

Höchstspannungsleitung

Vieselbach – Pumpspeicherwerk Talsperre

Schmalwasser (Punkt Sonneborn) – Mecklar;

Drehstrom Nennspannung 380 kV

Immissionsschutzrechtliche Ersteinschätzung (ISE)

Allgemeine Informationen

Vorhabenträgerin

50Hertz Transmission GmbH
Heidestraße 2
10557 Berlin
Deutschland

Tel. +49 (30) 5150-0
Fax +49 (30) 5150-4477

info@50hertz.com
www.50hertz.com

Ansprechpartner

Lilian Simon
50Hertz Transmission GmbH

Lilian.simon@50hertz.com
T +49 30 5150 3776

Erstellt unter Mitwirkung von

Dipl.-Ing. (FH) André Siegemund Projektingenieur Akustik und Schallschutz Ingenieure Bau-Anlagen- Umwelttechnik SHN GmbH Brückenstraße 13 09111 Chemnitz siegemund@ib-shn.de	Dr. rer. nat. Olaf Plotzke M.Sc. Sven Hennig Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelt- technologie – FGEU mbH Yorckstr. 60 10965 Berlin plotzke@fgeu.com
---	--

Genehmigungsbehörde

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
Abteilung 8, Netzausbau,
Referat 804
Tulpenfeld 4
53113 Bonn

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
Anhangsverzeichnis.....	7
1 Einleitung	8
1.1 Beschreibung der Aufgabenstellung	8
1.2 Aktueller Planungsstand	8
2 Übersicht über Grenz- und Richtwerte	9
2.1 Grenzwerte für elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte	9
2.2 Immissionsrichtwerte für gewerbliche Geräuschemissionen	10
3 Methodisches Vorgehen bei Berechnung und Bewertung.....	11
3.1 Mögliche Immissionsorte.....	11
3.2 Methodik für die Berechnung elektrischer und magnetischer Felder	13
3.3 Allgemeine Hinweise zur Schallberechnung.....	14
3.3.1 Grundsätzliches zu Geräuschemissionen	14
3.3.2 Industrie- und Gewerbelärm	14
3.3.3 Grundlegendes zur Geräuscentwicklung an Freileitungen.....	14
3.4 Methodik für die Schallberechnung.....	15
3.5 Vorbelastung	16
3.5.1 Elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte.....	16
3.5.2 Schallpegel	17
3.6 Erst-Recht-Schluss	18
3.7 Trassenangaben und Modellierung	18
4 Ergebnisse der durchgeführten Immissionsprognosen.....	20
4.1 Ergebnisse der Berechnungen von magnetischer Flussdichte und elektrischer Feldstärke	20
4.1.1 Übertragung der Ergebnisse auf weitere Immissionsorte.....	24

4.2	Überspannungsverbot.....	24
4.3	Schallpegel (Immissionsschutzrechtliche Vorgaben der TA Lärm)	25
4.3.1	Möglichkeiten für Minderungsmaßnahmen	27
4.3.2	Übertragung der Ergebnisse auf weitere Immissionsorte.....	31
5	Maßnahmen zur Minimierung von Immissionen.....	33
5.1	Methodik bei der Bewertung der Minimierungsmöglichkeiten von Immissionen	33
5.2	Ablauf der Minimierungsprüfung gemäß 26. BImSchVVwV	33
5.2.1	Maßgebliche Minimierungsorte.....	33
5.2.2	Vorprüfung	33
5.2.3	Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen.....	33
5.2.4	Festlegung der Minimierungsmaßnahmen	37
6	Fazit	38
7	Quellenangaben	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: In Abschnitt II.3.1 der LAI-Hinweise [4] definierte Bereiche um Niederfrequenzanlagen in denen maßgebliche Immissionsorte vorliegen können	17
Abbildung 2: 3D-Modell der 380-kV-Freileitung mit Darstellung der magnetischen Flussdichte in 1 m über dem Boden, IO 02.....	21
Abbildung 3: 3D-Modell der 380-kV-Freileitung mit Darstellung der magnetischen Flussdichte in 1 m über dem Boden, IO 06 und 07	21
Abbildung 4: 3D-Modell der 380-kV-Freileitung mit Darstellung der magnetischen Flussdichte in 1 m über dem Boden, IO 11	22
Abbildung 5: Isophonendarstellung in einer Höhe von 5 m über Grund, IO 02	28
Abbildung 6: Isophonendarstellung in einer Höhe von 5 m über Grund, IO 04	29
Abbildung 7: Isophonendarstellung in einer Höhe von 5 m über Grund, IO 07, 07a, 07b, 07c und 07d	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Annäherungen an Immissionsorte.....	12
Tabelle 2: Maximalwerte von magnetischer Flussdichte und elektrischer Feldstärke	23
Tabelle 3: Beurteilungspegel an den untersuchten Immissionsorten	26
Tabelle 4: mögliche Minimierungsmaßnahmen für Drehstromfreileitungen.....	35

Anhangsverzeichnis

Anhänge

- Anhang 1: Elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar der 50Hertz Transmission GmbH, Mast 141 bis Mast 142, EMVU-Gutachten, Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU GmbH
- Anhang 2: Elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar der 50Hertz Transmission GmbH, Mast 180 bis Mast 181, EMVU-Gutachten, Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU GmbH
- Anhang 3: Elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar der 50Hertz Transmission GmbH, Mast 230 bis Mast 231, Gutachterliche Bewertung, Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU GmbH
- Anhang 4: Schalltechnisches Gutachten auf Basis der TA Lärm, Umbeseilung einer 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar, SHNC2020 - 119, Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH, Brückenstraße 13, 09111 Chemnitz
- Anhang 5: Übersichtskarte der möglichen Immissionsorte

1 Einleitung

1.1 Beschreibung der Aufgabenstellung

Ziel der Immissionsschutzrechtlichen Ersteinschätzung ist es, für die 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar zu prüfen, ob alle immissionsschutzrechtlichen Vorgaben bei Umsetzung der geplanten Umbeseilung eingehalten werden können. Im Einzelnen sind dies die Grenzwerte für magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke gemäß 26. BImSchV [1], die Prüfvorgaben der 26. BImSchVVwV [2] sowie die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm [3].

1.2 Aktueller Planungsstand

Es ist eine Umbeseilung auf einer bereits bestehenden 380-kV-Freileitung geplant. Die Umbeseilung dient der Erhöhung der Übertragungskapazität. Zielsetzung ist dabei, die bestehende Freileitungstrasse und so viele Bestandsmasten wie möglich weiter zu verwenden.

Aus diesem Grund kann für die Untersuchungen der aktuelle Zustand mit konkreter Trassierung einschließlich Mastausteilung zu Grunde gelegt werden.

2 Übersicht über Grenz- und Richtwerte

2.1 Grenzwerte für elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte

Das öffentliche Energieversorgungsnetz mit einer Nennspannung größer 1.000 V und einer Netznennfrequenz von 50 Hz wird nach § 1 der 26. BImSchV Absatz 2 [1] den Niederfrequenzanlagen zugeordnet. Dies trifft vollständig auf die umzubeseilende 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar (BBPIG Nr. 12) der 50Hertz Transmission GmbH zu.

Der sogenannte Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage beschreibt nach den Vorgaben des LAI den Bereich, in dem die Anlage einen signifikanten Immissionsbeitrag verursacht, welcher sich von der entsprechenden lokalen Vorbelastung (den natürlichen und den anthropogen bedingten Immissionen) abhebt [4].

Zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Niederfrequenzanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass sie bei höchster betrieblicher Auslastung an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, die genannten Grenzwerte nicht überschreiten. Solche Orte werden in den LAI-Hinweisen benannt. Dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen Gebäude und Grundstücke, in oder auf denen nach der bestimmungsgemäßen Nutzung Personen regelmäßig länger – mehrere Stunden – verweilen können. Darunter fallen insbesondere Wohngebäude, Krankenhäuser, Schulen, Schulhöfe, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze und Kleingärten. Auch Gaststätten, Versammlungsräume, Kirchen, Marktplätze mit regelmäßigem Marktbetrieb, Turnhallen und vergleichbare Sportstätten sowie Arbeitsstätten, z. B. Büro-, Geschäfts-, Verkaufsräume oder Werkstätten, können dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen.

Höchste betriebliche Auslastung im vorliegenden Fall bedeutet **maximaler betrieblicher Dauerstrom** der Systeme zur Berechnung der magnetischen Flussdichte sowie **betriebliche Maximalwerte der Netzspannungen** zur Berechnung der elektrischen Feldstärke. Gleichzeitig wird die maximale Netzspannung zur Berechnung der Randfeldstärke an den Leiterseilen / Leiterseilbündeln benutzt, die wiederum Basis für die Berechnung des Schallpegels ist.

Folgende zulässige Werte für elektrische und magnetische Felder gemäß 26. BImSchV (für die Frequenz von 50 Hz) liegen der Bewertung zu Grunde:

Grenzwert für **elektrische Feldstärke (E-Feld)** in Kilovolt pro Meter gemäß 26. BImSchV
5 kV/m,

Grenzwert für **magnetische Flussdichte (B-Feld)** in Mikrottesla gemäß 26. BImSchV
100 µT (bzw. 0,1 mT).

Der Grenzwert für 50-Hz-Felder beträgt gemäß der Grenzwerttabelle in Anhang 1 der 26. BImSchV 200 µT, allerdings wird in § 3 Absatz 2 der 26. BImSchV festgelegt, dass Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz die Hälfte dieses Wertes nicht überschreiten dürfen. Der „effektiv anzuwendende“ Grenzwert beträgt demnach 100 µT.

2.2 Immissionsrichtwerte für gewerbliche Geräuschemissionen

Die Immissionsrichtwerte ergeben sich aus den Vorgaben der TA Lärm für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden. Diese beziehen sich grundlegend auf die Gesamtbelastung. Dies ist die Belastung eines Immissionsortes, die von allen Anlagen hervorgerufen wird, für die die TA Lärm gilt. Fremdgeräusche sind dabei alle Geräusche, die nicht von der zu beurteilenden Anlage ausgehen, beispielsweise Regengeräusche. Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der an einem Immissionsort durch die zu beurteilende Anlage voraussichtlich oder tatsächlich hervorgerufen wird.

Der maßgebliche Immissionsort liegt bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes nach DIN 4109 [5].

Die Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden betragen gemäß Nr. 6.1 Satz 1 der TA Lärm

- | | | |
|---|---------------|-----------------|
| • in Industriegebieten | tags 70 dB(A) | nachts 70 dB(A) |
| • in Gewerbegebieten | tags 65 dB(A) | nachts 50 dB(A) |
| • in urbanen Gebieten | tags 63 dB(A) | nachts 45 dB(A) |
| • in Kern-, Dorf- und Mischgebieten | tags 60 dB(A) | nachts 45 dB(A) |
| • in allgemeinen Wohngebieten | tags 55 dB(A) | nachts 40 dB(A) |
| • in reinen Wohngebieten | tags 50 dB(A) | nachts 35 dB(A) |
| • in Kurgebieten, Krankenhäusern, Pflegeanstalten | tags 45 dB(A) | nachts 35 dB(A) |

Bei „seltenen Ereignissen“ im Sinne der Nr. 6.3 der TA Lärm betragen die Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden tags 70 dB(A) und nachts 55 dB(A). Die genannten Immissionsrichtwerte beziehen sich auf die in Nr. 6.4 der TA Lärm festgelegten Zeiten:

- | | |
|----------|-------------------|
| • tags | 06:00 - 22:00 Uhr |
| • nachts | 22:00 - 06:00 Uhr |

Die Nachtzeit kann nach Nr. 6.4 der TA Lärm bis zu einer Stunde hinausgeschoben oder vorverlegt werden, soweit dies wegen der besonderen örtlichen oder wegen zwingender betrieblicher Verhältnisse unter Berücksichtigung des Schutzes vor schädlichen Umwelteinwirkungen erforderlich ist. Die Immissionsrichtwerte gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu der die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt.

Gemäß Nr. 3.2.1 der TA Lärm ist der Immissionsbeitrag der zu beurteilenden Anlage als nicht relevant anzusehen, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

3 Methodisches Vorgehen bei Berechnung und Bewertung

In den letzten Jahren und insbesondere seit der Revision der 26. BImSchV im Jahr 2013, wird zur Einschätzung der Immissionen von elektrischen und magnetischen Feldern an Freileitungen die Berechnung der Messung vorgezogen. Gleiches gilt für die Ermittlung der Schallimmissionen. Als Methodik kommt hier ein 3D-Feldberechnungsverfahren zur Anwendung, in dem alle relevanten Eigenschaften der technischen Anlagen einfließen. Durch Berücksichtigung von Geländeprofilen ergeben sich realitätsnahe Resultate. Aufgrund der dreidimensionalen Berechnungsmethode sind die Darstellungen der Resultate auf verschiedenste Weise möglich. Alle geodätischen Daten werden in einem einheitlichen, kartesischen UTM-Koordinatensystem erfasst. Unter Umständen sind bei der Berechnung außerdem Vorbelastungen zu berücksichtigen, siehe Abschnitt 3.5.

Basierend auf den Vorgaben der 26. BImSchV [1], den LAI-Hinweisen [4] sowie der zugehörigen allgemeinen Verwaltungsvorschrift 26. BImSchVVwV [2] und der TA Lärm [3] werden die berechneten, resultierenden, effektiven Werte von elektrischer Feldstärke (E) und magnetischer Flussdichte (B) sowie des Schalldruckpegels (P) an Immissionsorten bewertet. Die Immissionsorte werden über ihre Koordinaten erfasst und die berechneten Werte ausgelesen.

Die Berechnung erfolgt für die Immissionsorte links und rechts der Freileitung, mindestens in einer Höhe von einem Meter über EOK und in einem Raster von 1 m x 1 m bis 5 m x 5 m.

3.1 Mögliche Immissionsorte

Zur Einschätzung der Immissionen ist die Kenntnis des Abstandes der Immissionsorte von der Trassenachse der Freileitung notwendig. In Tabelle 1 sind alle Annäherungen an Immissionsorte zusammengefasst, bei denen sich Immissionsorte in einem Abstand von bis zu 200 m um die Trassenachse befinden. Dieser Abstand wurde gewählt, weil sich bis zu diesem Abstand Immissionsorte befinden können, welche relevant für die Immissionsschutzrechtliche Bewertung gemäß 26. BImSchV, 26. BImSchVVwV und TA Lärm sein können. Bei den Abstandswerten ist entweder der Abstand zum Grundstück oder der Abstand zum Gebäude fett gedruckt, je nachdem, ob auch das Grundstück einen möglichen Immissionsort im Sinne der 26. BImSchV darstellt oder nur das Gebäude.

Beim Immissionsort 05 handelt es sich um einen landwirtschaftlichen Betrieb, weshalb hier nur das Gebäude, nicht aber das Grundstück einen Ort zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt darstellt. Die Immissionsorte 02, 06 und 07 sind weniger als 20 m von der Bodenprojektion der ruhenden äußeren Leiter der 380-kV-Freileitung entfernt und stellen somit maßgebliche Immissionsorte im Sinne der 26. BImSchV dar. Alle anderen möglichen Immissionsorte liegen weiter als 20 m entfernt und sind somit keine maßgeblichen Immissionsorte.

Nicht alle in Tabelle 1 zusammengefassten möglichen Immissionsorte sind schutzbedürftige Räume im Sinne der DIN 4109 (siehe Abschnitt 2.2). In Abschnitt 4.3.2 wird ausgeführt, welches Immissionsort im Sinne der TA Lärm sind.

In Anhang 5 sind die möglichen Immissionsorte zusätzlich auf einer Übersichtskarte dargestellt.

Tabelle 1: Annäherungen an Immissionsorte

Nr.	Mastfeld	Abstand Grundstück [m]	Abstand Gebäude [m]	Ortschaft
01	M135 - M136	123	130	Hörschel
02	M141 - M142	17	25	Spichra
03	M147 - M148	104	172	Lengröden
04	M149 - M150	83	102	Krauthausen
05	M163 - M164	17	70	Neukirchen
06	M180 - M181	23	31	Großenlupnitz
07	M180 - M181	23	38	Großenlupnitz
08	M200 - M201	<116	116	Ebenheim
09	M200 - M201	142	147	Ebenheim
10	M205 - M206	53	121	Weingarten
11	M230 - M231	45	52	Remstädt
12	M232 - M233	114	139	Remstädt
13	M279 - M280	149	170	Ingersleben
14	M282 - M283	132	151	Ingersleben
15	M288 - M289	45	>45	Molsdorf
16	M292 - M293	181	>181	Ichtershausen
17	M294 - M295	100	113	Eischleben
18	M337 - M338	77	151	Haarberg
19	M348 - M349	93	147	Obernissa
20	M354 - M355	91	181	Mönchholzhausen
21	M357 - M358	96	112	Erfurt
22	M359 - M360N	155	>155	Erfurt
23	M359 - M360N	153	157	Hochstedt

3.2 Methodik für die Berechnung elektrischer und magnetischer Felder

Mit Hilfe geeigneter 3D-Modelle der Höchstspannungsleitung und unter Berücksichtigung eventuell vorhandener Vorbelastungen durch andere Hoch- und Höchstspannungsanlagen, wird rechnerisch geprüft, ob die in der 26. BImSchV für die magnetische Flussdichte B und die elektrische Feldstärke E angegebenen Grenzwerte eingehalten werden.

Messungen werden nur für Kontrollzwecke benutzt. Messergebnisse stellen immer nur lokale Momentaufnahmen der Feldbelastung dar, da diese von dem zum Messzeitpunkt herrschenden Betriebszustand (Übertragungsleistung, Stromstärke, Spannung) der Anlage abhängt. Berechnungen ergeben übersichtliche Ergebnisse, weil Feldbelastungen über große Gebiete bei Volllast ermittelt werden können. Dazu wird die Leitung dreidimensional in kartesischen Koordinaten abgebildet. Die Mastformen, die Beseilung, die Aufhanghöhen und minimalen Seilhöhen über EOK fließen in das Modell ein. Das Geländeprofil wird berücksichtigt.

Befinden sich maßgebliche Immissions- bzw. Minimierungsorte in einem durch den gesetzlichen Rahmen vorgegebenen Abstand zur Freileitung, werden diese ebenfalls im Modell abgebildet. Das können Häuser oder Gebäude sein, die in ihren Abmessungen, Eigenschaften und ihrer Lage bei der Berechnung berücksichtigt werden. Innerhalb von Gebäuden ist die elektrische Feldstärke, deren Ursachen außerhalb des Gebäudes liegen, generell vernachlässigbar, da Gebäude eine schirmende Wirkung auf das elektrische Feld haben.

Die Lage von Immissions- bzw. Minimierungsorten (ihr Mittelpunkt bzw. die Lage der größten Beeinflussung) und von Bezugspunkten nach 26. BImSchVVwV wird mit ihren Koordinaten definiert. Sinnvollerweise benutzt man als einheitliches, kartesisches Koordinatensystem die in Deutschland von den Landesämtern für Geodäsie benutzten UTM-Koordinaten und die aktuellen Höhensysteme.

