Industrie Service

Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.

# Gutachten elektromagnetische Felder

## Immissionsgutachten für magnetische und elektrische Felder gemäß 26. BImSchV und 26. BImSchVVwV im Rahmen der Erstellung der Genehmigungsunterlagen für das Planfeststellungsverfahren des Vorhabens 20, Abschnitt 2: 380-kV-Netzverstärkung Kupferzell – Rittershausen (Leitungsanlage Nr. 0348)

| | |
|---|---|
| Verfahren: | Planfeststellungsverfahren „Höchstspannungsleitung Grafenrheinfeld – Kupferzell – Großgartach“<br>Abschnitt 2: Kupferzell bis Punkt Rittershausen |
| Auftraggeber | TransnetBW GmbH<br>Pariser Platz<br>Osloer Str. 15-17<br>70173 Stuttgart |
| Ziel der Untersuchung: | Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte der 26. BImSchV sowie<br>Minimierung gemäß 26. BImSchVVwV im Bereich des Vorhabens 20, Abschnitt 2:<br>380-kV-Netzverstärkung Kupferzell-Rittershausen (Leitungsanlage Nr. 0348) |
| Bestellnummer: | 5500019072 vom 05.04.2019 |
| Auftrags-Nr.: | 3 091 625 |
| Bericht-Nr.: | F19/226-EMF F v2.1 |
| Sachverständige | Dr. Andrea Thiemann<br>Dr. Thomas Gritsch |
| Telefon-Durchwahl: | (0 89) 57 91 - 11 10 |
| Telefax-Durchwahl: | (0 89) 57 91 – 11 74 |
| E-Mail | andrea.thiemann@tuev-sued.de<br>thomas.gritsch@tuev-sued.de |
| Berichtsumfang | 68 Seiten |

Datum: 08.01.2020

Unsere Zeichen:
IS-USG-MUC/tim/gri

Dokument:
2001 BF v21 PFV Ltg 0348 TransnetBW.docx

Das Dokument besteht aus 68 Seiten.
Seite 1 von 68

Die auszugsweise Wiedergabe des Dokumentes und die Verwendung zu Werbezwecken bedürfen der schriftlichen Genehmigung der TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände.

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Niederlassung München
Abteilung Umwelt Service
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
USt-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV unter www.tuev-sued.de/impressum

Aufsichtsrat:
Reiner Block (Vors.)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Christian Bauerschmidt, Thomas Kainz

Telefon: +49 89 5791-1040
Telefax: +49 89 5791-1098
**www.tuev-sued.de/is**

Industrie Service

## Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung....4
2 Prüfgrundlagen....5
3 Ausgangssituation....6
3.1 Örtliche Verhältnisse....6
3.2 Technische Parameter der 110-kV-/ 380-kV-Freileitungstrasse....6
4 Rechtliche und normative Grundlage – 26. BImSchV....8
4.1 Anwendungsbereich und maßgebliche Immissionsorte....8
4.2 Höchste betriebliche Anlagenauslastung....12
4.3 Berücksichtigung aller relevanten Immissionen....12
4.4 Überspannungsverbot....12
4.5 Vermeidung erheblicher Belästigungen oder Schäden....12
5 Berechnung der Immissionswerte....13
5.1 Immissionswerte für maßgeblichen Immissionsort IO1 (Künzelsau, Kubacher Str.)....13
5.2 Immissionswerte für maßgeblichen Immissionsort IO2 (Morsbach Brühlsteige)....17
5.3 Immissionswerte für maßgeblichen Immissionsort IO5 (Mulfingen, Bachmühle 2)....20
5.4 Immissionswerte für maßgeblichen Immissionsort IO7 (Mulfingen)....24
6 Anwendung des Minimierungsgebots von §4 Abs. (2) der 26. BImSchV....27
6.1 Vorprüfung nach 26. BImSchVVwV....27
6.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen....33
6.2.1 Abstandsoptimierung....33
6.2.2 Elektrische Schirmung....34
6.2.3 Minimieren der Seilabstände....34
6.2.4 Optimieren der Mastkopfgeometrie....35
6.2.5 Optimieren der Leiteranordnung....35
6.2.6 Maßnahmenbewertung....40
7 Zusammenfassung und Bewertung....40
8 Anhang....41
8.1 Maßgebliche Immissionsorte....41
IO1 41
IO2 42
IO3 43
IO4 44
IO5 45
IO6 46
IO7 47
8.2 Maßgebliche Minimierungsorte....48
8.3 Berechnung der Unsicherheit nach DIN EN 50413....66
8.4 Glossar....67

Industrie Service

**Dieses Gutachten darf ohne schriftliche Genehmigung TÜV SÜD Industrie Service GmbH auch auszugsweise nicht vervielfältigt oder veröffentlicht werden. Kopien für behörden- und/oder betriebsinterne Zwecke sowie Kopien, die zur Durchführung des Genehmigungsverfahrens erforderlich sind, bedürfen keiner Genehmigung.**

**Die in diesem Gutachten enthaltenen gutachtlichen Aussagen sind nicht auf andere Anlagen bzw. Anlagenstandorte übertragbar.**

# 1 Aufgabenstellung

Die TransnetBW GmbH plant eine Netzverstärkung im nördlichen Württemberg. Das Vorhaben „Höchstspannungsleitung Grafenrheinfeld – Kupferzell – Großgartach“ dient der Erhöhung der Übertragungskapazität zwischen diesen Netzknoten. Das Gesamtvorhaben erstreckt sich über die Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern. Die Streckenlänge des Gesamtvorhabens beträgt ca. 158 km. Es handelt sich um ein Gemeinschaftsprojekt der beiden Übertragungsnetzbetreiber TenneT TSO GmbH (TenneT) und TransnetBW GmbH (TransnetBW).

Das Vorhaben ist in drei Teilabschnitte eingeteilt. Gegenstand dieser Anfrage ist der Abschnitt 2 vom Umspannwerk Kupferzell (BW) nach Rittershauen (BY).

Im Rahmen des Projektes soll auf dem Bestandsgestänge der Leitungsanlage 0348 ein zweiter Stromkreis auf dem freien Gestängeplatz aufgelegt werden. Anhand der aktuellen Trassenachse und unter Beachtung der geplanten Mast- und Seilkonfiguration soll das Thema elektrische und magnetische Felder abgearbeitet werden.

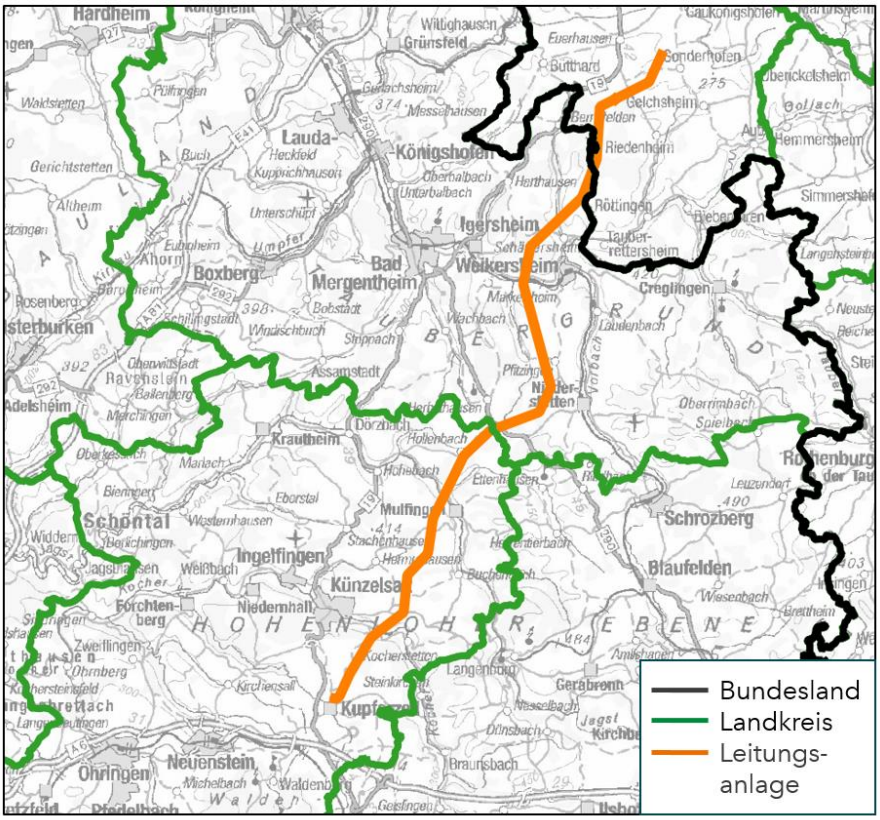



Abb. 1: Übersicht Bestandsleitung

In diesem Gutachten sollen die elektrischen und magnetischen Felder an den maßgeblichen Immissionsorten für die Nennströme und Nennspannungen berechnet und mit den Grenzwerten der 26. BImSchV verglichen werden. Zusätzlich erfolgt eine Beurteilung bzw. Bewertung gemäß 26. BImSchVVwV an den maßgeblichen Minimierungsorten.

Gegenstand der Änderung ist die Erweiterung der bestehenden Leitungsanlage um einen zweiten 380-kV-Stromkreis. Die Bestandsleitung wird hierbei als Vorbelastung berücksichtigt. Es soll un-

tersucht werden, ob durch diese Erweiterung die Grenzwerte der 26. BImSchV an den maßgeblichen Immissionsorten weiterhin eingehalten werden und ob das Minimierungspotential an den maßgeblichen Minimierungsorten vollständig ausgeschöpft wird.

## 2 Prüfgrundlagen

Grundlage der Beurteilung sind folgende Gesetze, technischen Regelwerke, Pläne und sonstige Unterlagen:

[1] Sechsundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16.12.1996 (BGBl. I S. 1966), zuletzt geändert am 14. August 2013 durch Artikel 1 der Verordnung zur Änderung der Vorschriften über elektromagnetische Felder und das telekommunikationsrechtliche Nachweisverfahren (BGBl. I vom 21.08.2013 Nr. 50 S. 3266)

[2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) des Länderausschusses für Immissionsschutz; 128. Sitzung, September 2014

[3] 26. BImSchVVwV, Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV vom 26. Februar 2016 (BAnz AT 03.03.2016 B5).

[4] DIN EN 50413 (VDE 0848-1); Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Menschen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz): August 2009

[5] Handlungsempfehlung für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren, Stand 01. August 2017, LAI

[6] Angebotseinholung „Höchstspannungsleitung Grafenrheinfeld – Kupferzell – Großgartach Abschnitt 2“ Leistungsbeschreibung für Gutachten zu EMF / EMVU,
Stand 26.02.2019 / Version 1.0 TransnetBW GmbH.

[7] Längenprofile der Anlage 380-kV-Netzverstärkung Grafenrheinfeld – Kupferzell – Großgartach Abschnitt 2: Kupferzell – Rittershausen, Maßstab der Längen 1:2500, Maßstab der Höhen 1:500, Stand 02.04.2019, Spie SAG GmbH, TransnetBW.

Industrie Service

# 3 Ausgangssituation

## 3.1 Örtliche Verhältnisse

Auf dem Bestandsgestänge der Leitungsanlage 0348 soll ein zweiter 380-kV-Stromkreis auf dem freien Gestängeplatz aufgelegt werden. Auf dem Gestänge sind bereits zwei 110-kV- und ein 380-kV-Stromkreis vorhanden.

## 3.2 Technische Parameter der 110-kV-/ 380-kV-Freileitungstrasse

Von der TransnetBW wurden folgende technische Parameter genannt, die Grundlage für die Begutachtung waren:

| | **110-kV Stromkreise Bestand** | **380-kV Stromkreis Bestand** | **380-kV Stromkreis Neubau** |
|---|---|---|---|
| Beseilung Weitspannfeld M13-M14 | 2 x 3 x 1er Al/St 265/35 | 1x 3 x 4er 382-AT2/49-A20SA Teilleiterabstand 0,4 m | 1x 3 x 4er 382-AT2/49-A20SA Teilleiterabstand 0,4 m |
| Beseilung sonst | 2 x 3 x 1er Al/St 230/30 | 1x 3 x 4er 339-AT1/30-A20SA (frühere Bezeichnung: TAL/Stalum 339/30) | 1x 3 x 4er 339-AT1/30-A20SA (frühere Bezeichnung: TAL/Stalum 339/30) |
| Anzahl der Phasenleiter | 6 | 12 | 12 |
| Erdseil bzw. Luftkabel | 1 x AY/St 210/50 (nur im Weitspannfeld M13-M14)<br>1 x 226-AL3/49-A20SA | | |
| Frequenz | 50 Hz | | |
| Masttyp | Donaumast | | |
| Nennspannung | 110 kV | 380 kV | 380 kV |
| Nennstrom[1] | 680 A je Stromkreis | 3600 A | 3600 A |
| Anzahl der Ebenen | 1 unterste Ebene | 2 mittlere und obere Ebene | 2 mittlere und obere Ebene |

Tab. 1: Technische Parameter der 110-kV-380-kV-Freileitungstrasse

Die Phasenlagen sowie die minimalen Bodenabstände der untersten Leiterseile wurden gemäß den Profilplänen für die jeweiligen Trassenabschnitte der vier Stromkreise gewählt.

[1] thermisch maximal zulässiger Dauerstrom

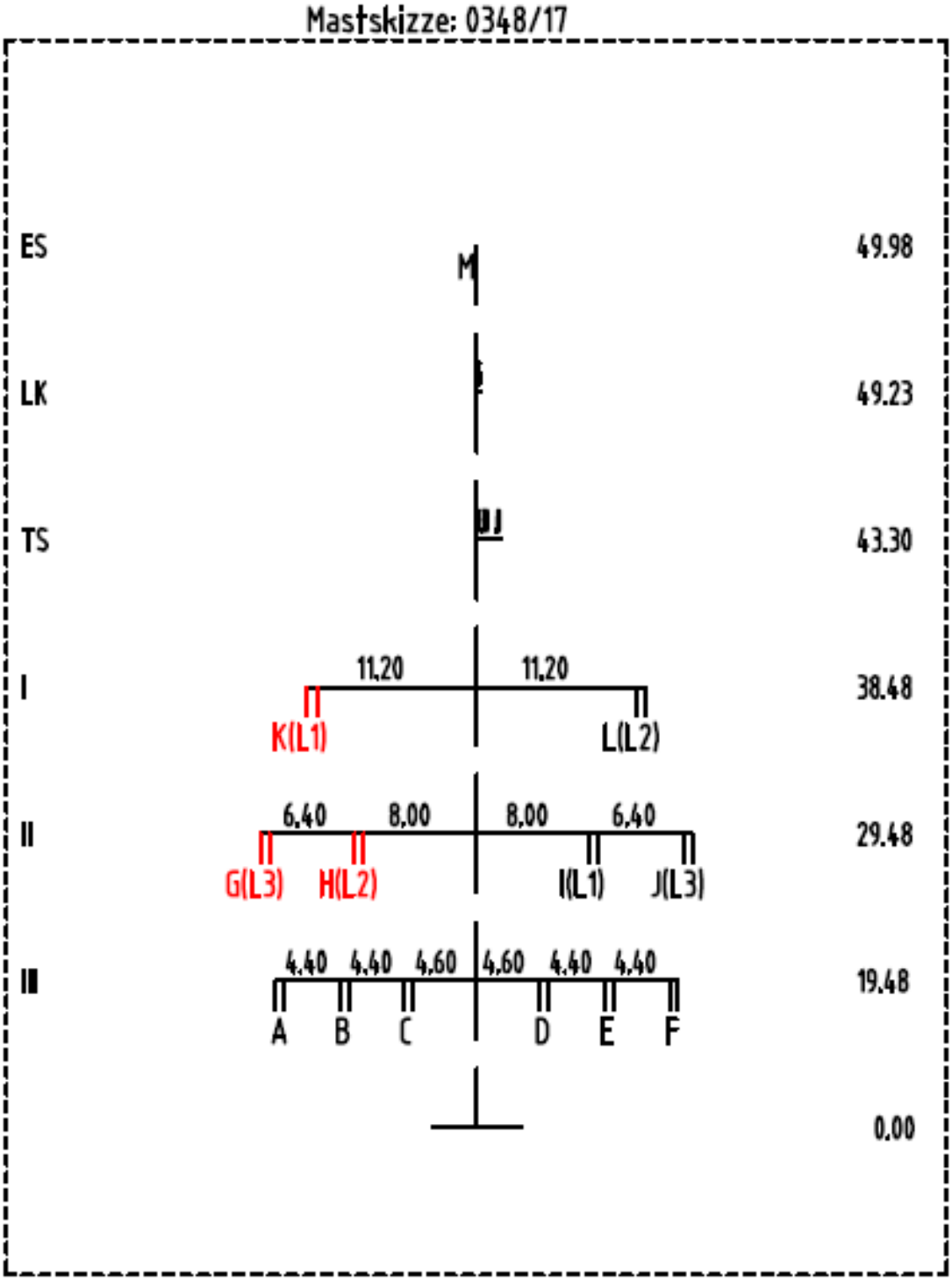



Abb. 2: Beispielhafte Mastkopfgeometrie eines Tragmastes. Die Phasenlagen der 380-kV-Freileitungen sind im Bild eingezeichnet. Die Phasenlage der 110-kV-Freileitungen sind für die gesamte Trasse A=D=L1, B=E=L2, C=F=L3.

# 4 Rechtliche und normative Grundlage – 26. BImSchV

Aufgrund § 3, Abs. (2) der 26. Verordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16.12.96 (BGBl I 66 S. 1966ff) in der Fassung vom 14. August 2013 sind zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen Niederfrequenzanlagen, die nach dem 22. August 2013 errichtet worden sind, so zu betreiben, dass sie in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung die in Tab 2 genannten Grenzwerte nicht überschreiten.

| Frequenz | Elektrische Feldstärke E | Magnetische Flussdichte B |
|---|---|---|
| 50 Hz | 5 kV/m | 100 µT |

Tab. 2: Grenzwerte für ausgewählte Frequenzen nach Anhang 1a der 26. BImSchV

Der Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage beschreibt den Bereich, in dem die Anlage einen signifikanten von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen.

Zum Zweck der Vorsorge gemäß §4 Abs. 3 der 26. BImSchV dürfen Niederfrequenzanlagen zur Fortleitung von Elektrizität mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Nennspannung von 220 kV und mehr, die in einer neuen Trasse errichtet werden, Gebäude und Gebäudeteile nicht überspannen, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind.

## 4.1 Anwendungsbereich und maßgebliche Immissionsorte

Maßgebliche Immissionsorte sind Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und sich laut Ziff. II.3.1 der LAI Hinweise [2] für die vorliegende 110-kV-/ 380-kV-Freileitung jeweils in einem Streifen von 20 m Breite angrenzend an den ruhenden äußeren Leiter befinden.

Dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen Gebäude und Grundstücke, in oder auf denen nach der bestimmungsgemäßen Nutzung Menschen regelmäßig länger – mehrere Stunden – verweilen können. Als Anhaltspunkt ist dabei die üblicherweise anzunehmende durchschnittliche Aufenthaltsdauer einer einzelnen Person heranzuziehen. Das schutzwürdige Gebäude oder Grundstück muss nicht notwendigerweise einem dauernden Aufenthalt, z. B. dem Wohnen, dienen.

Gemäß den Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren wurde eine pauschalierende Betrachtung ausgehend von Immissionsorten innerhalb des Trassenumfelds durchgeführt [5]. Die Immissionsorte wurden auf Grundlage der ATKIS Basis-DLM Daten ermittelt und um weitere Daten (Automatisiertes Raumordnungskataster, Luftbildauswertung) ergänzt. Die Trasse wurde gepuffert in einem Bereich von 20 m um den ruhenden äußeren Leiter des neuen 380-kV-Systems. Dafür wurde ein Bereich um die Trassenachse markiert mit 37,3 m auf der Seite des neuen Systems und 12 m auf der Seite mit dem bestehenden 380-kV Systems.

Industrie Service

Dies ergibt sich aus den maximalen Abständen der Leiterseile am Querträger (maximal 17,3 m + 20 m = 37,3 m für das Trassenachsen fernste und 8 m für Trassenachsen nächste Seil des neuen Systems (20 m – 8 m = 12 m), Worst-Case Annahme von allen vorkommenden Mastkopfgeometrien außer Weitspannfeld 13-14, dieses wird gesondert betrachtet, da dort ein MIO direkt überspannt wird).

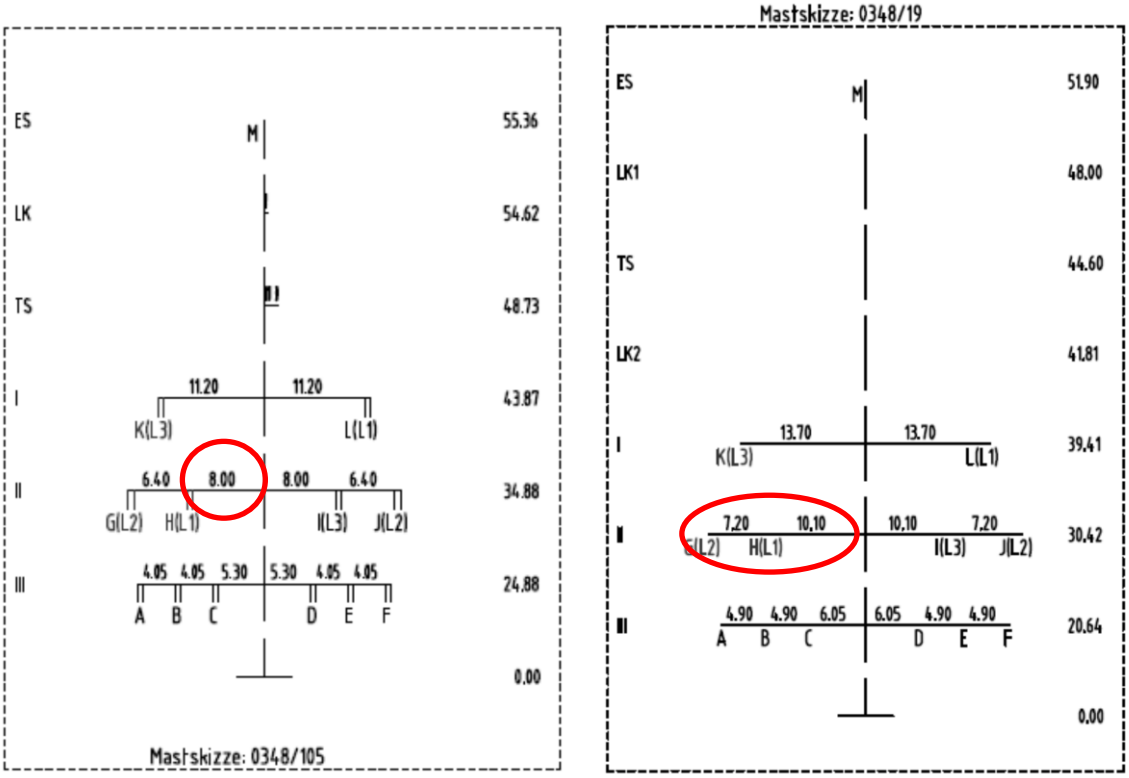



Abb. 3: Beispielhafte Mastbilder der minimalen und maximalen Abstände zur Trassenachse, links Tragmast (minimaler Abstand 8 m), rechts Abspannmast WA3 (maximaler Abstand 17,3 m)

Es wurden sieben potentiell maßgebliche Immissionsorte in der Nähe der Trasse ermittelt. Bei den Orten, bei denen die Nutzung nicht deutlich im Luftbild zu erkennen war, wurde am 27. September 2019 eine Ortsbesichtigung durch Herrn Dr. Gritsch durchgeführt, um die tatsächliche Nutzung zu klären. Nach Feststellung der tatsächlichen Nutzung blieben noch vier maßgebliche Immissionsorte übrig.

