden Teile der planfestzustellenden Leitung entsprechend dem Baufortschritt an die bestehende Leitung angeschlossen und mit 220-kV betrieben. Hierfür wird kein gesonderter Nachweis geführt. Durch die Begrenzung des maximal möglichen Stromes auf den Wert der Bestandsleitung sind sowohl das elektrische als auch das magnetische Feld deutlich niedriger als im Nennlastfall für 380-kV nachgewiesen wird. Die Geräuschemissionen sind bei 220-kV und einer Viererbündel-Beseilung der Stromkreise als nicht immissionsrelevant einzustufen.

### **3 Grenz- und Richtwerte der Immissionen**

#### **3.1 Allgemein**


Für das Genehmigungsverfahren sind die mit der Maßnahme verbundenen Immissionen darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung vorgeschriebener Grenzwerte bzw. auf Grundlage von Richtwerten zu beurteilen. Hierbei handelt es sich um elektrische und magnetische Felder sowie um Geräuschemissionen, die von der geplanten 380-kV-Leitung erzeugt werden können.

#### **3.2 Elektrische und magnetische Felder**

Im Bereich von Freileitungen treten auf Grund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiterseile elektrische und magnetische Felder auf. Es handelt sich um Wechselfelder mit einer Frequenz von 50 Hertz (Hz). Diese Frequenz gehört zum so genannten Niederfrequenzbereich.

Ursache des elektrischen Feldes ist die Spannung. Die elektrische Feldstärke wird in V/m oder kV/m angegeben. Der Betrag hängt ab von der Höhe der Spannung, der Ausführung und der geometrischen Anordnung der Außenleiter und Erdseile am Mast, der Abstände zum Boden und zu geerdeten Bauteile sowie der Anzahl der Erdseile. Da Netze mit annähernd konstanter Spannung betrieben werden, ergibt sich hierdurch kaum eine Variation der Feldstärke. Die Feldstärke verändert sich lediglich geringfügig durch die mit der vom Leiterstrom abhängenden Leiterseiltemperatur und dem daraus resultierenden Seildurchhang und Bodenabstand.

Ursache für das magnetische Feld ist der elektrische Strom. Die magnetische Feldstärke wird in A/m angegeben. Bei niederfrequenten Feldern wird als zu bewertende Größe die magnetische Flussdichte herangezogen. Diese ist mit der Konstante  $\mu_0$  und der spezifischen Konstante  $\mu_r$ , welche für Luft gleich 1 ist, mit der magnetischen Feldstärke über den Faktor  $\mu_0 \times \mu_r$  verknüpft. 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.

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b> <b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		

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 ab von der Ausführung und der räumlichen Anordnung der Leiterseile und Erdseile am Mast, den Abständen zum Boden und zu geerdeten Bauteilen sowie der Anzahl der Erdseile. Die Flussdichte verändert sich ferner durch die vom Leiterstrom abhängige Leiterseiltemperatur und dem daraus resultierenden Leiterseildurchhang und Bodenabstand.

Die stärksten elektrischen und magnetischen Felder treten im Nahbereich der Leitungen zwischen den Masten am Ort des geringsten Bodenabstandes der Leiterseile auf. Die Stärke der Felder nimmt mit zunehmender seitlicher Entfernung von der Leitung schnell ab.


Elektrische Felder können durch elektrisch leitfähige Materialien, z.B. durch bauliche Strukturen oder Bewuchs, gut abgeschirmt werden. Magnetfelder können anorganische und organische Stoffe nahezu ungestört durchdringen.

Für elektrische Anlagen mit Nennspannungen größer 1 kV ist seit dem 22. August 2013 die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) in geänderter Fassung gültig. Dort sind zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen für Gebäude oder Grundstücke, die nicht nur dem vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen, folgende Immissionsgrenzwerte für Freileitungen mit einer Frequenz von 50 Hz festgelegt:

- Elektrisches Feld 5 kV/m
- Magnetische Flussdichte 100 µT (50 % von 200 µT)

Die in der Verordnung genannten Grenzwerte basieren auf den vor dem 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.

Die in Deutschland anzunehmenden Rahmenbedingungen für Berechnungen und Beurteilungen geben die höchste betriebliche Anlagenauslastung vor (Nennlast). Diese wird für die betrachtete Leitung durch die Stromtragfähigkeit moderner Schaltfelder in den Umspannwerken begrenzt.