Zur Modellierung werden üblicherweise folgende Pläne benötigt:

1. Liste der beteiligten Leitungen mit eindeutigen und vollständigen Bezeichnungen (alle Systeme), inkl. Name der Betreiber, Spannungsebene und Frequenz.
2. Angaben zu maximalen Betriebsströmen und maximaler Betriebsspannungen für jedes System der Leitungen und Übersicht der Beseilungen (abschnittsweise Angaben bei wechselnder Beseilung).
3. Leiterfolgeplan / Phasenfolgeplan, mit Angaben zu Verdrillern, Mitnahmen usw.,
4. Koordinatenliste aller Masten, Höhen über EOK, Orientierung der Traversen,
5. Leitungsplan mit eingezeichneter Mastausrichtung und Abstand des äußeren Leiterseiles zur Trassenachse an jedem Mast,
6. Trassenplan mit Angaben zum kritischen Bodenabstand jedes Spannfeldes, unterer Aufhanghöhe (U.A.), Art und Geometrie der Leiterseile (Bündelung, Abmessung der Bündel), Erdseile und LWL-Luftseile, Besonderheiten, Kreuzungen usw.
7. Liste der benutzten Masttypen, Typ und Funktion mit Angaben zu den Traversenhöhen und Abständen der Aufhängungen (Leiter, Erdseile, LWL-Luftseile).

Sollten diese Pläne noch nicht bzw. nicht vollständig vorliegen, so sind geeignete Annahmen zu treffen, die schriftlich festzuhalten sind.

Für eine exakte Berechnung und Dokumentation notwendig sind georeferenzierte Profildaten des Geländes (DGM). Dies sind Dateien, die von den Landesvermessungsämtern in verschiedenen Rastern bereitgestellt werden. Üblich sind Raster von 10 m x 10 m (DGM10). Weiterhin sind georeferenzierte Orthophotos (DOP) für den derzeitigen Bebauungszustand notwendig. Mit Hilfe dieser Ortho-

photos und Vermessungsdaten werden die maßgeblichen Minimierungsorte und Bezugspunkte identifiziert.

Die Auswertung der Berechnungen kann tabellarisch und / oder grafisch erfolgen. Für Bezugspunkte ist eine tabellarische Darstellung zu bevorzugen, weil sich die exakten Berechnungswerte so einfacher auslesen lassen. An den identifizierten Koordinaten und in den entsprechenden Höhen können die Feldgrößen E und B aus den Berechnungsergebnissen entnommen werden. Alternativ kann auch eine Diagrammdarstellung gewählt werden, die den Verlauf der Feldgrößen entlang von Linien darstellen. Das können z.B. Linien quer zur Trasse, durch Bezugspunkte, in einem Meter über EOK sein.

Zur Darstellung der Feldbilder sind Isolinien günstig, weil so die Feldverteilung nachvollzogen werden kann. Überlagert zu den Katasterkarten oder Orthophotos wird der Verlauf des E- bzw. B-Feldes als Linien gleichen Wertes dargestellt (Isolinien).

In den Anhängen 1 bis 3 sind mehrere Beispiele wiedergegeben.

3.3 Allgemeine Hinweise zur Schallberechnung

3.3.1 Grundsätzliches zu Geräuschemissionen

Lärm wird gewöhnlich als unerwünschter, störender oder gesundheitsschädlicher Schall definiert. Damit wird Lärm nicht als physikalische Größe, sondern von seiner Wirkung her betrachtet. Es ist üblich, für die Darstellung des Schalldrucks eine logarithmische Skala zu verwenden und ihn als Schalldruckpegel in Dezibel (dB) anzugeben.

Das menschliche Ohr empfindet Töne gleichen Schalldrucks mit unterschiedlichen Schallschwingungen unterschiedlich laut. Eine hohe Anzahl von Schwingungen, d.h. eine große Frequenz gemessen in Hertz (Hz) liefert einen hohen Ton, eine kleine Frequenz einen tiefen Ton. Der Mensch kann Töne im Bereich von etwa 16 Hz bis 20.000 Hertz wahrnehmen. Tiefe Töne empfinden wir dabei als wesentlich leiser als hohe Töne.

Um das subjektive Hörempfinden bei der Messung und der Beurteilung des Schalldruckpegels zu berücksichtigen, benutzt man in den Messgeräten einen entsprechenden Filter (= A-Filter), der der Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs entspricht. Bei der schalltechnischen Beurteilung sprechen wir daher von der A-Bewertung des Schalldruckpegels oder dB(A).

3.3.2 Industrie- und Gewerbelärm

Die rechtliche Grundlage zur Beurteilung von Gewerbelärm bildet das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Für die Anlagen ist hier geregelt, dass deren Errichtung und Betrieb keine schädlichen Umwelteinwirkungen und sonstigen Gefahren sowie keine erheblichen Nachteile und erheblichen Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft hervorrufen darf.

Die Anforderungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes werden durch unterschiedliche Regelwerke konkretisiert. Maßgebend ist hierbei vor allem die TA-Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm).

3.3.3 Grundlegendes zur Geräuscentwicklung an Freileitungen

Eine 380-kV-Höchstspannungsleitung mit dem geplanten Aufbau ist im bestimmungsgemäßen Betrieb bei trockenem Wetter akustisch kaum wahrnehmbar bzw. die verursachten Geräusche sind so gering, dass sie zu vernachlässigen sind. Gemäß den Erkenntnissen der messtechnischen Felduntersuchungen zu Koronageräuschen des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie [6] sind bei Tro-

ckenheit bzw. dem Ausbleiben von messbarem Niederschlag nur selten hörbare Leiterseilemissionen zu verzeichnen. Eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm ist unter diesen Umständen praktisch auszuschließen.

Relevante Emissionen entstehen ausschließlich bei Niederschlag und Nebel. Die hierbei entstehenden Koronageräusche nehmen mit der Niederschlagsintensität zu. Sie entstehen durch lokal erhöhte elektrische Feldstärken an Wassertropfen auf den Leiterseilen und die Ionisation von Luftmolekülen in der unmittelbaren Umgebung. Hierbei ist in der Praxis zu beobachten, dass das Koronageräusch - je nach Abstand des Immissionsortes - mitunter vollkommen durch das eigentliche Niederschlagsgeräusch überlagert wird. In diesem Fall ist das gewerbliche Geräusch nicht mehr wahrnehmbar. Man spricht von einer Maskierung.

Nebel und Schnee nehmen eine Sonderstellung ein, da es hierbei zu keinerlei Maskierung kommt (es liegt kein Niederschlagsgeräusch vor). Vom Grad der Benetzung der Leiterseile können sowohl Nebel- als auch Schneereignis konservativ mit einem schwachen Niederschlagsereignis verglichen werden. Die Emissionen bei Nebel und Schnee sind damit durch den Vergleich mit einem schwachen Niederschlagsereignis nach oben hin (das heißt konservativ zur sicheren Seite hin) abgeschätzt.

Das Spektrum der Koronageräusche weist im Allgemeinen zwei grundlegende Eigenschaften auf. Zunächst ist es sehr breitbandig, da die impulsartigen Schallereignisse in kürzester Zeit Druck aufbauen. Dieser Anteil des Koronageräusches lässt sich als „Knistern“ beschreiben.

Neben dieser breitbandigen Anhebung im mittel- und hochfrequenten Bereich ist weiterhin eine Überhöhung im Terzband um die Mittenfrequenz von 100 Hz zu verzeichnen. Diese Überhöhung macht sich als eine Art „Brummen“ bemerkbar.

Die Anzahl der Leiter pro Phase hat einen Einfluss auf die Koronageräuscentwicklung. Je größer die Anzahl der Leiter pro Phase und je dicker die einzelnen Leiter bei gleichbleibender Spannung sind, desto kleiner sind die Randfeldstärken. Dies wirkt sich mindernd auf die Koronageräuscentwicklung aus. So ist bei gleicher Spannung für 2er-Bündel erfahrungsgemäß eine deutlich höhere Geräuschemission zu erwarten, als dies für 3er- oder 4er-Bündel der Fall ist. Damit wird die Randfeldstärke herabgesetzt und die Geräuschemission verringert. Für das vorliegende Vorhaben ist eine 3er-Bündelung in allen Bereichen geplant.

Die Zeitgleichheit vieler dieser beschriebenen Entladungen hat eine grundlegend zylinderförmige Ausbreitungscharakteristik zur Folge. So werden alle betrachteten Leiter nachfolgend als Linien-schall-quelle betrachtet.

3.4 Methodik für die Schallberechnung

Der Betrieb der plangemäßen Anlage geht erfahrungsgemäß einher mit der Emission von gewerblichen Geräuschen. Diese führen wiederum zu entsprechenden Immissionen im Umfeld. Tangiert der Trassenverlauf immissionsschutzrechtlich relevante Flächen, ist eine schalltechnische Untersuchung in diesen Bereichen erforderlich.

Die Ermittlung und Bewertung der Beurteilungspegel im Einwirkungsbereich der untersuchten Freileitung erfolgt im Sinne einer Prüfung im Regelfall auf Grundlage einer detaillierten Prognose gemäß TA Lärm. Da von Freileitungen keine signifikanten Geräuschspitzen ausgehen, umfasst der Einwirkbereich dabei diejenigen Flächen, in denen die von den Freileitungen ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt (vgl. Ziffer 2.2 der TA Lärm).

Die Berechnung des Beurteilungspegels der Zusatzbelastung an den maßgeblichen Immissionsorten - Orte im Einwirkungsbereich der Höchstspannungsleitung, an denen eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte am ehesten zu erwarten ist - folgt grundlegend der Vorgehensweise der DIN ISO 9613-2 [7].

Die Parametrisierung der prognostischen Berechnung folgt entsprechend der gutachterlichen Erwägung der Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz [8] sowie den Erkenntnissen messtechnischer Felduntersuchungen zu Koronageräuschen (so werden die beim Betrieb von Freileitungen erzeugten Geräusche bezeichnet) im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie unter Einbeziehung von Emissions- und Prognosebesonderheiten nach TA Lärm aus dem Februar 2015, durchgeführt von der Messstelle der TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH [6].

Die längenbezogenen Schallleistungspegel werden gemäß Gutachtervorgabe für ein konkretes Niederschlagsereignis ermittelt. Hierbei handelt es sich um denjenigen maximalen stundenbezogenen Niederschlag, der sich standortbezogen nach Ausschluss der 10 niederschlagsstärksten Einzelereignisse ergibt. Die Auswertung der Niederschlagswerte findet sich im Gutachten in Anhang 4.

Zuschläge zur weiterführenden Beurteilung der Lästigkeit der emittierten Geräusche sind teilweise erforderlich. Eine grundlegende Impuls- oder Informationshaltigkeit ist nicht gegeben, jedoch ist aufgrund einhergehender tonaler Komponenten ein Tonhaltigkeitszuschlag angezeigt. Dieser ist insbesondere von der zugrunde gelegten Witterungssituation sowie dem betrachteten Abstand zu den Leiterseilen / Leiterbündeln abhängig. Die Bewertung wird im schalltechnischen Gutachten in Anhang 4 weiter ausgeführt.

Für die Bewertung der Ergebnisse werden die Immissionsrichtwerte gemäß Nr. 6.1 der TA Lärm unter Bezug auf die jeweilige vorgefundene Nutzung herangezogen. Werden die Immissionsrichtwerte durch die ermittelten Beurteilungspegel um wenigstens 6 dB(A) unterschritten, so ist davon auszugehen, dass die Immissionsanteile der untersuchten Freileitung als nicht relevant einzustufen sind. Sofern die Unterschreitung weniger als 6 dB(A) beträgt, wird eine gesonderte Betrachtung der Vorbelastung und folglich der Gesamtbelastung erforderlich.

Die an den Bezugspunkten (Immissionsorten) eintreffenden Immissionen werden mit einem computergestützten Rechenmodell ermittelt. Dabei werden Abschirmung und Dämpfungen im Ausbreitungsweg des Schalls berücksichtigt. Hierfür werden die gleichen Modelle wie für die Berechnung der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte (vgl. Abschnitt 3.7) verwendet.

Die technisch tiefergehenden Erläuterungen zu dem Rechenmodell für die Ausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2 sind in Anhang 4 ausgeführt.

Sofern Niederschlagsereignisse ein verdeckendes Fremdgeräusch verursachen, kann im Rahmen einer gesonderten Prüfung ein Nachweis der Vernachlässigbarkeit der Koronageräusche nachgewiesen werden, so dass keine strikte Einhaltung der Immissionsrichtwerte erforderlich ist. Der gesonderte Fall ist dabei die Ankopplung des Anlagengeräusches an das jeweils nahezu zeitgleich auftretende Regengeräusch, welches vom Betreiber der Freileitung nicht beeinflusst werden kann (Fremdgeräusch). Es kommt zur sogenannten Maskierung oder Überdeckung.

3.5 Vorbelastung

3.5.1 Elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte

Gemäß § 3 Absatz 3 der 26. BImSchV sind als Vorbelastung alle Immissionen von elektrischen und magnetischen Feldern zu berücksichtigen, welche durch andere Niederfrequenzanlagen sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz, die einer

Standortbescheinigung bedürfen, hervorgerufen werden. In Abschnitt II.3.4 der LAI-Hinweise [4] werden weiterführende Hinweise bezüglich der Notwendigkeit der Berücksichtigung von Vorbelastungen gegeben. Dort wird ausgeführt, dass Immissionen durch andere Hochfrequenzanlagen ab einem Abstand von 300 Metern nicht relevant zur Vorbelastung beitragen. Da der nächstgelegene Hochfrequenzsender mit entsprechendem Frequenzbereich mehrere Kilometer von der geplanten Freileitung entfernt liegt, sind keine Hochfrequenzanlagen als Vorbelastung zu berücksichtigen.

Andere Niederfrequenzanlagen tragen gemäß Abschnitt II.3.4. der LAI-Hinweise in der Regel nur an maßgeblichen Immissionsorten relevant zur Vorbelastung bei, wenn sich diese maßgeblichen Immissionsorte zugleich in einem der in Abschnitt II.3.1 der LAI-Hinweise definierten Bereiche (siehe Abbildung 1) um diese andere Niederfrequenzanlage befinden. Bei den maßgeblichen Immissionsorten (siehe Abschnitt 3.1) wurde bei Immissionsort 02 eine andere Niederfrequenzanlage (Bahnstromfreileitung) festgestellt. Diese wurde bei der Berechnung berücksichtigt, siehe Abschnitt 4.1 und Gutachten in Anlage 1. Ebenfalls für die Berechnung berücksichtigt wurde die Bahnstromfreileitung bei Immissionsort 11, siehe Abschnitt 4.1 und Gutachterliche Bewertung in Anlage 3.

• Freileitungen	Breite des jeweils an den ruhenden äußeren Leiter	
	angrenzenden Streifens:	
	380 kV	20 m
	220 kV	15 m
	110 kV	10 m
	unter 110 kV	5 m
• Erdkabel	Bereich im Radius um das Kabel:	1 m
• Bahn Oberleitungen	Breite der jeweils zu beiden Seiten an das elektrifizierte Gleis angrenzenden Streifen, von Gleismitte:	10 m
• Umspannanlagen / Unterwerke	Breite des jeweils an die Anlage angrenzenden Streifens	5 m
• Ortsnetzstationen / Netzstationen	Breite des jeweils an die Einhausung angrenzenden Streifens:	1 m

Abbildung 1: In Abschnitt II.3.1 der LAI-Hinweise [4] definierte Bereiche um Niederfrequenzanlagen in denen maßgebliche Immissionsorte vorliegen können

3.5.2 Schallpegel

Gemäß Nr. 3.2.1 der TA Lärm [3] kann auf die Berücksichtigung von Vorbelastungen verzichtet werden, wenn der Immissionsbeitrag der zu untersuchenden Anlage als nicht relevant anzusehen ist. An einigen der möglichen Immissionsorte stellt der Immissionsbeitrag der 380-kV-Freileitung eine relevante Zusatzbelastung dar, sodass hier geprüft werden muss, ob es relevante Vorbelastungen gibt. Gemäß schalltechnischem Gutachten liegen im Bereich der untersuchten Immissionsorte keine relevanten Vorbelastungen vor, siehe Abschnitt 4.3 sowie Anhang 4.

3.6 Erst-Recht-Schluss

Viele der Einflussgrößen, wie Stromstärke, Spannung und Beseilung, welche die Höhe der magnetischen Flussdichte, der elektrischen Feldstärke und des Schallpegels bestimmen, sind für die gesamte Trasse der Freileitung Vieselbach - Mecklar identisch.

Magnetische und elektrische Felder klingen mit zunehmender Entfernung zur Quelle näherungsweise quadratisch ab. Der Schallpegel nimmt mit zunehmender Entfernung schnell ab. Das Geländeprofil muss bei der Berechnung ebenfalls berücksichtigt werden und hat einen Einfluss auf die magnetische Flussdichte, die elektrische Feldstärke und den Schallpegel. Der grundlegende Verlauf der Feldausbreitung ändert sich dadurch allerdings nicht und der Abstand zur Feldquelle bleibt der dominierende Einflussfaktor.

Liegen Vorbelastungen vor (siehe Abschnitt 3.5), sind diese beim Ziehen des Erst-Recht-Schlusses zusätzlich zu berücksichtigen.

Aus diesen Gründen wird so vorgegangen, dass für den nächstliegenden Immissionsort ohne Vorbelastung und jenen mit Vorbelastung ein Gutachten über die magnetische Flussdichte und die elektrische Feldstärke erstellt wird. Bezüglich des Schalldruckpegels wird ein situatives Gutachten für den nächstliegenden Immissionsort erstellt. Werden die immissionsschutzrechtlichen Vorgaben an dem nächstliegenden Immissionsort eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass diese aufgrund des größeren Abstandes anderer Immissionsorte zur Trassenachse „erst recht“ für alle anderen Immissionsorte auch eingehalten werden (sog. Erst-Recht-Schluss). Beim Erst-Recht-Schluss bezüglich der immissionsschutzrechtlichen Vorgaben der TA Lärm ist zusätzlich die Schutzwürdigkeit der Immissionsorte zu beachten. Liegen Immissionsorte in größerem Abstand zur Trassenachse, weisen aufgrund ihrer Schutzwürdigkeit allerdings geringere Immissionsrichtwerte auf, ist ggf. ein zusätzlicher Immissionsort zu begutachten und von diesem ein Erst-Recht-Schluss für andere Immissionsorte mit gleicher Schutzwürdigkeit zu ziehen.

Ab einem Abstand von 20 m zu den Bodenprojektionen der ruhenden äußeren Leitern einer 380-kV-Freileitung nehmen die Feldstärken gemäß Nr. 2.3 der 26. BImSchVVwV [2] durchgehend ab. Bei Immissionsorten mit geringerem Abstand kann der Erst-Recht-Schluss allerdings nur bedingt angewendet werden. Aus diesem Grund wird grundsätzlich für alle maßgeblichen Immissionsorte (vgl. Abschnitt 3.1) ein situatives Gutachten erstellt (siehe Anhänge 1 und 2).

3.7 Trassenangaben und Modellierung

Nachfolgend wird das verwendete Berechnungsmodell für die situativen Gutachten (siehe Anhänge 1 bis 4) erläutert.

Zunächst wurden alle Daten zur Modellierung zusammengetragen, wie dies in Abschnitt 3.2 dargestellt wurde, und darauf aufbauend ein Modell erstellt. Anschließend wurden mit dem Programm Win-Field der FGEU mbH [9] die Berechnungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte ausgeführt.