Die ungefähre Lage der Immissionsorte entlang der Trasse ist in den folgenden Abbildungen dargestellt. Eine detaillierte Darstellung der Immissionsorte findet sich im Anhang 8.1.

Der IO3 wird hauptsächlich als Holzlager genutzt. Gelegentlich scheinen sich Personen hier auch länger aufzuhalten, worauf eine Gartenbank mit Sitzgruppe direkt unter dem Mast (vgl. Abbildung im Anhang 8.2) hindeutet. Die Nutzung dieser Sitzgruppe findet zwar vermutlich in Einzelfällen über mehrere Stunden, aber unregelmäßig statt. Daher ist dieser Ort nicht als maßgeblicher Immissionsort zu betrachten.

| Immis-sionsort | Bezeichnung, Koordinaten (ETRS89/UTM Zone 32N) | Mast-num-mern | Art der Nutzung | MIO[2] | Kleinster Abstand zur Trassenachse |
|---|---|---|---|---|---|
| MIO1 | Hof (32551309; 5454875) | 5-6 | Wohngebäude, Scheunen | x | Grundstück: 26 m Wohngebäude: 46 m |
| MIO2 | Tennisplatz des TC Morsbach (32553332; 5457893) | 13-14 | Sportstätte | x | Überspannung |
| IO3 | Holzlager (32554647; 5458947) | 18 | Hauptnutzung Holzlager (gelegentlich Gartenbank mit Sitzgruppe) | - | Überspannung |
| IO4 | Hof (32556909; 5465293) | 36 | Scheunen Lager | - | Gebäude: 62 m |
| MIO5 | Gewerbegebiet Ettetal (32557518; 5466725) | 40-41 | Produktion, Ent-wicklung, Test-stände, Büro | x | Überspannung |
| IO6 | FSV Hollenbach (32558910; 5469311) | 48-49 | Vereinsgebäude und Fußballfel-der | - | Grundstück: Überspannung Vereinsgebäude: 34 m |
| MIO7 | Hof (32559446; 5470034) | 50-51 | Kuhstall mit Melkraum, Scheune, Kälber-stall | x | Grundstück: Überspannung Kuhstall: 32 m |

Tab. 3: Liste aller Immissionsorte (IO) im Bereich von 20 m um den ruhenden äußeren Leiter des neuen Systems mit Angabe, ob es sich um einen maßgeblichen Immissionsort (MIO) handelt. (Maßgebliche Immissionsorte sind grau hinterlegt)

Bei IO4 befindet sich im zu betrachtenden Bereich nur landwirtschaftlich genutzte Flächen. Dieser Bereich dient nur dem vorübergehenden Aufenthalt von Menschen. Es handelt sich daher nicht um einen maßgeblichen Immissionsort. Bei IO6 befindet sich im zu betrachtenden Bereich nur eine Baumallee und eine Straße. Dieser Bereich dient nur dem vorübergehenden Aufenthalt von Menschen. Es handelt sich daher nicht um einen maßgeblichen Immissionsort.

[2] Maßgeblicher Immissionsort

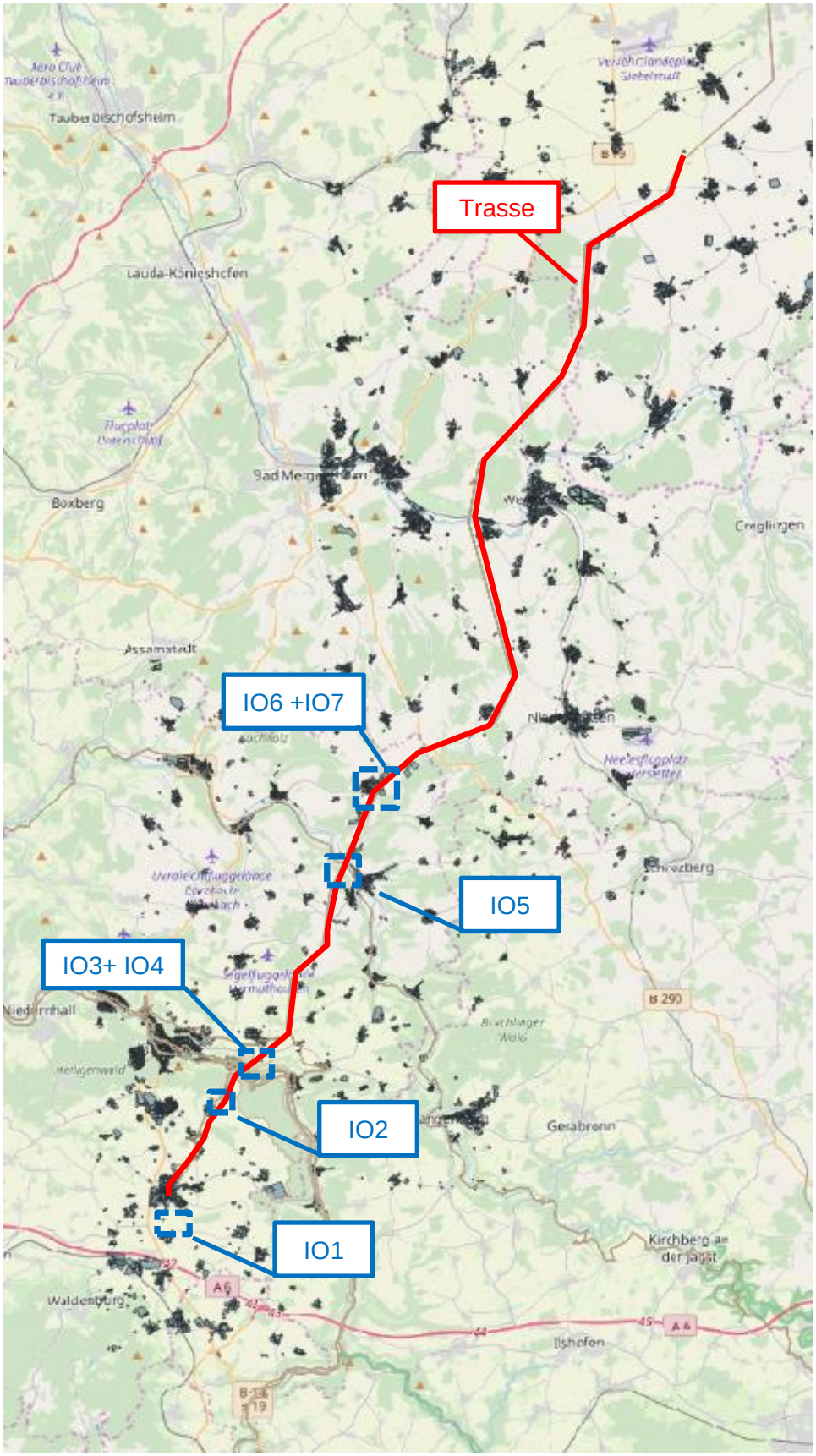



Abb. 4: Übersicht der Lage der Immissionsorte 1 bis 7.

## 4.2 Höchste betriebliche Anlagenauslastung

Für die Immissionsauswirkung der Anlage ist die elektrische und magnetische Feldstärke bei „höchster betrieblicher Auslastung“ zu ermitteln. Diese ist laut 26. BImSchV nicht durch die tatsächliche zu erwartende maximale Auslastung der Anlage, sondern durch eine technische Grenze charakterisiert, bei Umspannanlagen beispielsweise durch die Nennleistung von Transformatoren, bei Freileitungen und Sammelschienen durch den thermischen maximal zulässigen Dauerstrom des verwendeten Leiterquerschnitts sowie die Nennspannung.

## 4.3 Berücksichtigung aller relevanten Immissionen

Laut § 3 Abs. (3) sind bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte alle Immissionen zu berücksichtigen, die durch andere Niederfrequenzanlagen sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz, die einer Standortbescheinigung nach §§ 4 und 5 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen, gemäß Anhang 2a entstehen.

Eine Vorbelastung durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen (siehe Abschnitt 4.3) muss nicht berücksichtigt werden. Die nächste diesbezüglich relevante Hochfrequenzanlage befindet sich in Heilbronn in einem Abstand von mehr als 30 km zur Trasse. Gemäß Abs. II.3.4 der LAI Hinweise zur Durchführung der 26. BImSchV tragen Immissionen durch Hochfrequenzanlagen im oben genannten Frequenzbereich ab einem Abstand von 300 m nicht relevant zur Vorbelastung bei und machen daher eine gezielte Vorbelastungsermittlung entbehrlich, da im vorliegenden Fall auch keine gegenteiligen Anhaltspunkte bestehen.

## 4.4 Überspannungsverbot

Für in neuer Trasse errichtete Niederfrequenzleitungen mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Nennspannung von 220 kV oder mehr (§4 Abs. 3 26. BImSchV) gilt ein Überspannungsverbot von Gebäuden oder Gebäudeteilen, die zum dauerhaften Aufenthalt von Personen bestimmt sind.

Da es sich im vorliegenden Fall nicht um die Errichtung einer neuen Trasse handelt, muss das Überspannungsverbot hier nicht betrachtet werden.

## 4.5 Vermeidung erheblicher Belästigungen oder Schäden

Wirkungen wie Funkenentladungen auch zwischen Personen und leitfähigen Objekten, die zu erheblichen Belästigungen oder Schäden führen können (§3 Abs. 4 26. BImSchV) sollen vermieden werden.

Industrie Service

# 5 Berechnung der Immissionswerte

Die Berechnung erfolgt mit dem Programm Winfield (Version 2019). Der Hersteller des Berechnungsprogramms, die Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie – FGEU mbH, Berlin, gibt im Herstellerzertifikat einen maximalen Berechnungsfehler von 0,00001 % für die magnetische Flussdichte und 0,0001 % für die elektrische Feldstärke an. Die erweiterte Standardunsicherheit der gesamten Berechnung gemäß DIN EN 50413, wie im Anhang dargestellt, ist dann mit 5,1 % für die magnetische Flussdichte und mit 7,1 % für die elektrische Feldstärke anzugeben.
Als Kartengrundlage wurde das Basis DLM (AAA)[3] verwendet und das geographische Bezugssystem ETRS 89 UTM Zone32/33.
Für die maßgeblichen Immissionsorte werden jeweils die magnetischen und elektrischen Felder unter Berücksichtigung der Vorbelastung, falls relevant, berechnet und mit den Grenzwerten verglichen.
Die Mastkopfgeometrien und Phasenlagen sind für die vier berechneten Immissionsorte in den jeweiligen Unterabschnitten dargestellt.

## 5.1 Immissionswerte für maßgeblichen Immissionsort IO1 (Künzelsau, Kubacher Str.)

Am Immissionsort 1 befindet sich ein Hof mit einem Wohngebäude. In dem Bereich, in dem maßgebliche Immissionsorte zu prüfen sind befindet sich nur der westlichste Streifen des Flurstücks, Gebäude oder Gebäudeteile befindet sich dort nicht.

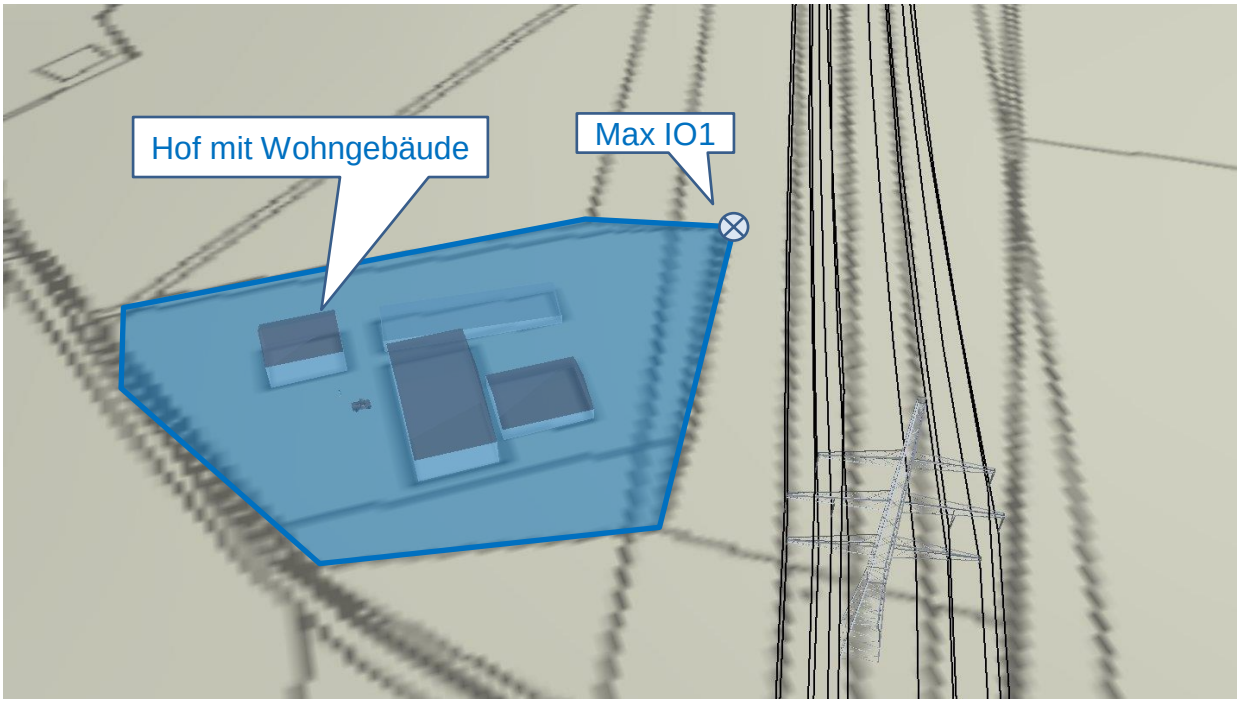



Abb. 5: 3D-Ansicht der Modellierung, Blickrichtung von Südwesten

[3] Beschreibung der topographischen Objekte der Landschaft im Vektorformat auf der Grundlage des AFIS-ALKIS-ATKIS-Datenmodells und der Festlegungen des ATKIS-Objektartenkatalogs Basis-DLM

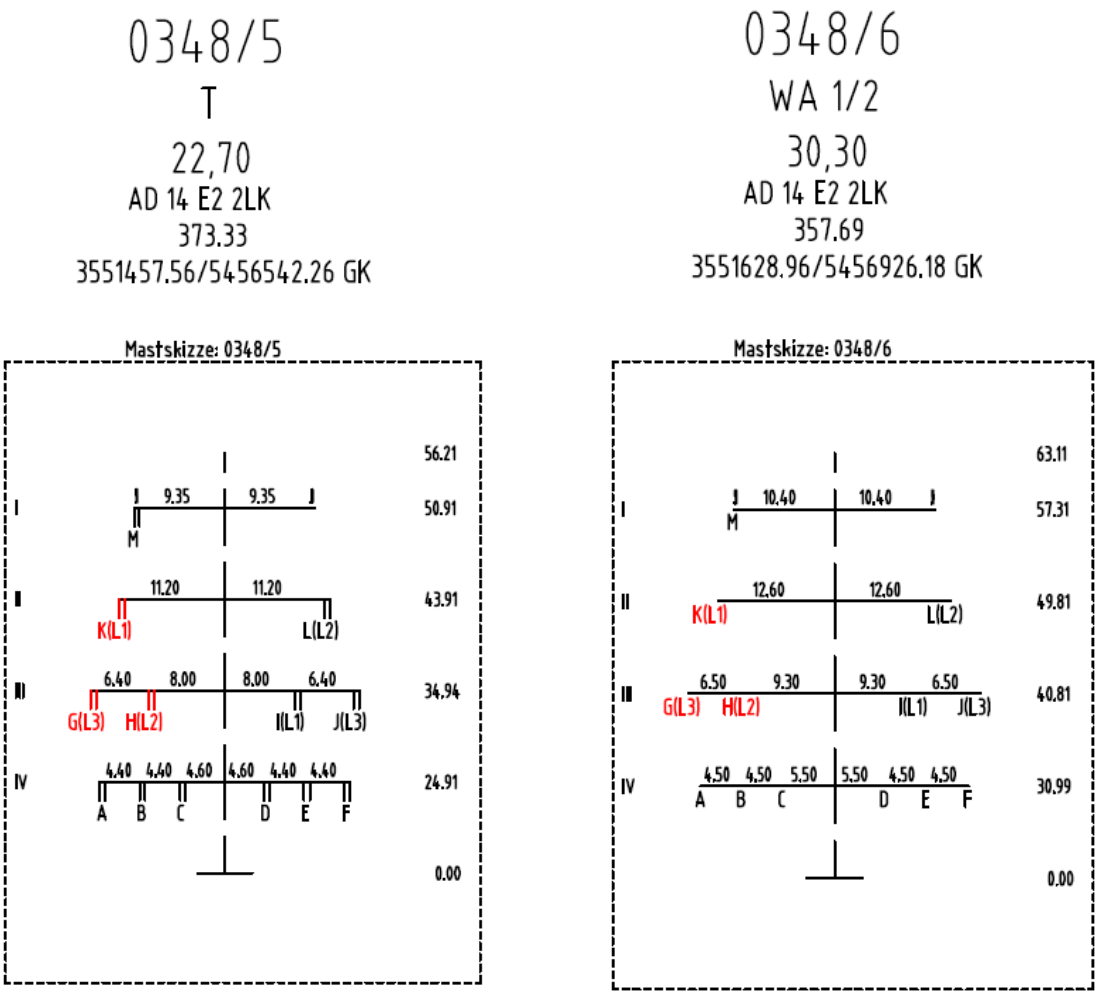



Abb. 6: Mastköpfe für die modellierten Spannfelder für IO 1 mit Angabe der Phasenlage. Die Phasenlagen der 380-kV-Freileitungen sind im Bild eingezeichnet. Die Phasenlage der 110-kV-Freileitungen lautet überall A=D=L1, B=E=L2, C=F=L3.

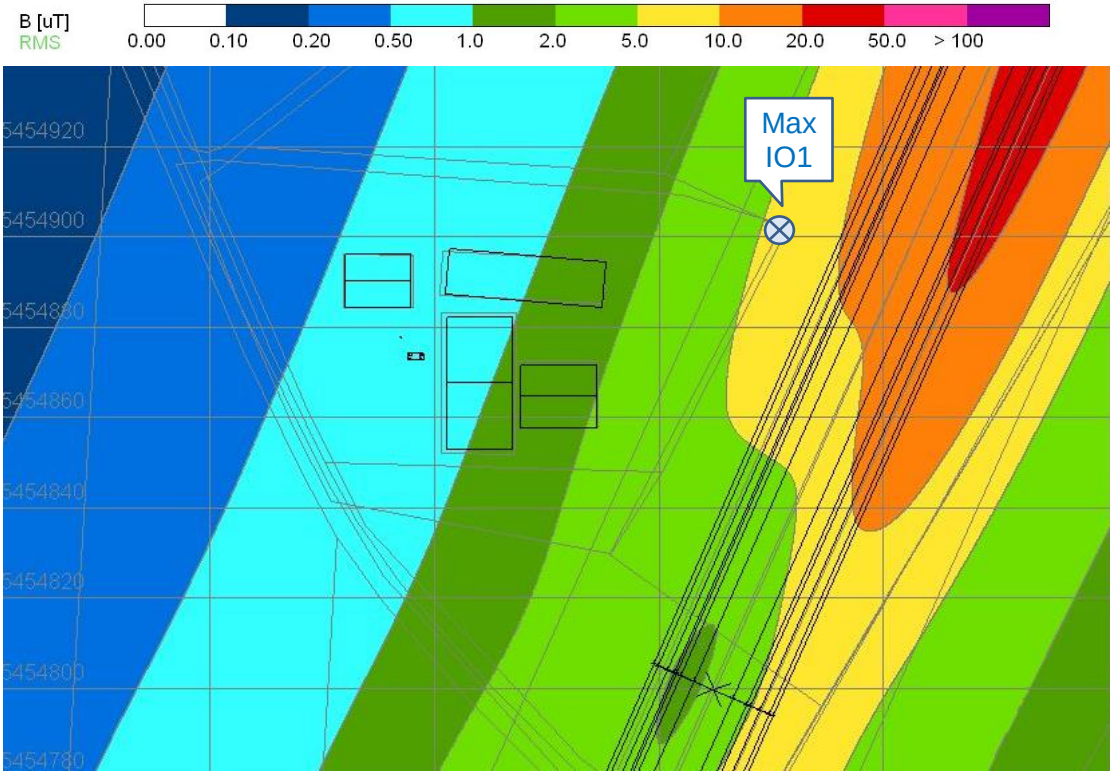



Abb. 7: Horizontaler Schnitt der magnetischen Flussdichte in 1 m Höhe über EOK bzw. über den Gebäuden mit höchstem Immissionswert auf dem Grundstück.

