

Ersatzneubau 380/220-kV-Leitung Oberbachern – Ottenhofen

Ermittlung der Immissionen (magnetischen
Flusssdichte, elektrischen Feldstärke und Korona-
geräusche) anhand von Musterfeldern im Zuge
des Raumordnungsverfahrens.

Impressum

Auftraggeber:

TenneT TSO GmbH

Bernecker Str. 70

95448 Bayreuth


Auftragnehmer:

K2 Engineering GmbH

Am Egelingsberg 1


38542 Leiferde

Leiferde, den 20.01.2021

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 2 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	4
2. Grundlagen und verwendete Unterlagen	4
3. Allgemeines und Anforderungen an elektrische und magnetische Felder	6
4. Allgemeines und Anforderungen an der Schallschutz	6
4.1 Geräuschemission (Schallemission)	6
4.2 Geräuschimmission (Schallimmission)	6
4.3 TA Lärm	7
4.3.1 Begriffsdefinitionen	7
4.3.2 Immissionsrichtwerte und Beurteilungszeiten	8
4.4 Schallausbreitungsberechnung nach DIN ISO 9613-2	9
5. Vorgaben/Annahmen für die Freileitungsberechnung	9
5.1 Musterprofile	9
5.2 Masttypen	10
5.3 Beseilung	10
5.4 Ketten	11
5.5 Zugspannungen und Lastannahmen	11
5.6 Berechnungsparameter Bemessungsspannung, Betriebstemperatur und Betriebsstrom	12
5.7 Bodenabstände	12
5.8 Phasenanordnung	12
5.8.1 01 Musterprofil Doppeltonne - Einebene	13
5.8.2 02 Musterprofil Doppeltonne	13
5.9 Weitere Parameter	14
6. Ergebnisse für die elektromagnetischen Felder	14
7. Durchführungsmethodik bei der Untersuchung der Koronageräusche	15
7.1 Allgemeines zur Aufgabenstellung	15
7.2 Ermittlung der Immissionswerte im Einwirkungsbereich der Leitung	15
7.3 Ermittlung des Untersuchungsraumes	16
7.4 Schallemissionsansatz (Tonhaltigkeit)	17
7.5 Ermittlung möglicher schutzbedürftiger Immissionsorte	17
7.6 Bewertungsmethodik	18
8. Ergebnisse und Bewertung der Geräuschimmissionen	18
8.1 Allgemeines	18
8.2 Ergebnisse	19

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 3 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	


Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Doppeltonne-Einebene (mit geteilter ES-Stütze)	10
Abbildung 2: Doppeltonne (mit geteilter ES-Stütze)	10
Abbildung 3: Phasenanordnung 01 Musterprofil	13
Abbildung 4: Phasenanordnung 02 Musterprofil	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte in dB(A) nach TA Lärm [1]	8
Tabelle 2: Parameter: Bemessungsspannung, Betriebstemperatur, Betriebsstrom	12
Tabelle 3: Bodenabstände	12
Tabelle 4: Parameter Berechnung Koronageräusche	14
Tabelle 5: Zusammenfassung Ergebnisse	14
Tabelle 6: Beurteilungsmethodik auf Grundlage der allg. Anforderungen der TA Lärm [1]	18

Anhang A	Isophonenkarte
Anhang B	Übersichtsplan Varianten
Anhang C	Detailkarten (Trassenachsen und Lage der Immissionsorte im Umfeld der Trassenabschnitte)
Anhang D	Tabelle der Immissionsorte
Anhang E	Diagramme der ermittelten elektrische Feldstärke, magnetische Flussdichte und Koronageräusche in Feldmitte der Musterprofile

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 4 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

1. Aufgabenstellung

Die TenneT TSO GmbH plant im Zuge des Projekts A080 Oberbachern – Ottenhofen den Ersatzneubau einer 380-/220-/110-kV-Höchstspannungsfreileitung (UW Oberbachern bis Mast 40) bzw. einer 380-/220-kV-Höchstspannungsfreileitung (Mast 40 bis UW Ottenhofen). Die Planung befindet sich derzeit im Raumordnungsverfahren (ROV).

Durch den Betrieb von Freileitungen treten Emissionen in Form von elektrischen und magnetischen Feldern sowie Geräuschen auf, die von der Leitung erzeugt werden.

Zur Vorbereitung einer möglichen technischen Realisierung soll im Vorfeld eine Abschätzung der zu erwartenden magnetischen Flussdichte und der elektrischen Feldstärke durchgeführt werden. Des Weiteren ist eine schalltechnische Machbarkeitsstudie als Bestandteil der Unterlage zum ROV zu erarbeiten.

Ein konkreter Trassenverlauf liegt aktuell noch nicht vor. Es sind derzeit mehrere 200 m breite Trassenkorridore in der Erwägung bzw. auf eine generelle Realisierbarkeit zu prüfen. Die Grundlagen der diesbezüglichen Untersuchungen sowie die hierbei ermittelten Ergebnisse werden in vorliegendem Bericht dokumentiert.

2. Grundlagen und verwendete Unterlagen


Normen/Richtlinien/Literatur

[1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998, GMBI 1998, Nr. 26, S. 503, geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5).

[2] Bundes-Immissionsschutzgesetz - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432) geändert.

[3] DIN ISO 9613-2: Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren. Oktober 1999.

[4] DIN 45687: Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien - Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen.

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 5 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

Projektunterlagen

[5] Übergebene Planungsunterlagen:


- Mastprinzipskizzen der zu verwendenden Masttypen „Doppeltonne-Einebene“ und „Doppeltonne“.
- Trassenkorridore „A080_20200911_Grobkorridore_Analyse_ROV_Ebene2.shp“
- Daten zu Flächennutzungsplänen und Bauleitplanungen
- Hinweise zu Planungsabsichten

Sonstiges

[6] Rechenprogramm FM-Profil, Grafik- und Berechnungsprogramm zur Erstellung von Freileitungs- und Kabelprofilen. (Exportfunktion zum Rechenprogramm WinField)

[7] Rechenprogramm WinField, der Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie GmbH.

[8] Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie GmbH, WinField: Konformität der Berechnung von Koronageräuschen, Februar 2018.

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 6 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

3. Allgemeines und Anforderungen an elektrische und magnetische Felder

Die zukünftige Freileitung wird nach § 1 der 26. BImSchV den Niederfrequenzanlagen zugeordnet. Der Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage beschreibt den Bereich, in dem die Anlage einen sich signifikant von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen darstellen. Der Nachweisort umfasst den Bereich unterhalb der Freileitung sowie beiderseits der Freileitung an die jeweils äußeren ruhenden Leiterseile angrenzenden Bereiche mit einer Breite von 10 m. Dieser Bereich wird als Einwirkungsbereich bezeichnet.

Die einzuhaltenden, höchstzulässigen Grenzwerte für die hier geplante Betriebsfrequenz von 50 Hz betragen gemäß Anhang 2 der 26. BImSchV für:

- die magnetische Flussdichte $B = 100 \mu\text{T}$ und
- die elektrische Feldstärke $E = 5 \text{ kV/m}$.

Im Rahmen des Raumordnungsverfahrens sind die mit der Maßnahme erwartenden Emissionen darzustellen und hinsichtlich der Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte zu beurteilen. Als Nachweis zur Einhaltung der Grenzwerte wurden „Musterprofile“ aufgestellt, anhand welcher die elektrische Feldstärke sowie die magnetische Flussdichte hinreichend genau bestimmt werden können.

Die Berechnung der elektrischen und magnetischen Ersatzfeldstärken erfolgte mit dem zertifizierten Rechenprogramm WinField [7] der FGEU Berlin.

4. Allgemeines und Anforderungen an der Schallschutz


4.1 Geräuschemission (Schallemission)

Als Geräuschemission oder auch Schallemission wird in der Akustik die Aussendung von Schall (Schallergebnis) von einer Schallquelle bezeichnet. Die zur Schallemission gehörige Messgröße ist die Quellstärke, anzugeben als Schalleistungspegel L_w . Der Schalleistungspegel L_w in dB gibt im logarithmischen Maß die von einer Schallquelle abgestrahlte Schalleistung an. In der Praxis werden die Pegel meist mit einer Frequenzbewertung nach der genormten A-Bewertungskurve versehen, um die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Ohres angenähert zu berücksichtigen.

Die relevante Schallemissionskenngröße in Bezug auf Hoch- oder Höchstspannungsfreileitungen stellt üblicherweise der auf 1 m Länge bezogene Schalleistungspegel dar (nachfolgend kurz: längenbezogener Schalleistungspegel genannt).

4.2 Geräuschimmission (Schallimmission)

Mit dem Begriff Geräuschimmission oder auch Schallimmission wird die Einwirkung von Schall auf einen Ort beschrieben. Die lokale physikalische Auswirkung des Geräusches ist der an diesem Ort vorhandene Schalldruck. Die Schallimmission ist abhängig von der Schallemission, der Schallausbreitung und der

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 7 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

Entfernung zwischen Schallquelle und Beurteilungsort. Zur quantitativen Beschreibung der Schallimmission im Rahmen des Lärmschutzes dient der Schallimmissionspegel.

4.3 TA Lärm

Anforderungen an Geräuscheinwirkungen sind in Ausführung der in § 22 Abs. 1 BImSchG niedergelegten Betreiberpflichten in der Technischen Anleitung Lärm (TA Lärm [1]) konkretisiert. Die TA Lärm [1], als sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (1998), dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche sowie der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen.

Bei Hochspannungsfreileitungen kann es an den Leiteroberflächen bei entsprechend hoher elektrischer Randfeldstärke zur Geräuschentwicklung in Form eines Knisterns durch Korona-Entladungen kommen.

Jedes gasförmige Medium, wie auch die umgebende Luft, besitzt eine isolierende Wirkung bis zum Erreichen der spezifischen Durchbruchspannung. Bei Erreichen der Durchbruchspannung kommt es zu elektrischen Teilentladungen in der Luft im Bereich der höchsten Feldstärken unmittelbar um den Leiter. Die Durchbruchspannung hängt direkt von der Feldstärke ab.

Dieser Korona-Effekt kann bei feuchten Witterungsbedingungen (insbesondere Nebel, Regen, hoher Luftfeuchte) in unmittelbarer Nähe von Hochspannungsleitungen hörbar werden. Weiterhin hängt der Schallpegel von der elektrischen Feldstärke auf der Oberfläche der Leiterseile ab.

Sie ergibt sich aus der Höhe der Spannung (im Vergleich zu einer 220- oder 380-kV-Freileitung sind die Geräusche an einer 110-kV-Freileitung deutlich geringer), der Anzahl der Leiterseile je Phase sowie aus der geometrischen Anordnung und den Abständen der Leiterseile untereinander und zum Boden. Durch die Wahl geeigneter Armaturen werden die Korona-Entladungen bei der geplanten Leitung auf ein immissionsschutzrechtlich zulässiges Maß reduziert.


4.3.1 Begriffsdefinitionen

Unter Nr. 2.4 TA Lärm [1] werden die folgenden Begriffe definiert:

Vorbelastung: ist die Belastung eines Ortes mit Geräuschimmissionen von allen Anlagen, für die die TA Lärm gilt, ohne den Immissionsbeitrag der zu beurteilenden Anlage.

Zusatzbelastung: ist der Immissionsbeitrag, der an einem Immissionsort durch die zu beurteilende Anlage voraussichtlich (bei geplanten Anlagen) oder tatsächlich (bei bestehenden Anlagen) hervorgerufen wird.

Gesamtbelastung: im Sinne der TA Lärm ist die Belastung eines Immissionsortes, die von allen Anlagen hervorgerufen wird, für die die TA Lärm gilt.