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		<b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>


Im Betrieb wird die beantragte Leitung aus Gründen der (n-1)-Sicherheit nicht mit der zugrunde gelegten Nennlast betrieben, sondern bis zu rund 65 % der Nennlast. Dementsprechend geringer sind auch die auftretenden Magnetfelder. In einigen EU-Ländern werden andere Rahmenbedingungen zur Berechnung der Grenzwerte, wie z. B. der durchschnittliche Betriebsstrom, vorgeschrieben. Die genannten Werte sind daher international nicht ohne Weiteres miteinander vergleichbar.

Vom Landesausschuss für Immissionsschutz (LAI) wurde eine Richtlinie zur Durchführung der Berechnung von elektrischen und magnetischen Feldern festgelegt [3]. In dieser Richtlinie sind im Kapitel II.3.1 die Einwirkbereiche von Niederfrequenzanlagen und maßgebenden Immissionsorten beschrieben. Für die Bestimmung der im Sinne des § 3 Satz 1 und § 4 maßgebenden Immissionsorte reicht es zur Umsetzung der 26. Bundes-Immissionsschutzverordnung aus, die untenstehend aufgelisteten Nahbereiche um eine Anlage (Freileitung) 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
- Freileitungen mit Spannung kleiner 110 kV 5 m

Aufgrund der Mastgeometrie ergeben sich daraus bei der 380-kV Leitung Altheim – Matzenhof im ersten Teilabschnitt 380-kV Leitung Altheim - Adlkofen Abstandswerte von 31 m, jeweils gemessen von der Leitungsachse, zu beiden Seiten der Leitung. Der Vorhabenträger hat jedoch über den oben genannten Abstandswerten hinaus auch die Grundstücke mit Wohngebäuden betrachtet, die innerhalb dieses Abstandes von der Leitung beginnen und Objekte nachgewiesen, die sich in einem Abstand von bis zu 100 m - gerundet auf Zehner - von der Leitungsachse entfernt befinden. Zusätzlich wurden Objekte berücksichtigt, die sich innerhalb der 100 m befinden, deren Grundstück aber erst außerhalb des in der LAI geforderten Abstands beginnt. Die elektrischen und magnetischen Felder werden in freiem Gelände in einer Höhe von 1 m über EOK und bei Gebäuden in einer Höhe von 4 m über EOK ermittelt.

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		<b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>

### 3.3 Geräusche

Während des Betriebes von Freileitungen kann es bei ungünstigen Wetterbedingungen, wie z. B. sehr feuchter Witterung (Regen oder hohe Luftfeuchte durch Nebel) zu Korona-Entladungen an der Oberfläche der Leiterseile kommen. Dabei können, zeitlich begrenzt, Geräusche verursacht werden. Die Höhe der Geräuschemissionen hängt neben den Witterungsbedingungen im Wesentlichen von der elektrischen Feldstärke auf der Oberfläche (= Randfeldstärke) der Leiterseile ab. Die Randfeldstärke wird beeinflusst durch die Höhe der Spannung, Anzahl der Leiterseile je Phase, Leiterseildurchmesser sowie durch die geometrischen Abstände der Leiterseile und Erdseile untereinander sowie zu geerdeten Bauteilen und zum Boden.

Gemäß TA Lärm [4] betragen die Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden nachts:

- Industriegebiete 70 dB(A) kein Unterschied Tag / Nacht
- Gewerbegebiet 50 dB(A)
- Kern-, Dorf- und Mischgebiete 45 dB(A)
- allgemeine Wohngebiete 40 dB(A)
- reine Wohn- und Kurgebiete 35 dB(A)

Für Wohngebäude im unbeplanten Außenbereich sind in der Regel die Immissionsrichtwerte für Dorf-/Mischgebiete von 45 dB(A) einzuhalten.

## 4 Berechnung 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 380-kV-Leitung Altheim – Matzenhof im ersten Teilabschnitt 380-kV Leitung Altheim - Adlkofen wurden Berechnungen der elektrischen und magnetischen Felder angefertigt. Hierzu



	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b> <b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		

wurden die in den Tabellen 1, 3 und 5 aufgeführten Randbedingungen entsprechend der 26. Bundes-Immissionsschutzverordnung [2] berücksichtigt.