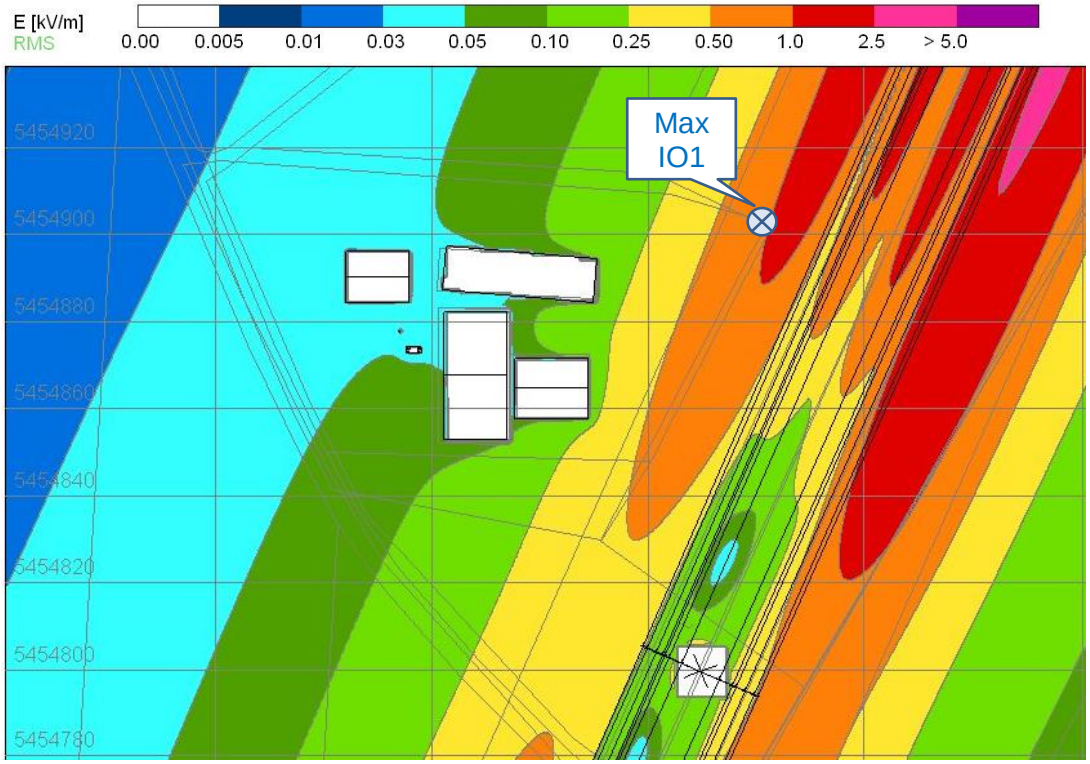



Abb. 8: Horizontaler Schnitt der elektrischen Feldstärke in 1 m Höhe über EOK.

Industrie Service

| Immissions-ort | magn. Flussdichte *B* | Auslastung des Grenzwerts der 26. BImSchV von 100 µT | Elektr. Feldstärke *E* | Auslastung des Grenzwerts der 26. BImSchV von 5 kV/m |
|---|---|---|---|---|
| Max IO 1 | 6,5 µT | 6,5 % | 1,0 kV/m | 20 % |

Tab. 4: Immissionswerte in 1 m Höhe bei **höchster betrieblicher Anlagenauslastung**

Am maßgeblichen Immissionsort werden unter Berücksichtigung der geplanten Phasenlagen und der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung die Grenzwerte der 26. BImSchV für die magnetische Flussdichte und die elektrische Feldstärke sicher eingehalten. Maximal werden am nordöstlichen Rand des Flurstücks 6,5 µT bzw. 6,5 % vom Grenzwert der magnetischen Flussdichte und 1,0 kV/m bzw. 20 % vom Grenzwert der elektrischen Feldstärke erreicht.

## 5.2 Immissionswerte für maßgeblichen Immissionsort IO2 (Morsbach Brühlsteige)

Am Immissionsort IO2 befinden sich drei Tennisplätze hintereinander, der westlichste wird direkt durch die Bestandsseile überspannt. Daneben befinden sich ein Gebäude, das als Wirtschaft und für Umkleiden genutzt wird sowie eine überdachte Terrasse.

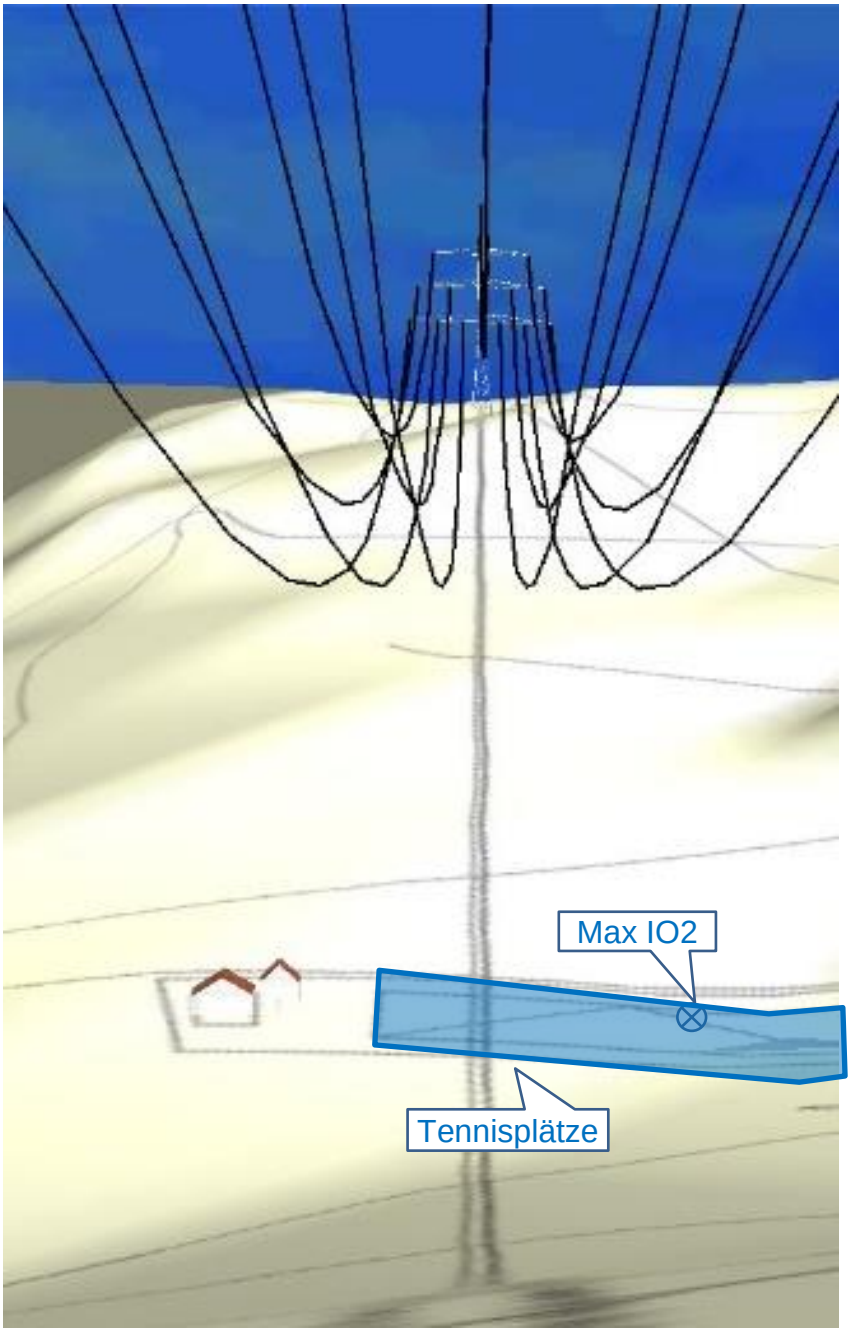



Abb. 9: 3D-Ansicht der Modellierung, Blickrichtung von Südwesten

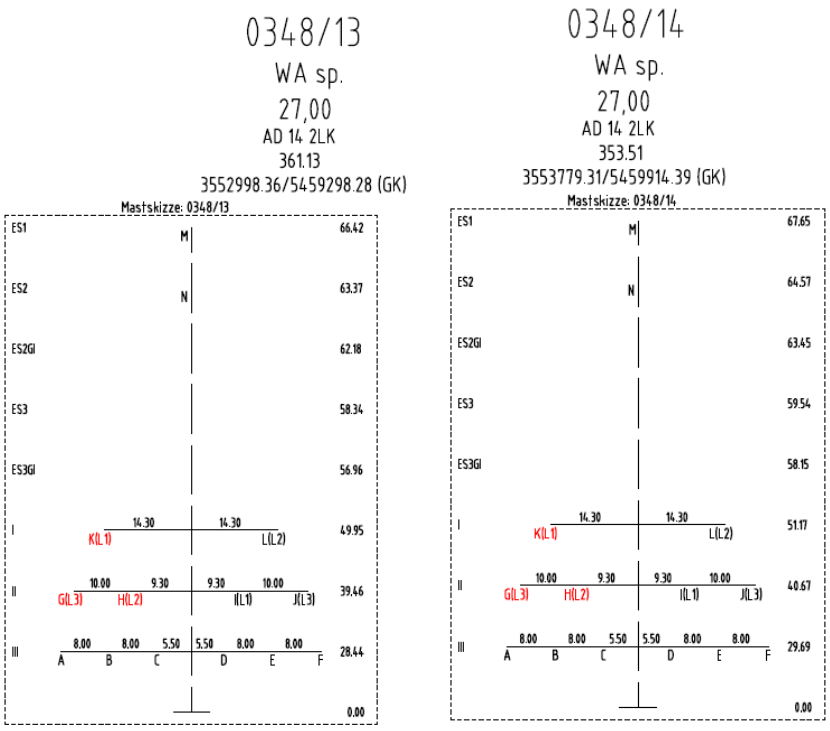



Abb. 10: Mastköpfe für die modellierten Spannfelder für IO 2 mit Angabe der Phasenlage. Die Phasenlagen der 380-kV-Freileitungen sind im Bild eingezeichnet. Die Phasenlage der 110-kV-Freileitungen lautet überall A=D=L1, B=E=L2, C=F=L3.

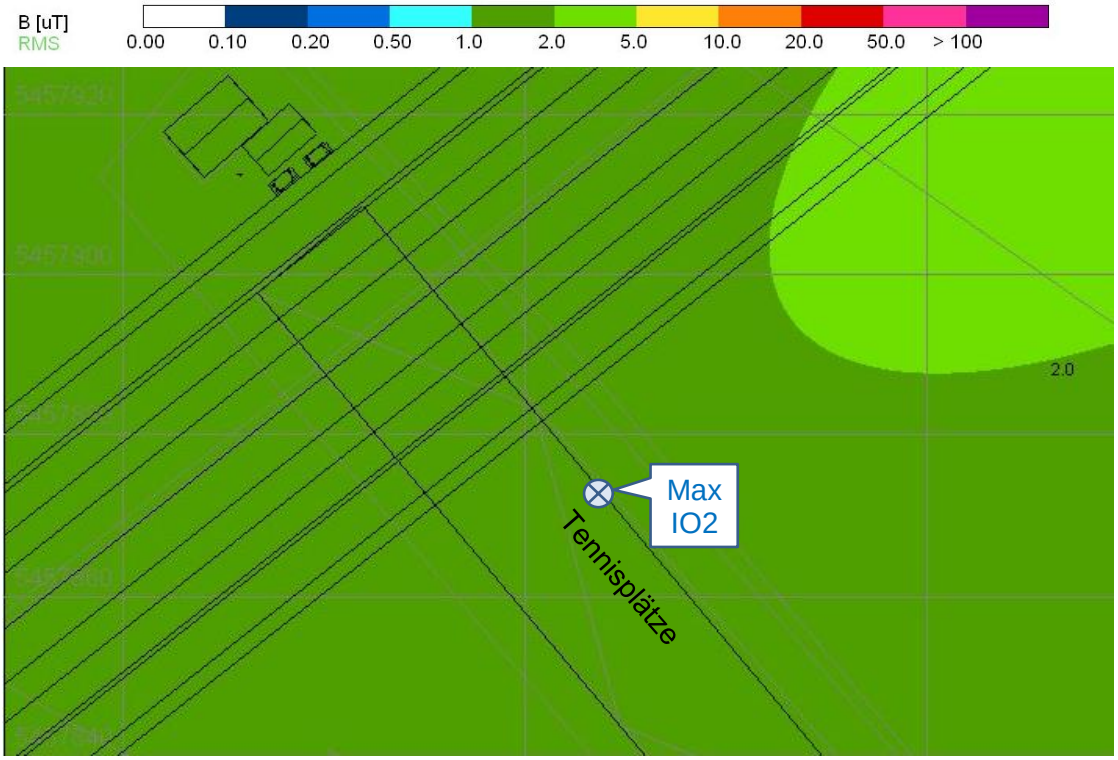



Abb. 11: Horizontaler Schnitt der magnetischen Flussdichte in 1 m Höhe über EOK bzw. über den Gebäuden mit höchstem Immissionswert auf dem Grundstück.

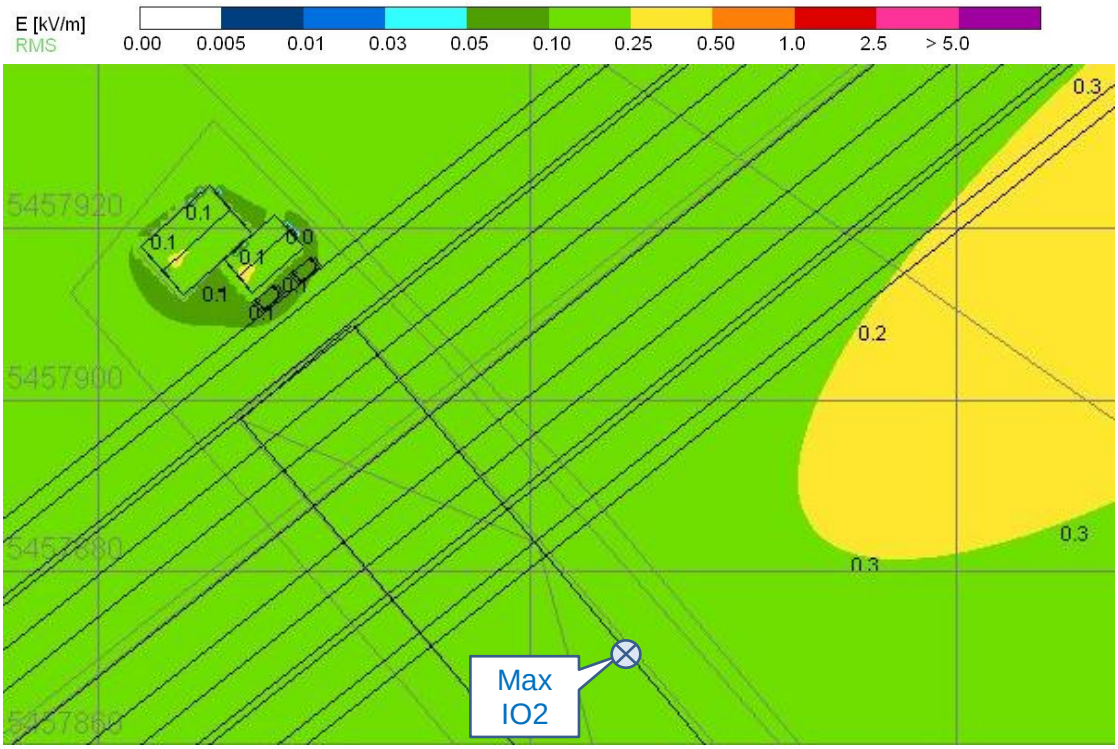



Abb. 12: Horizontaler Schnitt der elektrischen Feldstärke in 1 m Höhe über EOK.

| Immissions-ort | magn. Flussdichte *B* | Auslastung des Grenzwerts der 26. BImSchV von 100 µT | Elektr. Feldstärke *E* | Auslastung des Grenzwerts der 26. BImSchV von 5 kV/m |
|---|---|---|---|---|
| Max IO2 | 1,6 µT | 1,6 % | 0,2 kV/m | 4,0 % |

Tab. 5: Immissionswerte in 1 m Höhe bei **höchster betrieblicher Anlagenauslastung**

Am maßgeblichen Immissionsort werden unter Berücksichtigung der geplanten Phasenlagen und der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung die Grenzwerte der 26. BImSchV für die magnetische Flussdichte und die elektrische Feldstärke sicher eingehalten. Maximal werden am nordöstlichen Rand des Tennisplatzes 1,6 µT bzw. 1,6 % vom Grenzwert der magnetischen Flussdichte und 0,2 kV/m bzw. 4,0 % vom Grenzwert der elektrischen Feldstärke erreicht.

## 5.3 Immissionswerte für maßgeblichen Immissionsort IO5 (Mulfingen, Bachmühle 2)

Am Immissionsort IO5 befinden sich Industrieflächen des Gewerbegebiets Ettetal (Unternehmenszentrale ebm-pabst Mulfingen GmbH und Co. KG). Im jetzigen Ausbauzustand werden bereits mehrere Gebäudeteile überspannt. In den überspannten Gebäudeteilen kommt es zu verschiedenen Nutzungsarten: Produktion, Entwicklung, Teststände und Büros. Alle Nutzungsarten sind dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen zuzuordnen.

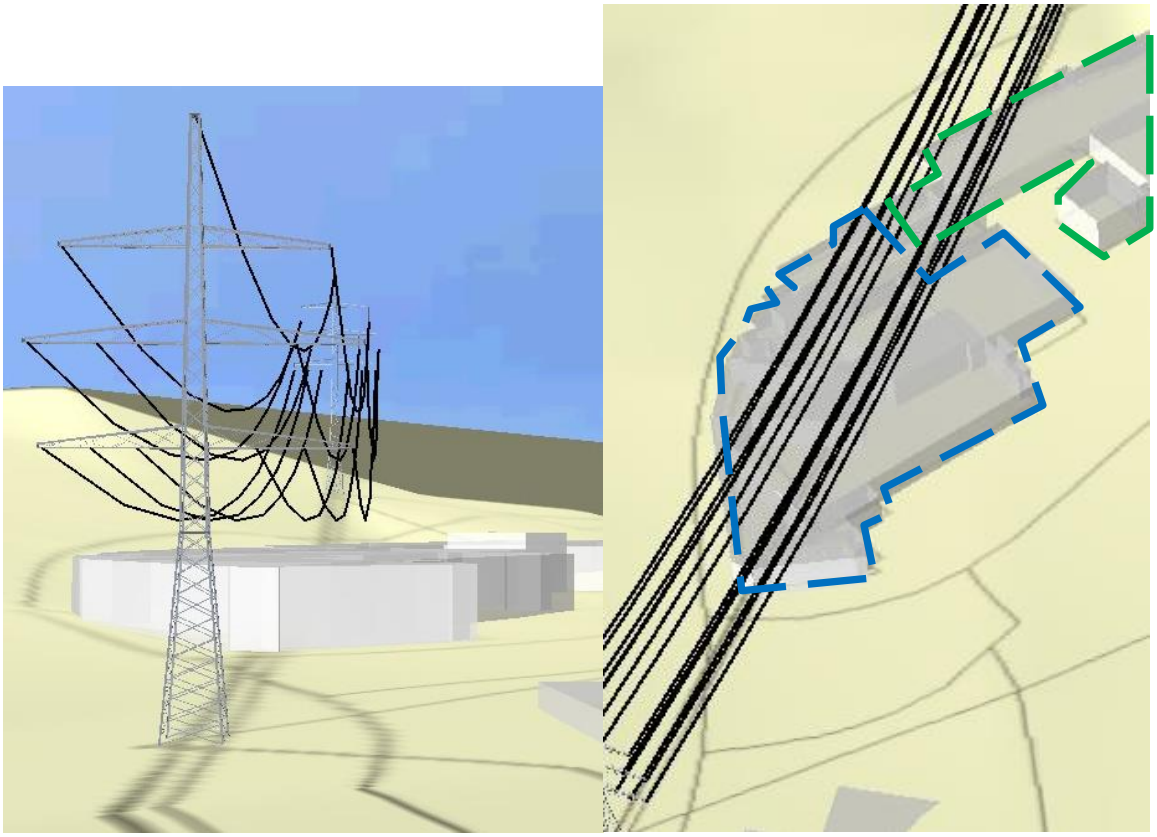


Abb. 13: 3D-Ansicht der Modellierung, Blickrichtung Südwesten (links) bzw. Süden (rechts), maßgebliche Immisionsorte (blau markiert Produktion, grün markiert Entwicklung, Teststände, Büro; Gebäudehöhen 12,45 m bei direkter Überspannung, Minimaler Abstand zu den Leitungen 11,9 m).

Industrie Service

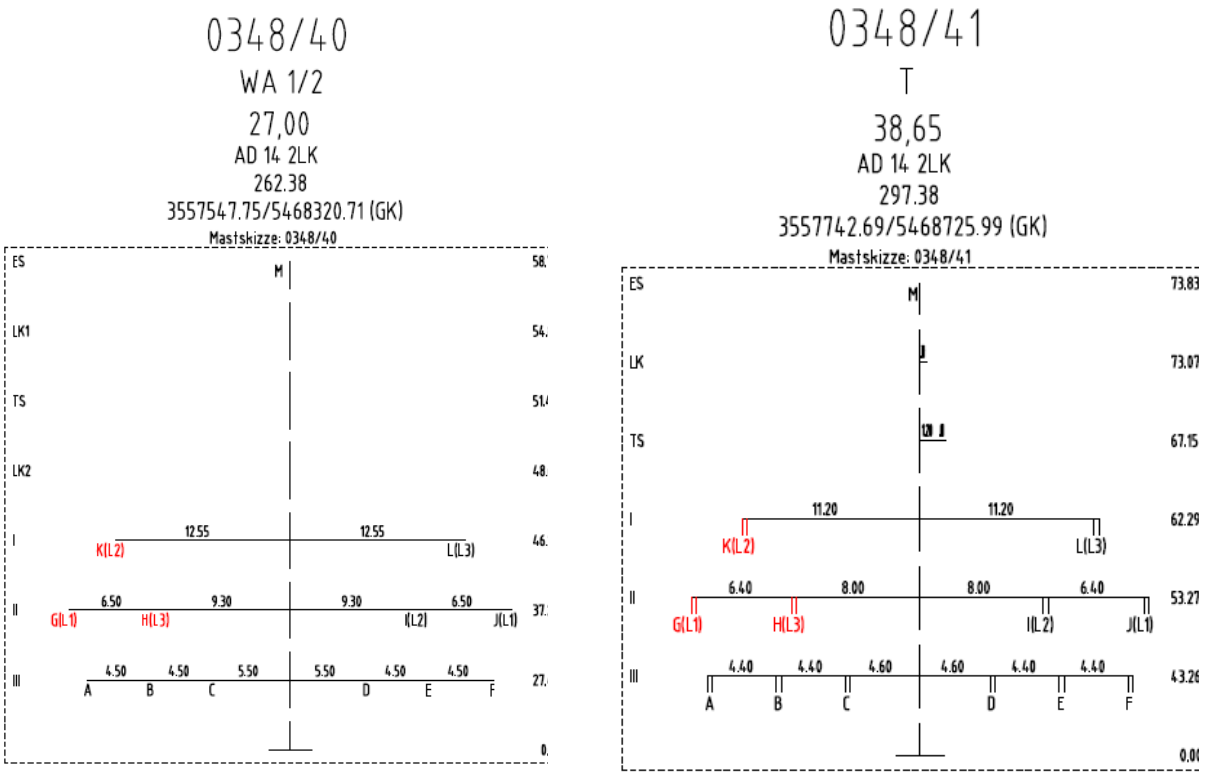



Abb. 14: Mastköpfe für die modellierten Spannfelder für IO 5 mit Angabe der Phasenlage. Die Phasenlage der 110-kV-Freileitungen lautet überall A=D=L1, B=E=L2, C=F=L3.