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 8 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

4.3.2 Immissionsrichtwerte und Beurteilungszeiten

Die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel betragen für den Immissionsschutz außerhalb von Gebäuden:

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte in dB(A) nach TA Lärm [1]

Gebietseinstufung	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
	tags	nachts
	(06:00 bis 22:00 Uhr)	(22:00 bis 06:00 Uhr)
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45	35
Reine Wohngebiete (WR)	50	35
Allgemeine Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS)	55	40
Misch-, Kern- und Dorfgebiete (MI/MK/MD)	60	45
Gewerbegebiete (GE)	65	50
Industriegebiete (GI)	70	70


Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf Beurteilungszeiten von 06:00 bis 22:00 Uhr tags und 22:00 bis 06:00 Uhr nachts. Für die Beurteilung des Tages ist eine Beurteilungszeit von 16 Stunden maßgeblich, für die Nacht die volle Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel (sogenannte „lauteste Nachtstunde“).

Bei der vorliegend zu beurteilenden Anlagen (Höchstspannungsfreileitung) liegt kein prinzipieller Unterschied zwischen der Schallemission zur Tagzeit und zur Nachtzeit vor. Aufgrund der in der Nachtzeit um 15 dB deutlich strengeren Anforderungen wird daher ausschließlich der schalltechnisch „kritischere“ Nachtzeitraum betrachtet.

Für die Beurteilung der Geräuschimmission sind Beurteilungspegel L_r zu bilden, basierend auf dem Langzeit-Mittelungspegel und ggf. unter etwaiger Berücksichtigung von Zuschlägen für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit K_E (ausschließlich für Tagzeit), Ton- und Informationshaltigkeit K_T und Impulshaltigkeit K_I .

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf die Summe aller auf einen Immissionsort einwirkenden Geräuschimmissionen gewerblicher/industrieller Schallquellen.

Geräuschimmissionen anderer Arten von Schallquellen (z. B. Verkehrsgläusche auf öffentlichen Straßen) sind getrennt zu beurteilen.

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 9 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

4.4 Schallausbreitungsberechnung nach DIN ISO 9613-2

Mit der Schallemission einer Schallquelle können die in der Umgebung zu erwartenden Schalldruckpegel nach den Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [3] berechnet werden.

Für die durchgeführten Schallausbreitungsberechnungen wurde das Computerprogramm WinField [7] verwendet.

5. Vorgaben/Annahmen für die Freileitungsberechnung

5.1 Musterprofile

Für die Musterprofile wurde ein völlig ebenes Gelände angenommen. Zur Bestimmung der zukünftig an den potenziellen Immissionsorten zu erwartenden Immissionen wurden für die zur Anwendung kommenden Gestänge (Masttypen) Musterprofile aufgestellt. Diese Musterprofile bestehen aus 7 Feldern mit einer einheitlichen Feldweite von 400m. Das zur Berechnung der elektrischen Feldstärke, der magnetischen Flussdichte und der Koronageräusche maßgebliche Leitungsfeld stellt das mittelste (vierte) Leitungsfeld dar.

Die in Abhängigkeit der Spannungsebene einzuhaltenden Bodenabstände kann der Tabelle 3: Bodenabstände entnommen werden.

Bezeichnung der Musterprofile:

- 01 Musterprofil Doppeltonne – Einebene: 2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV / 2Sys 110-kV
- 02 Musterprofil Doppeltonne: 2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV

5.2 Masttypen

Als Gestänge wurden durch den Auftraggeber die in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellten Masten übergeben.

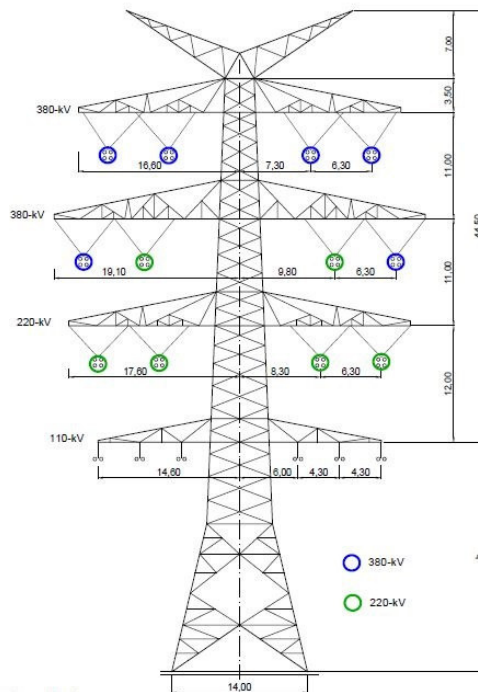


Abbildung 1: Doppeltonne-Einebene (mit geteilter ES-Stütze)

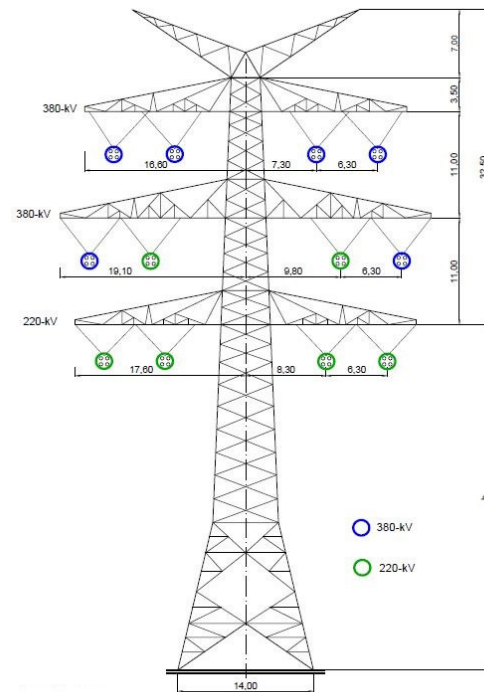



Abbildung 2: Doppeltonne (mit geteilter ES-Stütze)

Der in Abbildung 1 dargestellte Masttyp „Doppeltonne-Einebene“ wird im Abschnitt vom Umspannwerk Oberbachern bis Mast 40 zum Einsatz kommen. Der Masttyp „Doppeleinebene“ (Abbildung 2) findet im Abschnitt Mast 40 bis zum Umspannwerk Ottenhofen Anwendung.

5.3 Beseilung

An den neu zu untersuchenden Gestängevarianten kommt für die Höchstspannungsebene (380-kV und 220-kV) ein Al/St 565/72 „FINCH“ (565-AL1/72-ST1A) zum Einsatz, welches als Viererbündel mit einem Bündelabstand von 400 mm ausgelegt ist. Im Bereich der Mitnahme der beiden 110-kV-Systeme zwischen dem Umspannwerk Oberbachern und Mast 40 wird das Bestandseil (Al/St 560/50) verwendet.

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 11 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

5.4 Ketten


Abspannketten: (380-kV/220-kV)	Standard-Doppelabspannkette (Verbundisolator CS400) E2/W4 Kettengewicht ca. 340 kg Kettenlänge ca. 6500 mm
Abspannketten: (110-kV)	Doppelabspannkette (mit Annahmen zu Gewicht und Länge) Kettengewicht ca. 70 kg Kettenlänge ca. 2500 mm
Tragketten: (380-kV/220-kV)	Standard-380-kV-V-Tragkette (Verbundisolator CS400) E2/E4 Kettengewicht ca. 182 kg (V-Anteil: 132 kg, Anteil frei schwingend: 50 kg) Kettenlänge ca. 4560 mm (V-Anteil: 3560 mm, Anteil frei schwingend: 1000 mm)
Tragketten: (110-kV)	Doppeltragkette (mit Annahmen zu Gewicht und Länge) Kettengewicht ca. 50 kg Kettenlänge ca. 2000 mm

5.5 Zugspannungen und Lastannahmen

Die Lastannahmen entsprechen der zweifachen Eislast und der einfachen Windlast nach DIN EN 50341-2-4 vom April 2016.

Folgend Zugspannungen werden in den Profilen der Musterprofile angesetzt:

- Al/St 565/72 „FINCH“ (565-AL1/72-ST1A) – 46.0 N/mm² (Mittelzugspannung)
- Al/St 560/50 (562-AL1/49-ST1A) – 44.0 N/mm² (Mittelzugspannung) dhgl. zu Al/St 565/72 „FINCH“
- Al/St 265/35 (264-AL1/34-ST1A) – 44.0 N/mm² (Mittelzugspannung) dhgl. zu Al/St 565/72 „FINCH“

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 12 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

5.6 Berechnungsparameter Bemessungsspannung, Betriebstemperatur und Betriebsstrom

Tabelle 2: Parameter: Bemessungsspannung, Betriebstemperatur, Betriebsstrom

Spannungsebene	Bemessungsspannung	Betriebstemperatur	Betriebsstrom
380-kV	420-kV	max. 80°C	4000 A
220-kV	245-kV	max. 80°C	2200 A
110-kV	123-kV	max. 80°C	1000 A

5.7 Bodenabstände

Tabelle 3: Bodenabstände

Spannungsebene	Planung
380-kV	mind. 12.00 m
220-kV	mind. 12.00 m
110-kV	mind. 8.50 m

5.8 Phasenordnung

Es wurden jeweils die Phasenordnungen in den Musterprofilen ermittelt, für welche sich jeweils die ungünstigsten Werte hinsichtlich der magnetischen Flussdichte, der elektrischen Feldstärke sowie der Koronageräusche (Schallimmission) ergeben. Jede andere mögliche Phasenordnung ergibt ein Ergebnis in positiver Richtung.

5.8.1 01 Musterprofil Doppeltonne - Einebene

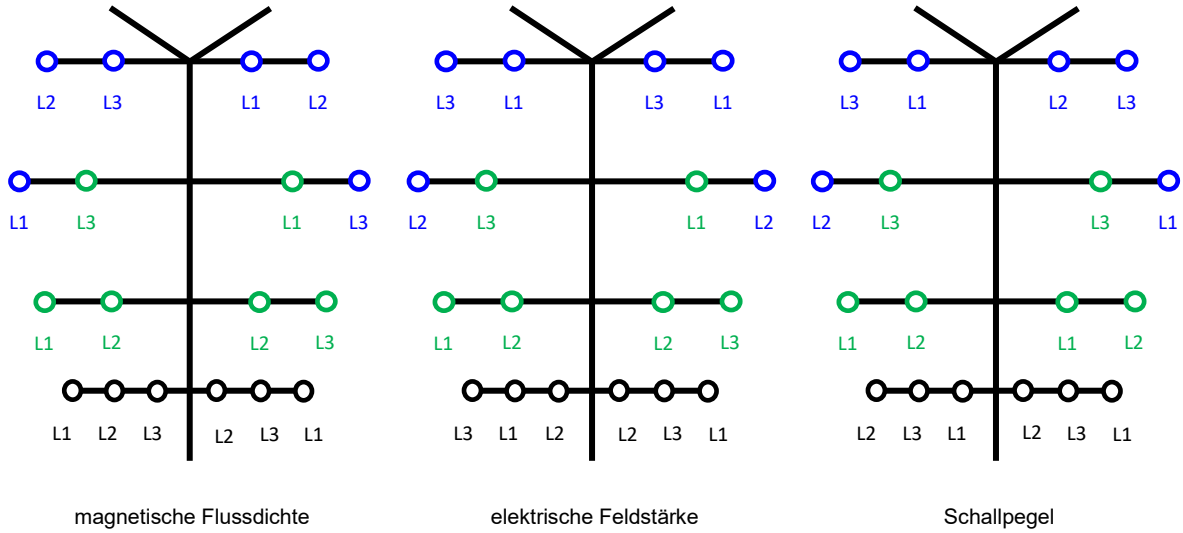


Abbildung 3: Phasenanordnung 01 Musterprofil

5.8.2 02 Musterprofil Doppeltonne

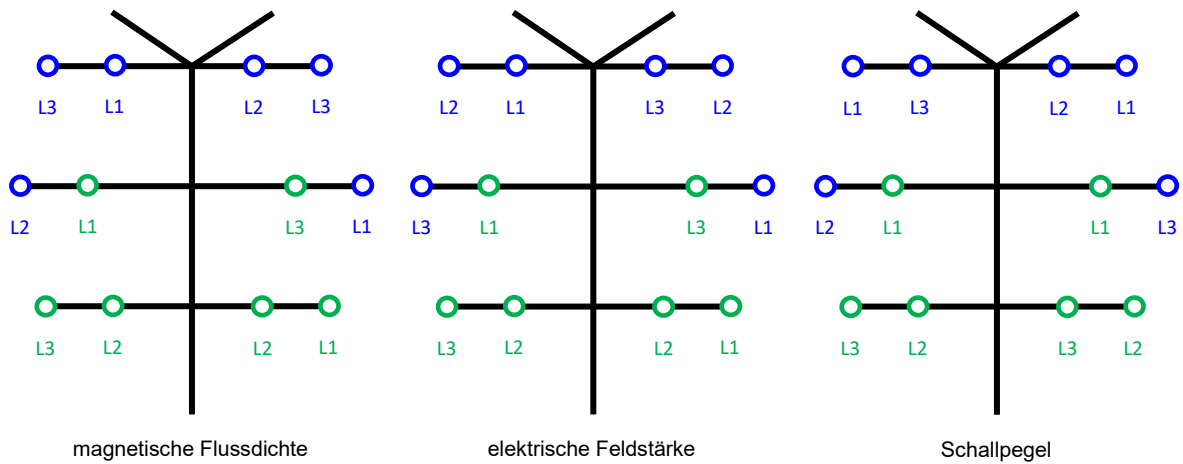



Abbildung 4: Phasenanordnung 02 Musterprofil

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 14 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen		Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu

5.9 Weitere Parameter

Tabelle 4: Parameter Berechnung Koronageräusche

Parameter	Einstellung
Schallausbreitung	DIN ISO 9613-2
Regenintensität	3,5 mm/h
NSPI Methode	EPRI
Emissionsspektrum	Third (A-weighted)
Berechnungshöhe über Erdboden	1m
Atmosphärische Parameter	Temperatur 10°C, 90% Luftfeuchte, Luftdruck 1013mbar, Fallwindbedingungen, Absorptionskoeffizient (Tabelle)
Bodeneinfluss	Einheitlicher Faktor 1,0
Berücksichtigung der Tonhaltigkeit	keine Berücksichtigung in der Berechnung; (Der Wert von +3 dB wurde als Konstante an den Berechnungswert addiert, wenn der Abstand zur äußerster maßgeblichen Leiterphase einen Wert von 100m unterschreitet).
Source-Type	„Row of InFinit Point Sources“

6. Ergebnisse für die elektromagnetischen Felder


Zur Darstellung der Ergebnisse hinsichtlich elektrischer Feldstärke, magnetischer Flussdichte und der Koronageräusche (Schallimmissionen) dienen Querprofile (Anhang E). Diese stellen die Situation der Immissionen in Feldmitte senkrecht zur Leitungsachse dar. Dabei wurde das Augenmerk auf die Ermittlung von maximalen Werten der einzelnen Immissionen gelegt.

Tabelle 5: Zusammenfassung Ergebnisse

Musterprofil	magnetische Flussdichte in [μ T]	elektrische Feldstärke in [kV/m]
01 Doppeltonne – Einebene (2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV / 2Sys 110-kV)	46 - 47	3.1 - 3.2
02 Doppeltonne (2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV)	47 - 48	3.5 - 3.6
Richtwerte nach 26.BImSchV Anhang 1a	100	5.0

Die Einhaltung der Richtwerte für die magnetische Flussdichte und der elektrischen Feldstärke für beide Musterprofile ist gegeben. Die Gestänge sind somit in der zukünftigen Planung einsetzbar.

Durch Erhöhung der Bodenabstände und Optimierung der Phasenlagen können die ermittelten Werte aus den Musterprofilen zusätzlich minimiert werden.

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 15 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

7. Durchführungsmethodik bei der Untersuchung der Koronageräusche

7.1 Allgemeines zur Aufgabenstellung

Zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts liegt noch kein konkreter Trassenverlauf vor. Vielmehr sind derzeit mehrere 200 m breite Trassenkorridore in der Erwägung. Die Trassenkorridore sind dabei in insgesamt 7 Trassenabschnitte unterteilt, die auf eine generelle Realisierbarkeit zu prüfen sind.

Die einzelnen Trassenabschnitte sind den Plänen der Antragsunterlagen bzw. den Abbildungen im Anhang C zu entnehmen.

Bezüglich der 200 m breiten Trassenkorridore ist zunächst ein Trassenverlauf in der jeweiligen Mitte der Korridore (bzw. Teilabschnitte) zugrunde zu legen und zu prüfen.

Sollten hierdurch geräuschemissionsschutzfachliche Konflikte zu erwarten sein, ist zu prüfen, ob diese durch Versetzung der Leitung innerhalb des Trassenkorridors gelöst werden könnten. Dazu werden mit dem Auftraggeber Immissionsorte definiert, die einer genaueren Untersuchung zu unterziehen sind.

Abschließend werden die 7 Trassenabschnitte sowie die speziell zu untersuchenden Immissionsorte aus geräuschemissionsschutzfachlicher Sicht bewerten.

7.2 Ermittlung der Immissionswerte im Einwirkungsbereich der Leitung


Die verwendeten Masttypen und deren konkreten Mastgeometrien liegen zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vor.

Durch den Auftraggeber wurde daher festgelegt, dass die unter Kapitel 5.2 beschriebenen Masttypen zur Untersuchung herangezogen werden.

Mit dem Berechnungsprogramm WinField [7] können unter detaillierter Berücksichtigung der Eingangsparameter (Spannungsniveau, Bündelzahl, Bündelabstand, geometrische Beschaffenheiten, Leiterseil-Durchhänge etc.) sowie der Umgebungs- und Witterungsbedingungen die Randfeldstärken berechnet und hieraus die zu erwartenden längenbezogenen Schalleistungspegel L_{WA} auf Basis empirischer Formeln zur Vorhersage von Koronageräuschen bestimmt werden. Weiterhin wurden mit Hilfe des Programms die Schallausbreitungsberechnungen nach den Vorgaben der DIN ISO 9213-2 [3] durchgeführt (Siehe Kapitel 4.4).

Seitens des Herstellers liegt eine Konformitätserklärung zur Berechnung von Koronageräuschen [8] vor.

Die entsprechend der bereitgestellten Informationen berücksichtigten Randparameter sind in den Kapiteln 5.1 bis 5.9 beschrieben.

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 16 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

Im Anhang A sind die Ergebnisse für das untersuchte Musterprofil (Doppeltonne – Einebene) graphisch dargestellt. In einer sogenannten Isophonenkarte sind die berechneten Flächen mit gleichem Schalldruckpegel in einer Höhe von 1m über dem Boden abgebildet. Für das zweite Musterprofil (Doppeltonne) sind die berechneten Ergebnisse sehr ähnlich. Da die Werte ein etwas günstigeres Resultat darstellen, wurde an dieser Stelle auf eine zusätzliche graphische Darstellung verzichtet.

7.3 Ermittlung des Untersuchungsraumes

Zur Ermittlung des Untersuchungsgebiets, d. h. die zu betrachtenden Abstände von der Trassenachse, wurden zunächst für die beiden bereitgestellten Musterprofile die Schallausbreitungsberechnungen nach den Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [3], wie im Kapitel 7.2 erläutert, durchgeführt.

Es wurde ein Puffer um die Trassenachse gelegt, an dem ein Schalldruckpegel von 25 dB(A) erreicht wird.

In diesem Fall liegt der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung um mindestens 10 dB unter dem generell strengst möglichen Immissionsrichtwert von 35 dB(A) nachts entsprechend dem Schutzanspruch eines reinen Wohngebietes (ebenso Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten, siehe Tabelle 1).


Der so ermittelte Untersuchungsraum für die Umgebung der Trasse stellt demnach den maximalen Einwirkungsbereich der Freileitungstrasse unter Rücksichtnahme des größten anzunehmenden Schutzanspruchs dar.

Gebiete mit schutzbedürftigen Räumen, die außerhalb dieses Untersuchungsraumes liegen, befinden sich demnach gesichert und unabhängig von der faktisch vorliegenden Gebietseinstufung außerhalb des Einwirkungsbereichs der Freileitungstrasse im Sinne der TA Lärm [1] und werden im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Der ermittelte Pufferabstand zur Trassenachse beträgt für beide zur Anwendung kommenden Masttypen ca. 150 m, an dem ein Schalldruckpegel von 25 dB(A) erreicht wird. Als sicherer Ansatz wurde darauf beruhend ein Puffer von 160 m links und rechts der Trassenachse als Untersuchungsraum angesetzt.

Anhang A zeigt beispielhaft die für das Musterprofil Doppeltonne – Einebene berechneten Flächen mit gleichem Schalldruckpegel (sogenannte Isophonenkarte) in einer Höhe von 1 m über dem Boden.

Der oben erläuterte Untersuchungsraum beruht auf den Mittelachsen des laut Auftraggeber zu untersuchenden Trassenverlaufes in dem dazugehörigen Trassenkorridor. Sollte der Trassenverlauf innerhalb eines Korridors hiervon deutlich abweichen, zum Beispiel am äußersten Rand eines Korridors liegen, ist es möglich, dass sich die berechneten Werte verschlechtern bis hin zum ermittelten Maximalwert des Immissionswertes für das Musterprofil. Des Weiteren könnten u. U. auch noch weiter entfernt gelegene Immissionsorte potenziell relevant sein. Diese sind im Zuge der Detailplanungen und nachfolgender Genehmigungsverfahren weitergehend zu prüfen. Nach jetziger Annahme ist der untersuchte Raum aber genügend sicher gewählt.

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 17 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

7.4 Schallemissionsansatz (Tonhaltigkeit)

Im Zusammenhang mit den Koronageräuschen an Freileitungen kann eine ggf. auftretende charakteristische Pegelerhöhung bei der Frequenz von 100 Hz nicht ausgeschlossen werden (sogenanntes 100 Hz-Brummen).

Gemäß den Vorgaben der TA Lärm [1] ist zu prüfen, ob diese Pegelerhöhung immissionsseitig deutlich hörbar ist, d. h. eine Tonhaltigkeit an den Immissionsorten vorliegt. Die Vergabe eines Zuschlags für Tonhaltigkeit ist demzufolge je nach Immissionsort im Einzelfall zu prüfen.

Um in dieser Untersuchung der Tonhaltigkeit Rechnung zu tragen, wurde festgelegt, dass an die berechneten Koronageräusche Tonhaltigkeitszuschläge aufgeschlagen werden. Befindet sich der Immissionsort in einem geringeren Abstand zur maßgeblichen äußeren Leiterseilphase als 100m, wird zum errechneten Schallpegel ein Zuschlag von 3 dB addiert.

Allgemeine Hinweise:

Die Geräuschestehung bei Höchstspannungsfreileitungen hängt maßgeblich von der elektrischen Randfeldstärke ab. Diese ist wiederum abhängig von anderen Parametern, wie zum Beispiel dem Durchhang oder den Mast-Beschaffenheiten (Höhe der Leiter am Mast, Abstände der Stromkreise zueinander etc.).

Die Schallemissionsansätze und folglich anzunehmenden Abstände zur Trassenachse können bedingt durch den endgültigen Trassenverlauf sowie der schlussendlich verwendeten Masttypen, beispielsweise auch in Abhängigkeit der Bodenabstände o. Ä., differieren.


7.5 Ermittlung möglicher schutzbedürftiger Immissionsorte

Auf Basis der bereitgestellten Unterlagen wurden in Abgleich mit Luftbildern alle möglichen schutzbedürftigen Immissionsorte innerhalb des Untersuchungsraumes, d. h. 160 m links und rechts der verschiedenen Trassenkorridore mit einem mittigen Trassenverlauf, bestimmt.

Als Berechnungs-Aufpunkt wurden dabei die zum jeweiligen Trassenabschnitt nächstgelegene Gebäudeecke gewählt.

Die Gebietseinstufung und die sich daraus abgeleiteten einzuhaltenden Immissionsrichtwerte erfolgte auf Grundlage der durch den Auftraggeber übergebenen Daten zur Bauleitplanung, z. B. Angaben zu rechtskräftigen Bebauungsplänen oder aus Flächennutzungsplänen.