Seitens des TÜV-Süd wurde ein Schallgutachten erstellt, dem die mit WinField berechneten Geräusche TA-Lärm konform umgerechnet 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, s. auch Kap. 7.1.2 des Erläuterungsberichts).


## 4.2 Immissionsvergleich bestehende 220-kV-Leitung mit geplanter 380-kV-Leitung

### 4.2.1 Berechnungsparameter

In der Tabelle 1 sind die Berechnungsparameter für den Immissionsvergleich zusammengefasst.

**Tabelle 1:** Berechnungsparameter des Immissionsvergleichs

	bestehende 220-kV-2-System-Leitung	geplante 380-kV-2-System-Leitung
höchste Betriebsspannung $U_s$	245 kV	420 kV
Nennstrom $I_n$ (höchste betriebliche Anlagenauslastung)	836 A je Phase	4000 A
Mastart	Donau-Gittermast	Donau-Gittermast
Außenleiterfolge	obere Traverse: L3   L1 untere Traverse: L1-L2   L3-L2	obere Traverse: L3   L1 untere Traverse: L1-L2   L3-L2
Leiteseil	2x3x1 AL/ST 340/110 mm <sup>2</sup>	2x3x4 565-AL1/72-ST1A
Erdseil	2x AL/ST 95/55 mm <sup>2</sup>	2 x <del>264-AL1/34-ST1A</del> AL3/A20SA 181/25
Spannfeldlänge	322,4 m	<del>369,7</del> 395,9 m
Abstand der Einwirkungsbereichsgrenze von Ltg.-Achse	26 m	<del>34</del> 31,5 m

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b> <b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		

#### 4.2.2 Ergebnisse

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Vergleichsrechnung zusammengefasst. Die aufgelisteten Werte stellen keine vor Ort vorhandenen realen Werte dar. Sie dienen nur um den tendenziellen Unterschied zwischen der vorhandenen und der geplanten Leitung darzustellen.

Die Werte in Tabelle 2 beziehen sich auf 1m über EOK am Rand des zu berücksichtigenden Einwirkungsbereichs in Spannungsfeldmitte.

**Tabelle 2:** Zusammenfassung der Ergebnisse des Immissionsvergleiches


	bestehende 220-kV-2-System-Leitung	geplante 380-kV-2-System-Leitung
elektrisches Feld	2,9 kV/m bei $U_s$	1,1 kV/m bei $U_s$
magnetische Induktion	19,1 $\mu$ T bei $I_n$	13,2 $\mu$ T bei $I_n$
Geräuschemissionen in 1 m über Boden, ohne Tonzuschlag	49,3 dB(A) bei $U_s$	38,3 dB(A) bei $U_s$
Geräuschemissionen in 1 m über Boden, mit Tonzuschlag	52,3 dB(A) bei $U_s$	41,3 dB(A) bei $U_s$

Zur besseren Verdeutlichung sind die Ergebnisse der Tabelle 2 in der Anlage 16.1.2 für die 220-kV-Leitung und in der Anlage 16.1.3 für die 380-kV-Leitung grafisch dargestellt.

#### 4.3 Immissionen der geplanten 380-kV-Leitung bei 65% der Nennlast (Normalbetrieb)

##### 4.3.1 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 Nennlast, d.h. mit dem max. möglichen Strom betrieben wird. Die zu erwartenden Geräuschemissionen wurden mit der höchsten Betriebsspannung  $U_s$  nach [5], [6] berechnet, da hier bei regnerischem und/oder nebligem 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>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b> <b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		

Aus Sicherheitsgründen (n-1 Sicherheit) werden 380-kV-Leitungen jedoch die überwiegende Zeit mit höchstens rund 65 % ihrer Nennlast betrieben. Deshalb wird das magnetische Feld auch für 65% der Nennlast nachgewiesen. Dies bedeutet, dass der Leiterstrom an Stelle von 4000 A nur noch 2600 A beträgt. Die davon abhängigen magnetischen Felder reduzieren sich damit.

Der 100%-Betrieb findet in Realität nicht 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 geringere Immissionen vorliegen als im Abschnitt 4.2 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.