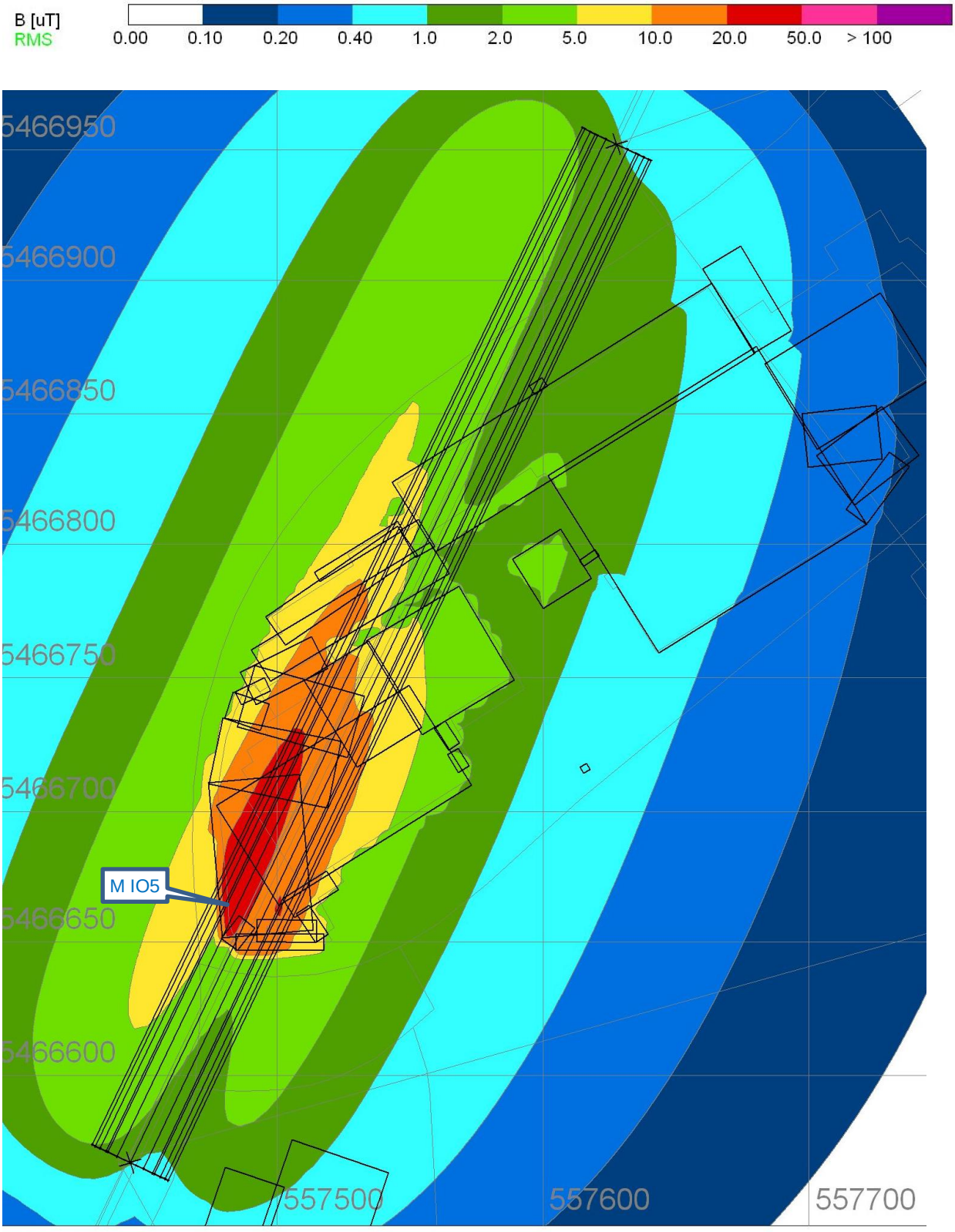



Abb. 15: Horizontaler Schnitt der magnetischen Flussdichte in 1 m Höhe über EOK bzw. über den Gebäuden (Maximum in 12,9 m Höhe über EOK).

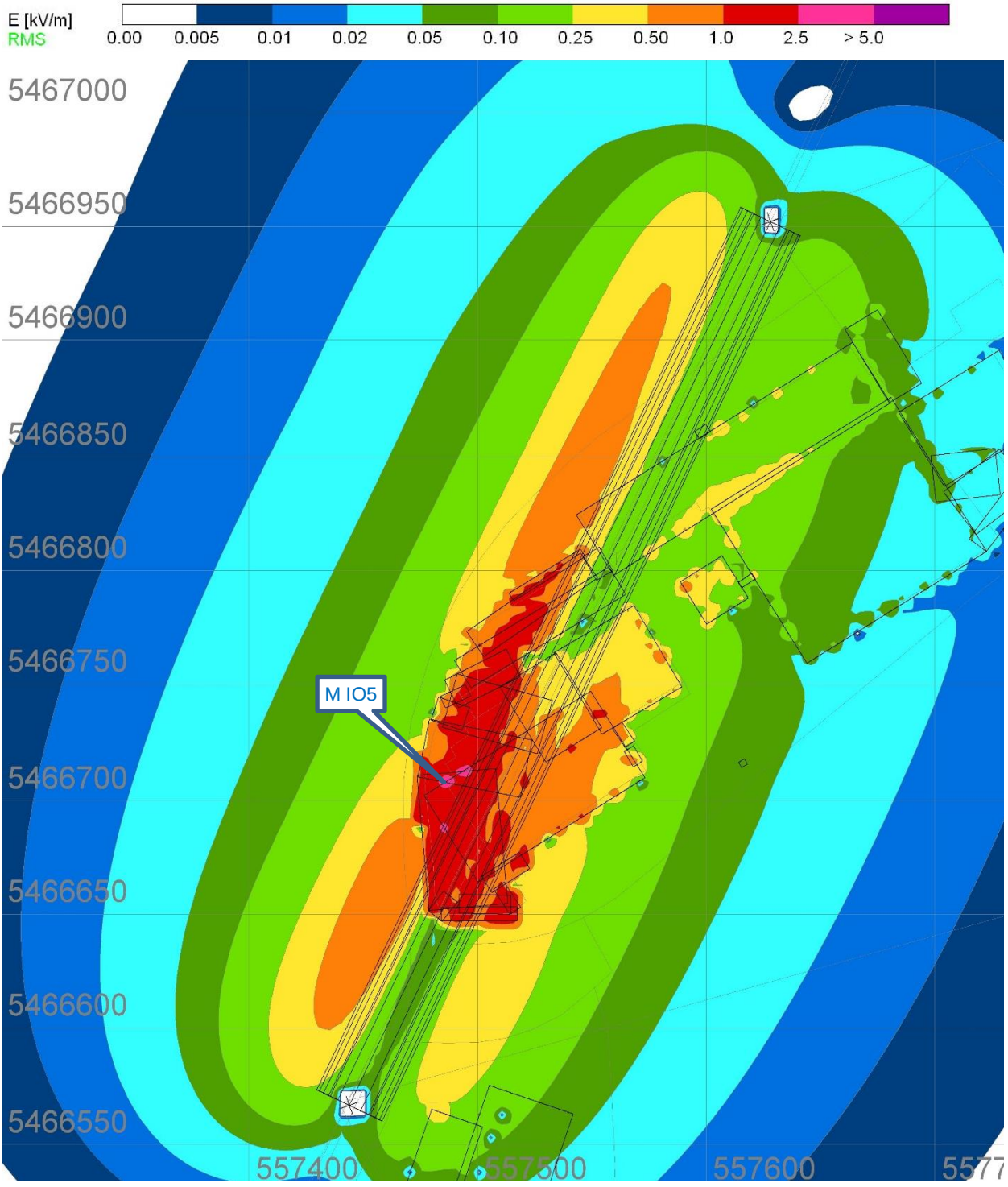



Abb. 16: Horizontaler Schnitt der elektrischen Feldstärke in 1 m Höhe über EOK bzw. den Gebäuden (Maximum in 12,3 m Höhe über EOK).

| | magn. Flussdichte *B* | Auslastung des Grenzwerts der 26. BImSchV von 100 µT | Elektr. Feldstärke *E* | Auslastung des Grenzwerts der 26. BImSchV von 5 kV/m |
|---|---|---|---|---|
| M IO5 | 29,7 µT | 29,7 % | 3,4 kV/m | 68,0 % |

Tab. 6: Immissionswerte in 1 m Höhe bei **höchster betrieblicher Anlagenauslastung**

Am maßgeblichen Immissionsort werden unter Berücksichtigung der geplanten Phasenlagen und der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung die Grenzwerte der 26. BImSchV für die magnetische Flussdichte und die elektrische Feldstärke sicher eingehalten. Maximal werden 1 m oberhalb des Daches des südlichsten Gebäudes 29,7 µT bzw. 29,7 % vom Grenzwert der magnetischen Flussdichte und 3,4 kV/m bzw. 68,0 % vom Grenzwert der elektrischen Feldstärke erreicht.

Die Berechnung erfolgte 1 m oberhalb des Gebäudes um eine einheitliche Darstellung zu erzielen und um die Größenordnung des elektrischen Feldes oberhalb des Gebäudes darstellen zu können. Der maßgebliche Immissionsort befindet sich jeweils innerhalb des Gebäudes im obersten Stockwerk. Dort werden jedoch die elektrischen Felder der Freileitung vollständig durch die Gebäudehülle abgeschirmt. Die magnetischen Felder sind im obersten Stockwerk in den Gebäuden geringer als 1 m über dem Dach, so dass die Berechnung auch hier den ungünstigsten Fall darstellt und die Grenzwerte damit dort ebenfalls eingehalten sind.

## 5.4 Immissionswerte für maßgeblichen Immissionsort IO7 (Mulfingen)

Am Immissionsort 7 befindet sich ein Hof mit mehreren Ställen. Das größte Gebäude ist ein Kuhstall mit anschließendem Melkraum. In dem Bereich, in dem maßgebliche Immissionsorte zu prüfen sind befindet sich der südwestlichste Streifen des Kuhstalls und des Melkraumes.

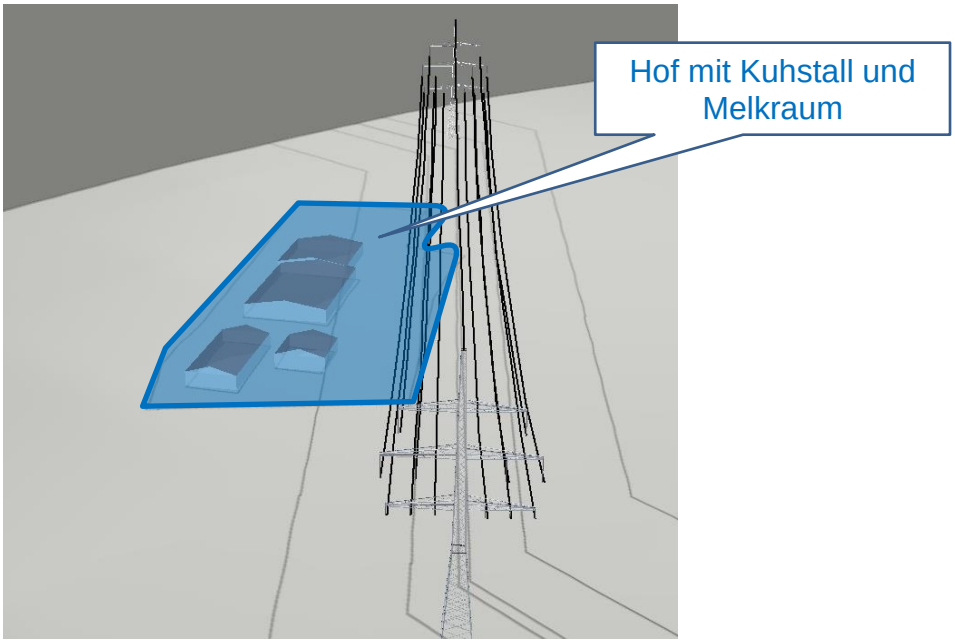



Abb. 17: 3D-Ansicht der Modellierung, Blickrichtung von Südwesten

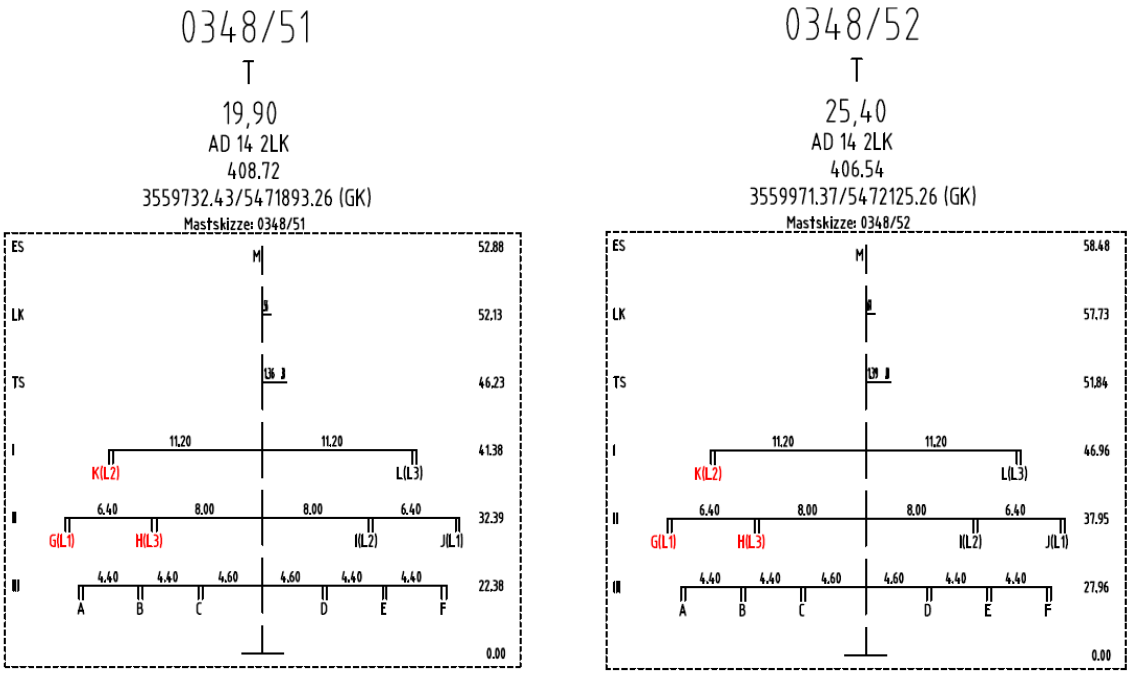



Abb. 18: Mastköpfe für die modellierten Spannfelder für IO 7 mit Angabe der Phasenlage. Die Phasenlagen der 380-kV-Freileitungen sind im Bild eingezeichnet. Die Phasenlage der 110-kV-Freileitungen lautet überall A=D=L1, B=E=L2, C=F=L3

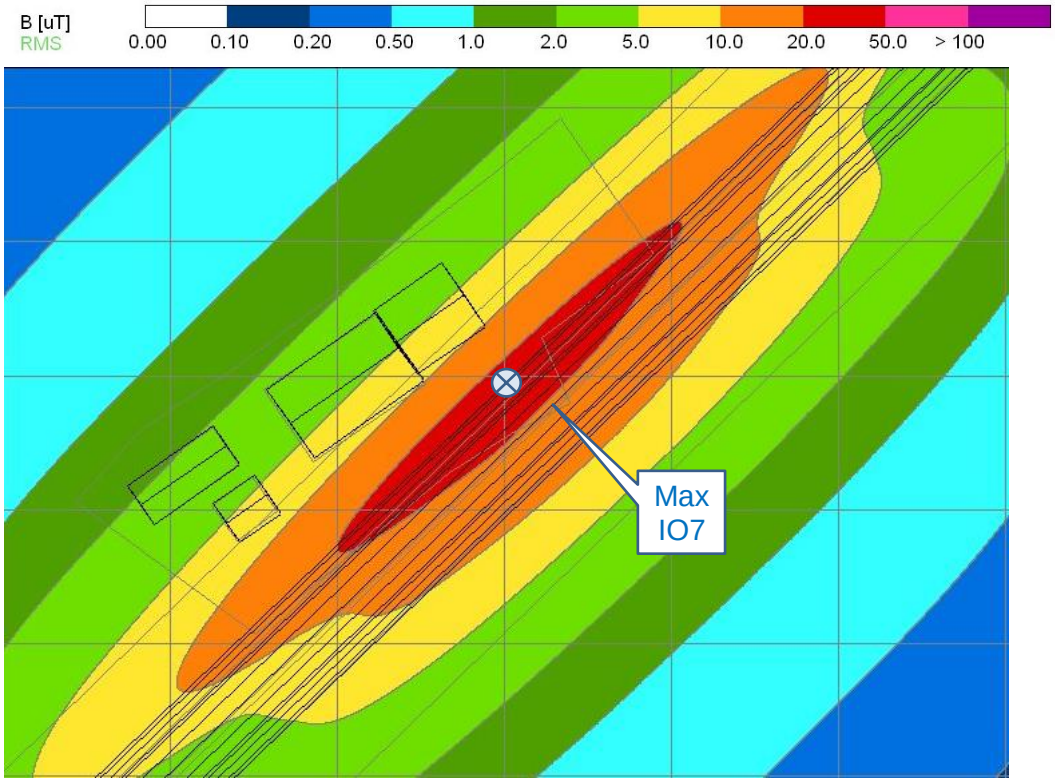



Abb. 19: Horizontaler Schnitt der magnetischen Flussdichte in 1 m Höhe über EOK bzw. über den Gebäuden mit höchstem Immissionswert auf dem Grundstück.

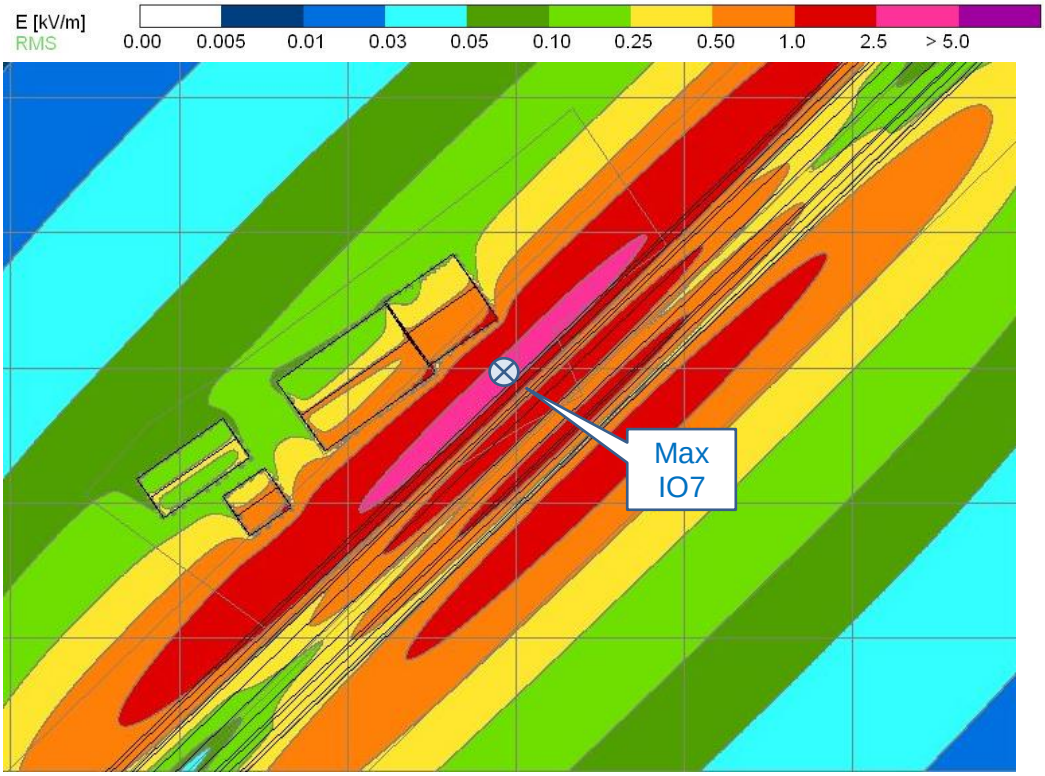



Abb. 20: Horizontaler Schnitt der elektrischen Feldstärke in 1 m Höhe über EOK.

| Immissions-ort | magn. Flussdichte *B* | Auslastung des Grenzwerts der 26. BImSchV von 100 µT | Elektr. Feldstärke *E* | Auslastung des Grenzwerts der 26. BImSchV von 5 kV/m |
|---|---|---|---|---|
| Max IO 7 | 28,4 µT | 28,4 % | 3,1 kV/m | 62,0 % |

Tab. 7: Immissionswerte in 1 m Höhe bei **höchster betrieblicher Anlagenauslastung**

Am maßgeblichen Immissionsort werden unter Berücksichtigung der geplanten Phasenlagen und der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung die Grenzwerte der 26. BImSchV für die magnetische Flussdichte und die elektrische Feldstärke sicher eingehalten. Maximal werden am nordöstlichen Rand des Flurstücks 28,4 µT bzw. 28,4 % vom Grenzwert der magnetischen Flussdichte und 3,1 kV/m bzw. 62,0 % vom Grenzwert der elektrischen Feldstärke erreicht.

Industrie Service

# 6 Anwendung des Minimierungsgebots von §4 Abs. (2) der 26. BImSchV

Laut §4 Abs. (2) der 26. BImSchV sind bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen 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. Die nähere Vorgehensweise regelt die 26. BImSchVVwV.

Als erster Schritt des Verfahrens ist eine Vorprüfung durchzuführen.

## 6.1 Vorprüfung nach 26. BImSchVVwV

Die Erweiterung der bestehenden Höchstspannungs-Freileitungsanlage zwischen Kupferzell und Rittershausen durch einen weiteren 380-kV-Stromkreises ist als wesentliche Änderung anzusehen. Der Einwirkungsbereich und Bewertungsabstand ist laut Abs. 3.2.1.2 der 26. BImSchVVwV folgendermaßen festgelegt:

| Anlage | Einwirkungsbereich | Bewertungsabstand |
|---|---|---|
| Drehstromfreileitung ≥ 380 kV | 400 m | 20 m |

Tab. 8: Einwirkungs- und Bewertungsabstände laut 26. BImSchVVwV.