Liegen keine Angaben vor, erfolgte die Gebietseinstufung aus der Analyse des jeweils vorherrschenden Grundcharakters seiner Umgebung. Bei der Mehrzahl von möglichen Immissionsorten handelt es sich um Gebäude im Außenbereich, z.B. landwirtschaftliche Gehöfte, kleinere Ansiedlungen von wenigen Gebäuden o. ä., für die ein nächtlicher Immissionsrichtwert von 45 dB(A) anzusetzen ist.

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 18 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen		Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu

Im betrachteten Untersuchungsraum befinden sich keine reinen Wohngebiete, Kurgebiete o. Ä.

7.6 Bewertungsmethodik

In der TA Lärm werden verschiedene „allgemeine“ Anforderungen definiert, die vorliegend zur Bewertung der geräuschimmissionsschutzfachlichen Verträglichkeit herangezogen werden.

Die Bewertungsmethodik auf Grundlage dieser allgemeinen Anforderungen sowie die diesbezügliche farbliche Kennzeichnung (siehe Auflistung und Ergebnisse im Anhang D) ist in der folgenden Tabelle 4 beschrieben.

Tabelle 6: Beurteilungsmethodik auf Grundlage der allg. Anforderungen der TA Lärm [1]

Bezeichnung/Markierung	Beschreibung
Außerhalb Einwirkungsbereich	Liegt der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung um <u>mindestens 10 dB</u> unter dem jeweiligen Immissionsrichtwert, befindet sich der Immissionsort gemäß Nr. 2.2 TA Lärm außerhalb des Einwirkungsbereichs der zu beurteilenden Anlage.
Irrelevanzkriterium	Liegt der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung um <u>mindestens 6 dB</u> unter dem jeweiligen Immissionsrichtwert, ist der Geräuschbeitrag gemäß Nr. 3.2.1 Abs. 2 TA Lärm als „nicht relevant“ anzusehen. Die zu beurteilende Anlage ist in diesem Fall in der Regel ohne weitergehende Betrachtung der Vorbelastung genehmigungsfähig.
Einbeziehung der Vorbelastung	Liegt der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung um <u>weniger als 6 dB</u> unter dem jeweiligen Immissionsrichtwert, ist typischerweise unter Einbeziehung der Vorbelastung zu prüfen, ob die Gesamtbelastung den Immissionsrichtwert einhält.
Überschreitung	Liegt der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung <u>über dem jeweiligen Immissionsrichtwert</u> ist in der Regel keine geräuschimmissionsschutzfachliche Verträglichkeit gegeben. Eine positive Bewertung könnte in diesem Fall nur unter Einbeziehung weiterer Bewertungskriterien erzielt werden (beispielsweise Sonderfallprüfung gemäß TA Lärm [1], Prüfung von Gemengelagen etc.)


8. Ergebnisse und Bewertung der Geräuschimmissionen

8.1 Allgemeines

Eine Zusammenstellung aller Immissionsorte, ermittelt aus den vorliegenden Kenntnissen zur Bauleitplanung und der ermittelten vorhandenen Bebauung und demzufolge nach aktueller Kenntnis anzunehmenden Immissionsrichtwerte zur Nachtzeit, ist der Tabelle in Anhang D zu entnehmen.

Für jeden Trassenkorridor wurden Schallausbreitungsberechnungen zu diesen möglichen Immissionsorten durchgeführt, wie in Kapitel 4.4 erläutert.

Die ermittelten Beurteilungspegel und Differenzen zu den Immissionsrichtwerten sind ebenfalls der Tabelle in Anhang D zu entnehmen.

Ersatzneubau 220/380-kV-Leitung Oberbachern - Ottenhofen		Seite 19 Seiten 19
Untersuchungen elektromagnetische Felder, Schallimmissionen	Projektleitung: Herr Sebastian Kohl sebastian.kohl@tennet.eu	

Die Koronageräusche sowie die Schallausbreitung wurden mittels des Berechnungsprogramms WinField [7] berechnet. Nachdem zum jetzigen Planungszeitpunkt noch keine exakten Kenntnisse zu den Maststandorten als auch zu den Leitungsverläufen (Höhe am Mast, Durchhang) etc. vorliegen, wurden Musterprofile zur Berechnung aufgestellt. Zur Bewertung wurde der maximal mit Hilfe der Musterprofile ermittelte Geräuschpegel angenommen. Die eigentlichen Werte liegen unterhalb dieses Maximalwertes.

Hinweis:

In der Auflistung werden alle Zahlenwerte für Pegelgrößen auf ganze dB gerundet angegeben. Alle Berechnungen wurden jedoch mit der vollen Rechengenauigkeit des verwendeten Rechenprogramms durchgeführt. Auf ganze dB gerundet wird erst für die Angabe der Endergebnisse im Bericht.

8.2 Ergebnisse

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass alle Immissionsorte im Sinne von Nr. 2 TA Lärm außerhalb der jeweiligen Einwirkungsbereiche liegen. Die Beurteilungspegel der Zusatzbelastung liegen mindestens 10 dB unterhalb der Immissionsrichtwerte für den nächtlichen Beurteilungszeitraum.

Aus geräuschemissionsfachlicher Sicht ist somit die gesamte Trasse mit ihren im Folgenden benannten Trassenkorridorsegmenten als positiv zu bewerten.

Für einen Trassenverlauf in Trassenkorridormitte ist demnach eine nur geringe Zusatzbelastung an den möglichen Immissionsorten zu prognostizieren.

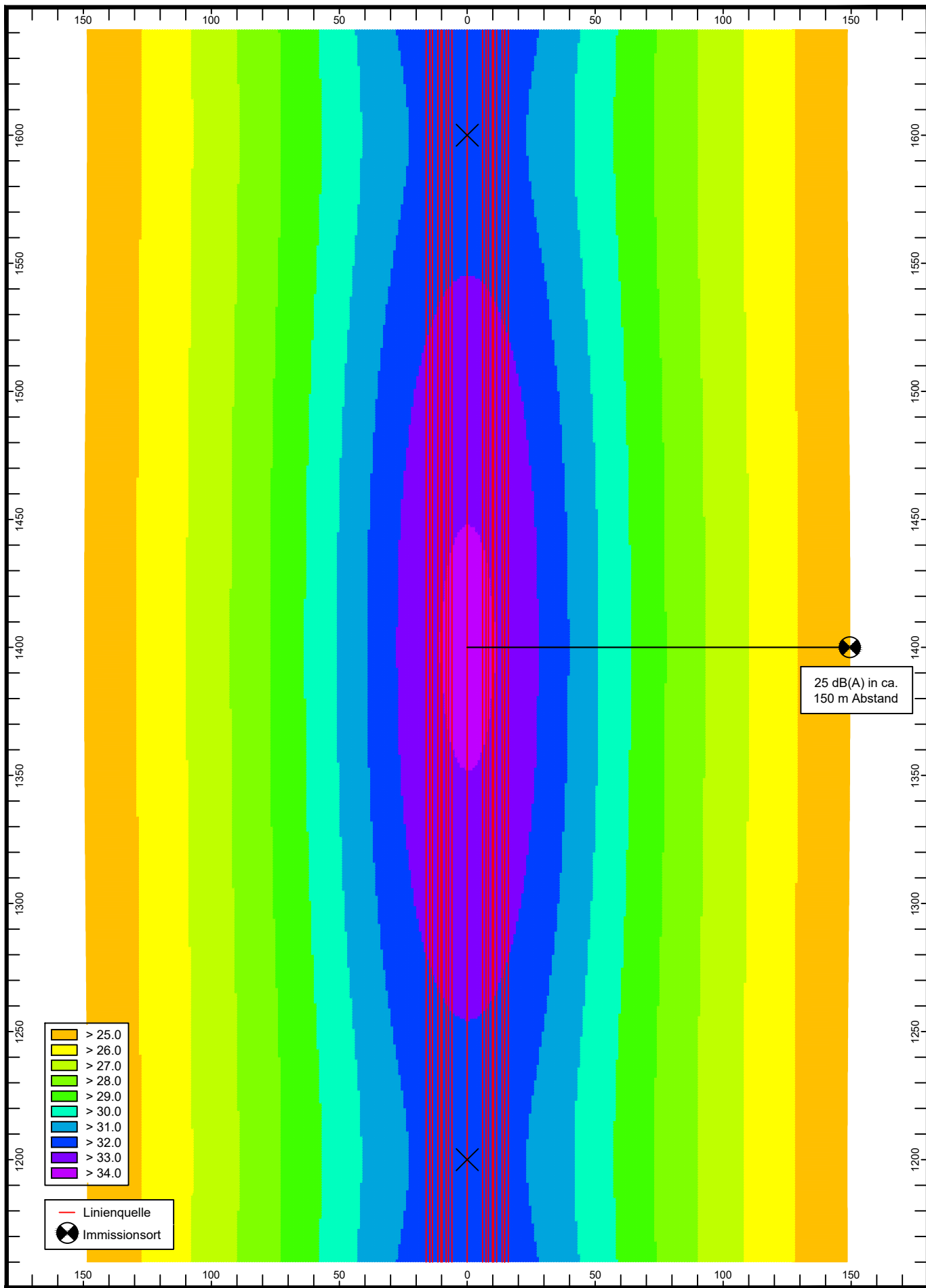
Untersuchte Trassenkorridorsegmente:

- TKS Nr. 1 Stetten – Mooshaus
- TKS Nr. 2 Haimhausen Nord
- TKS Nr. 3 Haimhausen Süd
- TKS Nr. 4 Hollern – Finsing
- TKS Nr. 5 St 25810
- TKS Nr. 6 Finsinger Holz
- TKS Nr. 7 UW Ottenhofen

Anhang A

Isophonenkarte

02 Musterprofil Doppeltonne -Einebene 2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV



— Linienequelle

 Immissionsort



Isophonenkarte (Flächen gleichen Schalldruckpegels in 1 m Höhe über Boden)

Anhang A

Musterprofil 01: Doppeltonne - Einebene
(2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV / 2Sys 110-kV)

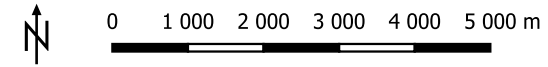
Format: 297 x 210
Datum: 18.11.2020
Maßstab: 1 : 2000
Blatt-Nr.: 1