#### 4.3.2 Berechnungsparameter

In Tabelle 3 sind die Berechnungsparameter zusammengefasst, die der Berechnung der elektrischen und magnetischen Felder bei 65% Nennlast zu Grunde liegen

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

**Tabelle 3:** Berechnungsparameter der geplanten 380-kV-Leitung bei 65% Nennlast (Normalbetrieb)

	geplante 380-kV-2-System-Leitung
Höchste Betriebsspannung $U_s$	420 kV
Betriebsstrom (Strom im Normalbetrieb)	2600 A
Mastart	Donau-Gittermast
Leiterseil	2x3x4 565-AL1/72-ST1A
Erdseil	2 x <del>264-AL1/34-ST1A</del> AL3/A20SA 181/25
Spannfeldlänge	<del>369,7</del> 395,9 m

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b> <b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		

### 4.3.3 Berechnung

Entsprechend den Berechnungsparametern in Tabelle 3 wurden die elektrischen und magnetischen Felder mit Hilfe des Programms WinField [1] für ein Musterspannfeld mit einer Spannfeldlänge von 369,7 m berechnet.

### 4.3.4 Ergebnisse

Die Werte des magnetischen Feldes bei 2600 A Betriebsstrom sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Die Werte beziehen sich jeweils auf die im Spannfeld ermittelten Höchstwerte (unter der Leitung in Spannfeldmitte 1 m über Boden). Erwartungsgemäß sind im Normalbetrieb das magnetische Feld beträchtlich und das elektrische Feld geringfügig kleiner gegenüber dem Nennlastbetrieb. Die niedrigeren Werte sind unter anderem dadurch begründet, dass sich die Leiterseile bei Normalbetrieb nur bis ca. 56°C an Stelle bis 80°C bei Nennlast erwärmen. Durch die geringere Seilerwärmung reduziert sich der Durchhang des Leiterseils und demzufolge vergrößert sich der Abstand zum Boden um ca. 0,7 m. Bezüglich der Geräuschimmissionen ergibt sich kein Unterschied.

**Tabelle 4:** Gegenüberstellung der zu erwartenden elektrischen und magnetischen Felder der geplanten 380-kV-2-System-Leitung bei Nennlast und bei 65 % Nennlast (Normalbetrieb)


	bei Nennlast	bei 65% Nennlast (Normalbetrieb)
elektrisches Feld	4,4 4,6 kV/m bei $U_s$	4,1 4,6 kV/m bei $U_s$
magnetische Induktion	44,2 43,5 $\mu$ T bei $I_n$	26,3 28,3 $\mu$ T bei $I = 65\%$ von $I_n$

Zur besseren Verdeutlichung sind die Ergebnisse bei 65% Nennlast in der Anlage 16.1.4 und für die Nennlast in Anlage 16.1.3 grafisch dargestellt.

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

### 4.4.1 Allgemein

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

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b> <b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		

Nach der Richtlinie des Landesausschusses für Immissionsschutz zur Durchführung der Berechnung von elektrischen und magnetischen Feldern [3] sind für 380-kV-Freileitungen in einem angrenzenden Streifen von 20m zum äußeren, ruhenden Leiter die elektrischen und magnetischen Felder zu ermitteln und den vorgegebenen Grenzwerten der 26. BImSchV [2] gegenüberzustellen.

Auf Grund der Abmessungen der Maste der geplanten 380-kV-Leitung, beträgt der Abstand 31 m jeweils links und rechts von der Leitungssachse gemessen.


Um den Einsatz von hohen Maschinen durch die Landwirtschaft nicht einzuschränken entschied der Vorhabensträgerin den Mindestabstand zwischen den Leiterseilen und dem Erdboden (EOK) gegenüber dem in der Norm DIN EN 50341 [5], [6] geforderten Abstandswert von 7,80 m auf **mindestens** 12,5 m zu erhöhen. Die Leitungsparameter der neuen 380-kV-Leitung sind der Tabelle 5 zu entnehmen. Im Regelfall werden die elektrischen und magnetischen Felder in einer Höhe von 1m über EOK berechnet.