Zunächst muss bestimmt werden, ob sich im Einwirkungsbereich der Anlage mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort (MMO) befindet. Erst wenn dies der Fall ist, ist eine Untersuchung des Minimierungspotentials durchzuführen.
Ein maßgeblicher Minimierungsort ist laut Abs. 2.11 der 26. BImSchVVwV ein im Einwirkungsbereich der jeweiligen Anlage liegendes Gebäude oder Grundstück im Sinne des §4 Abs. 1 26. BImSchV, sowie jedes Grundstück oder Gebäudeteil, das zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt ist. §4 Abs. 1 26. BImSchV bezieht sich, wie die maßgeblichen Immissionsorte, auf Wohnungen, Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze oder ähnliche Einrichtungen und den zugehörigen Grundstücken. Keine maßgeblichen Minimierungsorte sind damit landwirtschaftlich genutzte Flächen, Wege und Straßen.

Wie dem Abschnitt 8.2 im Anhang und Tab.8 zu entnehmen ist, liegt eine Vielzahl an maßgeblichen Minimierungsorten im Sinne von Abs. 2.11 der 26. BImSchVVwV im Einwirkungsbereich der Anlage. Auf Grund der Vielzahl an potentiell maßgeblichen Minimierungsorten wurden für kurze Streckenabschnitte Prüfbereichsnummern eingeführt. In den einzelnen Prüfbereichen wurden dann entsprechend die maßgeblichen Minimierungsorte ermittelt und die zugehörigen (repräsentativen) Bezugspunkte angegeben. Die Nutzung der Gebäude, die keine maßgeblichen Minimierungsorte sind, ist in den Bildern im Anhang eingezeichnet. De Art der Nutzung der maßgeblichen Minimierungsorte ist in Tab. 8 beschrieben.

| Mast-nummer | Gebäudenutzung Flurstücks Nummer | MMO | Bezugspunkt R: repräsentativer Bezugspunkt | Außerhalb Bewer-tungsabstand | Innerhalb Bewer-tungsabstand | Trassenabschnitt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Portal – M1 | Arbeitsstätte Bauhof Gemarkung Kupferzell Flurstück 1369 | 1 | 1R | X | | 1 |
| | Bürogebäude Gemarkung Kupferzell Flurstücke 1367/2, 1367, 1366, 1365, 1368 | 2 | | X | | |
| | Mehrere Wohngebäude mit zugehörigen Grundstücken, nordöstlicher Teil von Kupferzell | 3 | 2R | X | | |
| 3-4 | Mehrere Wohngebäude mit zugehörigen Grundstücken, südlicher Teil von Kubach | 4 | 3R | X | | 2 |
| 4-5 | Mehrere Wohngebäude mit zugehörigen Grundstücken, nördlicher Teil von Kubach | 5 | 4R | X | | |
| 5-6 | Hof mit Wohngebäude Gemarkung Künzelsau Flurstück 64 | 6 | 5 | | X | |
| 5-6 | Mehrere Wohngebäude mit zugehörigen Grundstücken, südöstlicher Teil von Haag | 7 | 6R | X | | |
| 6-7 | Hof mit Wohngebäude Gemarkung Künzelsau, Flurstück 108 | 8 | 7 | X | | |
| 6-7 | Gaststätte Gemarkung Künzelsau, Flurstück 119/1 | 9 | 8 | X | | |
| 8-10 | Wohngebäude und landwirtschaftliche Betriebe Künsbach | 10 | 9R | X | | |

Industrie Service

| Mast-nummer | Gebäudenutzung Flurstücks Nummer | MMO | Bezugspunkt R: repräsentativer Bezugspunkt | Außerhalb Bewer-tungsabstand | Innerhalb Bewer-tungsabstand | Trassenabschnitt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9-10 | Wohngebäude auf Hof<br>Gemarkung Künsbach<br>Flurstück 22 | 11 | 10 | X | | |
| 13-14 | Wohngebäude mit zugehörigen Grundstücken,<br>südöstlicher Teil Morsbach | 12 | 11R | X | | |
| | Vereinsgebäude mit Tennisplätzen<br>Gemarkung Morsbach<br>Flurstück 1055 | 13 | 12 | | X | |
| | Wohngebäude mit Sportverein und Fußballplatz,<br>nordöstlicher Teil Morsbach | 14 | 13R | X | | |
| 15-16 | Wohngebäude auf Hof<br>Gemarkung Amrichshausen<br>Flurstück 322 | 15 | 14R | X | | |
| | Wohngebäude auf Hof mit Frisörsalon<br>Gemarkung Amrichshausen<br>Flurstück 354 | 16 | | X | | |
| 16-17 | Wohngebäude und landwirtschaftlicher Betrieb,<br>südöstlicher Teil Amrichshausen | 17 | R15 | X | | |
| 18-19 | Wohngebäude auf Hof<br>Gemarkung Amrichshausen<br>Flurstück 263 | 18 | 16 | X | | |
| | Wohngebäude mit zugehörigem Grundstück,<br>Gemarkung Amrichshausen<br>Flurstück 279 | 19 | 17 | X | | |

Industrie Service

| Mast-nummer | Gebäudenutzung Flurstücks Nummer | MMO | Bezugspunkt R: repräsentativer Bezugspunkt | Außerhalb Bewer-tungsabstand | Innerhalb Bewer-tungsabstand | Trassenabschnitt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Garten von Wohnhaus<br>Gemarkung Amrichshausen<br>Flurstück 294 | 20 | 18 | X | | |
| 25-26 | Wohngebäude auf Höfen,<br>westlicher Teil von Büttelbronn | 21 | 19R | X | | 3 |
| 27-28 | Wohngebäude auf Hof,<br>Oberer Railhof | 22 | 20R | X | | |
| 27-28 | Gewerbe mit Arbeitsstätten,<br>Unterer Railhof | 23 | 21R | X | | |
| 32-33 | Scheunen,<br>westlichster Hof in Hasenklinge | - | | | X | |
| 34-35 | Wohngebäude auf Hof mit Frisörsalon, Birkenreisich<br>Flurstück 973 | 25 | 22 | X | | |
| | Wohngebäude auf Hof<br>Birkenreisich<br>Flurstück 978, 979 | 26 | 23 | X | | |
| 35-37 | Lager / Scheunen<br>Tatzenäcker<br>Flurstücke 990/1-990/26 | - | | | X | |
| 39-40 | Autohaus (Arbeitsstätte)<br>Gemarkung Mulfingen<br>Flurstück 4010 | 27 | 24 | X | | 4 |
| | Gewerbe mit Arbeitsstätten<br>Gemarkung Mulfingen<br>Flurstücke 5004 | 28 | 25 | X | | |
| 40-41 | Gewerbe mit Arbeitsstätten<br>Gemarkung Mulfingen<br>Flurstücke 4046, 4051, 4056 | 29 | 26 | | X | |

Industrie Service

| Mast-nummer | Gebäudenutzung Flurstücks Nummer | MMO | Bezugspunkt R: repräsentativer Bezugspunkt | Außerhalb Bewer-tungsabstand | Innerhalb Bewer-tungsabstand | Trassenabschnitt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 44-45 | Wohnhaus mit Hundezüchtung Hollenbach, Gemarkung Mulfingen Flurstücke 806/1, 772/3 | 30 | 27R | X | | |
| | Wohnhäuser auf Höfen Hollenbach, Gemarkung Mulfingen Flurstücke 810/1 | 31 | | X | | |
| 47-48 | Mehrere Wohngebäude mit zugehörigen Grundstücken südöstlicher Teil Hollenbach | 32 | 28R | X | | |
| 48-49 | Fußballverein mit Fußballfeldern (Sportstätte) Hollenbach, Gemarkung Mulfingen Flurstücke 305 | 33 | 29 | X | | |
| | Mehrere Wohngebäude mit zugehörigen Grundstücken und Gewerbe mit Arbeitsstätten, nordöstlicher Teil Hollenbach | 34 | 30R | X | | |
| | Gewerbe mit Arbeitsstätten Hollenbach, Gemarkung Mulfingen Flurstücke 292/2 | 35 | 31 | X | | |
| 50-51 | Tierhaltung, Ställe Hollenbach, Gemarkung Mulfingen Flurstücke 633 | 36 | 32 | | X | |
| 52-53 | Campingplatz mit Spielplatz Hollenbach, Gemarkung Mulfingen Flurstücke 630/1, 641/2, 2660/1, 2660 | 37 | 33 | X | | |
| 54-55 | Wohngebäude mit zugehörigem Grundstück, Adolzhausen, Gemarkung Niederstetten Flurstück 951 | 38 | 34 | X | | |

Industrie Service

| Mast-nummer | Gebäudenutzung Flurstücks Nummer | MMO | Bezugspunkt R: repräsentativer Bezugspunkt | Außerhalb Bewer-tungsabstand | Innerhalb Bewer-tungsabstand | Trassenabschnitt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 58-59 | Tierhaltung, Ställe Adolzhausen, Gemarkung Niederstetten, Flurstück 732/2 | 39 | 35 | X | | |
| 59-60 | Wohngebäude mit zugehörigem Grundstück, Adolzhausen, Gemarkung Niederstetten Flurstück 687 | 40 | 36 | X | | |
| 60-61 | Wohngebäude mit zugehörigen Grundstücken, südlicher Teil Adolzhausen | 41 | 37R | X | | |
| 63-64 | Wohngebäude mit zugehörigen Grundstücken östlicher Teil Adolzhausen | 42 | 38R | X | | 5 |
| 72-75 | Scheune, Pfitzingen, Gemarkung Niederstetten, Flurstück 176 | - | | X | | |
| 86-87 | Wohngebäude mit zugehörigen Grundstücken und Wohngebäuden auf Höfen, Elpersheim, Gemarkung Weikersheim, Heiligenhäusle | 43 | 39R | X | | |
| 87-88 | Wohngebäude mit zugehörigen Grundstücken, Elpersheim, Gemarkung Weikersheim Flurstück 6466/1 | 44 | 40 | X | | |
| 118-119 | Zugehöriges Grundstück zu Wohn-gebäude, westlichstes Grundstück von Stalldorf | 45 | 41 | X | | 6 |

Tab. 9: Prüfbereiche, Mastabschnitte und Art und Nutzung der Gebäude mit Nummerierung der MMOs und zugehörigen Bezugspunkten, Lage markiert im Anhang 8.2

Eine Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen ist somit notwendig.

## 6.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen

Es befinden sich maßgebliche Minimierungsorte sowohl innerhalb als auch außerhalb des Bewertungsabstandes.
Für die Ermittlung der Lage der Bezugspunkte für MMO, die sich außerhalb des Bewertungsabstandes befinden, ist der Nachweis in der Mitte des MMO zu führen. Dazu wurde für den MMO bzw. das Gebiet von MMOs (bei repräsentativen Bezugspunkten) 2 Geraden durch die am weitesten auseinander liegenden Punkte des Gebäudes oder Flurstücks gebildet. Von dem Schnittpunkt der beiden Geraden wurde das Lot auf die Trassenachse gefällt und an dem Schnittpunkt des Lotes mit dem Bewertungsabstand der Bezugspunkt gesetzt.
Für die Ermittlung des konkreten Minimierungsorts, der sich teilweise innerhalb des Bewertungsabstandes befindet, wurde auf die gleiche Weise verfahren wie oben, jedoch nur für den Bereich des MMO, der sich innerhalb des Bewertungsabstands befindet.

Für eine 380-kV-Drehstromfreileitung sind laut Abs. 5.3.1 26. BImSchVVwV fünf Minimierungsmaßnahmen zu prüfen.

### 6.2.1 Abstandsoptimierung

| | |
|---|---|
| Maßnahme: | Die Leiterseile sollen einen größtmöglichen Abstand zu maßgeblichen Minimierungsorten haben. Dies kann durch Erhöhung der Masten oder Verringerung der Spannfeldlänge erfolgen. Wenn ein Stromkreis auf einer von einem maßgeblichen Minimierungsort abgewandten Seite der Traverse geführt wird können die Immissionen verringert werden |
| Voraussetzungen: | Die Bodenbeschaffenheit muss geeignete Mastfundamente ermöglichen, wenn die Masten erhöht werden. Der Bodenabstand der Leiterseile kann bei Neubau planerisch festgelegt werden. |
| Bewertung: | Die Maßnahme ist nicht anwendbar, da es im Sinne der Maßnahme nicht vorgesehen ist, die Bestandsmasten neu zu errichten. Der neue Stromkreis kann daher nur an den vorhandenen Stützpunkten angebracht werden, da die anderen Plätze bereits durch andere Freileitungssysteme belegt sind. Eine Erhöhung der Masten würde einen Neubau bedeuten. |

### 6.2.2 Elektrische Schirmung

| | |
|---|---|
| Maßnahme: | Es werden elektrisch leitfähige Schirmflächen oder -leiter vorzugsweise zwischen den spannungsführenden Leitungsteilen und einem MMO als Bestandteil der Anlage eingeführt. Dies kann durch das Mitführen von Erdseilen geschehen oder bei monopolaren Systemen durch das Mitführen eines Erdseils. |
| Voraussetzungen: | Die baulichen Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit die zusätzlichen Leitungs- und Zubehörteile angebracht werden können. Mindestisolierluftstrecken zwischen den Schirmen und den spannungsführenden Leiterseilen und der Mindestbodenabstand müssen eingehalten werden. |
| Bewertung: | Die Maßnahme ist nicht anwendbar, da es im Sinne der Maßnahme nicht vorgesehen ist, die Bestandsmasten neu zu errichten. Für die Anbringung von weiteren Seilen müsste der Mast erhöht werden, um eine weitere Traverse zu errichten, was einen Neubau bedeuten würde. |

### 6.2.3 Minimieren der Seilabstände

| | |
|---|---|
| Maßnahme: | Die Abstände zwischen den Seilen, insbesondere zwischen spannungs- und stromführenden Leiterseilen werden minimiert; hierzu gehört auch die Minimierung der Seilabstände innerhalb eines Stromkreises und die Minimierung der Abstände zu anderen Stromkreisen. |
| Voraussetzungen: | Die Maßnahme ist bei allen Leitungen möglich und kann bei Neubau realisiert werden. Immer wenn die Mastkopfbilder geändert werden sollen, ist die Maßnahme auch bei einer wesentlichen Änderung möglich. Mindestluftisolierstrecken zwischen den Seilen, zwischen Leiterseilen und dem Mast sowie anderen geerdeten Anlagenteilen oder zum Boden müssen eingehalten werden. Durch besondere Ausführung kann eine deutliche Verringerung des Abstandes zwischen Leiterseilen und Stromkreisen erreicht werden. |

| | |
|---|---|
| Bewertung: | Die Maßnahme ist nicht anwendbar, da es im Sinne der Maßnahme nicht vorgesehen ist, die Bestandsmasten neu zu errichten. Eine Veränderung der Seilabstände hätte aber eine Neukonstruktion der Masten mit ggfs. veränderten Mastkopfbildern zur Folge. |

### 6.2.4 Optimieren der Mastkopfgeometrie

| | |
|---|---|
| Maßnahme: | Zwischen möglichen Masttypen wird derjenige ausgewählt, dessen Mastkopfbild eine für die Kompensation von entstehenden elektrischen und magnetischen Feldern geometrisch günstige Aufhängung der Leiterseile ermöglicht. Für die Kompensation von elektrischen und magnetischen Feldern ist grundsätzlich eine vertikale Anordnung der Außenleiterseile günstiger als eine horizontale. |
| Voraussetzungen: | Bei Neubau können der Masttyp und damit die Mastkopfgeometrie festgelegt werden. Bei Neubau uns insbesondere wesentlicher Änderung können technische Randbedingungen wie die Mitführung mehrerer Systeme die Wahlmöglichkeiten einschränken. |
| Bewertung: | Die Maßnahme ist nicht anwendbar, da die bestehenden Masten erhalten bleiben sollen und daher die Mastkopfbilder nicht geändert werden können. |

### 6.2.5 Optimieren der Leiteranordnung

| | |
|---|---|
| Maßnahme: | 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. |
| Voraussetzungen: | Es muss mehr als ein Stromkreis auf dem Mast installiert sein. Bei Neubau kann die Maßnahme durchgeführt werden; bei wesentlicher Änderung ist sie möglich, wenn ein längerer Leitungsabschnitt oder die gesamte Leitung betroffen ist. |

Industrie Service

Bewertung: Die Maßnahme ist möglich und wird daher im Folgenden geprüft.

Die Position der Verdriller und die Phasenlage bei den Einführungen in die Umspannwerke wird als nicht veränderbar angenommen. Weiterhin werden die Phasenlagen der Bestandssysteme als gegeben angesehen. Auf der Trasse sind Verdriller an den Masten M2, M19, M40, M63, M88, M108, M127A und M128A vorgegeben, bzw. für die Bestandssysteme bereits realisiert. Somit ergeben sich 9 Trassenabschnitte mit unterschiedlichen Phasenlagen. Die Phasenlage zwischen M2 - M19, M63 - M88, M108 – M127A und M128A bis M138 sind identisch, ebenso die Abschnitte M19 - M40 und M88 - M108. Die Phasenlage zwischen den Masten M40 und M63 kommt nur auf diesem Abschnitt vor. Die Phasenlage im Abschnitt vom Portal im UW Kupferzell bis zum Mast M1, ist durch die Phasenlage im Umspannwerk vorgegeben, die erste Verdrillung erfolgt am Mast M1.
In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Minimierungsprüfung in den Trassenabschnitten 2, 3, 4, 5 und 7 dargestellt. Für jeden MMO wurden die 6 möglichen Phasenlagen für das neue 380-kV-System berechnet. Kam es in einem Trassenabschnitt durch Änderung der Phasenlage dazu, dass eine Verbesserung an einem MMO eine Verschlechterung an einem anderen MMO zur Folge hatte, wurde die weitere Berechnung an den eventuell noch vorhandenen MMOs im Trassenabschnitt abgebrochen, da die Minimierungsmaßnahme in dem Trassenabschnitt dann nicht möglich ist.

| **Phasenlage neues System** | **Wert der magnetischen Flussdichte in µT** |
|---|---|
| | **Bezugspunkt 3** |
| 123 | 11,9 |
| 132 | 17,6 |
| 312 | 23,9 |
| 321 | 20,7 |
| 231 | 20,0 |
| 213 | 19,7 |

Tab. 10: Werte der magnetischen Flussdichte an Bezugspunkt 3 aus Tab.9 im Trassenabschnitt 2, das Minimum der Phasenlage je Bezugspunkt ist grün markiert. Die Ermittlung der Werte für Bezugspunkte 4-18 entfällt, da die Verbesserung an einem anderen BP eine Verschlechterung an BP3 ergibt.

Bewertung: Die Phasenoptimierung wurde bereits nach der Berechnung am ersten Bezugspunkt abgebrochen, da alle anderen Phasenlagen zu einer Verschlechterung der Immissionswerte führen. Damit muss auch das elektrische Feld nicht mehr geprüft werden.

| Phasenlage neues System | Wert der magnetischen Flussdichte in µT |
|---|---|
| | Bezugspunkt 19 |
| 123 | 7,76 |
| 132 | 11,2 |
| 312 | 15,7 |
| 321 | 13,0 |
| 231 | 12,3 |
| 213 | 13,1 |

Tab. 11: Werte der magnetischen Flussdichte an Bezugspunkt 19 aus Tab.9 im Trassenabschnitt 3, das Minimum der Phasenlage je Bezugspunkt ist grün markiert. Die Ermittlung der Werte für Bezugspunkte 20-23 entfällt, da die Verbesserung an einem anderen BP eine Verschlechterung an BP19 ergibt.

Bewertung: Die Phasenoptimierung wurde bereits nach der Berechnung am ersten Bezugspunkt abgebrochen, da alle anderen Phasenlagen zu einer Verschlechterung der Immissionswerte führen. Damit muss auch das elektrische Feld nicht mehr geprüft werden.

| Phasenlage neues System | Wert der magnetischen Flussdichte in µT |
|---|---|
| | Bezugspunkt 24 |
| 123 | 5,6 |
| 132 | 6,9 |
| 312 | 8,2 |
| 321 | 7,4 |
| 231 | 8,3 |
| 213 | 7,7 |

Tab. 12: Werte der magnetischen Flussdichte an den Bezugspunkten im Trassenabschnitt 4, das Minimum der Phasenlage je Bezugspunkt ist grün markiert. Die Ermittlung der Werte für Bezugspunkte 25-37 entfällt, da die Verbesserung an einem anderen BP eine Verschlechterung an BP24 ergibt.

Bewertung: Die Phasenoptimierung wurde bereits nach der Berechnung am ersten Bezugspunkt abgebrochen, da alle anderen Phasenlagen zu einer Verschlechterung der Immissionswerte führen. Damit muss auch das elektrische Feld nicht mehr geprüft werden.

Industrie Service

| Phasen-lage neues System | Wert der magnetischen Flussdichte in µT | | |
|---|---|---|---|
| | Bezugspunkt 38 | Bezugspunkt 39 | Bezugspunkt 40 |
| 123 | 12,6 | 6,9 | entfällt |
| 132 | 12,2 | 8,4 | |
| 312 | 10,8 | 7,4 | |
| 321 | 11,6 | 6,8 | |
| 231 | 9,9 | 9,5 | |
| 213 | 9,5 | 8,0 | |

Tab. 13: Werte der magnetischen Flussdichte an den Bezugspunkten im Trassenabschnitt 5, das Minimum der Phasenlage je Bezugspunkt ist grün markiert. Die Ermittlung der Werte für Bezugspunkt 40 entfällt, da die Verbesserung an BP40 eine Verschlechterung an den anderen berechneten BPen ergibt.