Gemäß Abschnitt II.3.3 der LAI-Hinweise sind für die Berechnungen die Nennspannung sowie der maximale betriebliche Dauerstrom anzusetzen. Die Nennspannung beträgt 380 kV, die maximale Betriebsspannung allerdings 420 kV. Für die Berechnung wurde daher die maximale Betriebsspannung von 420 kV angesetzt. Der maximale Systemstrom (maximaler betrieblicher Dauerstrom gemäß LAI-Hinweise) beträgt 4.000 A. Die Beseilung ist geplant mit einem Hochtemperaturseil (ACSS) in zwei Systemen mit je drei Phasen als Dreileiterbündel: 2 x 3 x 3 362-AL0/59-MEHST nach DIN EN 50540 [10]. Das Leiterbündel hat eine Kantenlänge von 400 mm.

Im gesamten Trassenverlauf muss mehrfach ein Phasenwechsel vorgenommen werden, um gleiche Kapazitätsbeläge auf allen Phasenleiterbündeln zu erhalten. Es wurde die bisherige Phasenfolge der Bestandsleitung für die Berechnungen angenommen. Die Phasenlage ist jeweils in den Gutachten angegeben (siehe Anhang 1 bis 3).

Angaben zum genauen Trassenverlauf, den Mastpositionen und den verwendeten Masttypen sind den jeweiligen Gutachten im Anhang zu entnehmen.

4 Ergebnisse der durchgeführten Immissionsprognosen

4.1 Ergebnisse der Berechnungen von magnetischer Flussdichte und elektrischer Feldstärke

Die nachfolgenden Ergebnisse sind den Gutachten aus dem Anhang entnommen. In Anhang 1 wird IO 02 behandelt, in Anhang 2 die Immissionsorte 06 und 07 und in Anhang 3 der IO 11. In Abschnitt 4.1.1 werden die Ergebnisse der Berechnungen mit Hilfe des Erst-Recht-Schlusses (vgl. Abschnitt 3.6) auf die weiteren möglichen Immissionsorte aus Tabelle 1 übertragen, um die Einhaltung der immissionsschutzrechtlichen Vorgaben der 26. BImSchV zu prüfen.

An allen untersuchten Immissionsorten wird bei der Berechnung das Geländeprofil berücksichtigt.

In der Umgebung der Immissionsorte 02 und 11 gibt es neben der 380-kV-Freileitung jeweils zusätzlich eine 110-kV-Bahnstromtrasse. Diese wird mit einer Frequenz von $16\frac{2}{3}$ Hz betrieben. Für $16\frac{2}{3}$ -Hz-Felder gelten gemäß 26. BImSchV Grenzwerte von 300 μ T und 5 kV/m. Die Ausschöpfung der Grenzwerte muss gemäß § 3 Absatz 3 sowie Anhang 2 der 26. BImSchV summarisch für 50-Hz- und $16\frac{2}{3}$ -Hz-Felder betrachtet werden. In Tabelle 2 ist daher für die Immissionsorte 02 und 11 jeweils zusätzlich die maximale Grenzwertausschöpfung angegeben.

Da sich bei den betrachteten Immissionsorten Gebäude befinden, wurde die magnetische Flussdichte auch auf Höhen von mehr als 1 m berechnet. Die maximalen Werte in Wohngebäuden wurden jeweils bei der maximalen Dachfirsthöhe (bis zu 10 m über dem Boden) ermittelt. Die elektrische Feldstärke innerhalb von Gebäuden ist vernachlässigbar, da die Außenwände das elektrische Feld abschirmen, weshalb eine Berechnung auf einer anderen Höhe als 1 m über dem Boden nicht durchgeführt wurde.

In den nachfolgenden Abbildungen sind die verwendeten Modelle perspektivisch dargestellt. Man erkennt den Verlauf der 380-kV-Freileitung, die betrachteten Gebäude sowie die magnetische Flussdichte in 1 m Höhe über dem Boden. Weitere grafische Ergebnisdarstellungen sind den Gutachten in Anhang 1 bis 3 zu entnehmen.

3D-Ansicht der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden
Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M141 - M142; 50-Hz-Quellen

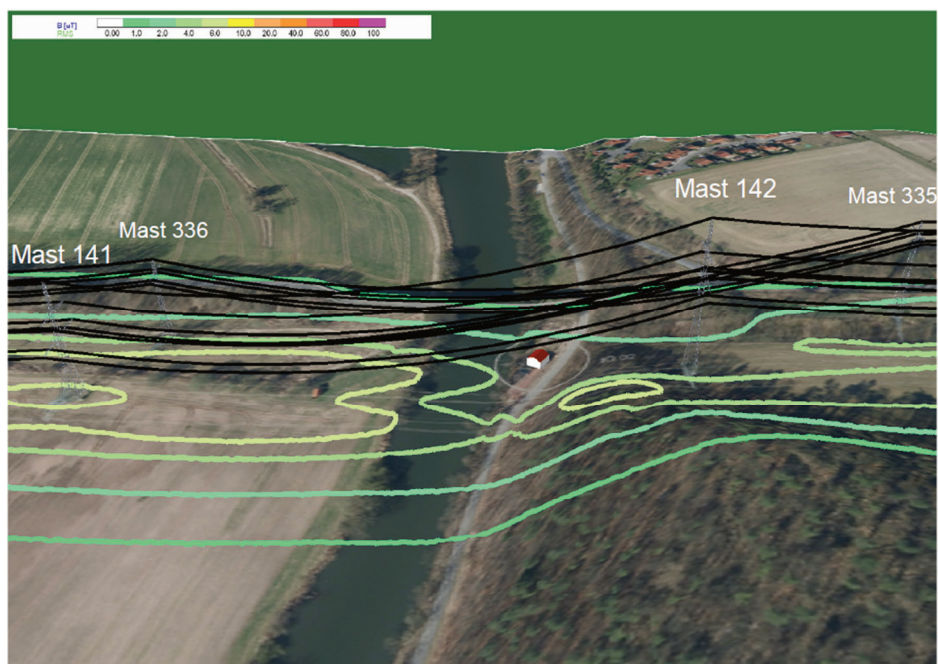


Abbildung 2: 3D-Modell der 380-kV-Freileitung mit Darstellung der magnetischen Flussdichte in 1 m über dem Boden, IO 02

3D-Ansicht der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden
Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 321 | 321; M180 - M181

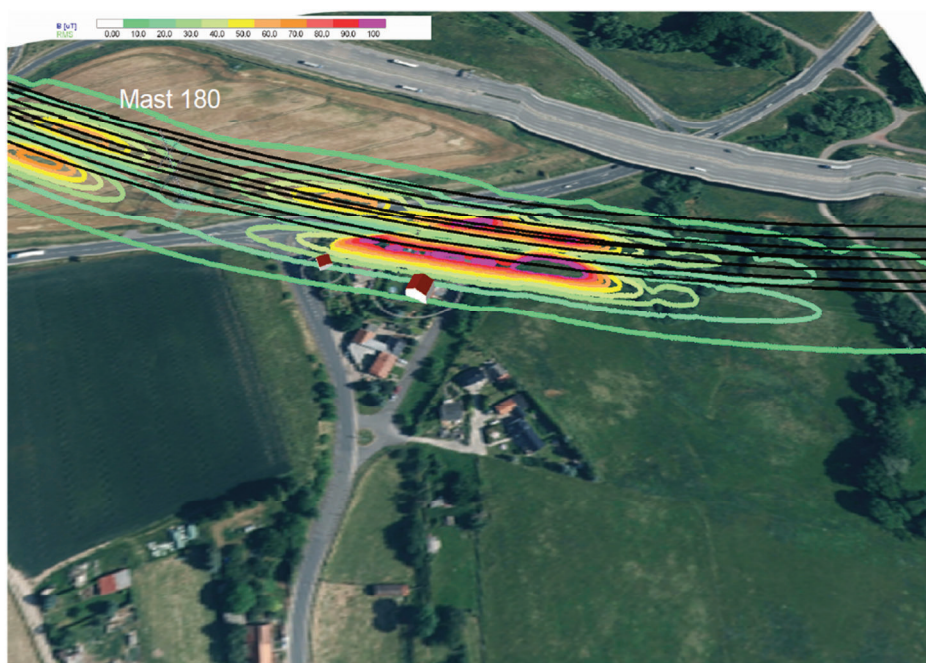


Abbildung 3: 3D-Modell der 380-kV-Freileitung mit Darstellung der magnetischen Flussdichte in 1 m über dem Boden, IO 06 und 07

3D-Ansicht der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden
Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M230 - M231; 50-Hz-Quellen



Abbildung 4: 3D-Modell der 380-kV-Freileitung mit Darstellung der magnetischen Flussdichte in 1 m über dem Boden, IO 11

In Tabelle 2 sind die Maximalwerte für die magnetische Flussdichte und die elektrische Feldstärke eingetragen. Dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen können neben Gebäuden auch Grundstücke dienen (vgl. Abschnitt II.3.2 der LAI-Hinweise). In Tabelle 2 sind daher auch die zu den Gebäuden IO 02, 06, 07 und 11 (vgl. Tabelle 1) gehörigen Grundstücke berücksichtigt.

Tabelle 2: Maximalwerte von magnetischer Flussdichte und elektrischer Feldstärke

Immissionsort	max. magnetische Flussdichte in 1 m Höhe	max. magnetische Flussdichte in einem Gebäude	max. elektrische Feldstärke in 1 m Höhe	max. elektrische Feldstärke in einem Gebäude
IO 02 Gemarkung Spichra, Flur 3, Flurstück 220 M 141 - M 142	3,9 μ T (50 Hz) 1,7 μ T (16 $\frac{2}{3}$ Hz) (max. 4,3 % Grenzwertausschöpfung)	3,7 μ T (50 Hz) 1,7 μ T (16 $\frac{2}{3}$ Hz) (max. 4,4 % Grenzwertausschöpfung)	0,54 kV/m (50 Hz) 0,14 kV/m (16 $\frac{2}{3}$ Hz) (max. 12,9 % Grenzwertausschöpfung)	0 kV/m (0% Grenzwertausschöpfung)
IO 06 Gemarkung Großlupnitz, Flur 3, Flurstück 374/6 M 180 - M 181	43,6 μ T (43,6 % des Grenzwertes 100 μ T)	39,6 μ T (39,6 % des Grenzwertes 100 μ T)	3,5 kV/m (70,0 % des Grenzwertes 5 kV/m)	0 kV/m (0% des Grenzwertes 5 kV/m)
IO 07 Langensalzaer Str. 16e, 99820 Hörselberg-Hainich M 180 - M 181	54,3 μ T (54,3 % des Grenzwertes 100 μ T)	21,7 μ T (21,7 % des Grenzwertes 100 μ T)	4,0 kV/m (80,0 % des Grenzwertes 5 kV/m)	0 kV/m (0% des Grenzwertes 5 kV/m)
IO 11 Gemarkung Remstädt, Flur 2, Flurstück 448 M 230 - M 231	5,2 μ T (50 Hz) 0,12 μ T (16 $\frac{2}{3}$ Hz) (max. 5,2 % Grenzwertausschöpfung)	2,3 μ T (50 Hz) < 0,1 μ T (16 $\frac{2}{3}$ Hz) (max. 2,3 % Grenzwertausschöpfung)	0,38 kV/m (50 Hz) < 0,1 kV/m (16 $\frac{2}{3}$ Hz) (max. 7,8 % Grenzwertausschöpfung)	0 kV/m (0% Grenzwertausschöpfung)

An Immissionsorten liegen die Maximalwerte der magnetischen Flussdichte mit 54,3 μ T (IO 07) und der elektrischen Feldstärke mit 4,0 kV/m (IO 07) unterhalb der Grenzwerte von 100 μ T bzw. 5 kV/m.

Auch an den Immissionsorten bei denen eine Vorbelastung durch eine 110-kV-Bahnstromtrasse vorliegt, werden die Grenzwerte eingehalten. Die maximalen Grenzwertausschöpfungen betragen in diesem Fall bei der magnetischen Flussdichte 5,2% (IO 11) und bei der elektrischen Feldstärke 12,9% (IO 02).

4.1.1 Übertragung der Ergebnisse auf weitere Immissionsorte

Nachfolgend wird ausgehend von den Ergebnissen aus Abschnitt 4.1 mittels Erst-Recht-Schluss (vgl. Abschnitt 3.6) die Einhaltung der Grenzwerte an den anderen möglichen Immissionsorten aus Tabelle 1 gefolgert.

Zum Ziehen des Erst-Recht-Schlusses sind die Ergebnisse am IO 02 nicht gut geeignet, weil hier aufgrund der Überspannung der Werra (siehe Abbildung 2) sehr hohe Bodenabstände der Leiterseile von etwa 30 m vorliegen. Besonders im Nahbereich um die Freileitung sorgt dies für verringerte Immissionswerte, welche sich daher nicht problemlos auf Immissionsorte in ähnlicher (horizontaler) Entfernung zur Trassenachse übertragen lassen.

Für den Erst-Recht-Schluss werden daher die Ergebnisse von IO 07 und von IO 11 verwendet. Der Unterschied besteht darin, dass bei IO 07 keine Vorbelastung zu berücksichtigen war, bei IO 11 hingegen eine 110-kV-Bahnstromfreileitung in der Berechnung Berücksichtigung fand. Bei den weiteren Immissionsorten ist häufig ebenfalls eine Bahnstromfreileitung parallel zur betrachteten 380-kV-Freileitung geführt (trifft auf die Immissionsorte 03, 05, 08, 09, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21 und 22 zu). Tabelle 2 ist zu entnehmen, dass der geringere Abstand des IO 07 (23 m zur Trassenachse, Grenzwertausschöpfung: 54,3% magnetische Flussdichte / 80,0% elektrische Feldstärke) im Vergleich zum IO 11 (45 m zur Trassenachse, Grenzwertausschöpfung: 5,2% magnetische Flussdichte / 7,8% elektrische Feldstärke) einen deutlich größeren Einfluss auf die Grenzwertausschöpfung hat als die Vorbelastung durch die Bahnstromfreileitung. Der Erst-Recht-Schluss für weiter entfernt liegende Immissionsorte kann somit unabhängig von der Vorbelastung durch eine vergleichbare 110-kV-Bahnstromfreileitung gezogen werden.

Abgesehen von den in Abschnitt 4.1 betrachteten Immissionsorten ist der nächstliegende Immissionsort IO 15 in einem Abstand von 45 m zur Trassenachse. Aufgrund des größeren Abstandes im Vergleich zu IO 07 (23 m zur Trassenachse) kann hier *erst recht* von einer Unterschreitung der Grenzwerte ausgegangen werden. Für alle weiteren Immissionsorte, welche noch weiter entfernt liegen (siehe Tabelle 1), gilt dieser Erst-Recht-Schluss ebenfalls.

4.2 Überspannungsverbot

In § 4 Absatz 3 der 26. BImSchV [1] ist festgelegt, dass 380-kV-Freileitungen mit einer Frequenz von 50 Hertz, die in einer neuen Trasse errichtet werden, Gebäude oder Gebäudeteile, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, nicht überspannen dürfen. Dieses Überspannungsverbot gilt somit grundsätzlich für die geplante 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar. Überspannungen von Gebäuden oder Gebäudeteilen, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, sind nur zulässig, wenn die 380-kV-Freileitung in einer bestehenden Trasse errichtet wird.

Das Überspannungsverbot gemäß 26. BImSchV bezieht sich auf die „ungünstigste Position“ der Leiterseile. Daher ist zu prüfen, ob ein Gebäude oder Gebäudeteil von einem Leiterseil überspannt wird, wenn sich dieses bei höchster betrieblicher Auslastung und höchster Außentemperatur im ausgeschwungenen Zustand befindet.

Da die aktuelle Planung eine Errichtung in der bestehenden Trasse vorsieht, wird das Überspannungsverbot eingehalten.

4.3 Schallpegel (Immissionsschutzrechtliche Vorgaben der TA Lärm)

Bei der schalltechnischen Begutachtung werden mehrere Standorte betrachtet. Diese umfassen die möglichen Immissionsorte IO 02 (Spichra), IO 04 (Krauthausen) und IO 07 (Großenlupnitz).

Die nachfolgenden Ergebnisse sind dem Gutachten aus Anhang 4 entnommen.

Die Wahl der Aufpunkte erfolgte unter der Prämisse, dass mit dem Nachweis der Einhaltung/Unterschreitung der geltenden Richtwerte an den gewählten Orten die Einhaltung/Unterschreitung der Richtwerte an allen weiteren schutzbedürftigen Objekten im Umfeld der untersuchten Freileitung sichergestellt ist. Somit sind die hier festgelegten Immissionsorte als maßgebliche Immissionsorte im Sinne der Nr. 2.3 der TA Lärm zu verstehen.

Die Schutzwürdigkeit bzw. Gebietsnutzung der Objekte wurde mit den Baubehörden der Verwaltungsgemeinschaft Hainich-Werratal (Frau Reichardt, Leiterin der Bauabteilung) sowie der Gemeinde Hørselberg-Hainich (Frau Pfeifer, Bauverwaltung) abgestimmt. Die behördliche Einschätzung entspricht hier auch der gutachterlichen Erkenntnis. IO 02 (Spichra) sowie IO 07 (Großenlupnitz) werden mit der Schutzwürdigkeit von Kern-, Dorf- und Mischgebieten eingestuft. Beim IO 02 besteht dabei kein Ruheanspruch im Nachtzeitraum. IO 04 (Krauthausen) wird mit der Schutzwürdigkeit eines allgemeinen Wohngebietes eingestuft.

Im Bereich Großenlupnitz ist zudem eine „Verlärmung“ durch die direkt angrenzende Autobahn A4 gegeben. Zwar wird der öffentliche Verkehr in der Regel nicht als ständig vorherrschendes Fremdgeräusch im Sinne der TA Lärm verstanden, jedoch ist dies gemäß der Erfahrungen des Gutachters insbesondere in Nähe zu stark befahrenen Autobahnen auch in zentralen Nachtstunden - also situationsbedingt - durchaus diskutabel. Vorliegend erscheint es daher beachtenswert, dass sich gegebenenfalls eine Verdeckung der Koronageräuschemissionen ergeben könnte, die in Abwägungen einbezogen werden kann. Mitunter führt dies dazu, dass Minderungsmaßnahmen an der Freileitung ohne tatsächlichen Effekt für die Gesamtlärsituation an den Wohnobjekten bleiben. Detailliertere Ausführungen zu den einzelnen Immissionsorten sind dem Gutachten in Anhang 4 entnehmbar.

Die längenbezogenen Schalleistungspegel werden gemäß Gutachternvorgabe für ein konkretes Niederschlagsereignis ermittelt. Hierbei handelt es sich um denjenigen maximalen stundenbezogenen Niederschlag, der sich standortbezogen nach Ausschluss der 10 niederschlagsstärksten Einzelereignisse ergibt. Hierzu wurden durch den Gutachter die Niederschlagsdaten der Wetterstationen Eisenach, Herleshausen-Archfeld und Hørselbach-Hainich für den Zeitraum 2017, 2018 und 2019 ausgewertet. Es ergeben sich folgende durchschnittlichen Niederschlagsraten:

- Standort Spichra: 2,2 mm/h
- Standort Krauthausen: 2,1 mm/h
- Großenlupnitz: 2,0 mm/h

Die Berechnung der längenbezogenen Schalleistungspegel erfolgt im Sinne einer Maximalfallbetrachtung gemäß den Gleichungen der BPA (Bonneville Power Administration: „Empirical Expressions for calculating High Voltage Transmissions Corona Phenomena“) sowie der EPRI (Transmission Line Reference Book - 345 kV and above, Electric Power Research Institute). Die schalltechnische Bewertung im Immissionsbereich erfolgt jeweils für diejenige Rechenmethodik, die zu den höchsten Belastungsanteilen führt. Weitere technische Details sind bei Bedarf dem Gutachten in Anhang 4 zu entnehmen.