Anhang B

Übersichtsplan Varianten

Ersatzneubau 380-kV-Freileitung Oberbachern - Ottenhofen

Übersichtsplan Varianten



Datengrundlage:
© OpenStreetMap-Mitwirkende



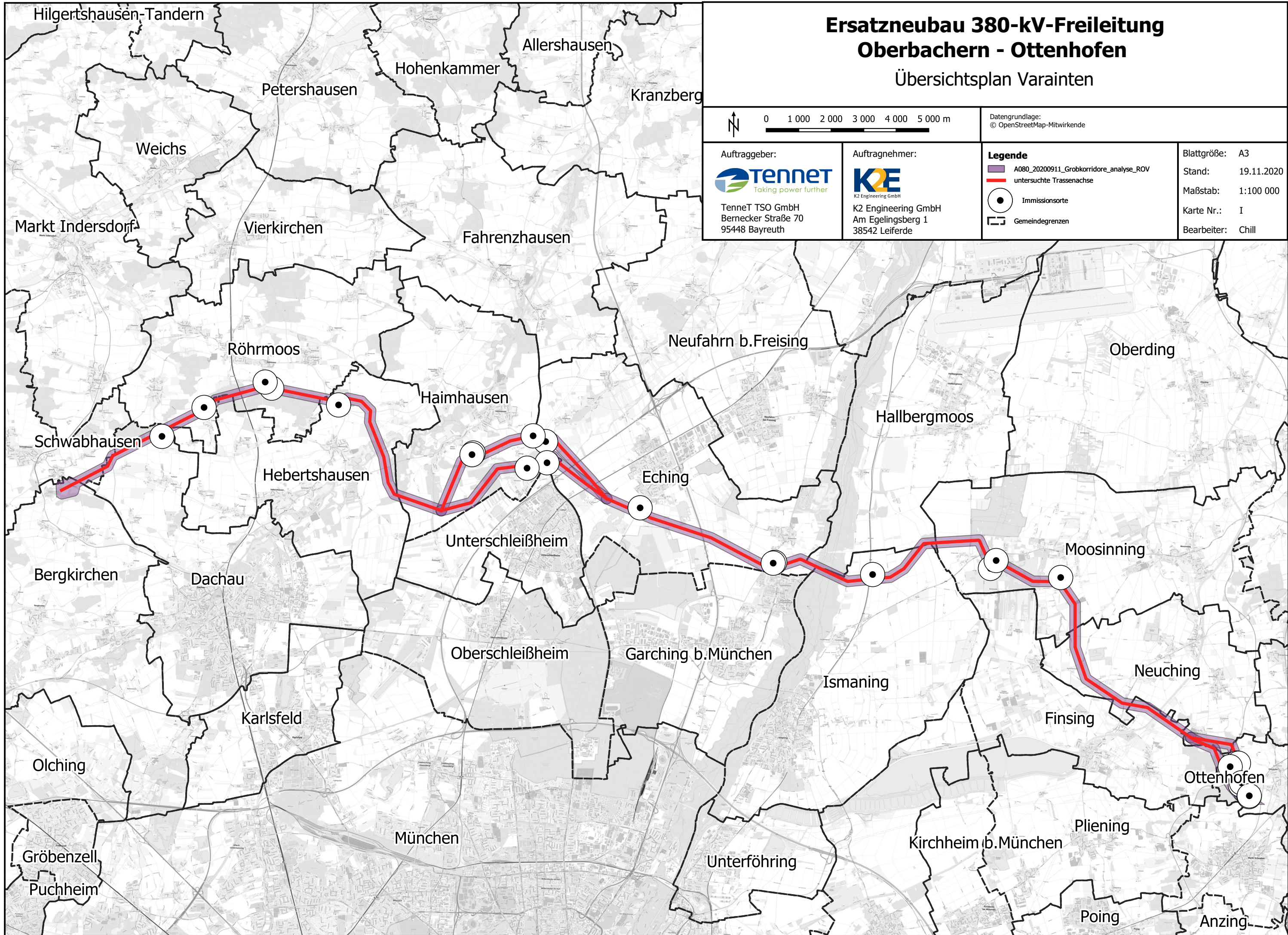
Auftraggeber:
Tennet TSO GmbH
Bernecker Straße 70
95448 Bayreuth



Auftragnehmer:
K2 Engineering GmbH
Am Egelingsberg 1
38542 Leiferde

- Legende**
- A080_20200911_Grobkorridore_analyse_ROV
 - untersuchte Trassenachse
 - Immissionsorte
 - Gemeindegrenzen

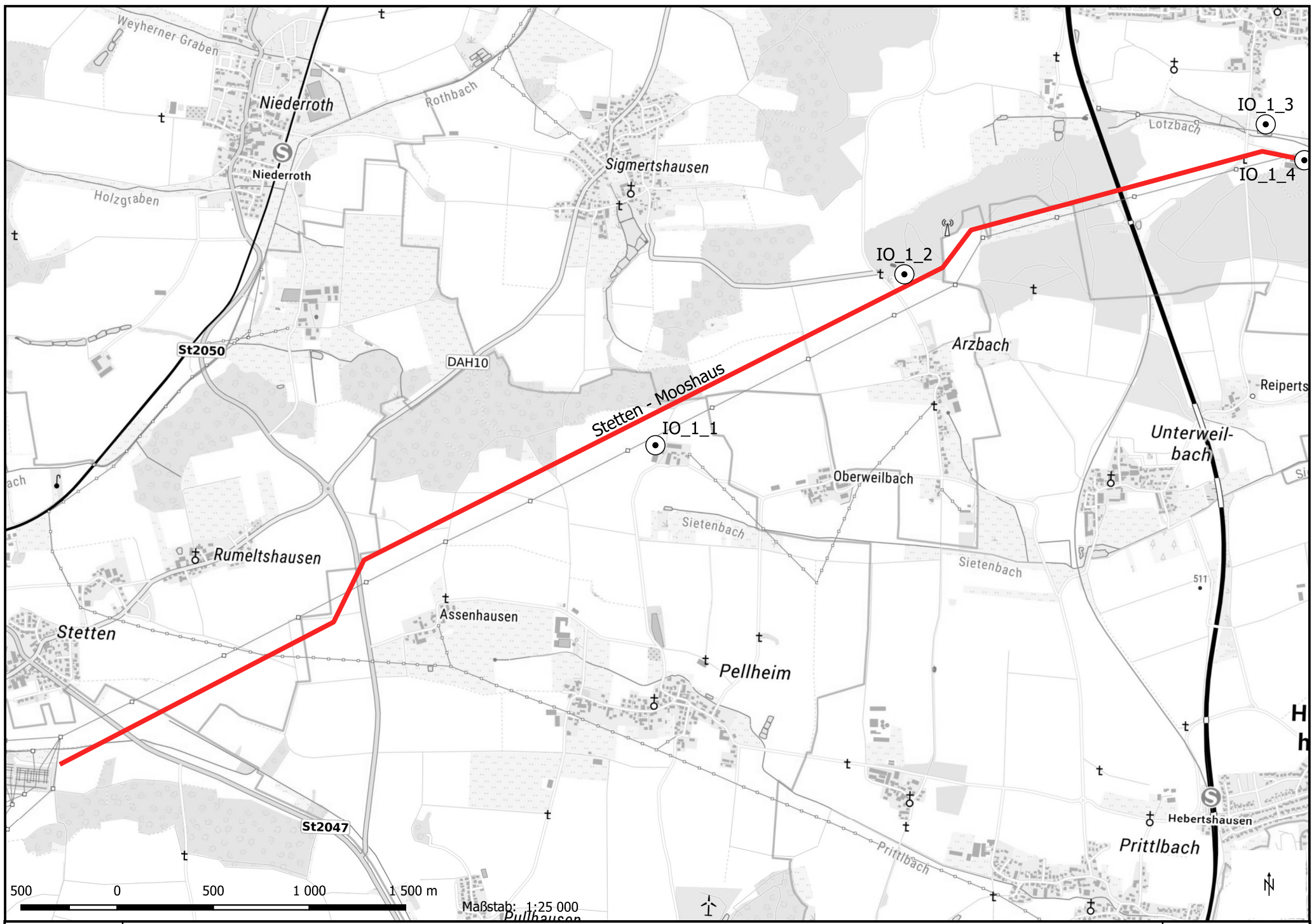
Blattgröße: A3
Stand: 19.11.2020
Maßstab: 1:100 000
Karte Nr.: I
Bearbeiter: Chill