Bewertung: Die Phasenoptimierung wurde bereits nach der Berechnung am zweiten Bezugspunkt abgebrochen, da die Verbesserung an BP38 eine Verschlechterung an BP39 zu Folge hätte. Damit muss auch das elektrische Feld nicht mehr geprüft werden.

| Phasenlage neues System | Wert der magnetischen Flussdichte in µT |
|---|---|
| | Bezugspunkt 41 |
| 123 | 19,0 |
| 132 | 31,9 |
| 312 | 32,7 |
| 321 | 23,1 |
| 231 | 27,0 |
| 213 | 24,7 |

Tab. 14: Werte der magnetischen Flussdichte an den Bezugspunkten im Trassenabschnitt 7, das Minimum der Phasenlage je Bezugspunkt ist grün markiert

Bewertung: Die vorgegebene Phasenlage führt bereits zu den geringsten Werten der magnetischen Flussdichte. Damit muss auch das elektrische Feld nicht mehr geprüft werden. In diesem Trassenabschnitt liegt nur der eine MMO

Industrie Service

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Phasenvariationen in den Trassenabschnitten zusammengefasst.

| Trassen-abschnitt | | Minimierung möglich? | Begründung |
|---|---|---|---|
| 1 | Portal-M2 | Nein | Phasenlage ist durch die Randbedingungen vorgegeben, erste Verdrillung erst an Mast 2 vorgesehen |
| 2 | M2-M19 | Nein | Maßnahme kommt nicht in Betracht, da sie an mindestens einem MMO zur Erhöhung der Immissionen führen würde |
| 3 | M19-M40 | Nein | Maßnahme kommt nicht in Betracht, da sie an mindestens einem MMO zur Erhöhung der Immissionen führen würde |
| 4 | M40-M63 | Nein | Maßnahme kommt nicht in Betracht, da sie an mindestens einem MMO zur Erhöhung der Immissionen führen würde |
| 5 | M63-M88 | Nein | Maßnahme kommt nicht in Betracht, da sie an mindestens einem MMO zur Erhöhung der Immissionen führen würde |
| 6 | M88-M108 | Kein MMO im Abschnitt, also keine Minimierung erforderlich | |
| 7 | M108-M127A | Nein | Im Trassenabschnitt ist nur ein MMO vorhanden. Vorgegebene Phasenlage führt bereits zu den geringsten Werten |
| 8 | M127A-M128A | Kein MMO im Abschnitt, also keine Minimierung erforderlich | |
| 9 | M128A-M138 | Kein MMO im Abschnitt, also keine Minimierung erforderlich | |

Tab. 15: Zusammenfassung der Ergebnisse der Minimierungsmaßnahme Phasenoptimierung an den 9 Trassenabschnitten

### 6.2.6 Maßnahmenbewertung

Für die Änderung der 380-kV-Netzverstärkung der Leitung UW Kupferzell Rittershausen werden die vorhandenen Masten und Stützpunkte an den Masten verwendet. Für die verschiedenen Trassenabschnitte wurde die Phase des neuen Systems variiert. In keinem der Abschnitte führte eine andere, als die geplante Phasenlage zu geringeren Werten. In den Fällen, in denen sich an einem MMO geringere Werte ergeben hätten wurden gleichzeitig die Werte an anderen MMOs erhöht, so dass eine Änderung der Phasenlage nicht möglich ist. Das Minimierungspotential ist somit durch die gewählten Phasenkonfigurationen ausgeschöpft.

## 7 Zusammenfassung und Bewertung

Im vorliegenden Gutachten sollte im Rahmen der Erstellung der Genehmigungsunterlagen für das Planfeststellungsverfahren des Vorhabens 20, Abschnitt 2: 380-kV-Netzverstärkung Kupferzell – Rittershausen (Leitungsanlage Nr. 0348) geprüft werden, ob die relevanten Anforderungen der 26. BImSchV eingehalten werden können.

Die Untersuchung der Auswirkung der Erweiterung der Bestandstrasse um ein weiteres 380-kV-Freileitungssystem ausgehenden magnetischen und elektrischen Felder erbrachte folgende Ergebnisse:

- Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass die Anforderungen der §3 und §4 Abs. 3 26.BImSchV an den vier vorhandenen maßgeblichen Immissionsorten unter Zugrundelegung der geplanten Erweiterung und Phasenlage eingehalten sind.
- Im Bereich der maßgeblichen Immissionsorte sind keine Wirkungen wie Funkenentladung auch zwischen Personen, die zu erheblichen Belästigungen oder Schäden führen können zu erwarten, da die Schwelle von 7 kV/m für die elektrischen Feldstärke, ab der mit erheblichen Belästigungen oder Schäden zu rechnen ist (II.3.6 LAI) im Untersuchungsgebiet nicht erreicht wird.
- Das Minimierungsgebot nach §4 Abs (2) 26. BImSchV wurde in diesem Gutachten geprüft. Es besteht kein weiteres Minimierungspotential.

Abteilung Umwelt Service
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

Dr. Thomas Gritsch
Öffentlich bestellt und beeidigter Sachverständiger
für Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU)

Dr. Andrea Thiemann

# 8 Anhang

## 8.1 Maßgebliche Immissionsorte

### IO1

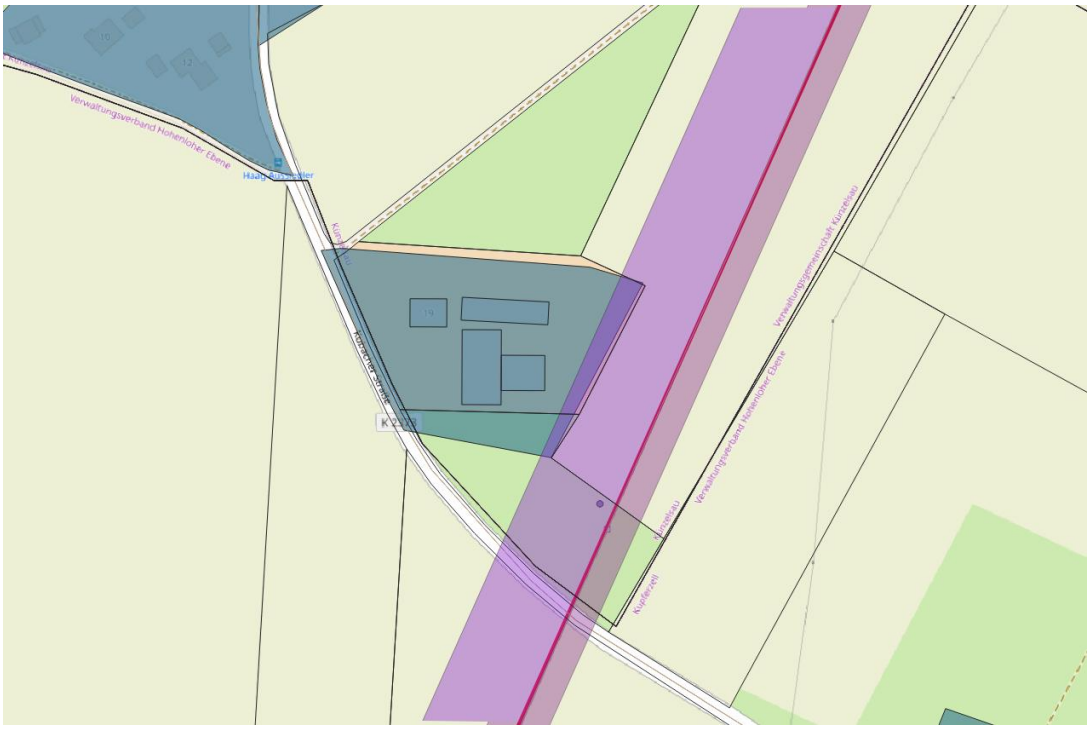



Abb. 21: Kubacher Str 19, 74653 Künzelsau (32551309, 5454875)

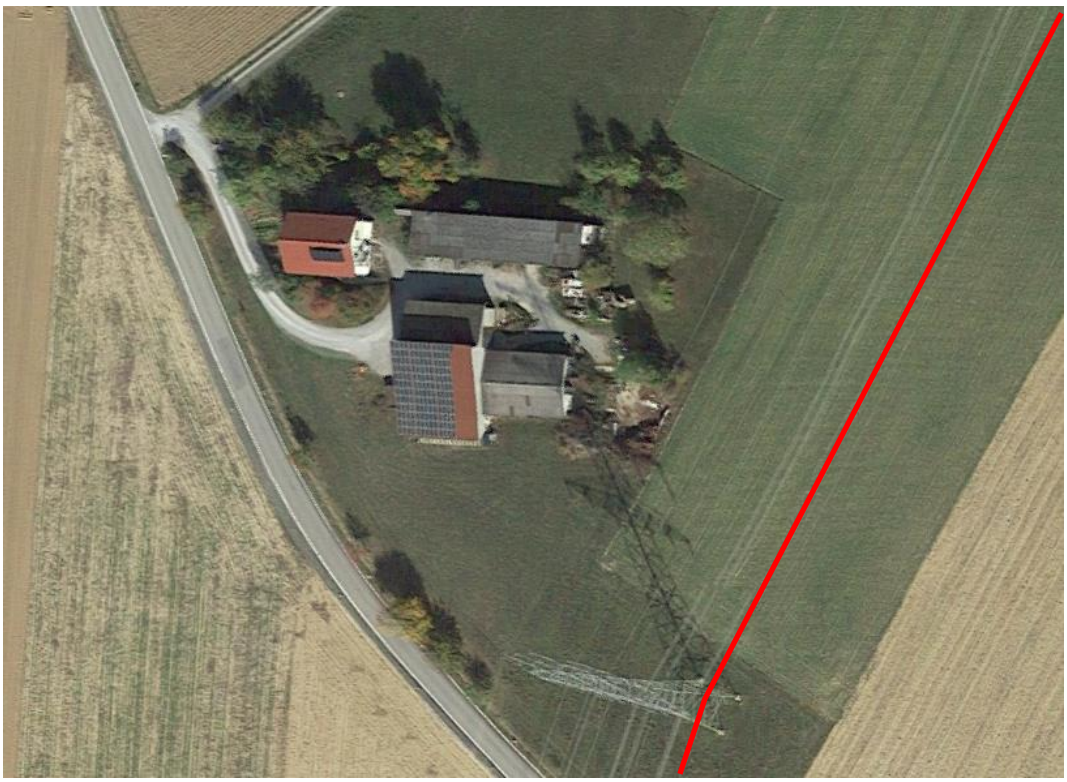


Abb. 22: Kubacher Str 19, 74653 Künzelsau (32551309, 5454875)

## IO2




Abb. 23: Brühlsteige, 74653 Künzelsau (32553332, 5457893)




Abb. 24: Brühlsteige, 74653 Künzelsau (32553332, 5457893)



Abb. 25: Foto der Ortsbesichtigung

Industrie Service

**IO3**



Abb. 26: Amrichshausen (32554647, 5458947)



Abb. 27: Bilder der Ortsbesichtigung. Bei den Gebäuden handelt es sich ausschließlich um Holzlager.

Industrie Service

## IO4

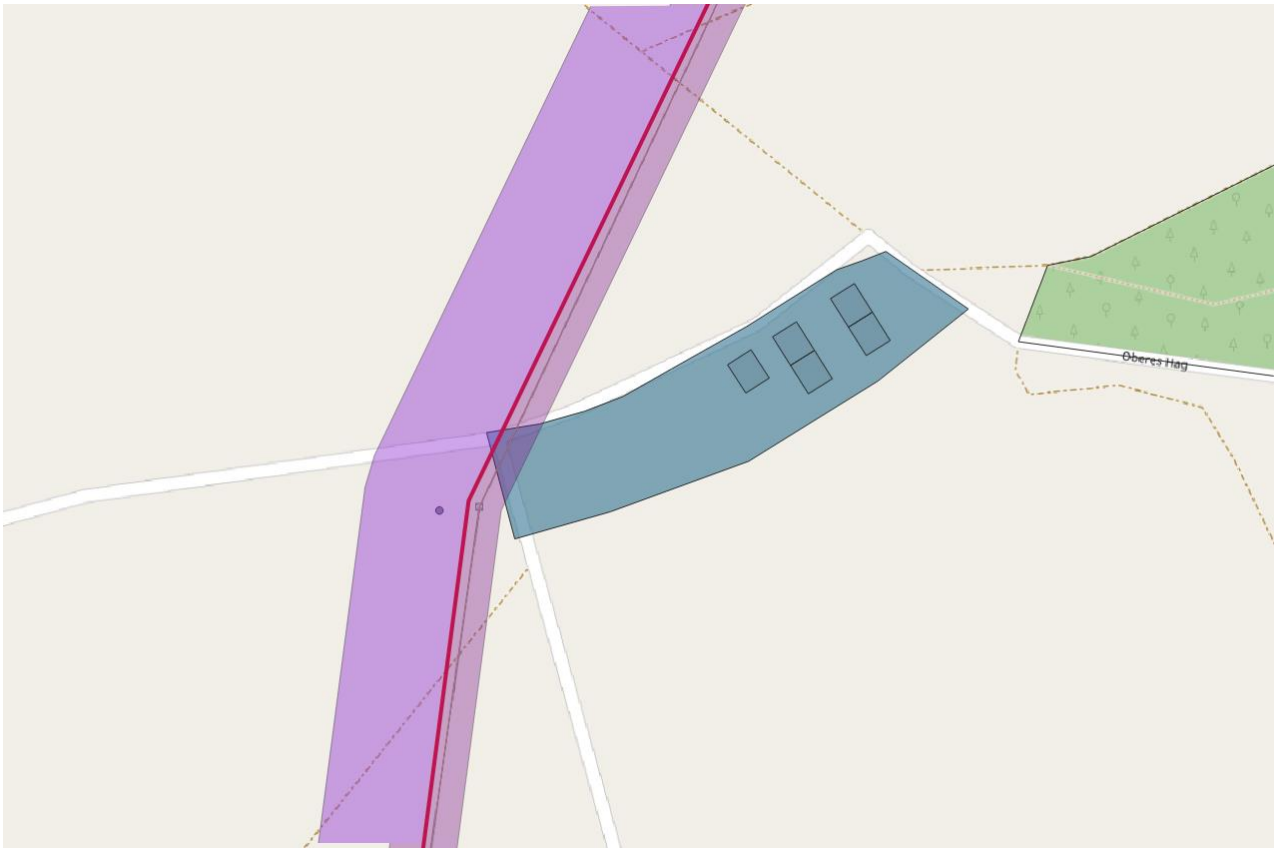



Abb. 28: Mulfingen, Nähe Straße Oberes Hag (32556909, 5465293)




Abb. 29: Mulfingen, Nähe Straße Oberes Hag (32556909, 5465293)

## IO5




Abb. 30: Gewerbegebiet Ettetal, Bachmühle 2, 74673 Mulfingen (32557518, 5466725)

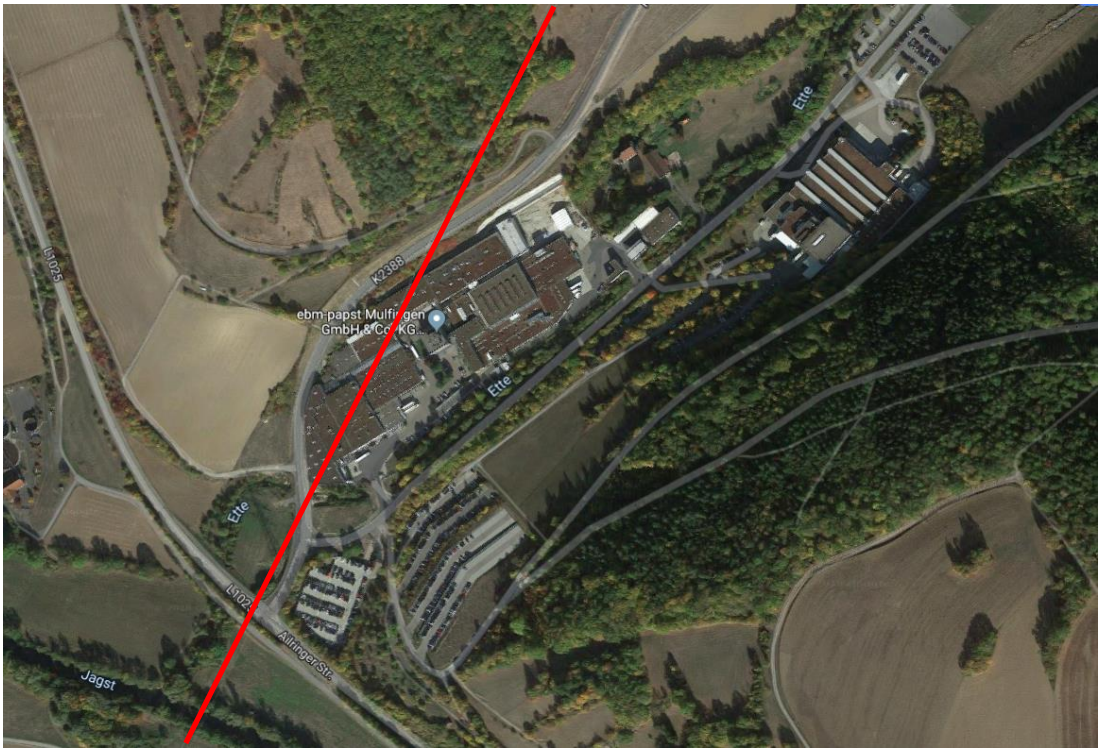



Abb. 31: Gewerbegebiet Ettetal, Bachmühle 2, 74673 Mulfingen (32557518, 5466725)

## IO6




Abb. 32: Am Sportplatz 40, 74673 Mulfingen (32556909, 5465293)




Abb. 33: Am Sportplatz 40, 74673 Mulfingen (32556909, 5465293)

## IO7




Abb. 34: Bauernhof FlSt 633, 74673 Mulfingen (32559446, 5470034)



Abb. 35: Foto der Ortsbesichtigung, Kuhstall mit Melkraum (im vorherigen Bild blau gepunktet markiert)

## 8.2 Maßgebliche Minimierungsorte

### Portal-Mast 1

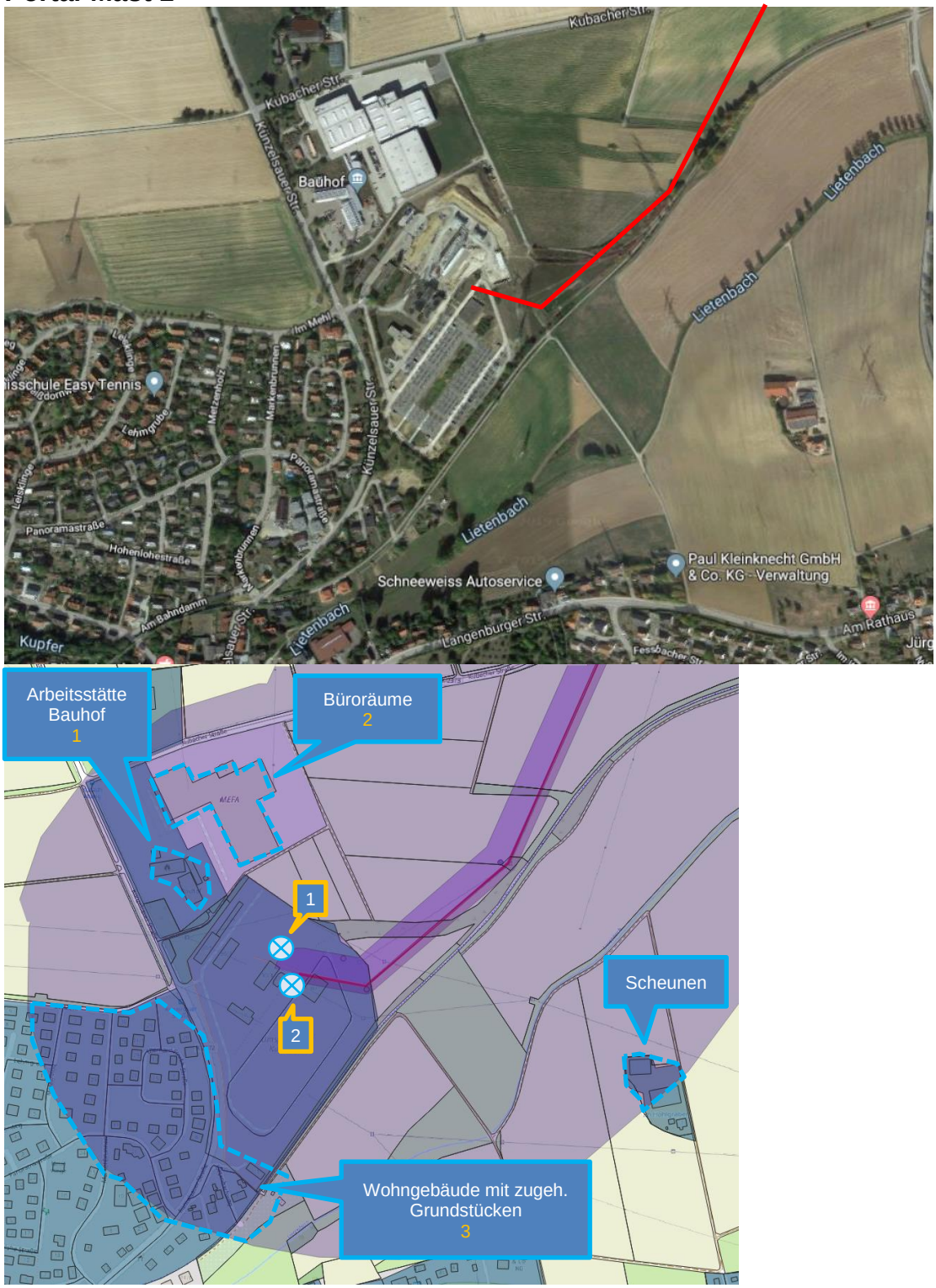



Abb. 36: PB1, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten).