Der Vergleich der vorgelegten Datenmodelle für das jeweilige Emissionsverhalten gemäß BPA und EPRI zeigen, dass für trockene Witterungsverhältnisse relevante Emissionen bzw. Immissionen bereits praktisch ausgeschlossen werden können. Diese Witterungssituation wird nicht weiter verfolgt.

Tonhaltigkeitszuschläge von jeweils 3 dB wurden vorliegend für alle untersuchten Immissionsorte vorgenommen und sind in der nachfolgenden Auswertung enthalten.

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Ausbreitungsberechnungen dargestellt. Die Auswertung erfolgt hierbei lediglich für den deutlich sensibleren Nachtzeitraum. Dieser ist aufgrund der höher festgesetzten Immissionsrichtwerte für den Tageszeitraum und der statischen Geräuschcharakteristik maßgeblich.

Tabelle 3: Beurteilungspegel an den untersuchten Immissionsorten

Immissionsort	Beurteilungspegel	Immissionsrichtwert
IO 02 Gemarkung Spichra, Flur 3, Flurstück 220	48 dB(A)	60 dB(A)
IO 04 Gemarkung Krauthausen, Flur 5, Flurstück 394/7	42 dB(A)	40 dB(A)
IO 07 Gemarkung Großenlupnitz, Flur 9 Langensalzaer Straße 16e	52 dB(A)	45 dB(A)
IO 07a Gemarkung Großenlupnitz, Flur 9 Langensalzaer Straße 16d	45 dB(A)	45 dB(A)
IO 07b Gemarkung Großenlupnitz, Flur 9 Langensalzaer Straße 16g	44 dB(A)	45 dB(A)
IO 07c Gemarkung Großenlupnitz, Flur 9 Langensalzaer Straße 16	42 dB(A)	45 dB(A)
IO 07d Gemarkung Großenlupnitz, Flur 9 Langensalzaer Straße 16f	41 dB(A)	45 dB(A)

Für die Immissionsorte 04 und 07 ist eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte erwartbar. Für diese Situationen sind geeignete Minderungsmaßnahmen in die weiteren Planungen einzubeziehen (siehe Abschnitt 4.3.1).

Für die Immissionsorte 07a, 07b, 07c und 07d zeigt sich eine Unterschreitung der Immissionsrichtwerte. Gleichzeitig muss von einer relevanten Zusatzbelastung ausgegangen werden, da die Unterschreitung weniger als 6 dB(A) beträgt.

An den Standorten Krauthausen und Großenlupnitz ergeben sich nach aktueller Erkenntnislage keine relevanten Vorbelastungen im maßgeblichen Nachtzeitraum bzw. die betreffenden Gebäudefassaden der betrachteten Immissionsorte. Insofern erscheint eine nahezu Ausschöpfung der Immissionsrichtwerte durch die hier betrachtete Zusatzbelastung als machbar.

Sofern für IO 02 - entgegen der Ansicht des Gutachters - ein nächtlicher Ruheanspruch gegeben ist, ist von einer Überschreitung der dann anzusetzenden Immissionsrichtwerte auszugehen. Dies zöge auch für diese Immissionssituation die Notwendigkeit von Minderungsmaßnahmen nach sich.

Die resultierenden Beurteilungspegel wurden am konkreten Immissionsort nicht nur zahlenmäßig sondern auch in Rasterform ermittelt. Die Darstellung erfolgt in Lärmrasterkarten mit einem Rastermaß von 5 x 5 m in einer Höhe von 5 m. Zu beachten ist, dass Tonhaltigkeitszuschläge nicht Bestandteil dieser grafischen Auswertung sind. Abbildung 5, Abbildung 6 sowie Abbildung 7 geben einen Eindruck der Darstellung für die betrachteten Immissionsorte.

4.3.1 Möglichkeiten für Minderungsmaßnahmen

Grundlegend zielen Minderungsmaßnahmen darauf ab, dass

1. der Abstand zwischen Leiterseil und Wohngebäude vergrößert wird und/oder
2. die Randfeldstärke am Leiterseil herabgesetzt wird und/oder
3. der Mechanismus der Koronaentladung vermindert/ unterdrückt wird.

Folgende Maßnahmen erscheinen denkbar:

zu 1.:

Eine Vergrößerung des Abstandes zwischen Leiterseil und Wohngebäude kann durch eine Masterhöhung und/oder die Ausschwenkung der gesamten Trasse im betreffenden Bereich erfolgen. Erstere Maßnahme ist hierbei insbesondere dann zielführend, wenn sich das schutzwürdige Objekt in direkter Nähe zur Trasse befindet. Sofern bereits größere Abstände gegeben sind, stellt die Masterhöhung in der Regel keine zielführende Maßnahme mehr dar.

zu 2.:

Die Randfeldstärke kann durch die Vergrößerung des einzelnen Leiterquerschnittes - also die Verwendung „dickerer“ Seile vermindert werden. Eine weitere Möglichkeit stellt die Realisierung in 4er-Bündelung dar. Auch dies führt zu deutlich niedrigeren Randfeldstärken. Der längenbezogene Schallleistungspegel sinkt hierdurch und Immissionen werden vermindert.

zu 3.:

Grundsätzliches Ziel ist es hierbei, ein Leiterseil mit hydrophiler Oberfläche zu realisieren. Dies geschieht im Allgemeinen automatisch nach Anlagenrealisierung durch die natürliche Erosion. Durch eine Vorwegnahme dieses Alterungsprozesses (z.B. durch Glasperlen- oder Sandstrahlen) kann dieser Effekt gezielt genutzt werden, um Beurteilungspegel zu senken.

Eine weitere Möglichkeit stellen spezielle Oberflächenbeschichtungen dar, die zu vergleichbaren Effekten in Bezug auf Hydrophilie und Geräuschemissionen führen.

Höchstspannungsleitung
Vieselbach – Pumpspeicherwerk Talsperre Schmalwasser (Punkt Sonneborn) – Mecklar;
Drehstrom Nennspannung 380 kV
Immissionsschutzrechtliche Ersteinschätzung

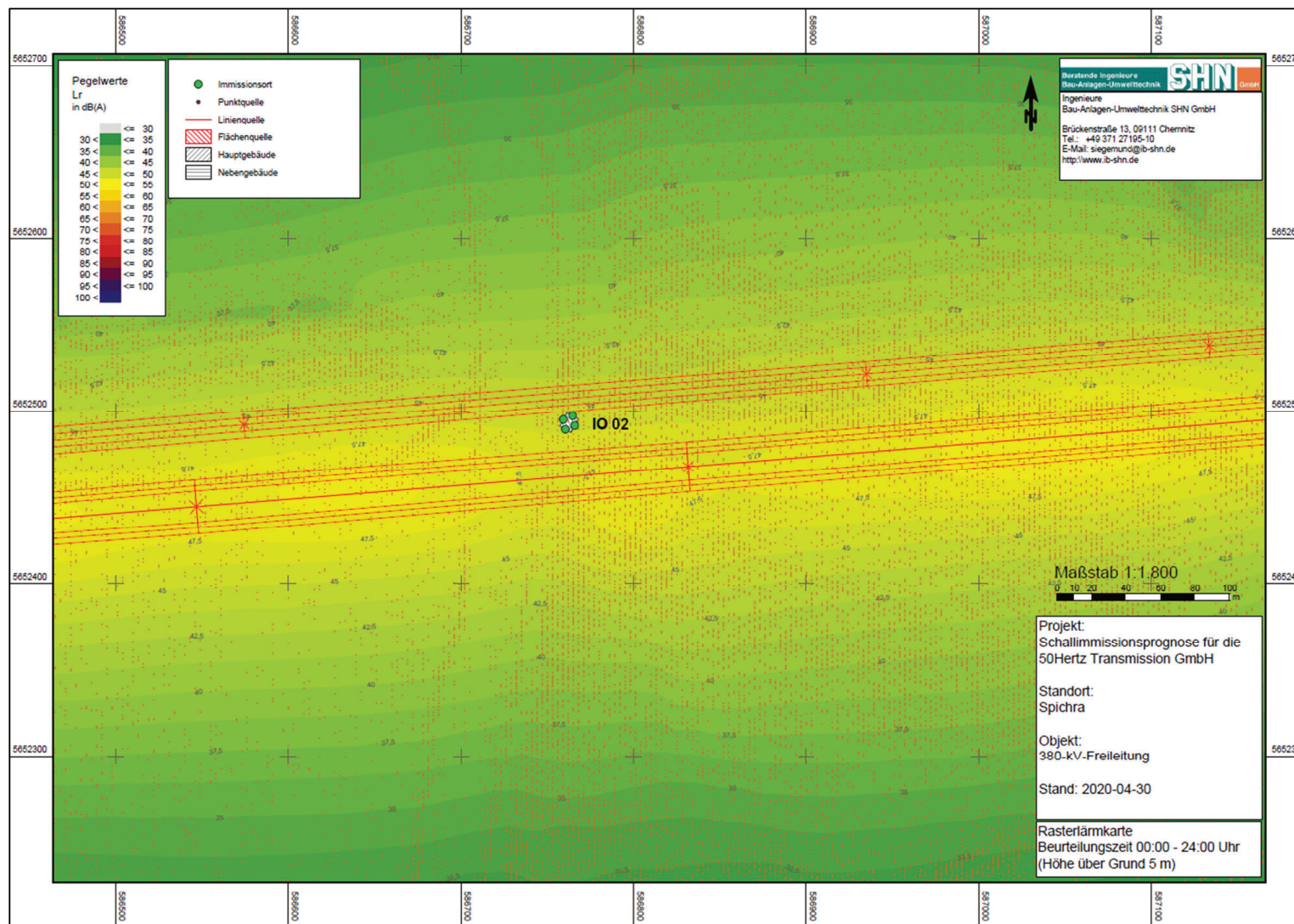


Abbildung 5: Isophonendarstellung in einer Höhe von 5 m über Grund, IO 02

Höchstspannungsleitung
 Vieselbach – Pumpspeicherwerk Talsperre Schmalwasser (Punkt Sonneborn) – Mecklar;
 Drehstrom Nennspannung 380 kV

Immissionsschutzrechtliche Ersteinschätzung

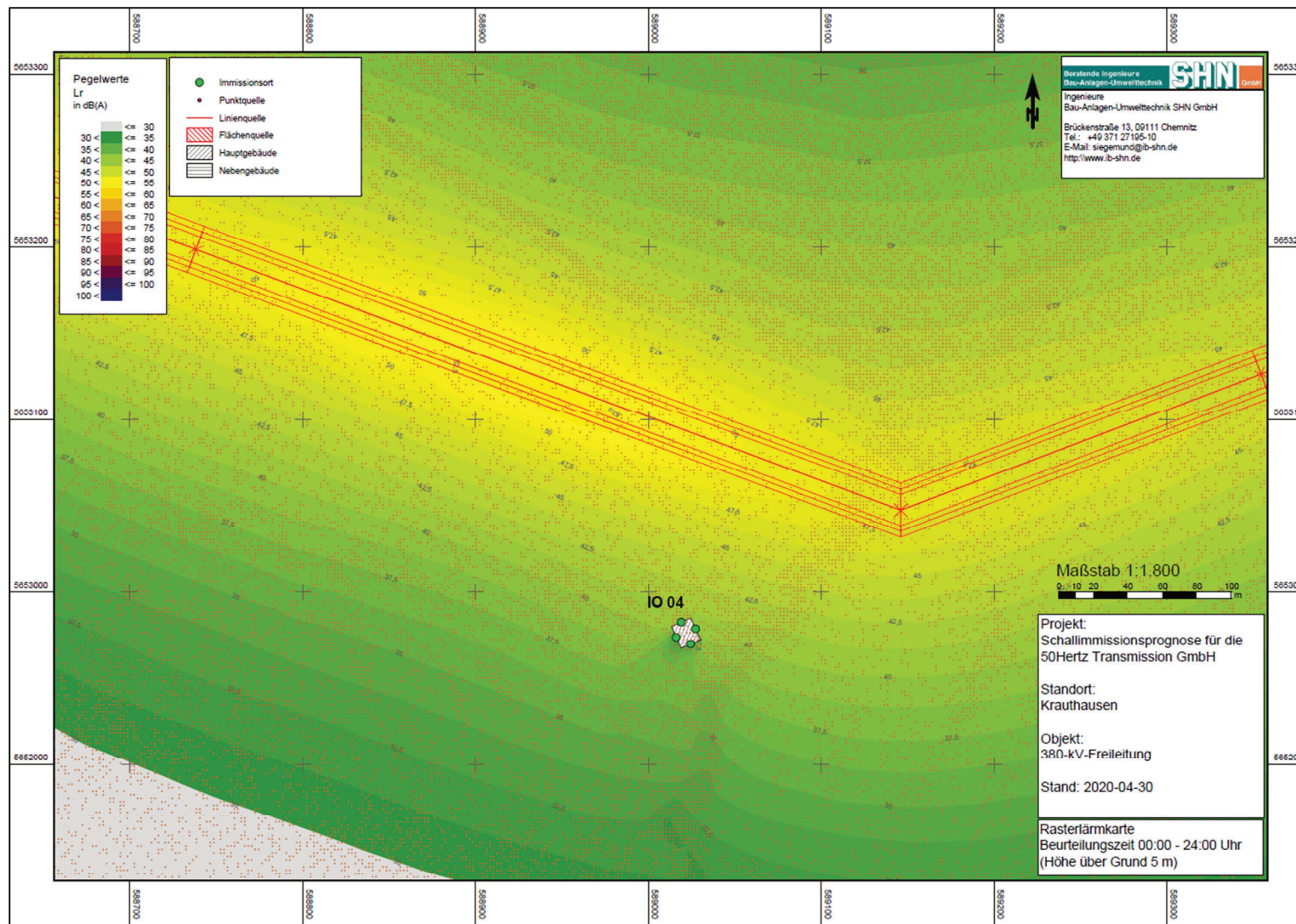


Abbildung 6: Isophonendarstellung in einer Höhe von 5 m über Grund, IO 04

Höchstspannungsleitung
Vieselbach – Pumpspeicherwerk Talsperre Schmalwasser (Punkt Sonneborn) – Mecklar;
Drehstrom Nennspannung 380 kV
Immissionsschutzrechtliche Ersteinschätzung

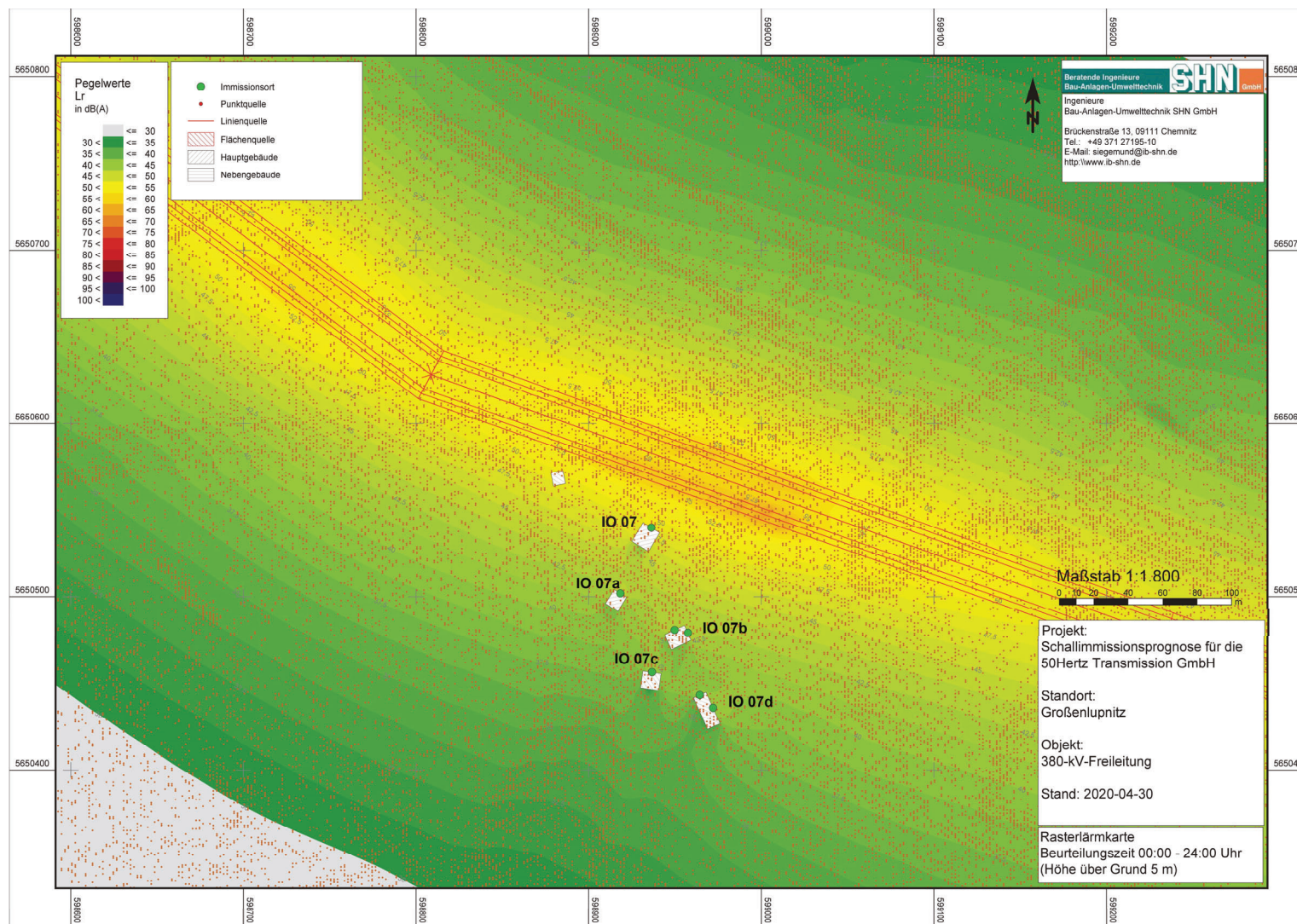


Abbildung 7: Isophonendarstellung in einer Höhe von 5 m über Grund, IO 07, 07a, 07b, 07c und 07d

4.3.2 Übertragung der Ergebnisse auf weitere Immissionsorte

Nachfolgend wird die Einhaltung der Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm an allen weiteren möglichen Immissionsorten aus Tabelle 1 geprüft. Hierfür wird ausgehend von den Ergebnissen des schalltechnischen Gutachtens (siehe Abschnitt 4.3) ein Erst-Recht-Schluss (vgl. Abschnitt 3.6) gezogen.

Immissionsort 07d (Langensalzaer Straße 16f, 99820 Hörselberg-Hainich) liegt in einer Entfernung von etwa 116 m zur Trassenachse der Freileitung (siehe Tabelle 1). Dort wurde ein Beurteilungspegel von 41 dB(A) ermittelt (siehe Tabelle 3).