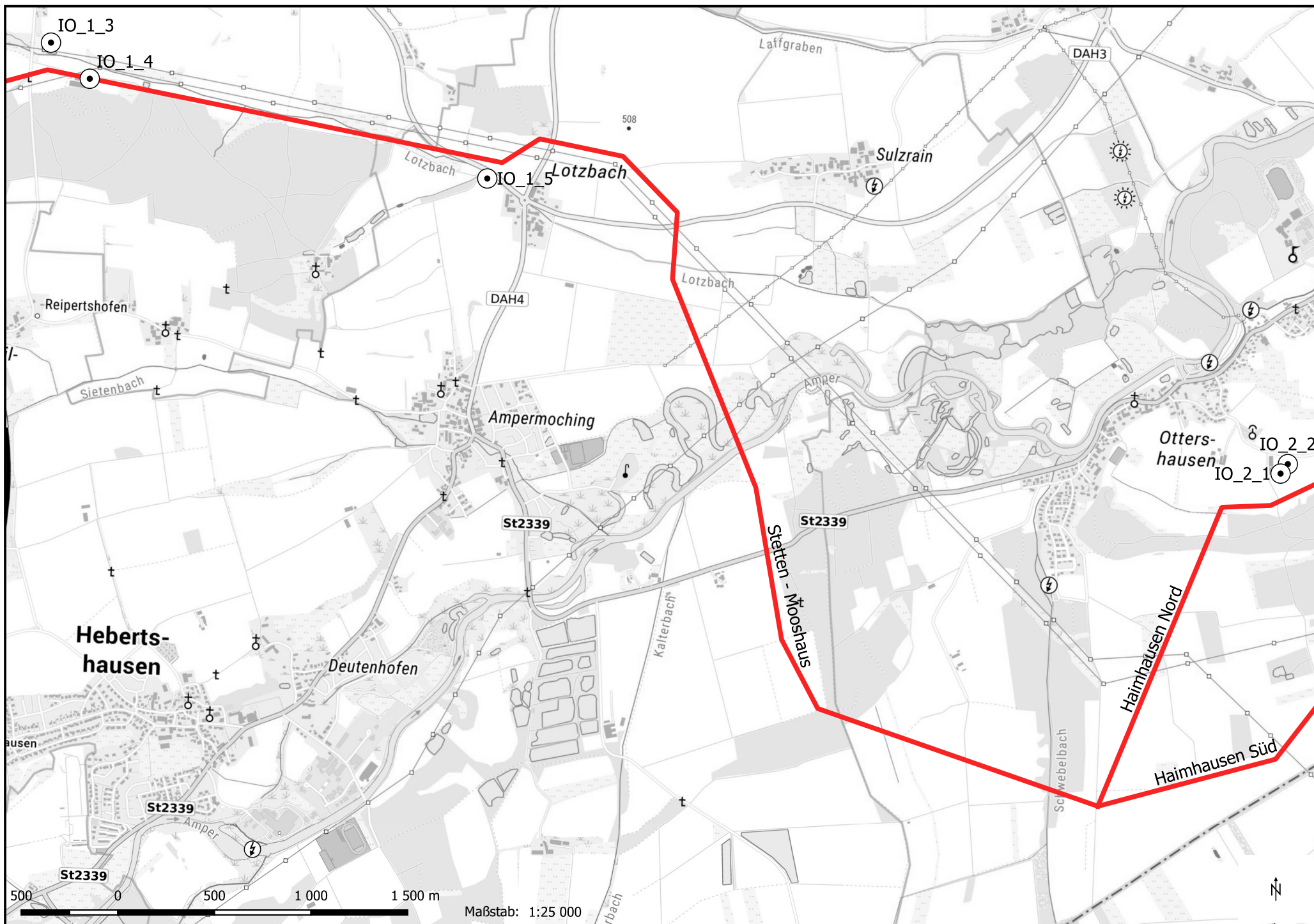


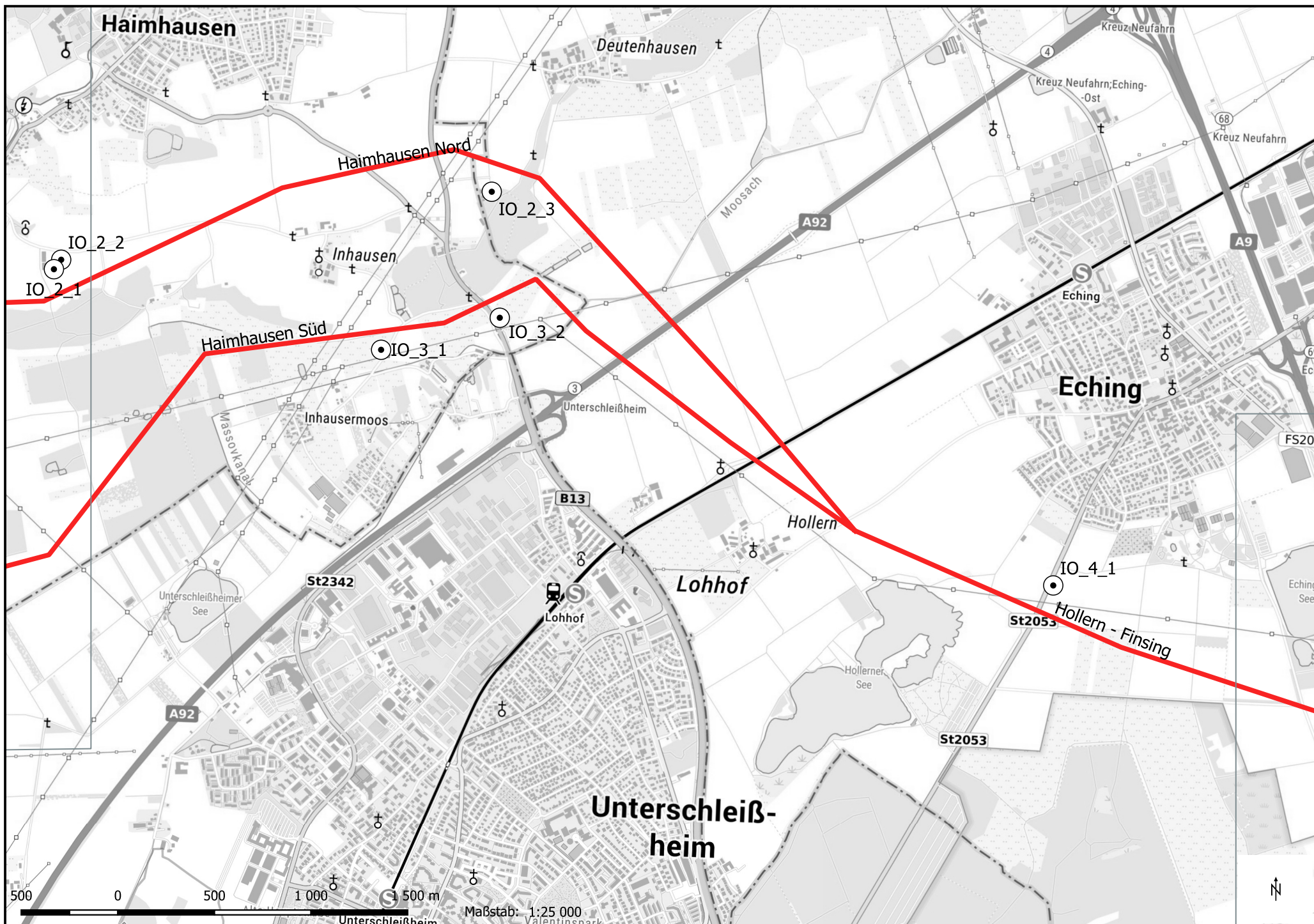
Anhang C

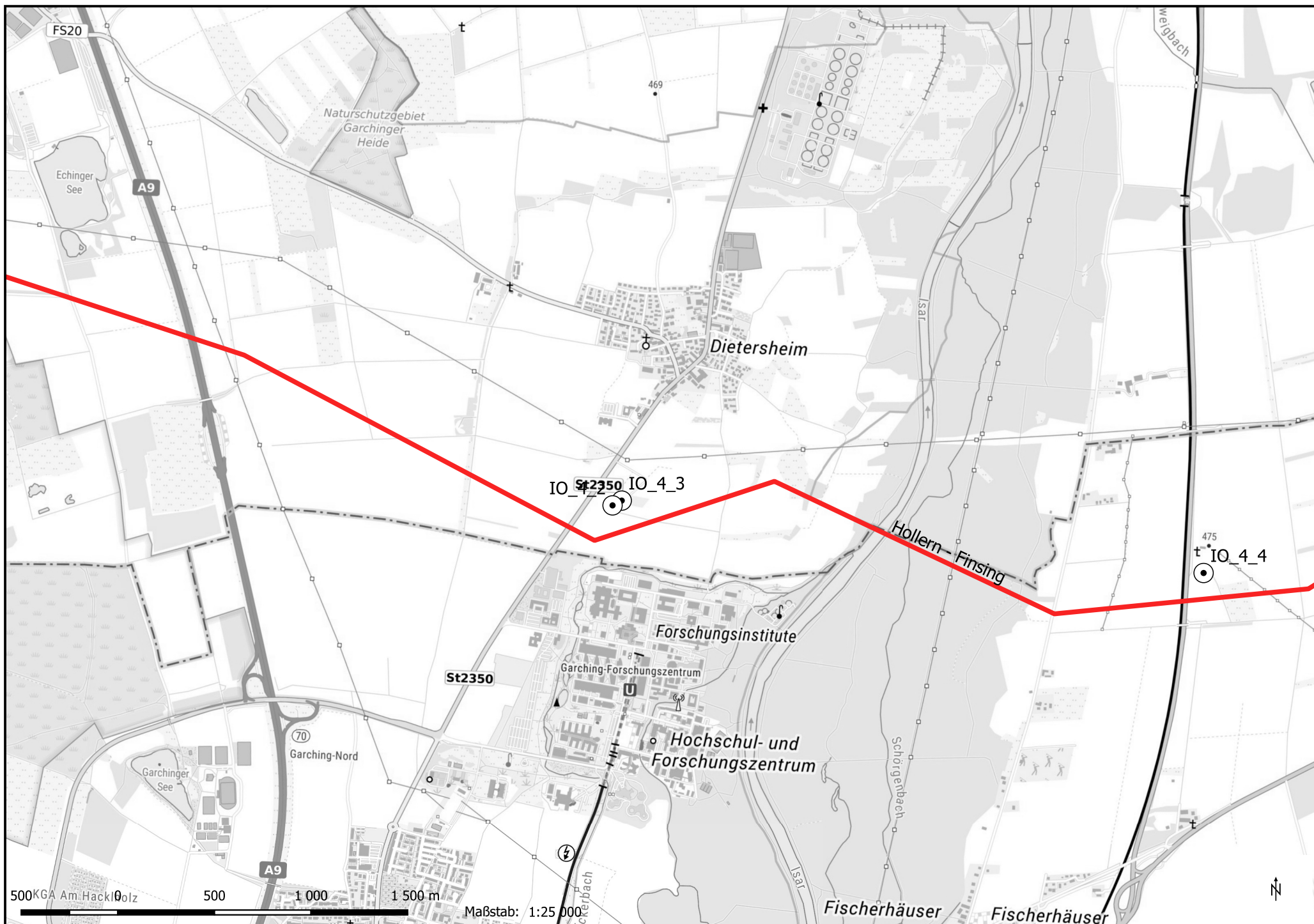
Detailkarten

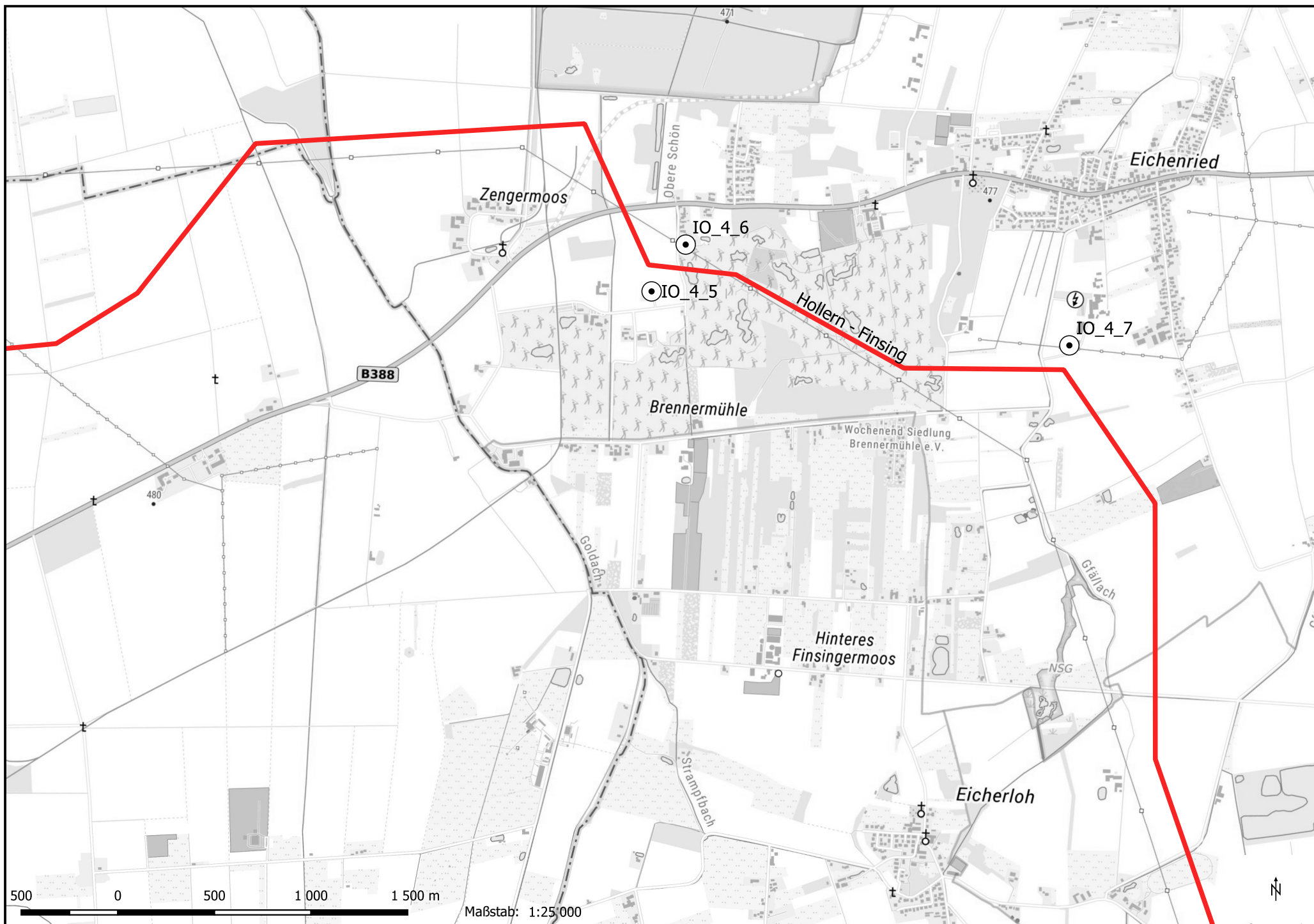
Trassenachsen und Lage der Immissionsorte im Umfeld der Trassenabschnitte