Industrie Service

## Mast 3-Mast 7

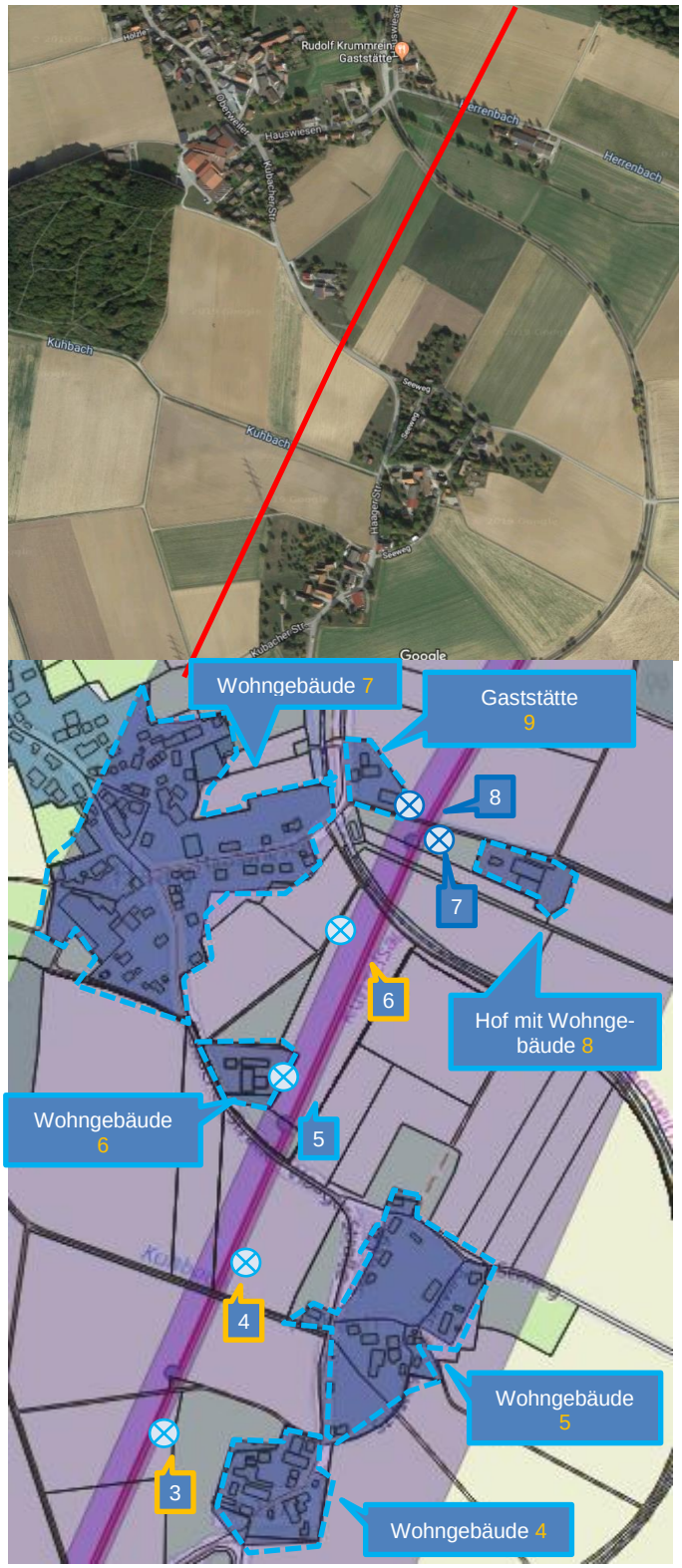



Abb. 37: PB2, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 8- Mast 10

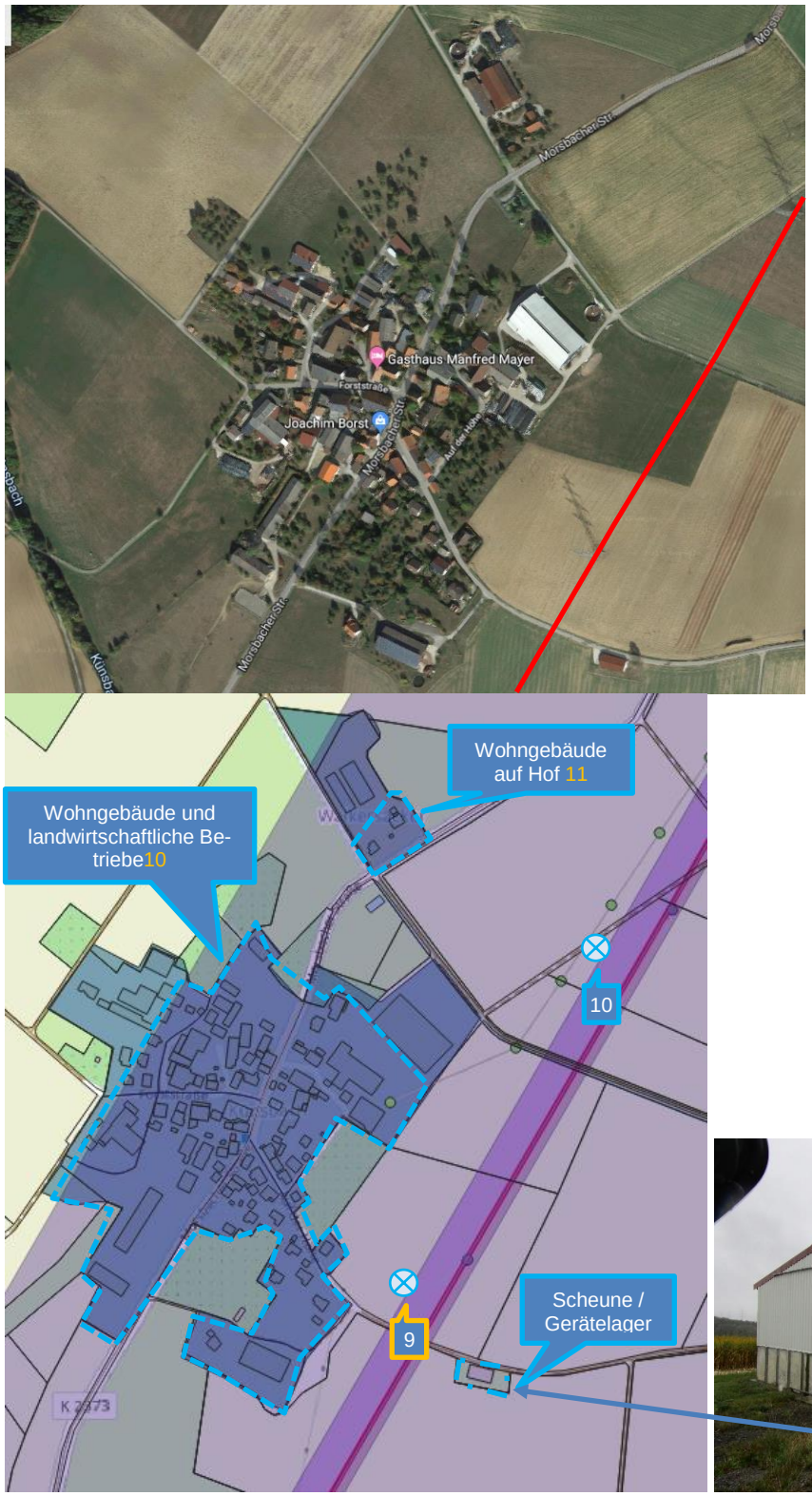



Abb. 38: PB3, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten). Rechts Foto der Ortsbesichtigung.

## Mast 13-Mast 14

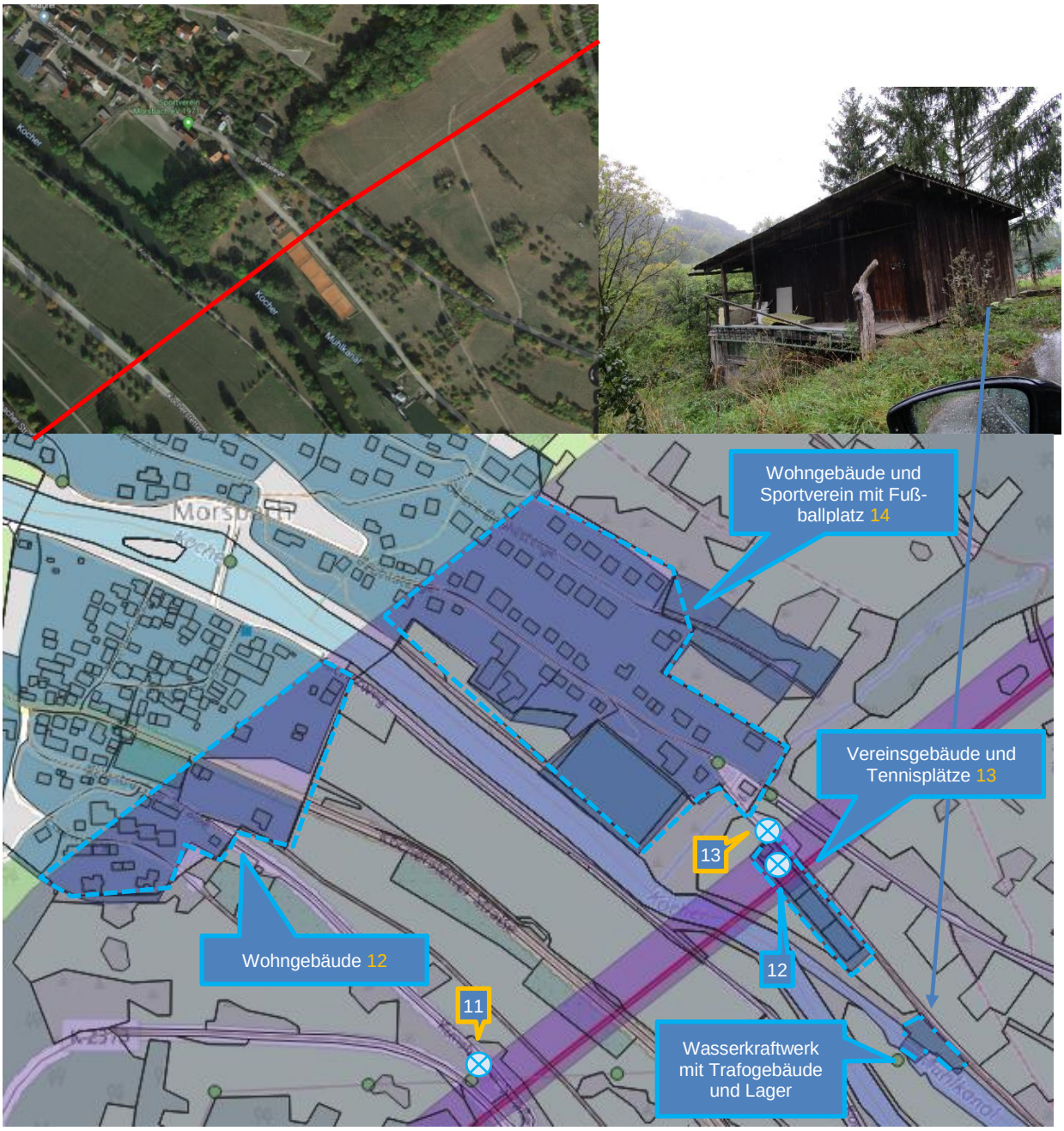



Abb. 39: PB4, oben links Luftbild, oben rechts Foto der Ortsbesichtigung, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 12- Mast17




Abb. 40: PB5, oben links Luftbild, oben rechts Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten), unten Foto der Ortsbesichtigung

## Mast 18- Mast 19




Abb. 41: PB6, oben Luftbild, mitte Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten), unten Fotos der Ortsbesichtigung

## Mast 25- Mast 28




Abb. 42: PB7, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 32- Mast 33




Abb. 43: PB8, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 34- Mast 35




Abb. 44: PB9, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 35- Mast 37

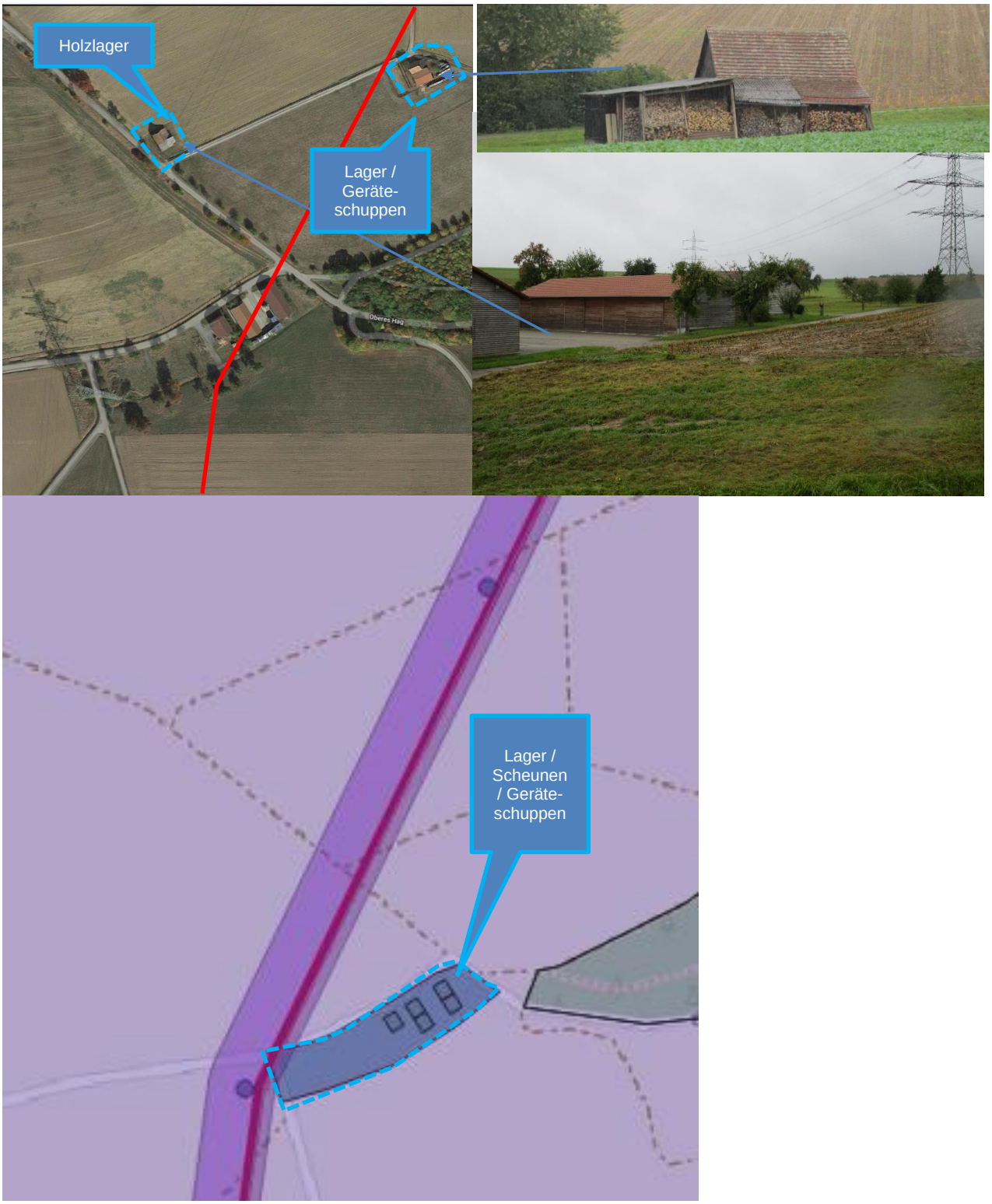



Abb. 45: PB10, oben links Luftbild, oben rechts Fotos der Ortsbesichtigung, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. hellblu bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 39-Mast 41