#### 4.4.2 Berechnungsparameter

**Tabelle 5:** Berechnungsparameter für die geplante 380-kV-Leitung

	geplante 380-kV-2-System-Leitung
Nennspannung $U_n$	380 kV
höchste Betriebsspannung $U_s$	420 kV
Nennstrom	4000 A
Mastart	Donau-Gittermast
Leiterseil	2x3x4 565-AL1/72-ST1A
Erdseil	2x- <del>264-AL1/34-ST1A</del> AL3/A20SA 181/25

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

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 13.03.2020</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		<b>Telefon: 0921-50740-4987 Telefax: 0921-50740-154987 Projekt-Nr.: NB.12.023</b>

#### 4.4.3 Berechnung

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

#### 4.4.4 Ergebnisse

In 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 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 unterhalb der vom Gesetzgeber festgelegten Grenzwerte liegen und diese sogar weit unterschreiten.

Bis auf einen Ort (Gretlmühle 14, Dorf-/Mischgebiet) liegen im gesamten Verlauf der Leitung im Bereich von Wohnhäusern die zu erwartenden Geräuschimmissionen durch Corona Geräusche bei Regenwetter unterhalb von 40 dB(A). Damit werden die Immissionsrichtwerte für allgemeine Wohngebiete in der Nacht gemäß TA Lärm eingehalten.


Zur besseren Verdeutlichung sind die Ergebnisse in der Anlage 16.1.6 grafisch dargestellt.

### 5 Gleichzeitige Immissionen von elektromagnetischen Feldern der geplanten 380-kV-Leitung und Feldern von Hochfrequenzsendeeinrichtungen

Elektrische und magnetische Felder der geplanten 380-kV-Freileitung sind Wechselfelder mit einer Frequenz von 50 Hz deren Basisgrenzwerte durch die induzierte Körperstromdichte gebildet werden. Elektrische und magnetische Felder, hervorgerufen durch Hochfrequenzsendeeinrichtungen, wie z.B. Mobilfunk-, Radio- und Fernsehsendeeinrichtungen, sind Wechselfelder mit Frequenzen größer als 100 kHz deren Basisgrenzwerte auf der Vermeidung von Wärmewirkungen beruhen. Auf Grund der physiologisch unterschiedlichen Wirkungsweise ist nach DIN EN 62311, Abschnitt 8 [7] eine Summation der Immissionen der Wechselfelder der genannten Frequenzen nicht zu betrachten.

### 6 Ergebnisse

Gemäß 26. BImSchVVwV wurden die Berechnungen für die relevanten Immissionsorte sowohl in dem Bewertungsabstand (20m von ruhenden Leiterseil) als auch an repräsentativen Bezugspunkten im Einwirkungsbereich (400 m von ruhenden Leiterseil) durchgeführt.

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		<b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>

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 Minimierungsorte (Gebäude) im Bewertungsabstand aufgelistet.

Die zu erwartenden Werte der magnetischen Flussdichte und elektrischen Feldstärke an repräsentativen Bezugspunkten im Einwirkungsbereich gemäß 26. BImSchVVwV sind aus der Anlage 16.1.5.1 zu entnehmen.

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 unterhalb der vom Gesetzgeber festgelegten Grenzwerte liegen.

Im gesamten Verlauf der Leitung liegen im Bereich von Wohnhäusern die zu erwartenden Geräuschimmissionen durch Korona Geräusche bei Regenwetter unterhalb von ~~40~~ 41 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.

### **Zusammenfassung**


Entsprechend den Anforderungen der 26. BImSchV [2], der Richtlinie zur Durchführung der Berechnung von elektrischen und magnetischen Feldern [3] und der TA Lärm [4], wurden für die im Nahbereich der geplanten 380-kV-Leitung liegenden Wohnhäuser, die zu erwartenden elektrischen und magnetischen Felder sowie akustischen Geräusche errechnet.

Untersucht wurden folgende Fälle:

- Vergleich der Immissionen der bestehenden 220-kV-Leitung mit der geplanten 380-kV-Leitung an Hand von Musterspannfeldern (220-kV: Mast 2 bis 3; 380-kV Mast 8 bis 9)
- Berechnung der zu erwartenden Immission der geplanten 380-kV-Leitung bei 65% der Nennlast an Hand eines Musterspannfeldes (Mast 8 bis 9)
- Berechnung der zu erwartenden Immission der geplanten 380-kV-Leitung bei 100% der Nennlast im Wohnumfeld nahen Bereich der Leitung

Folgende vom Gesetzgeber festgelegte Grenzwerte sind im Einwirkungsbereich von der geplanten 380-kV- Leitung einzuhalten:

- Elektrisches Feld: 5 kV/m
- magnetisches Feld: 100 µT (50 % von 200 µT)

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		<b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>

Gemäß TA Lärm [4] betragen die Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden nachts:

- Industriegebiete 70 dB(A) kein Unterschied Tag / Nacht
- Gewerbegebiet 50 dB(A)
- Kern-, Dorf- und Mischgebiete 45 dB(A)
- allgemeine Wohngebiete 40 dB(A)
- reine Wohn- und Kurgebiete 35 dB(A)

Für Wohngebäude im unbeplanten Außenbereich sind in der Regel die Immissionsrichtwerte für Dorf-/Mischgebiete von 45 dB(A) einzuhalten.

Auf Grund der zum Teil großen Entfernungen der Gebäude zur Leitungsachse liegen im Wohnumfeld nahen Bereich die Werte weit unter den vorgegebenen Richt- und Grenzwerten.

Untenstehend zusammenfassend die ungünstigsten Werte:

Spannfeld Mast 8 bis 9 (Grundstück, Ltg. Achse):

E-Feld in 1 m über EOK: ~~3,6~~ 3,0 kV/m

B-Feld in 1 m über EOK: ~~35,6~~ 28,8  $\mu$ T


Spannfeld Mast 3 bis 4 (Wohnhaus **Gretlmühle** 14):

Geräusche in 4 m über EOK: 41 dB(A)

Die aufgeführten Werte sind unter folgenden Bedingungen zu erwarten:


- für das E-Feld höchste Betriebsspannung  $U_S = 420$  kV
- für das B-Feld Betriebsstrom  $I_n = 4000$  A
- für das akustische Geräusch höchste Betriebsspannung  $U_m = 420$  kV,  
(feuchtes, nebeliges Wetter)



	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b> <b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		


## 7 Abkürzungen / Einheiten

A	Ampere (Einheit für elektrischen Strom)A/m
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)
T	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>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB Name: Dirk Daßler Datum: 13.03.2020</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		<b>Telefon: 0921-50740-4987 Telefax: 0921-50740-154987 Projekt-Nr.: NB.12.023</b>

## 8 Anlagen

- Anlage 16.1.1      **Hersteller Zertifikat**, Zertifizierungsbestätigung des Programms Winfield
- Anlage 16.1.2      **Musterspannfeld** 220-kV Nennlast (grafische Darstellungen der elektromagnetischen Felder und akustischen Geräusche, 220-kV-2-System-Leitung, Nennlast, Musterspannfeld)
- Anlage 16.1.3      **Musterspannfeld** 380-kV 65% Nennlast (grafische Darstellungen der elektromagnetischen Felder ~~und akustischen Geräusche, geplante 380-kV-2-System-Leitung, bei 65% der Nennlast, Musterspannfeld~~)
- Anlage 16.1.4      **Musterspannfeld** 380-kV 100% Nennlast, Nachweisfall (grafische Darstellungen der elektromagnetischen Felder ~~und akustischen Geräusche, geplante 380-kV-2-System-Leitung, bei 100% der Nennlast, Musterspannfeld~~)
- Anlage 16.1.5      Ergebnisse nachgewiesener Immissionsorte **im Bewertungsabstand** (tabellarische Zusammenfassung der zu erwartenden Immissionen im Wohnumfeld nahen Bereich)
- Anlage 16.1.5.1**      **Ergebnisse im Einwirkungsbereich: Anlagen Lageplan 1 - 3**
- Anlage 16.1.6      **Anzeige für Niederfrequenzanlagen (1-11)** Einzelnachweise (Wohnumfeld naher Bereiche)
- Anlage 16.2      Schallgutachten TÜV Süd

	<b>Immissionsbericht Anlage 16.1</b>	<b>Organisationseinheit: LPG-SB</b> <b>Name: Dirk Daßler</b> <b>Datum: 13.03.2020</b>
<b>380-kV Leitung Altheim – Matzenhof Teilabschnitt 1: 380-kV Leitung Altheim – Adlkofen</b>		<b>Telefon: 0921-50740-4987</b> <b>Telefax: 0921-50740-154987</b> <b>Projekt-Nr.: NB.12.023</b>

#### Literatur

- [1] Rechenprogramms WinField, Version 2012, 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)