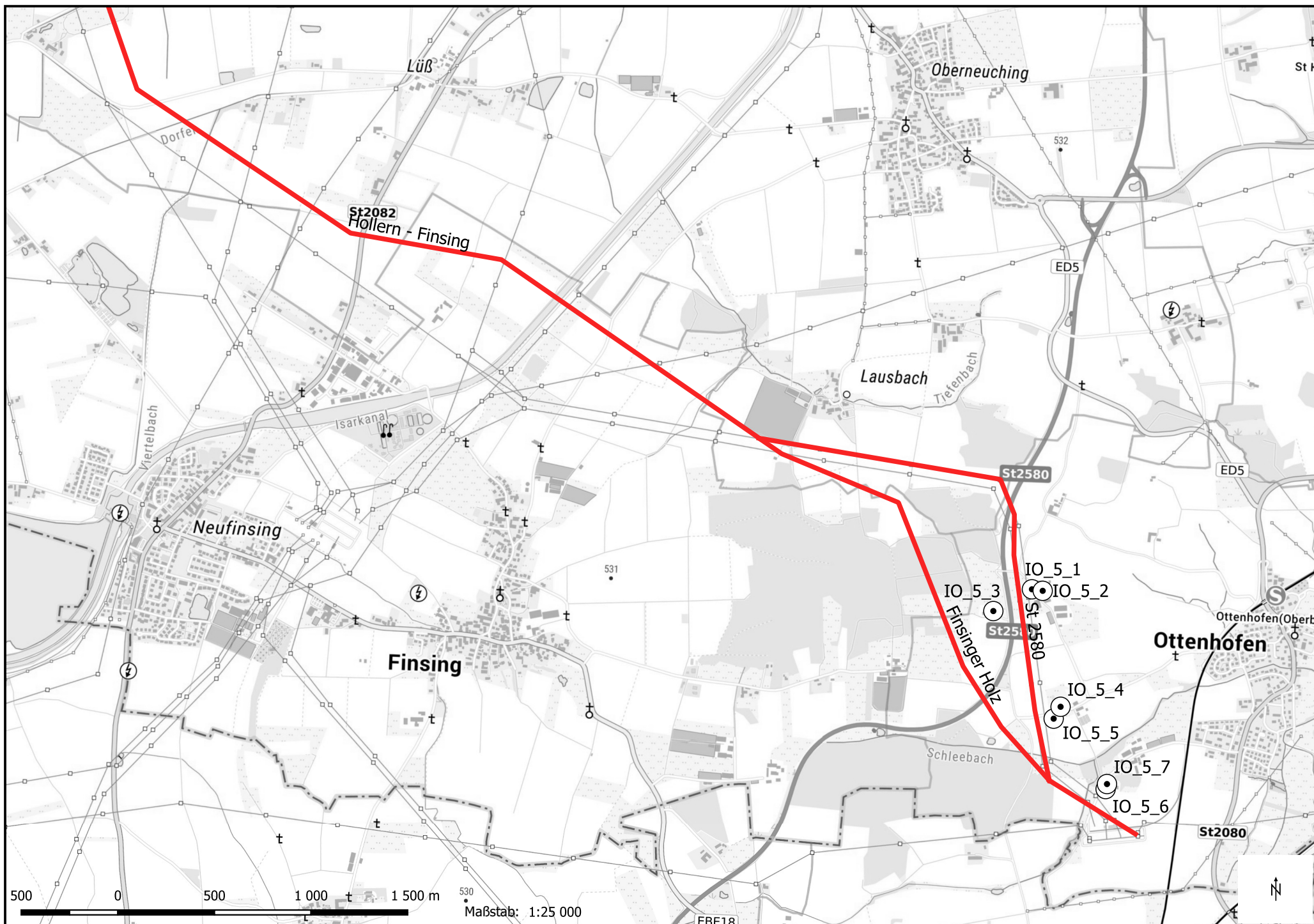












Anhang D

Tabelle der Immissionsorte

Nummer	TKS Nr.	TKS	IO	Beschreibung	Gemeinde	Nutzungsart	Beurteilungspegel in dB(A) nachts	Immissionsrichtwert in dB(A) nachts	delta in dB	Abstand zur Trassenachse
1	1	Stetten-Mooshaus	IO_1_1	Viehhausen West	Große Kreistadt Dachau	GE	26	50	-24	150.9
2	1	Stetten-Mooshaus	IO_1_2	Arzbach, Wasserwerk	Röhrmoos	GE	34*	50	-19	58.6
3	1	Stetten-Mooshaus	IO_1_3	Röhrmoos West	Röhrmoos	GE	26	50	-24	141.9
4	1	Stetten-Mooshaus	IO_1_4	Röhrmoos Ost	Röhrmoos	GE	38*	50	-12	0.0
5	1	Stetten-Mooshaus	IO_1_5	Lotzbach West	Hebertshausen	GE	32*	50	-18	95.8

Nummer	TKS Nr.	TKS	IO	Beschreibung	Gemeinde	Nutzungsart	Beurteilungspegel in dB(A) nachts	Immissionsrichtwert in dB(A) nachts	delta in dB	Abstand zur Trassenachse
6	2	Haimhausen Nord	IO_2_1	Haimhausen, Hochstraße Nebengebäude	Haimhausen	GE	27	50	-23	127.0
7	2	Haimhausen Nord	IO_2_2	Haimhausen, Hochstraße Wohnhaus	Haimhausen	MI	25	45	-20	155.2
8	2	Haimhausen Nord	IO_2_3	Seebergstraße	Eching	GE	26	50	-24	145.0

Nummer	TKS Nr.	TKS	IO	Beschreibung	Gemeinde	Nutzungsart	Beurteilungspegel in dB(A) nachts	Immissionsrichtwert in dB(A) nachts	delta in dB	Abstand zur Trassenachse
9	3	Haimhausen Sued	IO_3_1	Inhauser Moos, Gartenhaus	Haimhausen	MI	32*	45	-13	95.9
10	3	Haimhausen Sued	IO_3_2	Maisteig Sued	Haimhausen	MI	28	45	-17	100.2

Nummer	TKS Nr.	TKS	IO	Beschreibung	Gemeinde	Nutzungsart	Beurteilungspegel in dB(A) nachts	Immissionsrichtwert in dB(A) nachts	delta in dB	Abstand zur Trassenachse
11	4	Hollern-Finsing	IO_4_1	Eching, St2053	Eching	GE	26	50	-24	152.2
12	4	Hollern-Finsing	IO_4_2	Dietersheim, Freisinger Landstraße Nebengebäude	Eching	GE	26	50	-24	143.5
13	4	Hollern-Finsing	IO_4_3	Dietersheim, Freisinger Landstraße Wohnhaus	Eching	MI	26	45	-19	152.1
14	4	Hollern-Finsing	IO_4_4	Gleitnerhof, Nebengebäude	Ismaning	GE	26	50	-24	134.8
15	4	Hollern-Finsing	IO_4_5	Schönstraße 14, Wohnhaus	Moosinning	MI	26	45	-19	134.7
16	4	Hollern-Finsing	IO_4_5	Schönstraße 5, Wohnhaus	Moosinning	MI	27	45	-18	125.8
17	4	Hollern-Finsing	IO_4_7	Eichenloher Straße, Kloh GmbH	Moosinning	GE	27	50	-23	129.3

* beinhaltet einen Zuschlag von 3 dB zur Tonhaltigkeit für Objekte mit einem Abstand < 100 m zur äußersten relevanten Phase (s. Abschnitt 7.4)

Nummer	TKS Nr.	TKS	IO	Beschreibung	Gemeinde	Nutzungsart	Beurteilungspegel in dB(A) nachts	Immissionsrichtwert in dB(A) nachts	delta in dB	Abstand zur Trassenachse
18	5	St 2580	IO_5_1	Steiler 1, Nebengebäude	Ottenhofen	GE	33*	50	-17	68.7
19	5	St 2580	IO_5_2	Steiler 1, Wohnhaus	Ottenhofen	MI	27	45	-18	122.9
20	5	St 2580	IO_5_3	Waldhof 1, Wohnhaus	Ottenhofen	MI	26	45	-19	144.4
21	5	St 2580	IO_5_4	Grashausen 2, Wohnhaus	Ottenhofen	MI	26	45	-19	134.0
22	5	St 2580	IO_5_5	Grashausen 2, Nebengebäude	Ottenhofen	GE	32*	50	-18	86.5
23	5	St 2580	IO_5_6	Waldstraße 7, Nebengebäude	Ottenhofen	GE	27	50	-23	116.2
24	5	St 2580	IO_5_7	Waldstraße 7, Wohnhaus	Ottenhofen	MI	26	45	-19	142.0

* beinhaltet einen Zuschlag von 3 dB zur Tonhaltigkeit für Objekte mit einem Abstand < 100 m zur äußersten relevanten Phase (s. Abschnitt 7.4)

Anhang E

Diagramme

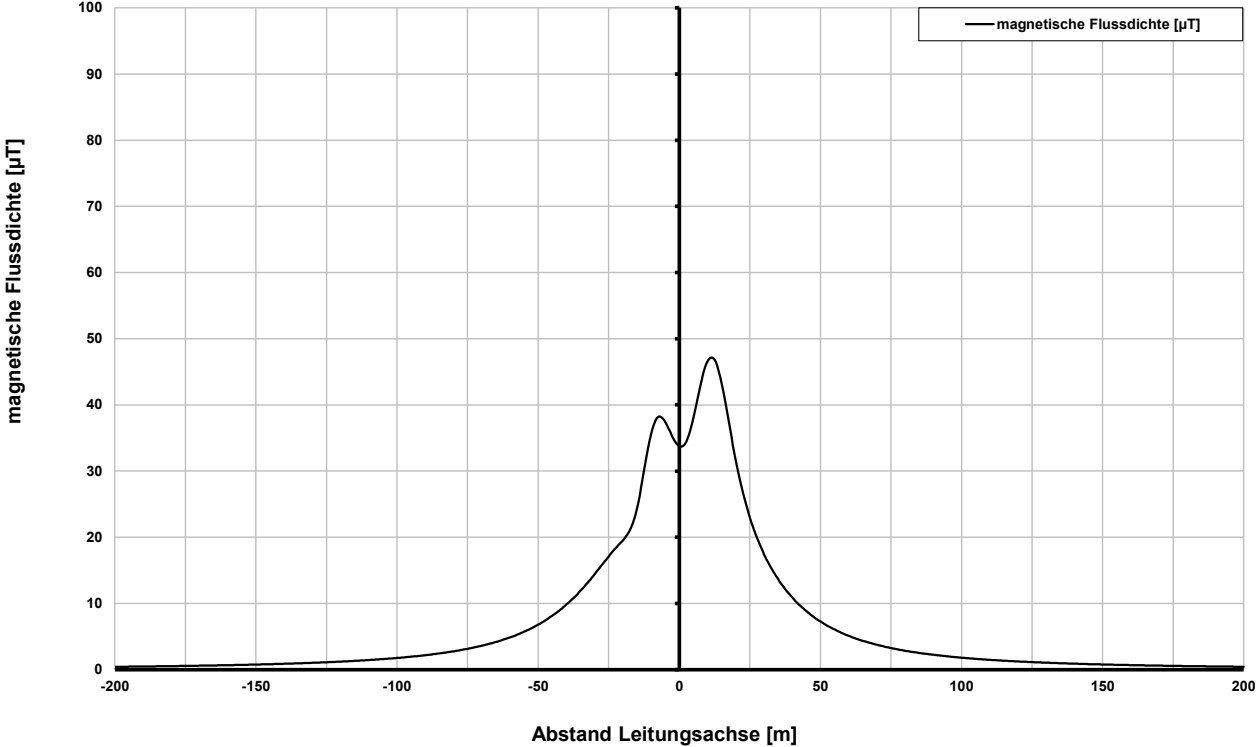
elektrische Feldstärke
magnetische Flussdichte
Koronageräusche
in Feldmitte der Musterprofile

Anhang E

01 Musterprofil Doppeltonne -Einebene 2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV / 2-Sys 110-kV

magnetische Flussdichte

magnetische Flussdichte in einer Höhe von 1 m ü. EOK, in Feldmitte
bei 8,5 m Bodenabstand des unteren Leiterseils