Die in Tabelle 1 zusammengefassten möglichen Immissionsorte sind nicht alle schutzbedürftige Räume im Sinne der DIN 4109. Immissionsort IO 05 (Kuhstall) ist kein schutzbedürftiger Raum und liegt in einem Gewerbegebiet. Auf demselben Gewerbegebiet liegt allerdings auch eine Büronutzung vor, welche einen schutzbedürftigen Raum darstellt. Diese befindet sich allerdings in einem Abstand von etwa 220 m und somit mehr als 200 m um die Trassenachse, weshalb diese nicht separat in Tabelle 1 aufgeführt wird (vgl. Abschnitt 3.1).

Bei den Immissionsorten IO 01 (Bahnanlage mit Halle), IO 08 (Halle), IO 12 (Stallgebäude), IO 16 (Biogasanlage), IO 18 (Gärtnerei), IO 20 (Werkshalle), IO 21 (Logistikhalle) und IO 22 (Umspannwerk) ist nicht im Einzelfall geprüft worden, ob es neben der Hauptnutzung zusätzlich eine Büronutzung gibt. Falls auf einem dieser Grundstücke zukünftig Büros errichtet würden, wäre hier der Immissionsrichtwert für Gewerbegebiete am Tag (65 dB(A)) anzusetzen. In der Isophonendarstellung in Abbildung 7 ist zu erkennen, dass, auch bei Berücksichtigung etwaiger Tonhaltigkeitszuschläge, solch hohe Werte selbst direkt unterhalb der Leiterseile nicht erreicht werden. Die nächstliegende Grundstücksgrenze liegt bei IO 18 und ist 77 m von der Trassenachse entfernt. Die Einhaltung des Immissionsrichtwertes für Gewerbegebiete am Tag wäre somit gegeben, selbst wenn am Rand der Gewerbeflächen Büros eingerichtet würden.

Ausnahmsweise können Wohnungen für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen sowie für Betriebsinhaber und Betriebsleiter auf Gewerbegebieten errichtet werden. Eine solche Ausnahmegenehmigung für die unbebauten Bereiche der Immissionsorte ist nicht bekannt. Beim Immissionsort 05 befinden sich mehrere Gebäude, welche eine Büronutzung aufweisen. Laut Auskunft des Amtes für Stadtentwicklung der Stadt Eisenach, Abt. Stadtplanung, ist auf dem Betriebsgelände keine Wohnnutzung vorhanden und eine solche ist auch nicht geplant. Unter den übrigen Immissionsorten befindet sich das nächstliegende Gebäude in einem Abstand von 112 m (IO 21) zur Trassenachse (vgl. Tabelle 1). Dieser Abstand ist vergleichbar mit jenem von IO 07d. Es ist daher von einer Unterschreitung des Immissionsrichtwertes in Gewerbegebieten bei Nacht (50 dB(A)) um mehr als 6 dB(A) auszugehen, sodass auch eventuelle Vorbelastungen nicht zu berücksichtigen sind.

Die möglichen Immissionsorten 06, 11, 15 und 17 sind Kleingärten, weshalb hier nicht von einem nächtlichen Ruheanspruch auszugehen ist, vgl. hierzu auch Ausführungen zum Standort Spichra im Gutachten in Anhang 4.

Die Immissionsorte 02, 04 und 07 wurden bereits in Abschnitt 4.3 behandelt.

Abgesehen von den bereits betrachteten Immissionsorten liegt der nächstliegende schutzbedürftige Raum bei IO 10 (Hauptstraße 44, 99869 Weingarten) in 121 m Abstand. Das Objekt dient dem Wohnen und die vorliegende Nutzungsart ist als Dorfgebiet zu verstehen. Es gelten somit dieselben Immissionsrichtwerte wie für den Immissionsort 07d. Da die Entfernung der beiden Immissionsorte vergleichbar ist, ist auch für den Immissionsort 10 eine Unterschreitung der Immissionsrichtwerte zu folgern. Ein Hinweis auf relevante Vorbelastungen liegt nicht vor.

Die weiteren Immissionsorte 03, 09, 13, 14, 19 und 23 liegen alle weiter von der Trassenachse entfernt (mindestens 147 m), vgl. Tabelle 1. Im Digitalen Landschaftsmodell (DLM) des Thüringer Landesamts für Bodenmanagement und Geoinformationen werden diese Bereiche als Wohn- und Misch-

baufäche bzw. als Campingplätze/Ferien- und Wochenendhaussiedlungen ausgewiesen. Es ist daher davon auszugehen, dass für diese ebenfalls dieselben Immissionsrichtwerte wie für den Immissionsort 07d gelten. Aufgrund der größeren Entfernungen ist für diese Immissionsorte *erst recht* von einer Unterschreitung der Immissionsrichtwerte auszugehen. Hinweise auf relevante Vorbelastungen im betrachteten Nachtzeitraum liegen nicht vor. In den vorliegenden Abständen ist es zusätzlich möglich, dass die Zusatzbelastung durch die untersuchte Freileitung mehr als 6 dB(A) unterhalb der Immissionsrichtwerte liegt, sodass diese nicht mehr relevant und eine Berücksichtigung von Vorbelastungen nicht notwendig wäre, vgl. Abschnitt 3.5.2.

5 Maßnahmen zur Minimierung von Immissionen

5.1 Methodik bei der Bewertung der Minimierungsmöglichkeiten von Immissionen

Für die Umbeseilung der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar ist geplant, die Bestandstrasse und möglichst viele Bestandsmasten weiter zu verwenden, aber diese Planung ist noch nicht abschließend festgelegt. Da sich die 26. BImSchVVwV immer auf eine spezifische Immissionssituation bezieht und die Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu berücksichtigen sind, werden an dieser Stelle nur die allgemeine Vorgehensweise (siehe Abschnitt 5.2) und die technischen Minimierungsmöglichkeiten beschrieben, welche für den Anlagentyp (380-kV-Freileitung) in Frage kommen, siehe Abschnitt 5.2.3. Die konkrete Anwendung auf spezifische Minimierungsorte ist auf der aktuellen Planungsebene weder möglich noch notwendig.

Die immissionsschutzrechtlichen Vorgaben der 26. BImSchVVwV können bei Umbeseilung eingehalten werden, da für die Minimierung der von der Anlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder unter Berücksichtigung der Gegebenheiten im Einwirkungsbereich kein fester Wert zur Unterschreitung vorgeschrieben ist. Die Minimierung gemäß den Vorgaben der 26. BImSchVVwV wird im Zuge der Planfeststellung durchgeführt werden.

5.2 Ablauf der Minimierungsprüfung gemäß 26. BImSchVVwV

Gemäß 26. BImSchV [1] sind bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren. Die näheren Anforderungen sind in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV [2] geregelt.

5.2.1 Maßgebliche Minimierungsorte

Vor Beginn der eigentlichen Minimierungsprüfung werden alle maßgeblichen Minimierungsorte (MMO) ermittelt. Bei 380-kV-Freileitungen sind dies alle im Einwirkungsbereich der Freileitung liegenden Gebäude oder Grundstücke im Sinne des § 4 Absatz 1 26. BImSchV [1] (Wohnungen, Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze oder ähnliche Einrichtungen) sowie jedes Gebäude oder Gebäudeteil, das zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt ist. Der Einwirkungsbereich beträgt 400 m um die Bodenprojektion des ruhenden äußeren Leiters der Freileitung.

5.2.2 Vorprüfung

Zunächst ist eine Vorprüfung vorgesehen, bei der ermittelt wird, ob eine Prüfung von Minimierungsmaßnahmen erforderlich ist. Bei 380-kV-Freileitungen ist dies der Fall, wenn es sich bei der Baumaßnahme um eine wesentliche Änderung oder einen Neubau handelt und mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der Anlage liegt.

5.2.3 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen

Es wird geprüft, ob sich maßgebliche Minimierungsorte im Bewertungsabstand (20 m um die Bodenprojektion des ruhenden äußersten Leiters) der Freileitung befinden.

Falls ja, wird für diese Minimierungsorte eine Minimierungsprüfung gemäß Abschnitt 3.2.2.2 der 26. BImSchVV durchgeführt.

Falls nein, werden für diese maßgeblichen Minimierungsorte Bezugspunkte festgelegt und eine Minimierungsprüfung gemäß Abschnitt 3.2.2.1 der 26. BImSchVV an den Bezugspunkten durchgeführt. Bei dichter Bebauung können auch repräsentative Bezugspunkte festgelegt werden.

Alle möglichen Minimierungsmaßnahmen werden gleichzeitig für alle MMO bzw. Bezugspunkte geprüft, sofern sie gleichzeitig mehrere MMO bzw. Bezugspunkte betreffen. Eine Maßnahme, die zu einer Erhöhung der Immissionen (magnetische Flussdichte oder elektrische Feldstärke) an einem der Bezugspunkte bzw. an einem der MMO führen würde, kommt gemäß Abschnitt 3.1 der 26. BImSchVV nicht in Betracht.

Es werden alle Maßnahmen, welche für Drehstromfreileitungen mit 50 Hertz Frequenz vorgesehen sind, geprüft. Diese sind in Abschnitt 5.3.1 der 26. BImSchVV zusammengefasst. Da mehrere Maßnahmen einander beeinflussen und auch kombinierte Maßnahmen zu berücksichtigen sind, wird folgende Reihenfolge festgelegt:

- a) „Masttyp“: Optimierung der Mastkopfgeometrie (5.3.1.4)
- b) Minimierung der Seilabstände (5.3.1.3)
- c) Elektrische Schirmung (5.3.1.2)
- d) „Phasenoptimierung“: Optimieren der Leiteranordnung (5.3.1.5)
- e) Abstandsoptimierung - Erhöhung des Bodenabstandes (5.3.1.1)
- f) Abstandsoptimierung - Verringerung der Spannfeldlänge (5.3.1.1)
- g) Abstandsoptimierung - Versetzen eines Systems (5.3.1.1)

Diese Reihenfolge ist notwendig, da eine Phasenoptimierung (d) erst möglich ist, wenn die Positionen aller Leiterseile bekannt sind (die Positionen der Leiterseile werden durch die Maßnahmen a), b) und c) festgelegt). Die Abstandsoptimierung findet am Schluss statt, da diese relativ unabhängig von den anderen Maßnahmen bewertet werden kann.

Für alle Maßnahmen ist folgendes Prüfschema durchzuführen:

- I. Machbarkeit: Ist die Maßnahme technisch möglich?
- II. Zulässigkeit: Führt die Maßnahme an keinem maßgeblichen Minimierungsort zu einer Erhöhung der Immissionen?
- III. Verhältnismäßigkeit: Ist die Maßnahme verhältnismäßig? Dafür sind Aufwand und Nutzen der Maßnahme miteinander zu vergleichen. Zudem sind nachteilige Auswirkungen auf andere Schutzgüter (wie Boden oder Landschaft) zu berücksichtigen.

Ist die Antwort auf eine der drei Fragen „nein“, wird die Maßnahme verworfen. Ist die Antwort auf alle drei Fragen „ja“, ist die Maßnahme umzusetzen.

Grundsätzlich ist von einem bestimmten Planungsstand (Referenz) auszugehen. Aufwand und Nutzen der Minimierungsmaßnahmen werden gegenüber diesem Referenzzustand bewertet. Es ist möglich, dass eine oder mehrere der Maßnahme bereits in der Planungsphase Berücksichtigung gefunden haben. In diesem Fall kann durch die entsprechende Minimierungsmaßnahme kein Nutzen mehr gegenüber dem Referenzzustand erzielt werden.

In Tabelle 4 werden die möglichen Maßnahmen mit ergänzenden Hinweisen zur Bewertung und Wirksamkeit zusammengefasst. Die Auswirkungen von einigen der Maßnahmen sind örtlich begrenzt,

wenn nur einzelne Masten angepasst werden. Andere Maßnahmen hingegen betreffen immer die gesamte Trasse.

Tabelle 4: mögliche Minimierungsmaßnahmen für Drehstromfreileitungen

Maßnahme	Auswirkung	Hinweise
a) „Masttyp“: Optimierung der Mastkopfgeometrie (5.3.1.4)	<i>einzelne Masten:</i> örtlich begrenzt <i>Komplettanpassung:</i> trassenweit	Wechselwirkung mit „d“. Beeinflusst Landschaftsbild (unterschiedlich große Masten je nach Mastkopfgeometrie) und Schallemission.
b) Minimierung der Seilabstände (5.3.1.3)	trassenweit	Zwischen den Leiterseilen müssen Mindestisolationsabstände eingehalten werden. Dabei muss auch das Ausschwingverhalten berücksichtigt werden. Bei Optimierung auf mindestnotwendige Phasenabstände verringert sich auch die zulässige Spannfeldlänge (Hinweis auch zu Maßnahme „f“). Beeinflusst Schallemission und u.U. Wartbarkeit.
c) Elektrische Schirmung (5.3.1.2)	trassenweit	Auf das Magnetfeld nur sehr geringer Einfluss. Das elektrische Feld wird hauptsächlich dann reduziert, wenn ein Erdseil oder ein Lichtwellenleiter (LWL) unterhalb der Leitungssysteme angebracht wird.

Maßnahme	Auswirkung	Hinweise
d) „Phasenoptimierung“: Optimieren der Leiteranordnung (5.3.1.5)	trassenweit	Wirksamkeit abhängig von den Seilabständen „b)“ und der Mastkopfgeometrie „a)“. Wirksamkeit abhängig von der Lage der maßgeblichen Minimierungsorte. Kann stellenweise gegenteilig wirken und die Feldstärken erhöhen. Nicht zulässig, falls Maßnahme zur Erhöhung an einzelnen MMO führt. Optimale Phasenlage kann sich für magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke unterscheiden. Beeinflusst ebenfalls Schallemission und u.U. Landschaft (stärkere Wahrnehmung von Verdrillungsmasten). Verdrillung der Leiterseile entlang der Freileitungstrasse ist notwendig, um gleiche Kapazitätsbeläge auf allen drei Leiterbündeln eines Systems zu erhalten. Die Verdrillungsabschnitte haben diesbezüglich Vorgaben im Gesamtlängenverhältnis. Das kann die Umsetzbarkeit der Optimierungsmaßnahme einschränken.
e) Abstandsoptimierung - Erhöhung des Bodenabstandes (5.3.1.1)	<i>einzelne Masten:</i> örtlich begrenzt <i>Kompletthanpassung:</i> trassenweit	Die Wirksamkeit der Maßnahme ist in Trassennähe größer als in weiterer Entfernung. Beeinflusst Landschaftsbild (Sichtbarkeit in größerer Entfernung), u.U. Tiere (höhere Barrierewirkung für Vogelarten), Boden (größere Mastfundamente), Sachgüter (höhere Kosten). Mit zunehmender Erhöhung der Masten steigt der Gesamtaufwand für die Errichtung der Freileitung stark an.

Maßnahme	Auswirkung	Hinweise
f) Abstandsoptimierung - Verringerung der Spannfeldlänge (5.3.1.1)	<i>einzelne Masten:</i> örtlich begrenzt <i>Kompletthanpassung:</i> trassenweit	Zielt wie „e)“ auf eine Erhöhung des Bodenabstandes der Leiterseile ab. Hier soll die Erhöhung der Leiterseile durch zusätzliche Maststandorte erreicht werden. Beide Maßnahmen können sich daher gegenseitig ergänzen bzw. ersetzen. Die Wirksamkeit ist in Trassennähe größer als in weiterer Entfernung. Beeinflusst Landschaftsbild (erhöhte Sichtbarkeit / Wahrnehmbarkeit durch mehr Masten), Boden (mehr Mastfundamente), Sachgüter (höhere Kosten).
g) Abstandsoptimierung - Versetzen eines Systems (5.3.1.1)	<i>einzelne Masten:</i> örtlich begrenzt <i>Kompletthanpassung:</i> trassenweit	Starke Wechselwirkung mit den Maßnahmen „b)“ und „d)“, wenn mehrere Systeme vorhanden sind. Nur möglich, wenn alle maßgeblichen Minimierungsorte auf derselben Seite der Trasse liegen, da sonst Immissionen an anderen MMO unzulässigerweise erhöht würden. Beeinflusst Landschaftsbild (Asymmetrisches und statisch sehr verstärktes Mastbild) und es gelten, falls der Mast erhöht werden muss um mehrere Systeme auf einer Traversenseite aufzunehmen, die gleichen Hinweise wie für Maßnahme „e)“.

5.2.4 Festlegung der Minimierungsmaßnahmen

Nach Prüfung der potentiellen Minimierungsmaßnahmen werden alle Maßnahmen, welche technisch machbar, zulässig und verhältnismäßig erscheinen, zusammengefasst. Die Planung ist unter Anwendung dieser Maßnahmen anzupassen.

6 Fazit

Wie Abschnitt 4.1 zu entnehmen ist, werden die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen der 26. BImSchV für alle Immissionsorte aus Tabelle 1 erfüllt. Ebenso wird das Überspannungsverbot überall eingehalten.

Im Abschnitt 4.3 wurde die Einhaltung der immissionsschutzrechtlichen Anforderungen der TA Lärm, zum Teil unter Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen, für alle Immissionsorte aus Tabelle 1 prognostiziert.

In Abschnitt 5.1 wurde ausgeführt, dass der Einhaltung der immissionsschutzrechtlichen Anforderungen der 26. BImSchVVwV nichts entgegensteht.

Daraus kann, wie in Abschnitt 3.6 ausgeführt, gefolgert werden, dass die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen bei Umsetzung der beabsichtigten Umbeseilung *erst recht* auch für alle weiter als 200 m von der Trassenachse entfernt liegende Immissionsorte eingehalten werden.

7 Quellenangaben

- [1] 26. BIMSCHV - 1996 , *Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder)* vom 16. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1966), einschließlich der rechtsgültigen Änderungen.
- [2] 26. BIMSCHVVWV - 2016 , *Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektro-magnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV)* vom 26. Februar 2016, BAnz. AT 03. März 2016 B5..
- [3] TA LÄRM -, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Techni-sche Anleitung zum Schutz gegen Lärm, neue Fassung)* vom 26. August 1998 (GMBI. Nr. 26 vom 28. August 1998 S. 503), einschließlich der rechtsgültigen Änderungen.
- [4] LAI - BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT IMMISSIONSSCHUTZ (2014), *Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV)*. 74 S..
- [5] DIN 4109-1:2018-01, *Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen*, 2018.
- [6] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, „Messtechnische Felduntersuchungen zu Koronageräuschen,“ Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, 2015.
- [7] DIN ISO 9613-2, *Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2: Allgemeines*.
- [8] LAI-Handlungsempfehlungen, *Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren*, 01. August 2017.
- [9] Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH, „WinField/EFC 400,“ FGEU, 01 2020. [Online]. Available: <http://www.fgeu.de/html/wf.htm>. [Zugriff am Januar 2020].
- [10] DIN EN 50540, *Leiter für Freileitungen - Aluminiumleiter, von beschichtetem Stahl getragen (Ausführung ACSS)*.

Elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar der 50Hertz Transmission GmbH, Mast 141 bis Mast 142

Beeinflussung von Personen und
technischen Geräten
durch Energieversorgungsanlagen

EMVU-Gutachten

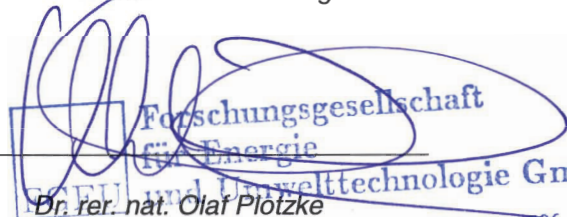
Im Auftrag von 50Hertz Transmission GmbH, Heidestraße 2, 10557 Berlin

Vorhabenträgerin ist die 50Hertz Transmission GmbH, Heidestraße 2, 10557 Berlin

Anzahl der Seiten
einschließlich
Titelseite: 30

A-00420d / 2020

Konstruktion und Prüfung


Forschungsgesellschaft
für Energie
und Umwelttechnologie GmbH

Dr. rer. nat. Olaf Plötzke
unabhängiger Sachverständiger für „Elektromagnetische
Umweltverträglichkeit - EMVU“
Vordruckt. 00. 0 39900 89 Tel. 786 07 98 Fax 786 63 89

Berlin - 03.03.2020

Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH

Berlin 2020, (C) Copyright FGEU mbH.

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung oder Reproduktion unter Verwendung elektronischer Systeme, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der FGEU mbH.

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung	4
2. Parameter der Freileitung	5
3. Berechnung der Feldstärken	7
4. Auswertung	11
4.1 Gewährleistung des Schutzes der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltauswirkungen (26. BImSchV)	11
4.2 Störungen von EDV-Anlagen (EMV)	12
5. Gutachterliche Stellungnahme.....	12
6. Literatur.....	13
7. Anhang.....	13

1. Einleitung

Untersuchungsgegenstand ist die mögliche Beeinträchtigung von Personen (EMVU - elektromagnetische Umweltverträglichkeit) und die Beeinflussung von technischen Geräten (EMV - elektromagnetische Verträglichkeit) der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar der 50Hertz Transmission GmbH. Die Analyse erfolgte im Auftrag der 50Hertz Transmission GmbH, Heidestraße 2, 10557 Berlin.

Für den Personenschutz an Energieanlagen einer Betriebsfrequenz von 50 Hz und einer Betriebsspannung größer als 1000 V sind seit dem 22.8.2013 die Grenzwerte der 26. Verordnung zum BImSchG [BImSchV 13], mit den „effektiv anzuwendenden“ Beurteilungspegeln von 100 μ T und 5 kV/m auf Einhaltung zu überprüfen.

Störbeeinflussungen technischer Art treten vor allem an großformatigen, farbigen Datensichtgeräten auf. Die Wahrnehmbarkeitsschwelle ist vom Gerätetyp abhängig und kann schon bei 1 μ T einsetzen. Felder dieser Größenordnung sind in der Umgebung von Energieversorgungsanlagen und Kabelführungen - wie auch in Büro- und Wohngebäuden - üblich.

In der Umgebung der 380-kV-Freileitung gibt es mehrere Gebäude und Grundstücke, welche zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Da sich diese Gebäude in großer räumlicher Entfernung zueinander befinden, werden sie getrennt voneinander betrachtet. In der Umgebung des Mastfeldes M141 - M142 befinden sich ein Gebäude und ein Grundstück, welche zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt und weniger als 20 m von den ruhenden äußeren Leitern der Freileitung entfernt sind. Es handelt sich somit um einen maßgeblichen Immissionsort (IO 02). Die Abstände zur Trassenachse sind jeweils in Tabelle 1 angegeben.

Die Höhe des betrachteten Gebäudes wird anhand von Fotos auf weniger als 4 Meter geschätzt (eingeschossige Gebäude).

Tabelle 1: Übersicht der betrachteten Immissionsorte

Nr.	Mastfeld	Abstand Grundstück [m]	Abstand Gebäude [m]	Adresse
IO 02	M141 - M142	17	25	Gemarkung Spichra, Flur 3, Flurstück 220

2. Parameter der Freileitung

Die Parameter der Freileitung wurden aus den Unterlagen der 50Hertz Transmission GmbH und der DB Energie GmbH (Trassenplan, Mastbild etc.) entnommen:

Die derzeit im Betrieb befindliche 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar soll mit einem neuen Leiterseil belegt werden. Dadurch erhöht sich der maximale Stromfluss. Nachfolgend wird die umbeseilte Freileitung betrachtet.

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar:

max. Stromfluss	4000 A (höchste betriebliche Anlagenauslastung)
Nennspannung	380-kV (gerechnet mit 420-kV)
Phasenbelegung	213 132
Leiterseil	2 x 3 x 3 x 362-AL0/59-MEHST
Mastfeld	141 - 142
Masttyp	W13+0, T1+14
min. Leiterseilaufhängung	30.3 m und 42.4 m über EOK
min. Bodenabstand	29.8 m

Als Vorbelastung wurde die 110-kV-Bahnstrom-Freileitung Nr. 316 Abzw. Eischleben - Bebra berücksichtigt:

max. Stromfluss	740 A (höchste betriebliche Anlagenauslastung)
Nennspannung	110-kV (gerechnet mit 123-kV)
Phasenbelegung	R T R T
Leiterseil	2 x 2 x 1 x 304-AL1/49-ST1A
Mastfeld	335 - 336
Masttyp	Tw43, Tw37
min. Leiterseilaufhängung	41.0 m und 36.9 m über EOK
min. Bodenabstand	33.0 m

Im realen Betrieb ist der tatsächliche Stromfluss häufig erheblich geringer als der Maximalwert bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung von 4000 A, welcher zur Beurteilung entsprechend der 26. Verordnung zum BImSchG heranzuziehen ist, und

unterliegt zeitlichen Schwankungen, die typischerweise 50% der mittleren Tageslast ausmachen.

Die Positionen und Abmessungen sowie der Verlauf der Freileitung über den Grundstücken stammen aus den Unterlagen der 50Hertz Transmission GmbH und der DB Energie GmbH sowie dem Geoportal Thüringen (© GDI-Th, dl-de-by-2.0, <http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>, <https://www.geoportal-th.de/de-de/Downloadbereiche/Download-Offene-Geodaten-Th%C3%BCrtingen>).

3. Berechnung der Feldstärken

Die Berechnung der Feldstärken erfolgte auf Grundlage der Trassenpläne der 50Hertz Transmission GmbH und der DB Energie GmbH mittels der Software "WinField Release 2020" der FGEU mbH entsprechend DIN EN 50413. Als Stromfluss wurde eine maximale Auslastung der 380-kV-Freileitung und der 110-kV-Bahnstrom-Freileitung sowie eine Betriebsspannung in Höhe von 420 kV bzw. 123 kV angesetzt. Die möglichen Fehler betragen:

Position: +/- 1 m

Feldstärke: 5% (gültig für die ungestörten Feldstärken; bei der Berücksichtigung von Gebäuden kann der Fehler der elektrischen Feldstärke wesentlich größer sein. Die Feldstärken im Aufenthaltsbereich von Personen werden jedoch über- und nicht unterschätzt.)

Berechnet wurden jeweils die magnetische Flussdichte B [μT] und die elektrische Feldstärke E [kV/m] bei einer Frequenz von 50 Hz und von $16\frac{2}{3}$ Hz, in 1 m Höhe über dem Erdboden für die Grundstücke. Außerdem wurde entsprechend der Vorschriften der 26. BImSchV die Grenzwertausschöpfung der 50-Hz- und der $16\frac{2}{3}$ -Hz-Feldquellen summiert berechnet. Die Grenzwertausschöpfung wird in % vom Grenzwert angegeben. (Tabelle 2). Berechnet wurden außerdem die magnetischen Flussdichten der 50-Hz-Quellen (Tabelle 3), der $16\frac{2}{3}$ -Hz-Quellen (Tabelle 4) sowie die Grenzwertausschöpfung magnetische Flussdichte [%] in Gebäuden zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt (Tabelle 5). Die Ergebnisse sind im Anhang dargestellt. Die maximalen Werte betragen:

Tabelle 2: magnetische Flussdichte, elektrische Feldstärke und jeweilige Grenzwertausschöpfung in 1 m Höhe

Maximalwert in 1 m Höhe	magnetische Flussdichte	elektrische Feldstärke
Grundstück IO 02, 50-Hz-Felder	3.9 μT	0.54 kV/m
Grundstück IO 02, 16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Felder	1.7 μT	0.14 kV/m
Grundstück IO 02, Grenzwertausschöpfung	4.3 %	12.9 %

An den umliegenden zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt bestimmten Gebäuden wurden die Maximalwerte der magnetischen Flussdichte und die zugehörige Grenzwertausschöpfung auf verschiedenen Höhen ermittelt. Als Immissionsort wurde dabei immer die Gebäudeseite gewählt, an welcher die höchste magnetische Flussdichte bzw. die höchste Grenzwertausschöpfung magnetische Flussdichte auftritt. Für die unterschiedlichen Frequenzen muss dies nicht die gleiche Gebäudeseite sein. Der größte Höhenwert auf dem berechnet wurde entspricht der jeweiligen Höhe des Gebäudes. Die Nummerierung der Gebäude entspricht den Ausdrücken im Anhang.

Tabelle 3: Ergebnistabelle mit magnetischer Flussdichte der 50-Hz-Quellen an den betrachteten Gebäuden auf verschiedenen Höhen

Höhe Maximalwert magnetische Flussdichte 50-Hz-Quellen [μT]	1 m	4 m
Gebäude IO 02 Gemarkung Spichra, Flur 3, Flurstück 220 M 141 - M 142	3.4	3.7

Tabelle 4: Ergebnistabelle mit magnetischer Flussdichte der 16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Quellen an den betrachteten Gebäuden auf verschiedenen Höhen

Höhe Maximalwert magnetische Flussdichte 16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Quellen [μ T]	1 m	4 m
Gebäude IO 02 Gemarkung Spichra, Flur 3, Flurstück 220 M 141 - M 142	1.4	1.7

Tabelle 5: Ergebnistabelle mit Grenzwertausschöpfung magnetische Flussdichte an den betrachteten Gebäuden auf verschiedenen Höhen

Höhe Maximalwert Grenzwertausschöpfung magnetische Flussdichte [%]	1 m	4 m
Gebäude IO 02 Gemarkung Spichra, Flur 3, Flurstück 220 M 141 - M 142	4.0	4.4

Es sind folgende Besonderheiten zu beachten:

- Die elektrische Feldstärke ist weitgehend unabhängig von der Übertragungsleistung. Bei geringerer Leistung sinkt die Leitertemperatur, wodurch die Zugspannung der Leiterseile steigt und der Durchhang geringer wird. Die Folge ist eine etwas geringere Bodenfeldstärke.
- Der Einfluss der Vegetation auf dem Grundstück wurde nicht berücksichtigt. In der Praxis wird die elektrische Feldstärke hierdurch erheblich reduziert. Im günstigsten Fall bis fast auf Null - direkt unter Bäumen ist die Feldstärke praktisch Null.
- Die elektrische Feldstärke innerhalb von Gebäuden ist vernachlässigbar, da die Außenwände das elektrische Feld abschirmen. In den Berechnungen eventuell

sichtbare Anteile innerhalb von Gebäuden sind auf die Modellnachbildung sowie die Position des Vertikalschnittes zurückzuführen.

- Die magnetische Flussdichte ist proportional zum Stromfluss. Bei geringerer Auslastung ist diese linear zu reduzieren.
- Die magnetische Flussdichte durchdringt Gebäude ungestört und ist praktisch nicht abschirmbar.
- Die maximale magnetische Flussdichte innerhalb von Gebäuden tritt unter dem Dachfirst auf, wo voraussichtlich nicht der ständige Aufenthaltsbereich von Personen sein wird.
- Das Auftreten anderer Frequenzen als 50 Hz und $16\frac{2}{3}$ Hz ist vernachlässigbar.
- Anhaltspunkte für eine Vorbelastung durch andere Feldquellen liegen nicht vor.

4. Auswertung

4.1 Gewährleistung des Schutzes der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltauswirkungen (26. BImSchV)

Die maximal im Aufenthaltsbereich von Personen zu erwartenden Feldstärken sind im Folgenden den Grenzwerten zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltauswirkungen gegenübergestellt.

Im Jahr 1998 wurden von der ICNIRP Richtwertempfehlungen [ICNIRP 98] (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) im Expositionsbereich 2 (Langzeitexposition > 8 Stunden) erlassen. Diese Richtwerte, die bereits den Vorsorgeaspekt berücksichtigen, wurden in Deutschland am 1.1.97 per 26. Verordnung zum BImSchG als gesetzlich bindende Grenzwerte festgeschrieben. Seit dem 22.08.2013 ist die Novellierung der 26. BImSchV gesetzlich bindend, welche auf den im Jahre 2010 überarbeiteten ICNIRP-Empfehlungen [ICNIRP 10] basiert. Die Grenzwerte für 50-Hz-Felder sind seitdem mit 200 μT und 5 kV/m festgelegt. Für die magnetische Flussdichte gilt allerdings, dass auch die Hälfte des Grenzwertes nicht überschritten werden darf. Die „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerte der novellierten 26. BImSchV sind für 50 Hz mit 100 μT und 5 kV/m somit gleich geblieben. Für 16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Felder betragen die Grenzwerte 300 μT und 5 kV/m. In der nachfolgenden Tabelle sind die maximal im Aufenthaltsbereich von Personen zu erwartenden Feldstärken den „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerten der novellierten 26. BImSchV gegenübergestellt.

Tabelle 6: Gegenüberstellung der Maximalwerte mit den 26. BImSchV-Grenzwerten

	max. berechnete Feldstärken (Effektivwerte)	26. BImSchV „effektiv anzuwendende“ Grenzwerte (Effektivwerte)
B (50-Hz-Felder)	3.9 μT	100 μT
B (16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Felder)	1.7 μT	300 μT
E (50-Hz-Felder)	0.54 kV/m	5 kV/m
E (16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Felder)	0.14 kV/m	5 kV/m

Die „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerte der 26. BImSchV werden unterschritten. Die maximal berechnete Grenzwertausschöpfung an Orten zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt liegt bei 4.3 % für die magnetische Flussdichte. Für die elektrische Feldstärke beträgt die Grenzwertausschöpfung maximal 12.9 %. Aus Sicht des Personenschutzes sind insofern keine Maßnahmen erforderlich. Eine Beeinträchtigung für Menschen ist nach heutigem Stand des Wissens auszuschließen. Auch eine mittelbare Gefährdung durch Einwirkung der Felder auf elektronische Lebenshilfen, wie z.B. Herzschrittmacher, ist nicht zu erwarten.

In Gebäuden ist die elektrische Feldstärke praktisch Null. Die berechnete magnetische Flussdichte innerhalb von Gebäuden sinkt auf 1 m Höhe über dem Erdboden unter $3.4 \mu\text{T}$. Felder dieser Größenordnung können durchaus auch in Bürogebäuden oder Wohnungen angetroffen werden, die nicht im Einzugsbereich von Freileitungen liegen. Insbesondere sind die Feldstärken in Industriebetrieben oder in der Umgebung von Elektrogeräten häufig erheblich höher.

4.2 Störungen von EDV-Anlagen (EMV)

Die maximal zu erwartenden magnetischen Flussdichten von $\leq 3.9 \mu\text{T}$ liegen im Bereich wo Bildstörungen von Datensichtgeräten hervorgerufen werden können ($>1 \mu\text{T}$). Störungen können ebenfalls an empfindlichen Forschungsanlagen, Tonstudioeinrichtungen oder Hörgeräten auftreten. Falls eine Nutzung derartiger Geräte geplant ist, sind die entsprechenden Störschwellen beim Hersteller zu erfragen. Derartig niedrige Störschwellen beruhen auf dem Funktionsprinzip hochempfindlicher technischer Geräte. Eine Reaktion dieser Geräte ist aber keinesfalls mit dem Auftreten von Gesundheitsbeeinträchtigungen gleichzusetzen.

5. Gutachterliche Stellungnahme

Wie im Kapitel "Auswertung" ausführlich dargelegt wurde, sind aus der Sicht des Personenschutzes entsprechend 26. BImSchV keine Maßnahmen erforderlich. Dem geplanten Leitungsbauvorhaben ist deshalb hinsichtlich der elektromagnetischen Umweltverträglichkeit ausdrücklich Zustimmung zu erteilen. Eine Beeinträchtigung für Menschen ist nach heutigem Stand des Wissens auszuschließen.

Für eine gewerbliche Nutzung sind die im Kapitel "Auswertung" dargelegten Hinweise zu beachten.

6. Literatur

- [ICNIRP 98] **ICNIRP Guidelines**, *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*. Health Physics, V74 No. 4, (April 1998).
- [ICNIRP 10] **ICNIRP Guidelines**, *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)*. Health Physics, V99 No. 6, (Dezember 2010).
- [BlmSchV 96] **Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BlmSchV)**, Bundesgesetzesblatt, Jahrgang 1996, Teil 1, Nr. 66, (Dezember 1996).
- [BlmSchV 13] **novellierte Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BlmSchV)**, Bundestagsbeschluss, 13.06.2013
- [LAI DFH 14] **Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder**, in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) am 17. und 18. September 2014 in Landshut

7. Anhang

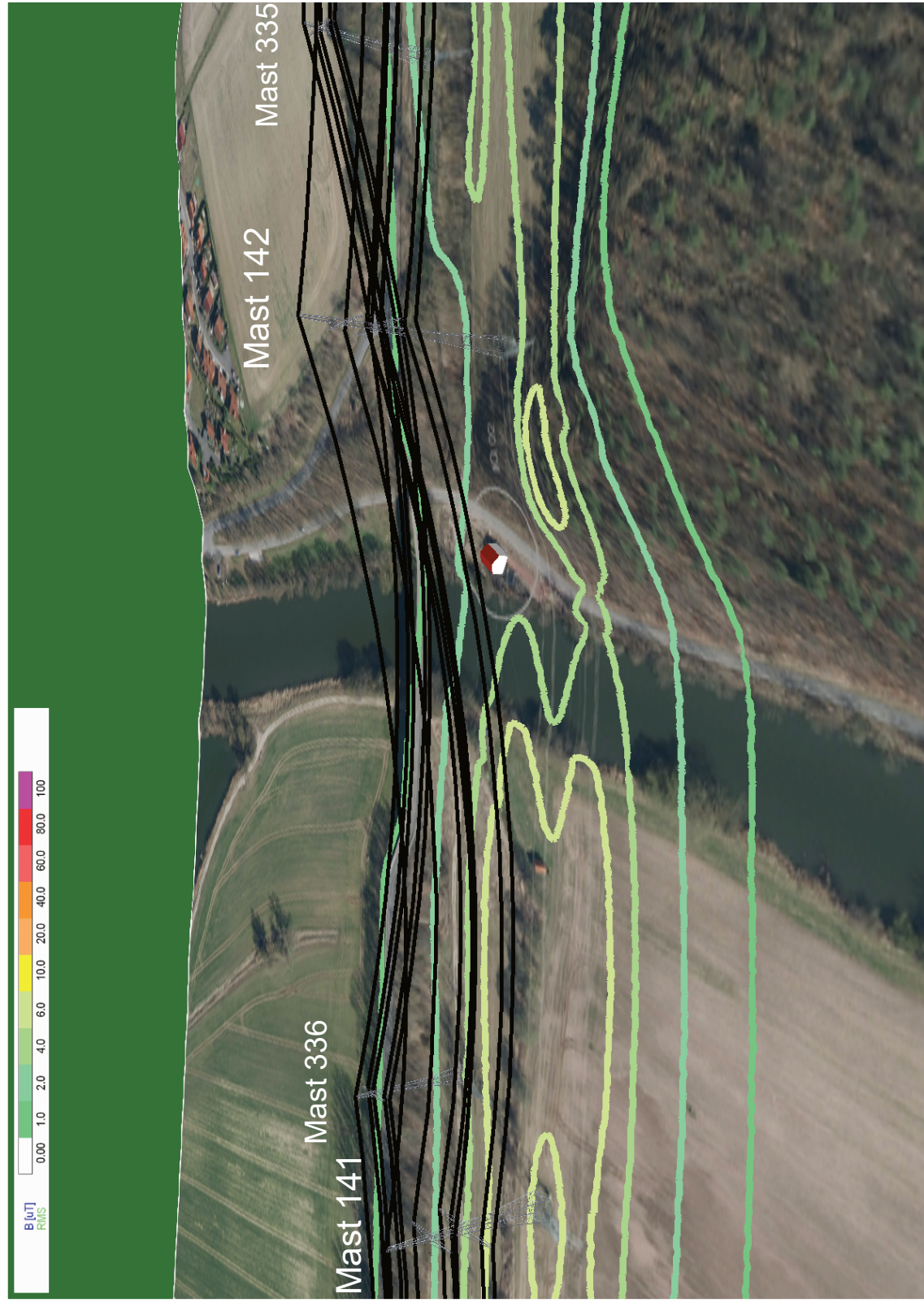
3-D-Ansicht der 380-kV-Freileitung

Magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke in Horizontalschnitten über dem Erdboden