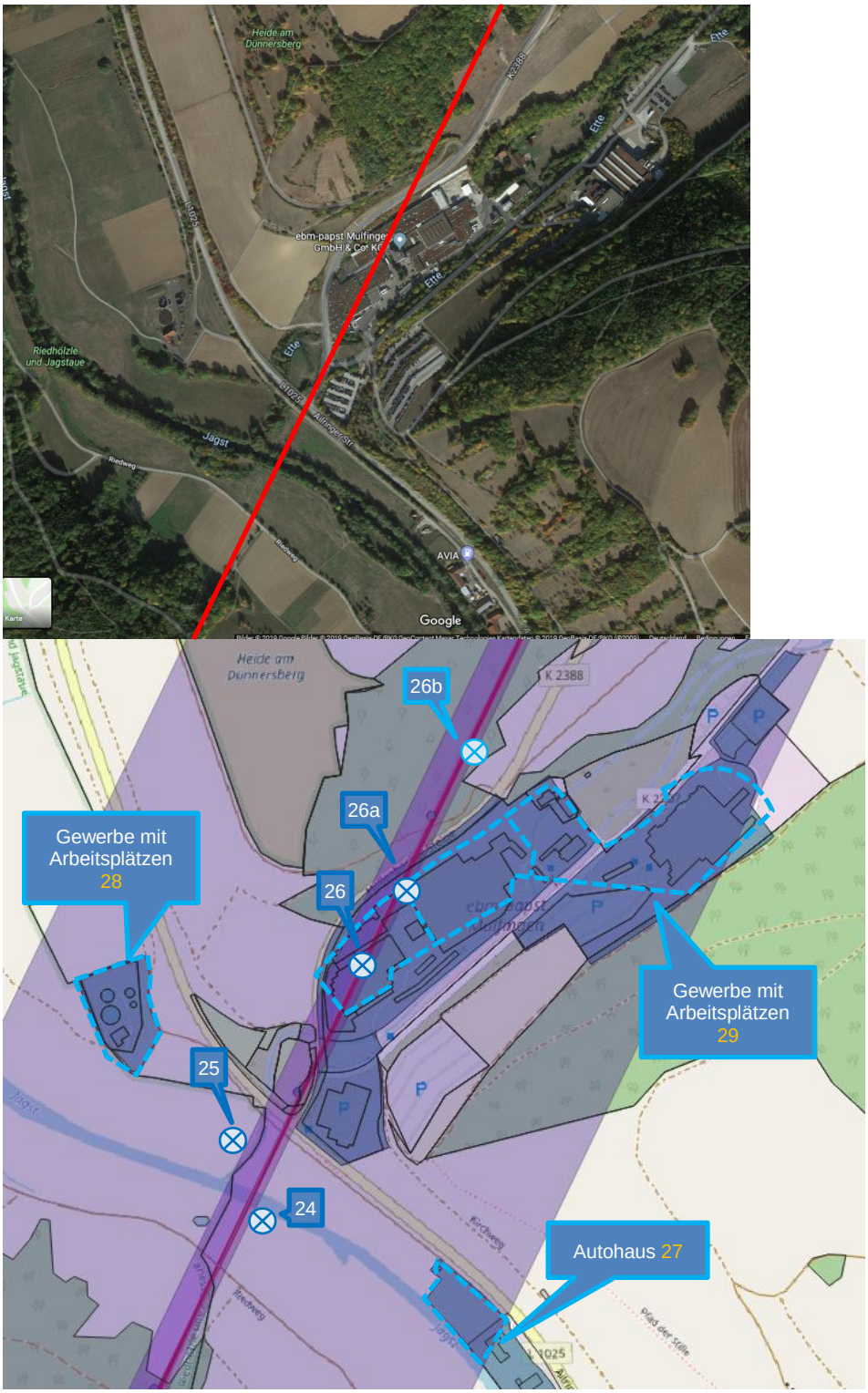



Abb. 46: PB11, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 44- Mast 45

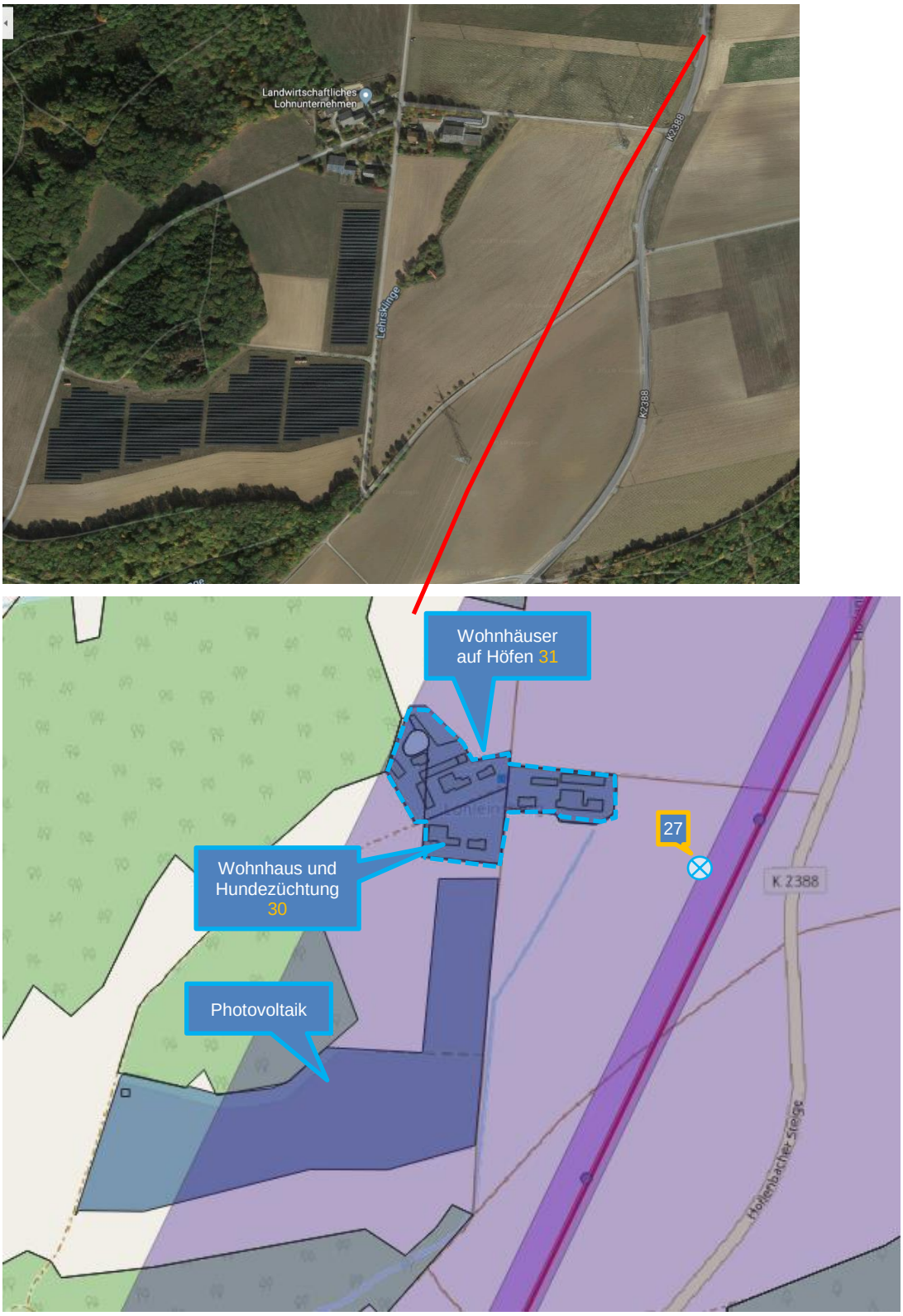



Abb. 47: PB12, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 47- Mast 49

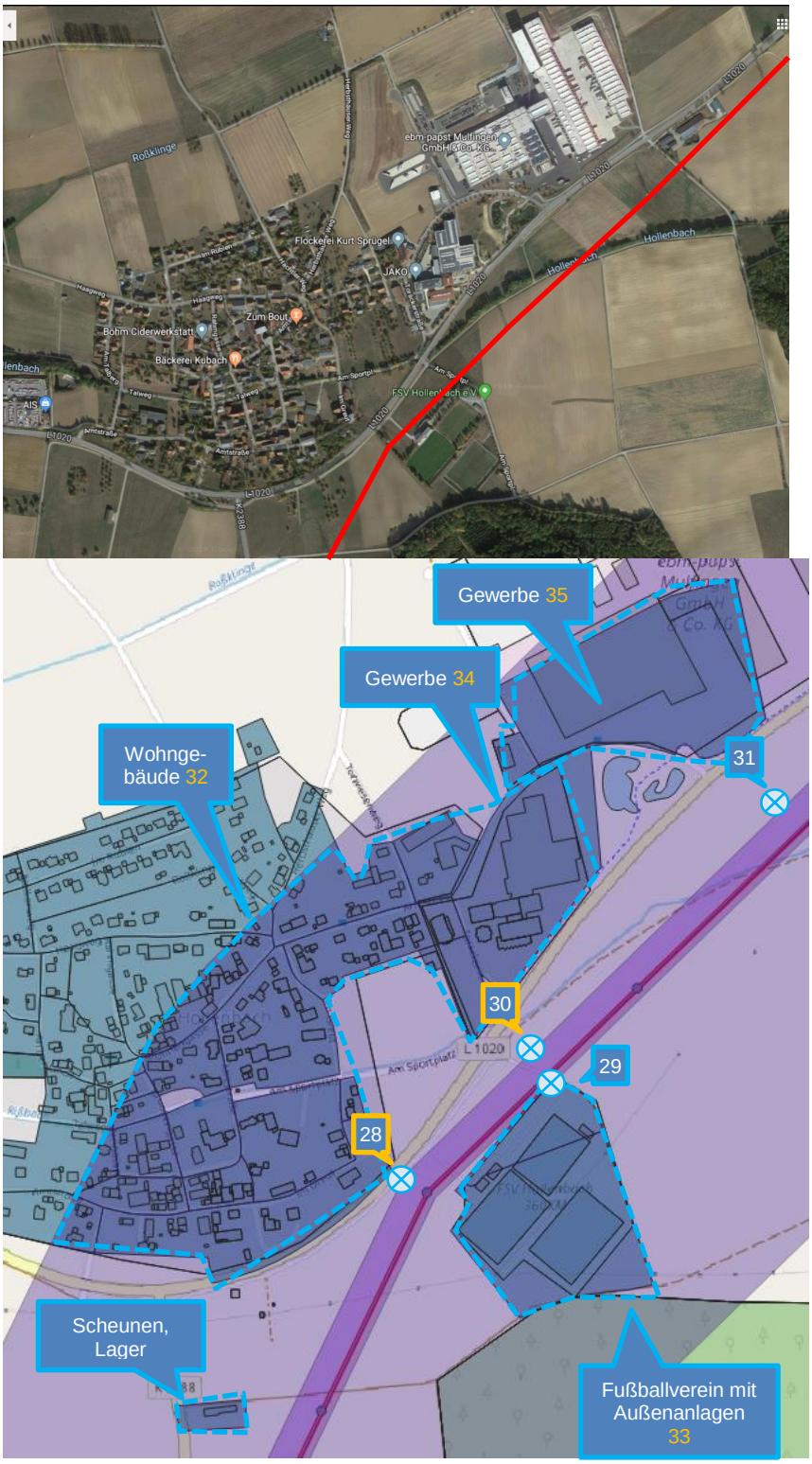



Abb. 48: PB13, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 50- Mast 55

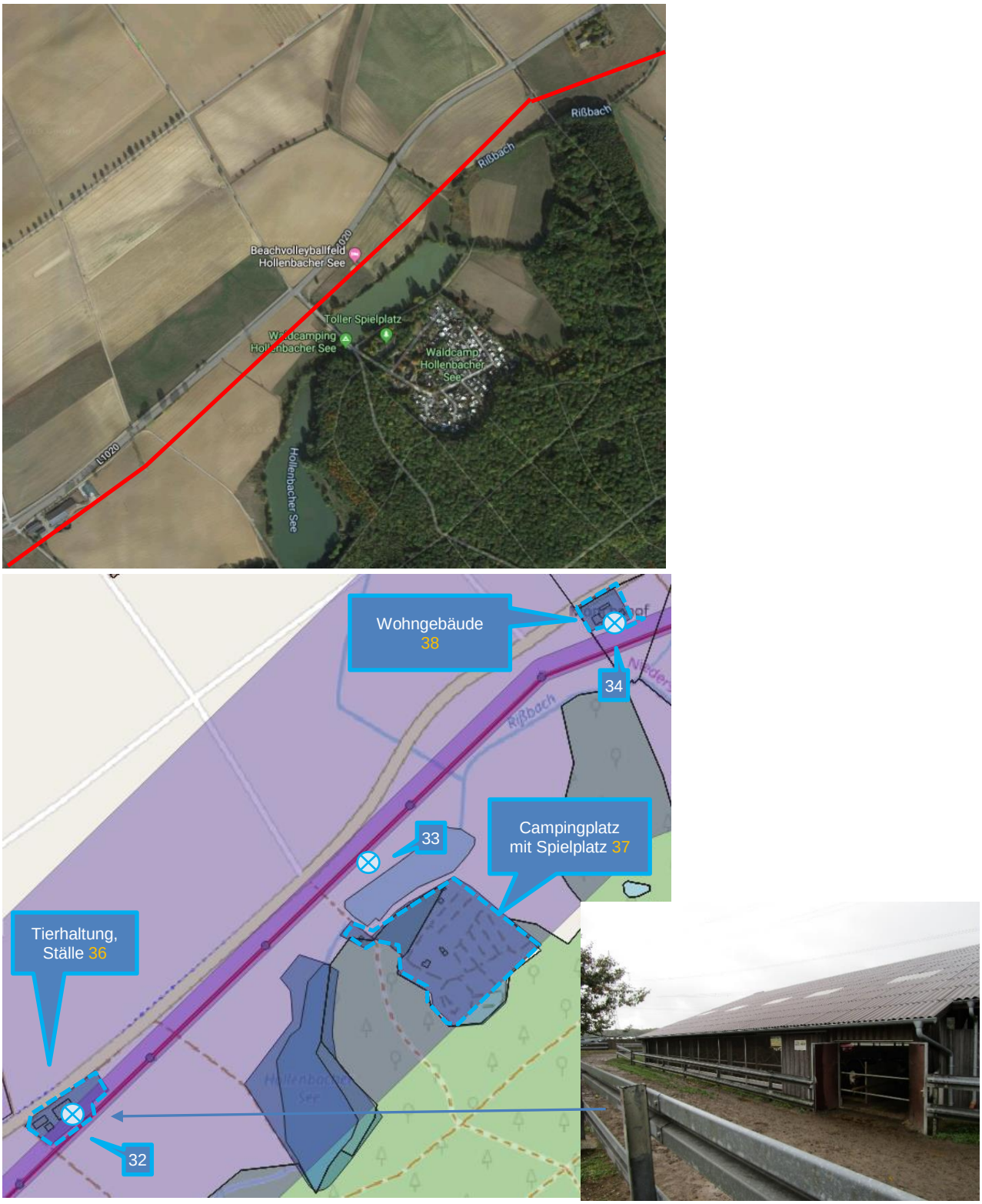



Abb. 49: PB14, oben Luftbild, unten links Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten), unten rechts Foto aus Ortsbesichtigung

## Mast 58- Mast 64

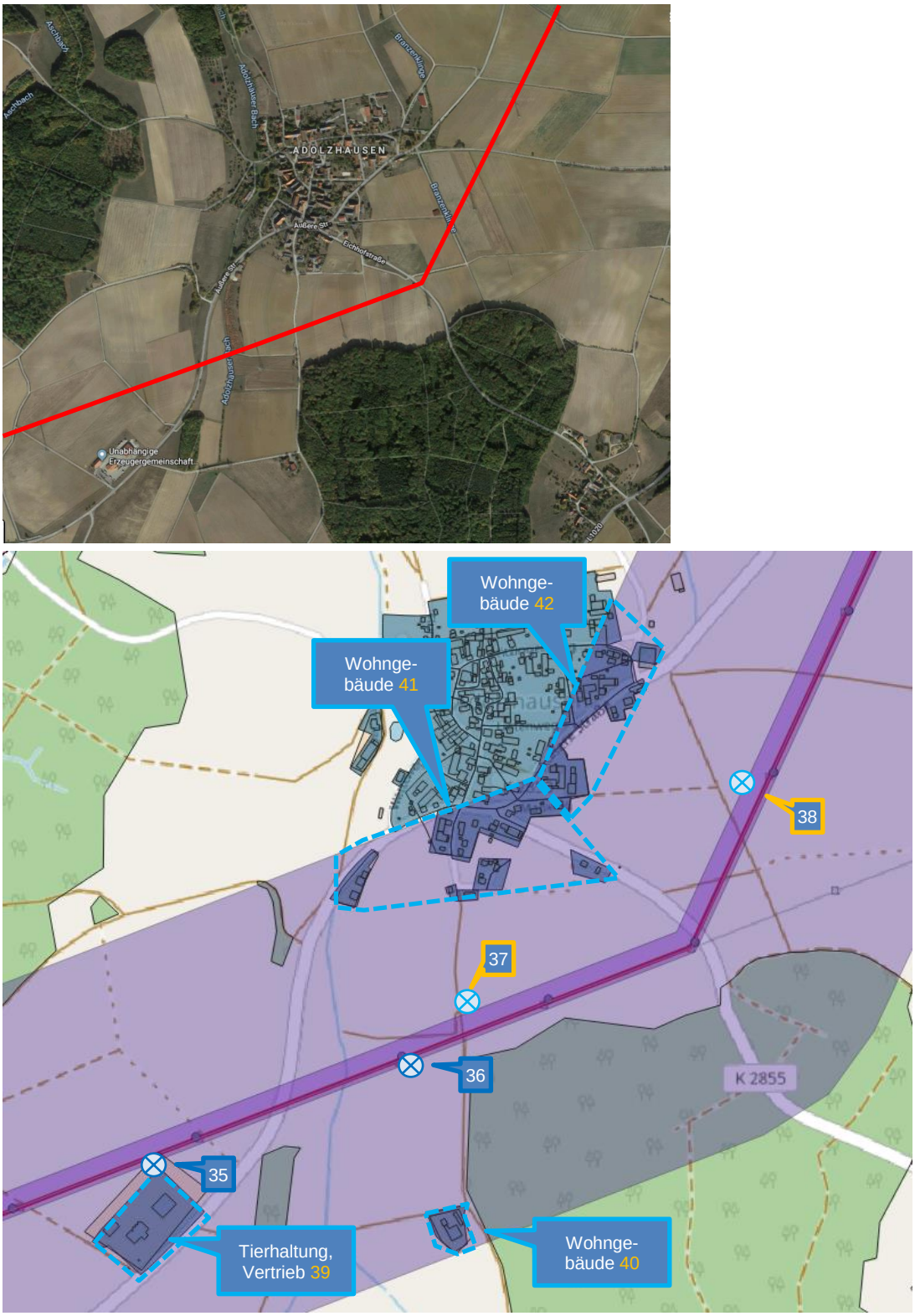



Abb. 50: PB15, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 72- Mast 75




Abb. 51: PB16, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 86- Mast 88

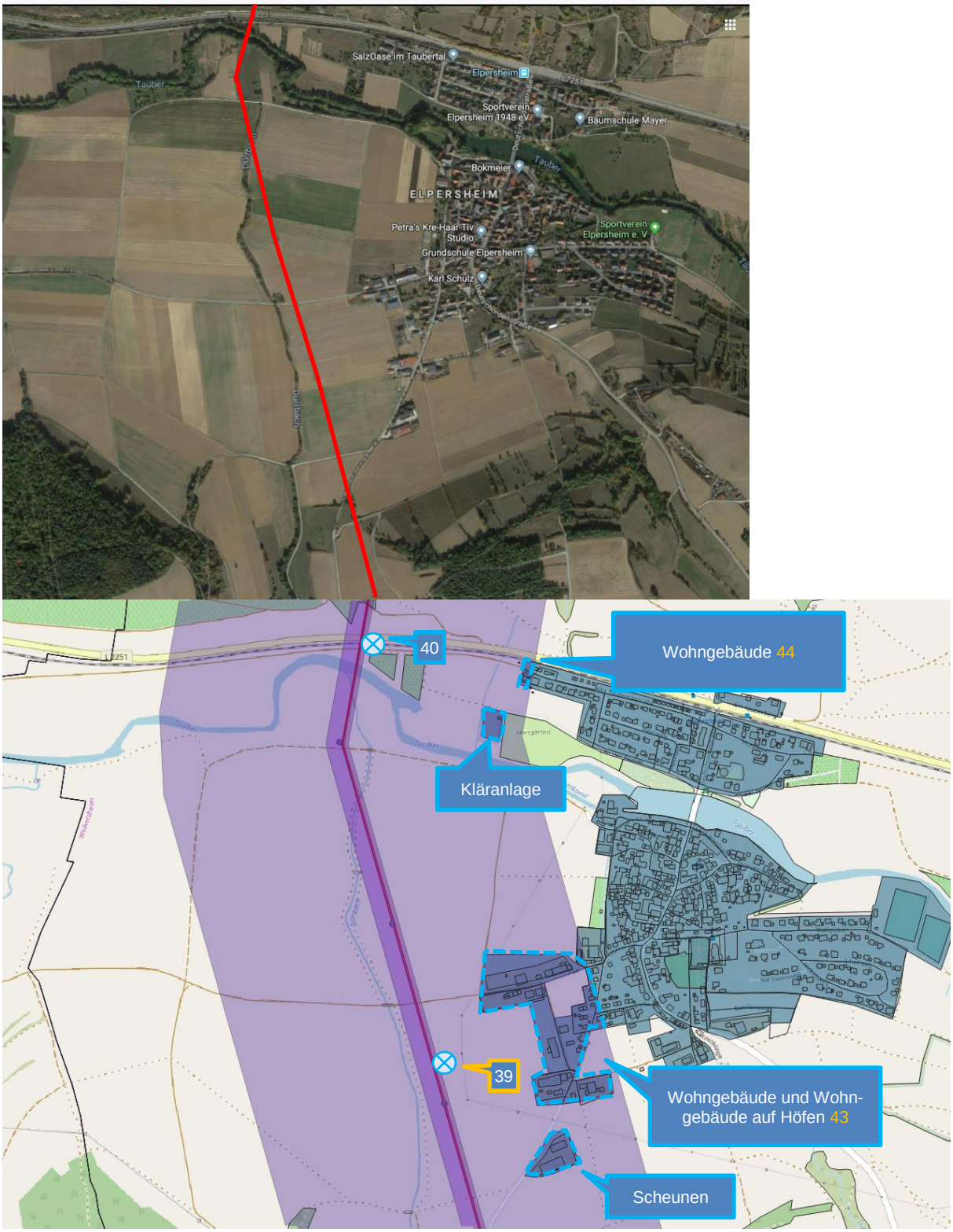



Abb. 52: PB17, oben Luftbild, unten Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten).

## Mast 118- Mast 119




Abb. 53: PB18, oben links Luftbild, oben rechts Ausschnitt aus DLM mit eingezeichnetem Einwirkungsbereich (hell lila) und Bewertungsabstand (dunkel lila) sowie MMOs (orange Zahlen) und Bezugspunkten (dunkelblau bzw. orange umrandet bei repräsentativen Bezugspunkten), unten Foto aus Ortsbesichtigung

Industrie Service

## 8.3 Berechnung der Unsicherheit nach DIN EN 50413

| | Programm: | **Winfield Version 2019** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Parameter: | **magnetische Flussdichte** | | | | |
| **Komponente** | **Einflussfaktor** | **Quelle** | **festgelegte Unsicherheit** | **Verteilung** | **Divisions-faktor** | **Standard-unsicherheit** |
| Software | Rundung, Software-fehler, Segmentie-rung etc. | Hersteller-zertifikat | 0,00001% | Normal | 2 | 0,00001% |
| System daten | Abweichung tat-sächlicher Lage der Leiter vom Plan | Schätzung | 5,0% | Normal | 2 | 2,5% |
| elektrische Betriebs daten | kurzzeitige Stromschwanken-gen | Schätzung | 0,0%[4] | Normal | 2 | 0,0% |
| Geodaten | Geländemodell, Gebäudedaten | Schätzung | 1,0% | Normal | 2 | 0,50% |
| | | | | | Kombinierte Standardunsicherheit: | 2,5% |
| | | | | | Erweiterungsfaktor: | 2 |
| | | | | | **erweiterte Standardunsicherheit:** | **5,1%** |

Tab. 16: Erweiterte Standardunsicherheit des Berechnungsverfahrens für die magn. Flussdichte

| | Programm: | **Winfield Version 2019** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Parameter: | **Elektrische Feldstärke** | | | | |
| **Komponente** | **Einflussfaktor** | **Quelle** | **festgelegte Unsicherheit** | **Verteilung** | **Divisions-faktor** | **Standard-unsicherheit** |
| Software | Rundung, Software-fehler, Segmentie-rung etc. | Hersteller-zertifikat | 0,0001% | Normal | 2 | 0,00005% |
| System-daten | Abweichung tat-sächlicher Lage der Leiter vom Plan | Schätzung | 5,0% | Normal | 2 | 2,5% |
| elektrische Betriebs daten | Spannungs-schwankungen | Schätzung | 0,0%[4] | Normal | 2 | 0,0% |
| Geodaten | abweichende Leitfä-higkeit vom Erdbo-den, Geländemo-dell, Gebäudedaten und Bewuchs | Schätzung | 1,0% | Normal | 2 | 2,5% |
| | | | | | Kombinierte Standardunsicherheit: | 3,5% |
| | | | | | Erweiterungsfaktor: | 2 |
| | | | | | **erweiterte Standardunsicherheit:** | **7,1%** |

Tab. 17: Erweiterte Standardunsicherheit des Berechnungsverfahrens für die el. Feldstärke

[4] elektrische Betriebsdaten per Definition ohne Unsicherheit, da es sich hierbei um normative Nennwerte handelt.

## 8.4 Glossar

| | |
|---|---|
| 123 321 | Kurzbezeichnung der Phasenreihenfolge für eine Leitung mit zwei Stromsystemen für folgende Phasenanordnung: Drehstromsystem 1: L1-L2-L3; Drehstromsystem 2: L3-L2-L1 |
| A | Ampere (Maßeinheit elektrischer Strom) |
| AC | Abkürzung für engl. „alternating current“ in Deutsch Drehstrom oder Wechselstrom |
| AL | Aluminium |
| B | Symbol für magnetische Flussdichte. |
| BImSchG | Bundesimmissionsschutzgesetz |
| BImSchV | Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) |
| BBPIG | Bundesbedarfsplangesetz |
| BGBl. | Bundesgesetzblatt |
| Bündelleiter | Leiter, der aus mehreren Teilleitern besteht |
| E | Symbol für Elektrische Feldstärke. |
| EOK | Erdoberkante |
| elektrische Feldstärke | Diese wird durch den elektrischen Spannungsabfall zwischen zwei Punkten erzeugt. (siehe „Volt pro Meter). Sie hängt daher einerseits von der verwendeten Spannung am Leiter ab und der Entfernung hierzu. |
| DC | Abkürzung von „direct current“ in Deutsch Gleichstrom |
| Drehstromsystem | ein aus drei gleich großen um 120° verschobenen Spannungen und Ströme gebildetes Wechselstromsystem |
| EMF | Abk. für Elektromagnetische Felder |
| Frequenz | Schwingungsanzahl von Wellen je Sekunde, gemessen in Herz |
| Hertz (Hz) | Technische Einheit für 1 Schwingung pro Sekunde |
| Hybridleitung | Gemeinsame Führung von Drehstrom- und Gleichstromsystemen auf einer Leitungstrasse |
| Leiterseil | seilförmiger Leiter |
| IO | Immissionsort |
| L1, L2, L3 | Bezeichnung der jeweils um 120° Phase verdrehten Leiter eines Drehstromsystems, L1 wird dabei der Phase 0° zugeordnet, L2 der Phase 120° und L3 der Phase 240° |
| Magnetfeld, magnetische Flussdichte | Dies ist ein Maß für das von einem Strom oder Permanentmagneten erzeugte Magnetfeld. |
| M IO | Maßgeblicher Immissionsort nach LAI-Hinweisen der 26. BImSchV |
| Max IO | Höchster Wert auf dem Grundstück des Immissionsorts |
| Max B IO | Höchster Wert auf dem Grundstück des Immissionsorts für die magnetische Flussdichte B |

Industrie Service

| | |
|---|---|
| Max E IO | Höchster Wert auf dem Grundstück des Immissionsorts für die elektrische Feldstärke E |
| Querträger | seitliche Ausleger (Traverse) an einem Mast zur Befestigung der Leiter |
| NABEG | Netzausbaubeschleunigungsgesetz |
| Querträger | seitlicher Ausleger (Traverse) an einem Mast zur Befestigung der Leiter |
| Spannung<br>Mittelspannung<br>Hochspannung<br>Höchstspannung (kV) | Eine elektrische Spannung über 1.000 Volt (1 kV) wird laut VDE allgemein als Hochspannung bezeichnet. Beispielsweise arbeitet die Bahn typischerweise mit 15 kV, Hochspannungsfreileitungen werden mit den Spannungsebenen 20 kV, 30 kV, 110 kV, 220 kV oder 380 kV betrieben. In der Energietechnik wird die Spannungsebenen von 3 kV bis 30 kV als Mittelspannung bezeichnet, der Spannungsbereich von 60 kV bis 110 kV als Hochspannung, ab 220 kV spricht man von Höchstspannung. |
| ST | Stahl |
| System, Stromsystem, Stromkreis | Ein Stromsystem besteht in der Drehstromtechnik bei einer Frequenz von 50 Hz jeweils aus drei elektrischen Leitern, die auch als Phasen bezeichnet werden. Diese haben die Aufgabe die elektrischen Betriebsströme zu führen. In der im vorliegenden Projekt verwendeten Gleichstromtechnik besteht ein Stromsystem hingegen aus zwei elektrischen Leitern, die auch als Pole bezeichnet werden und die ebenfalls die Aufgabe haben, die elektrischen Betriebsströme zu führen. |
| Tragmast (T) | Tragmast, Freileitungsmast zur vertikalen Fixierung von Leitern (hängende Isolatoren) |
| Traverse | Querträger eines Masts für eine Hochspannungsleitung |
| Umspannwerk | Schaltanlage mit Transformatoren zum Verbinden von Netzen verschiedener Spannungen |
| Tesla,<br>Mikrotesla (µT) | Technische Maßeinheit für die magnetische Flussdichte in Tesla oder mehr gebräuchlich Mikrotesla was einem Millionstel Tesla entspricht. In dieser Einheit sind die Grenzwerte der 26. BImSchV im Niederfrequenzbereich angegeben. Früher war hierfür auch die Einheit Gauß gebräuchlich. 1 Gauß entspricht 100 µT. |
| Volt pro Meter (V/m) | Technische Maßeinheit für die elektrische Feldstärke. Diese ist ein Maß für den Spannungsabfall zwischen zwei Punkten. Die Feldstärke von 1 V/m entspricht daher einer Spannungsverminderung von 1 Volt in 1 m Abstand. In dieser Einheit sind die Grenzwerte der 26. BImSchV angegeben. |
| Winkelabspannmast (WA) | Abspannmast bei Richtungsänderungen der Freileitung, nimmt Leiterzugkräfte in Richtung der Gesamtmittelkraft auf, zusätzlicher Festpunkt in der Leitung |