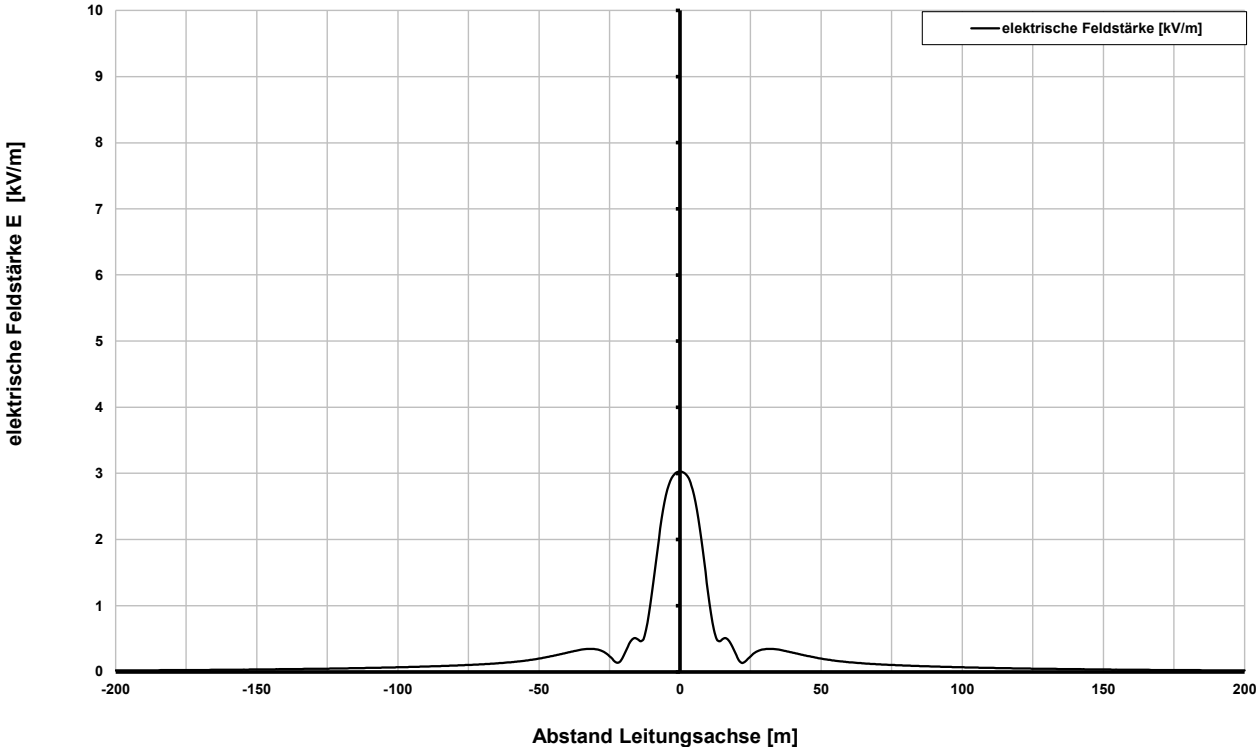


Anhang E

01 Musterprofil Doppeltonne -Einebene 2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV / 2-Sys 110-kV

elektrische Feldstärke

elektrische Feldstärke in einer Höhe von 1 m ü. EOK, in Feldmitte
bei 8,5 m Bodenabstand des unteren Leiterseils

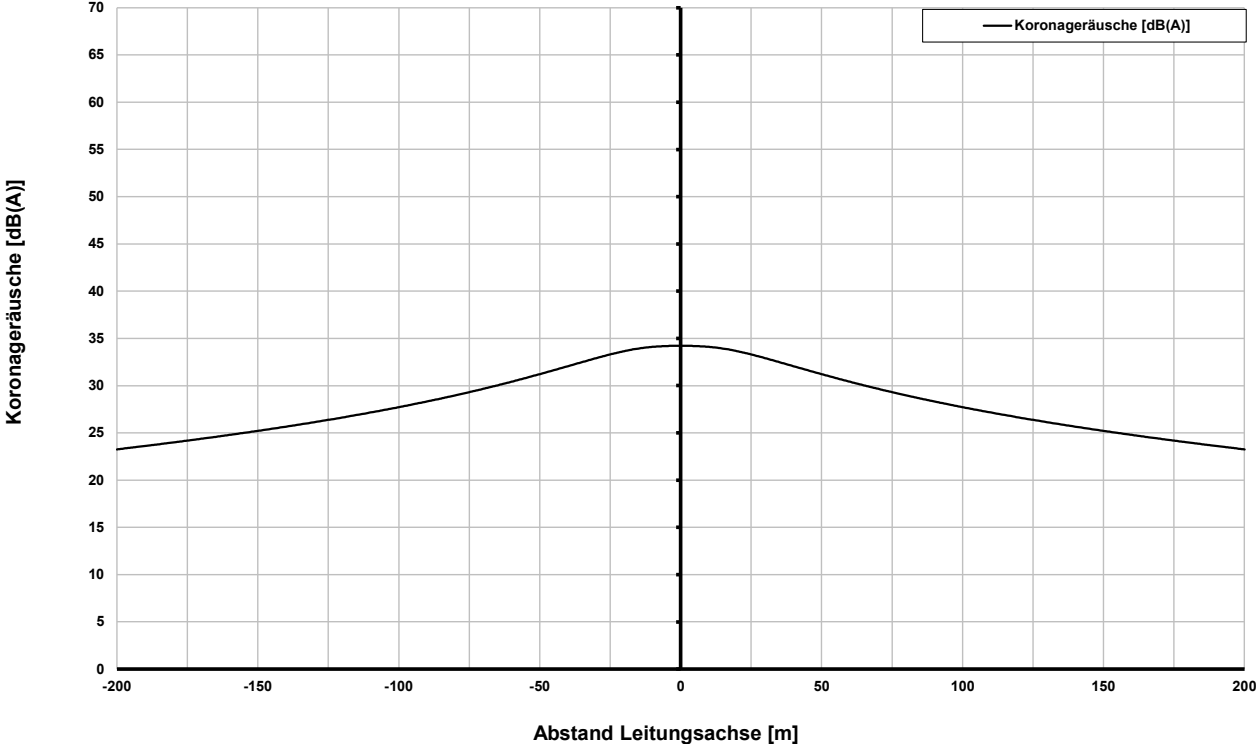


Anhang E

01 Musterprofil Doppeltonne -Einebene 2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV / 2-Sys 110-kV

Koronageräusche

Koronageräusche in einer Höhe von 1 m ü. EOK, in Feldmitte bei 8,5 m Bodenabstand des unteren Leiterseils

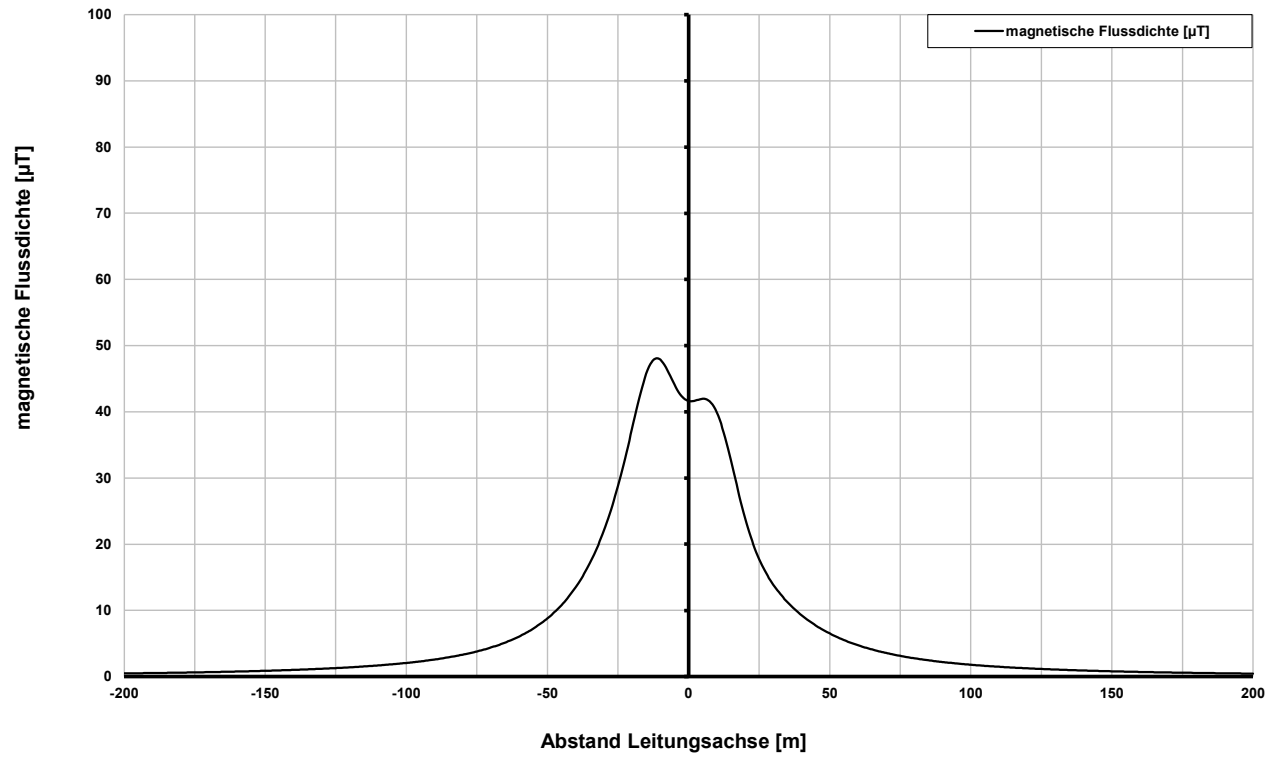


Anhang E

02 Musterprofil Doppeltonne -Einebene 2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV

magnetische Flussdichte

magnetische Flussdichte in einer Höhe von 1 m ü. EOK, in Feldmitte
bei 12,0 m Bodenabstand des unteren Leiterseils

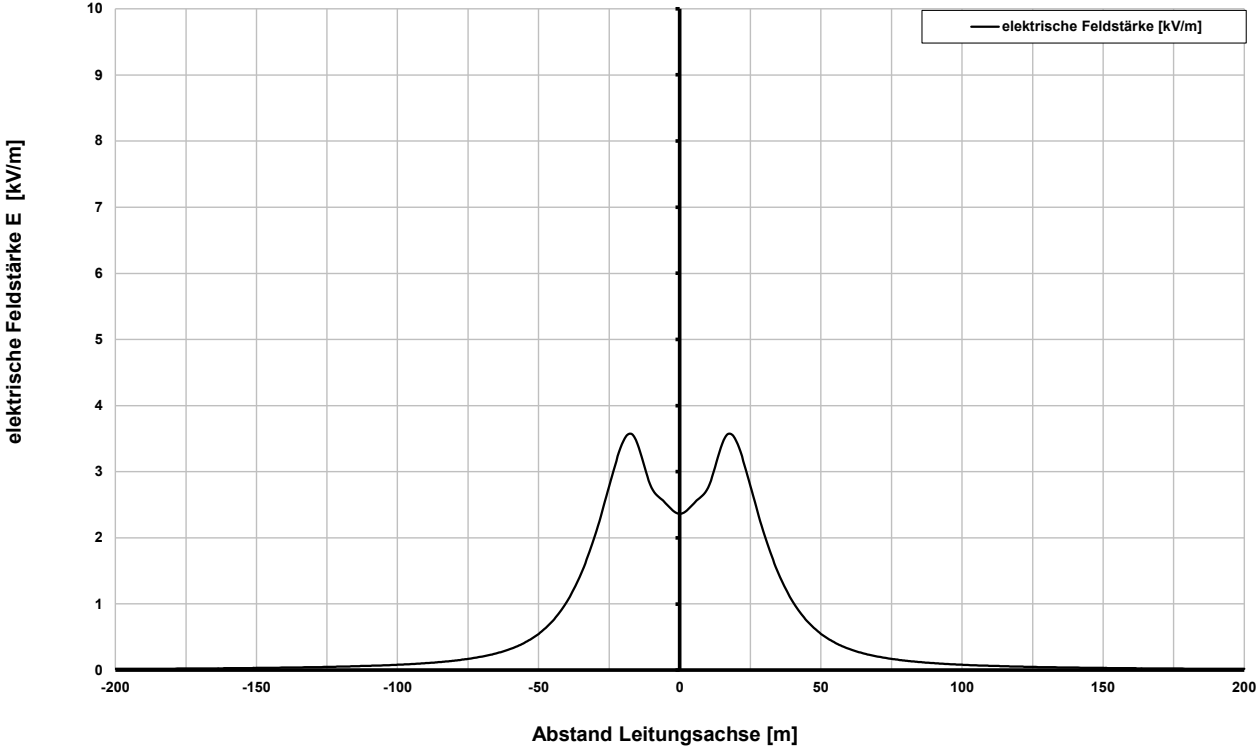


Anhang E

02 Musterprofil Doppeltonne -Einebene 2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV

elektrische Feldstärke

elektrische Feldstärke in einer Höhe von 1 m ü. EOK, in Feldmitte
bei 12,0 m Bodenabstand des unteren Leiterseils



Anhang E

02 Musterprofil Doppeltonne -Einebene 2Sys 380-kV / 2Sys 220-kV

Koronageräusche

Koronageräusche in einer Höhe von 1 m ü. EOK, in Feldmitte bei 12,0 m Bodenabstand des unteren Leiterseils