Technische Unterlagen

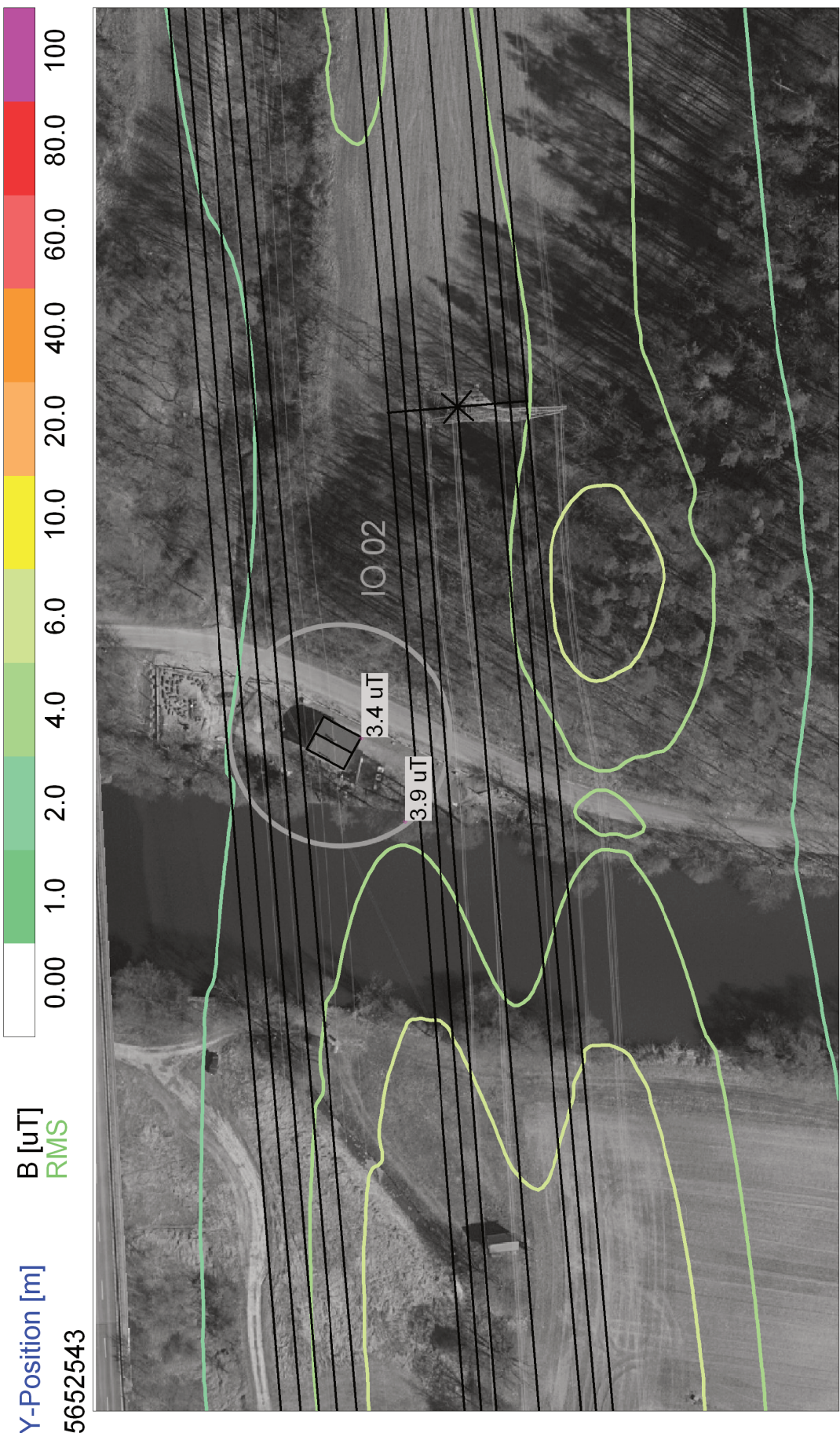
3D-Ansicht der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M141 - M142; 50-Hz-Quellen



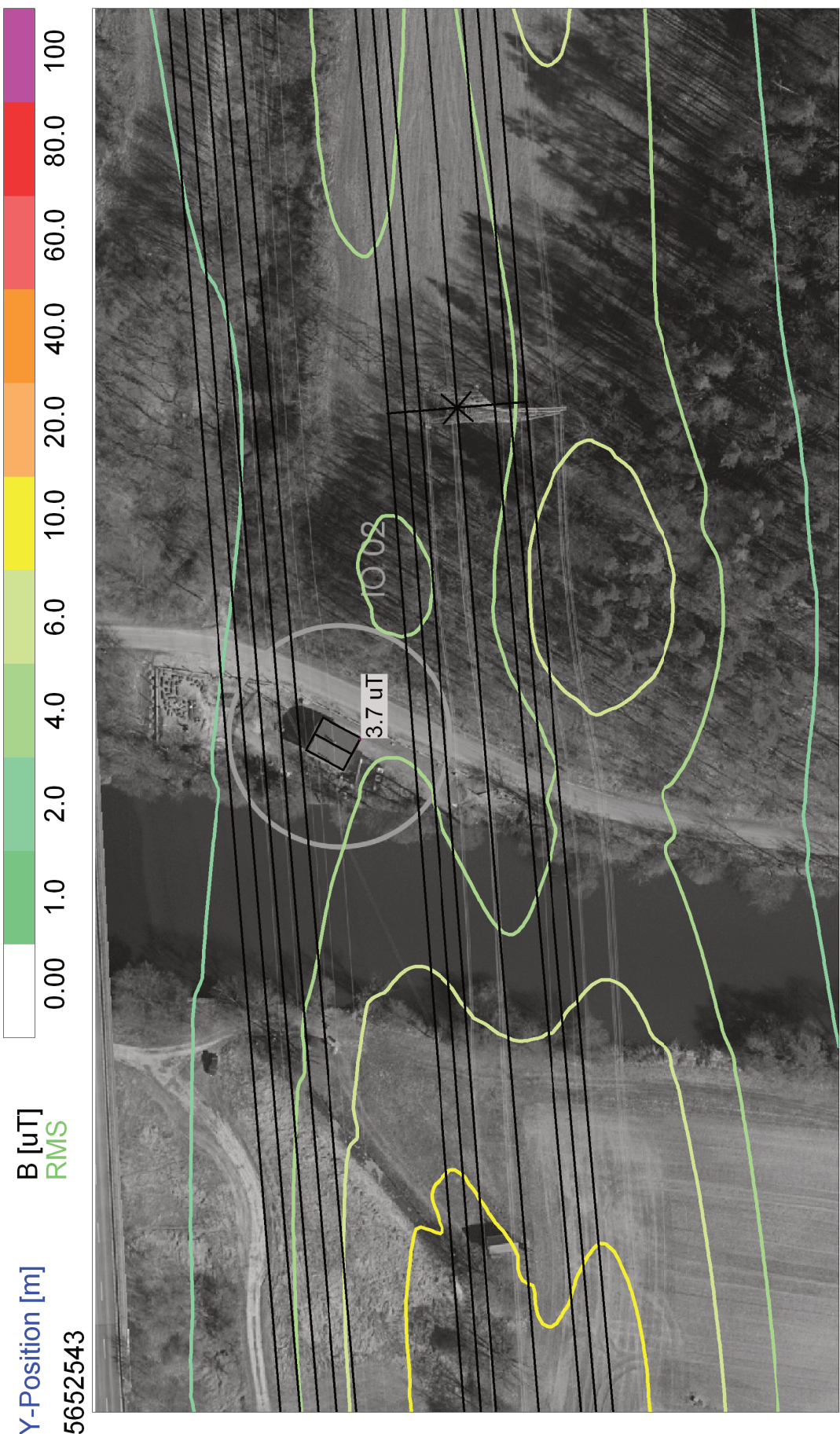
380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M141 - M142; 50-Hz-Quellen



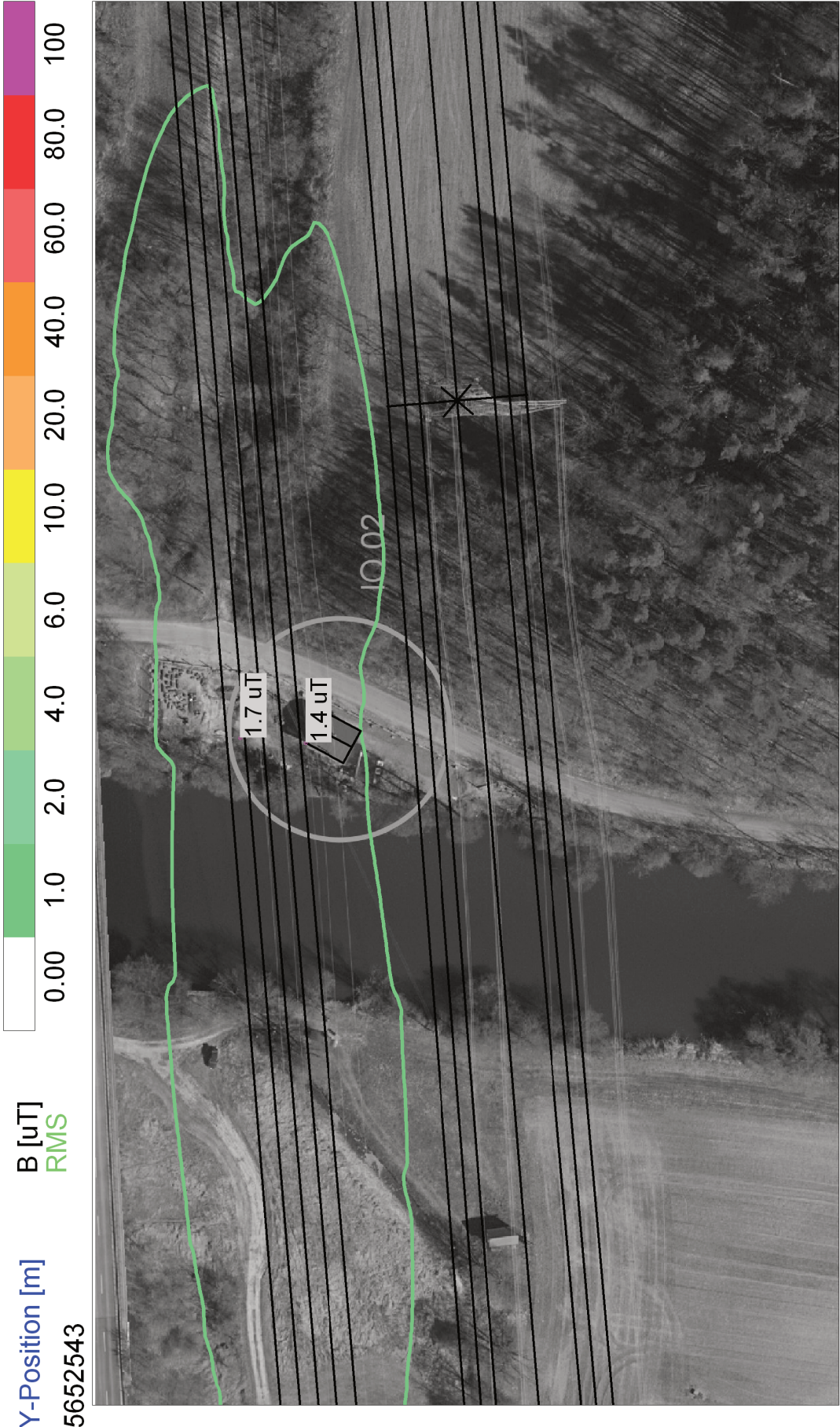
380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 4 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M141 - M142; 50-Hz-Quellen



380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M141 - M142; 16.67-Hz-Quellen



X-Position [m]

586914

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 16.67

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 4 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M141 - M142; 16.67-Hz-Quellen



5652389
586626

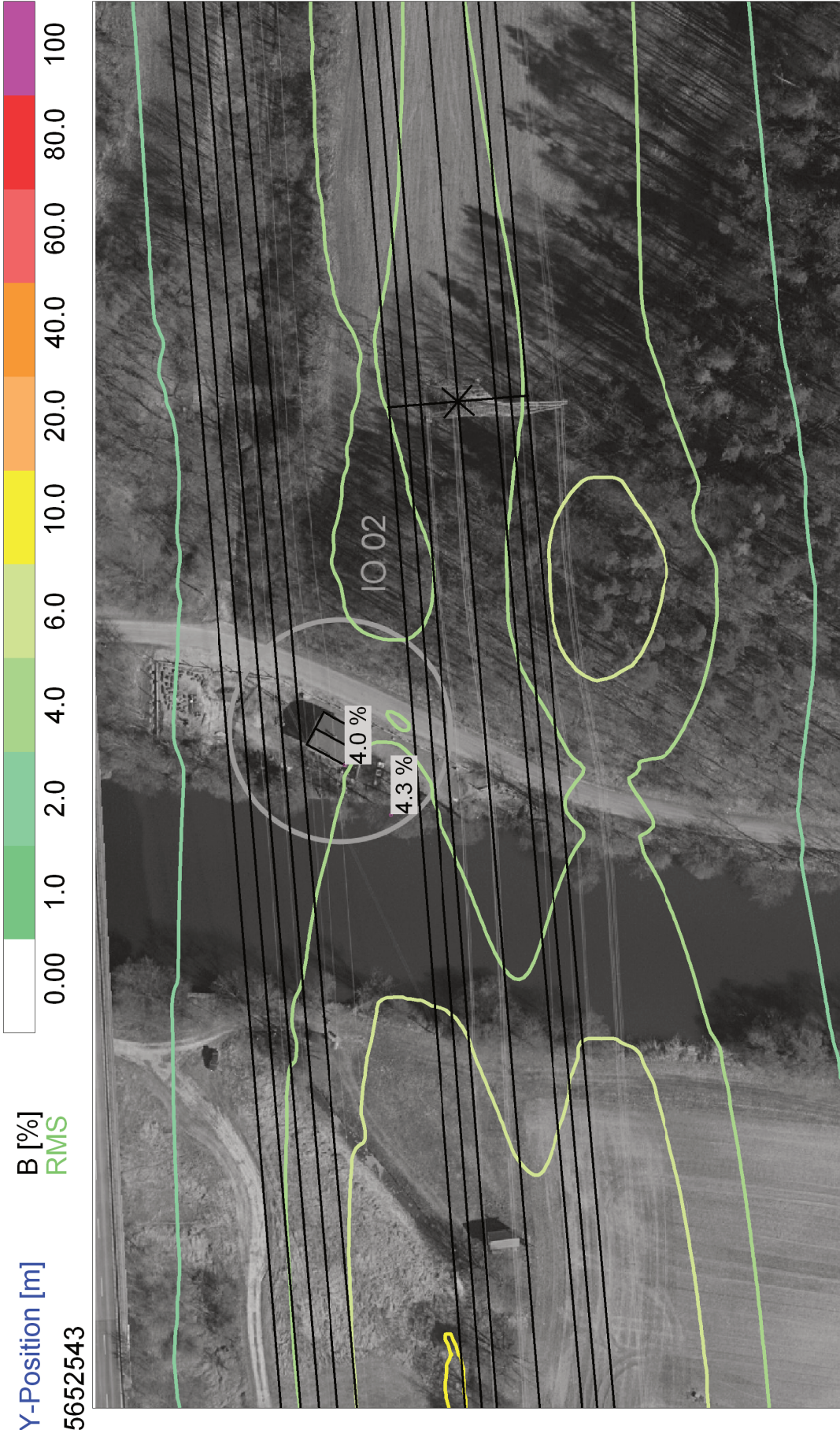
X-Position [m]

Z [m] = 4.000 f [Hz] = 16.67

586914

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: GW mag. Flussdichte 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M141 - M142; alle Quellen



5652389

586626

X-Position [m]

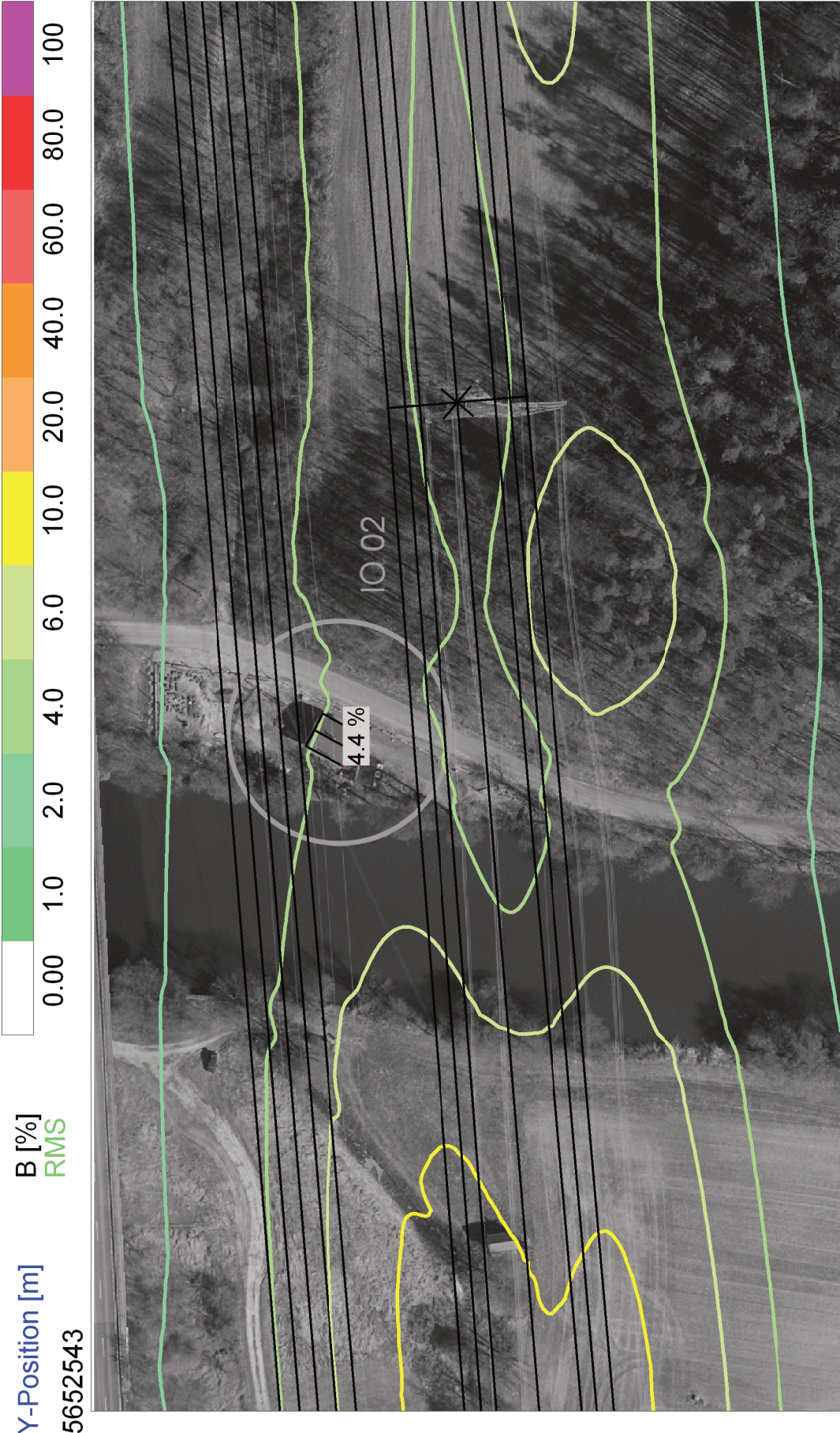
586914

Z [m] = 1.000 f [Hz] = ALL

Richtlinie: 26. BImSchV 2013 - NF bis 10 MHz (Bundesgesetzblatt, 21.08.2013, T. 1, Nr. 50)

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: GW mag. Flussdichte 4 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M141 - M142; alle Quellen



5652389

586626

X-Position [m]

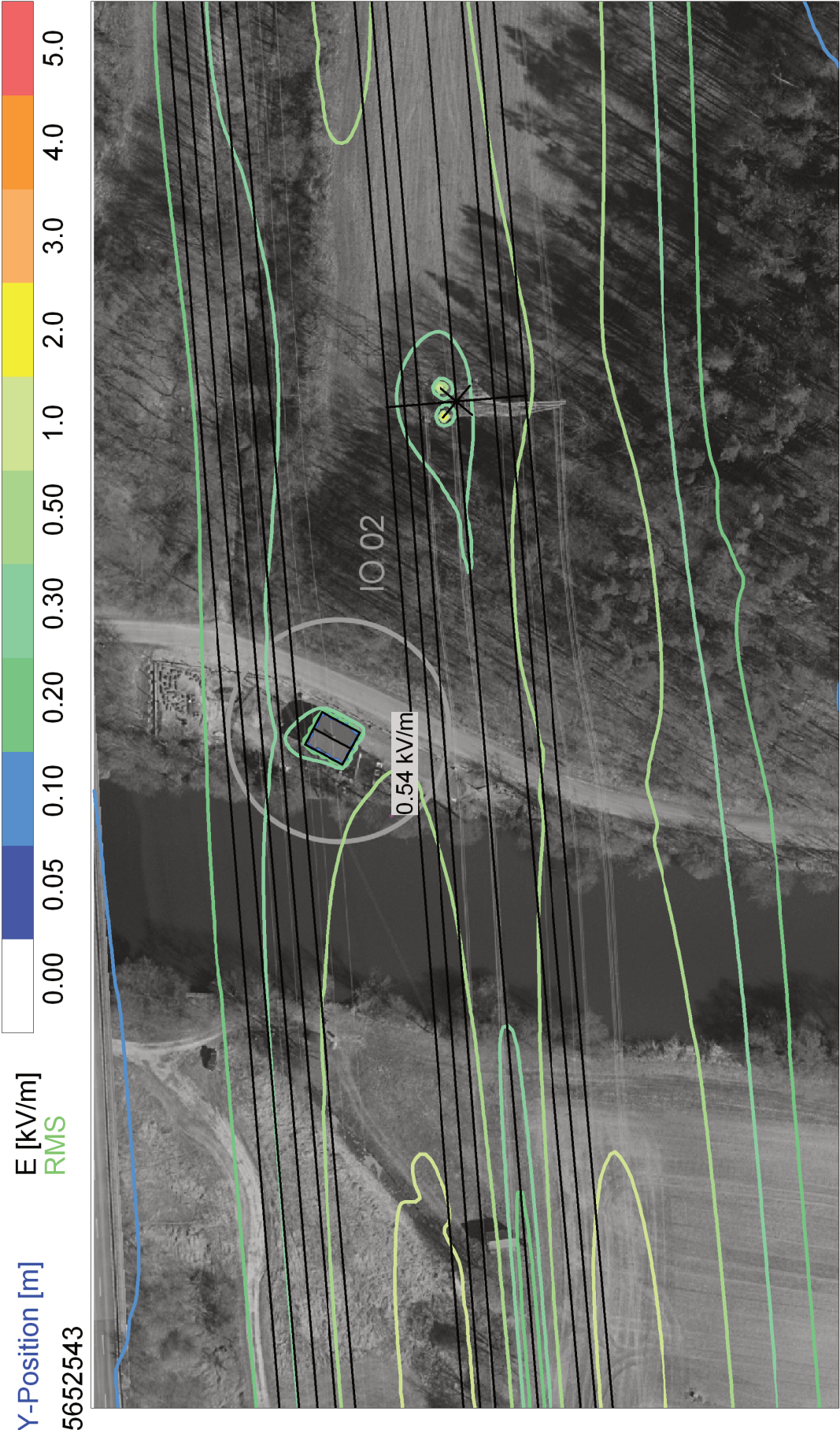
586914

Z [m] = 4.000 f [Hz] = ALL

Richtlinie: 26. BImSchV 2013 - NF bis 10 MHz (Bundesgesetzblatt, 21.08.2013, T. 1, Nr. 50)

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: el. Feldstärke 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M141 - M142; 50-Hz-Quellen



5652389
586626

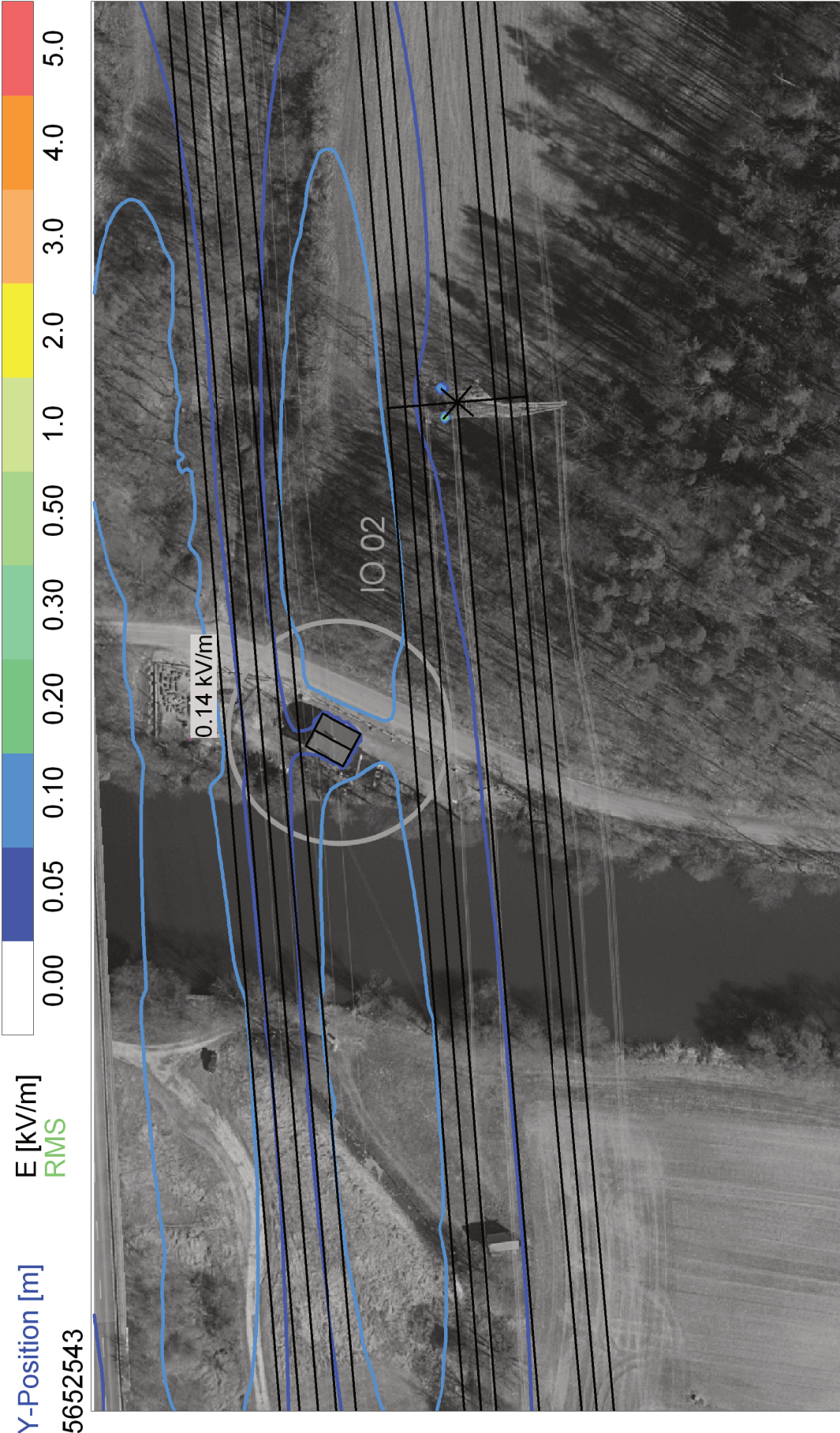
X-Position [m]

586914

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: el. Feldstärke 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M141 - M142; 16.67-Hz-Quellen



5652389
586626

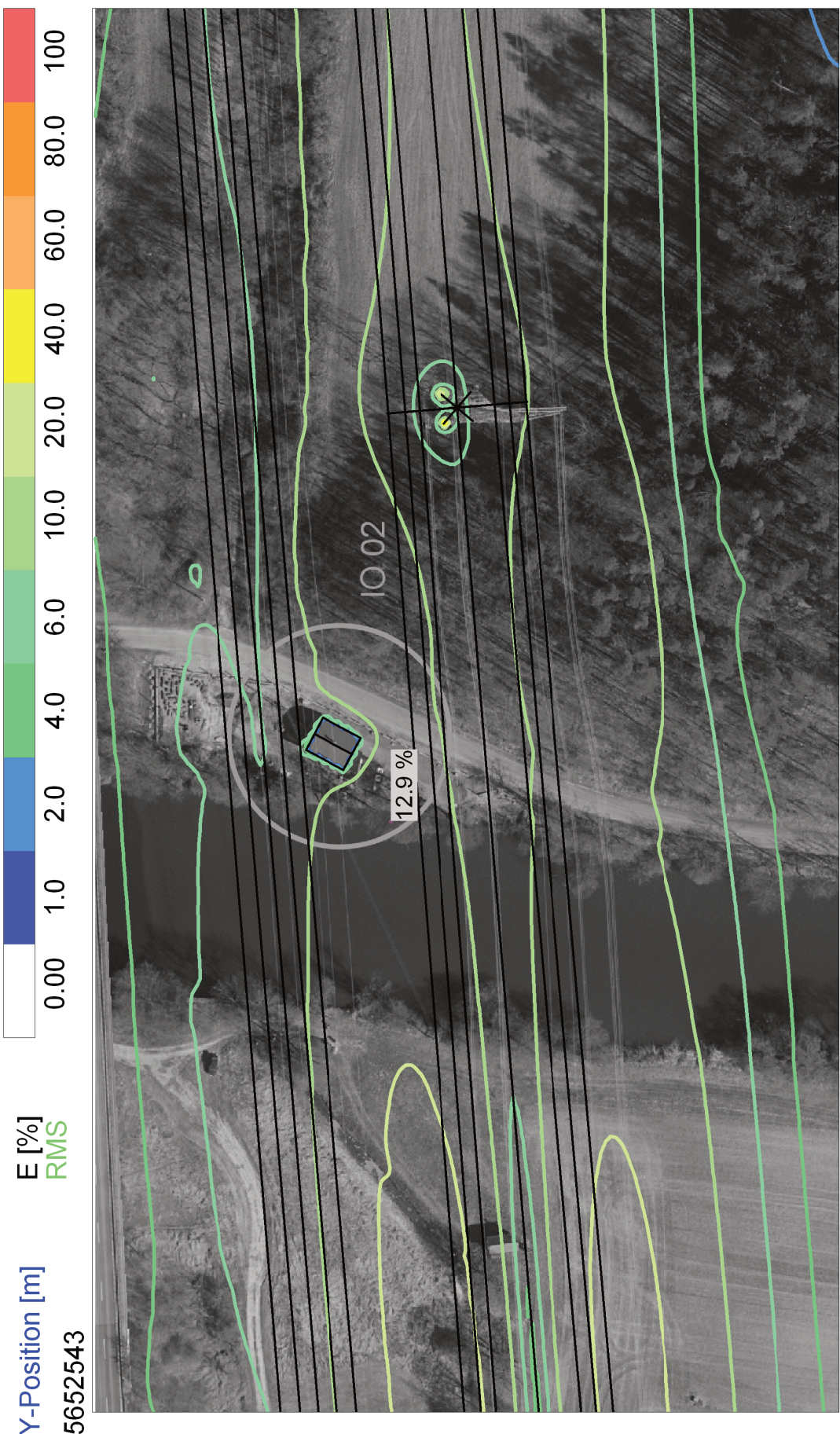
X-Position [m]

586914

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 16.67

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: GW el. Feldstärke 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M141 - M142; alle Quellen



5652389

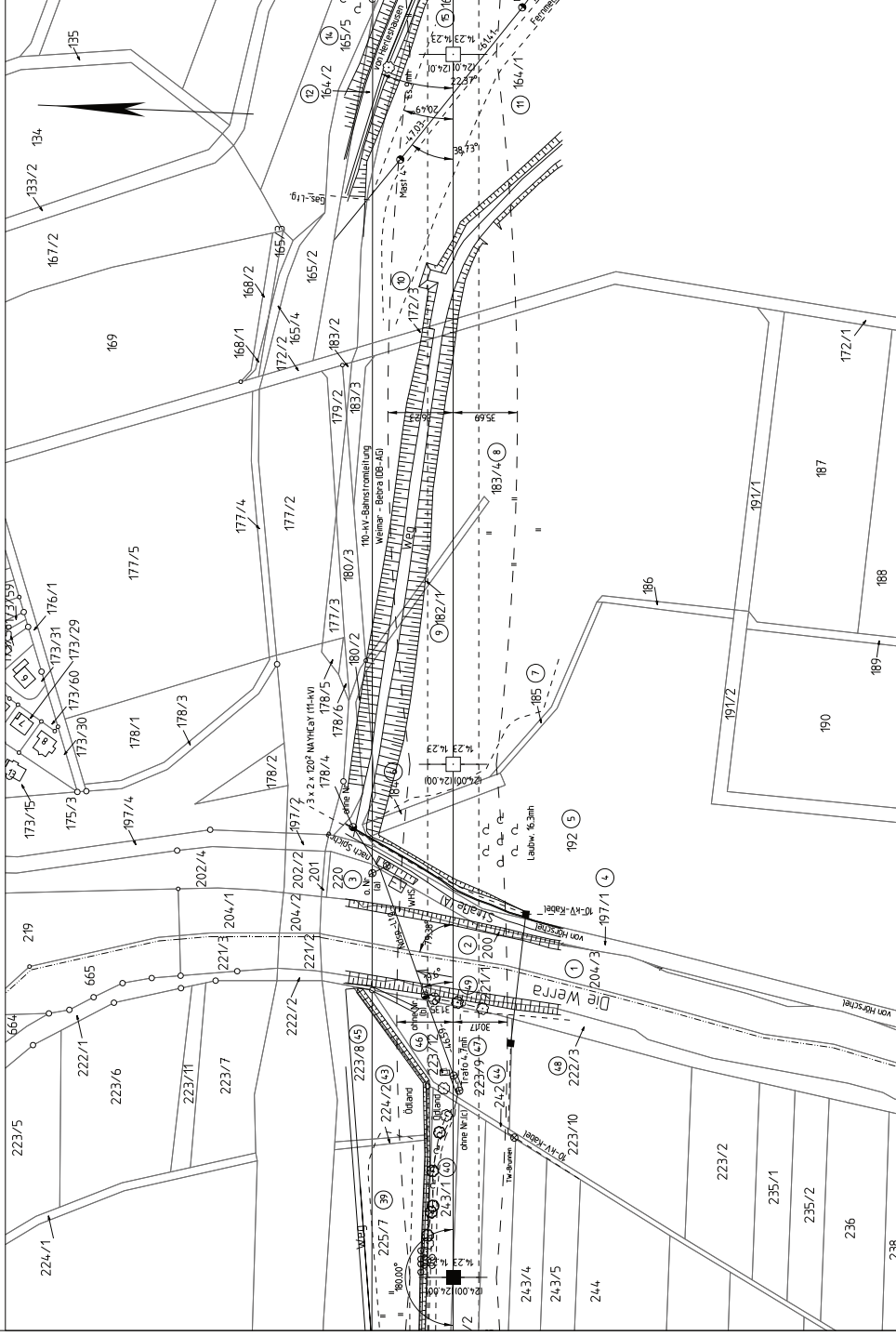
586626

X-Position [m]

586914

Z [m] = 1.000 f [Hz] = ALL

Richtlinie: 26. BImSchV 2013 - NF bis 10 MHz (Bundesgesetzblatt, 21.08.2013, T. 1, Nr. 50)

$$\frac{143}{T1+10}$$


380 - kV - Leitung
Mecklar - Vieselbach - Eisenach
449/450/454
Mast 134 - Punkt Stockhausen
449/450

Lageplan

M 141 - M 143

Maßstab 1:2000

Dieser Plan wurde digitalisiert und in das Koordinatensystem der Koordinatenliste transformiert

Legende:

Grenzen :

- | Land | Reg./Bez. | Kreis | Stadt/Gem. | Gemarkung | Flur | Flurstück | LSG / NSG | WSG |
|------|-----------|-------|------------|-----------|------|-----------|-----------|-----|
| Land | Reg./Bez. | Kreis | Stadt/Gem. | Gemarkung | Flur | Flurstück | LSG / NSG | WSG |

Revisionsart :

Nach Errichtung: ER	Nachtrassierung: NR	Leitungsrevision: LR	nach Umbau: UR
---------------------	---------------------	----------------------	----------------



Energiebau GmbH
Teilbereich Leitungen
Region Dresden
Könnertstr. 25
01067 Dresden

50Hertz Transmission GmbH



Trans. Firma	Datum	Name	Erstellung	Art	Datum	Name
Aufgenommen				ER		
Geseküht			Änderung			
Gegründ			a Datenerhebung	LR	21.09.2013	TRIGS/Coltitz
	Datum	Baufirma	b Trasse überarbeiten, Topografie digitalisiert	LR	12.2011	KZE/jgk
Ersterichter			c EOP-Aktualisierung		09.2016	KZE/jgk
			d			
			e			
SHZ-T		Name	f			
digitale Prüfung	16.11.2017	F. Gölcher	g			

Revision

LP C L 449 0141-0143

	3.2 Übersicht der äußeren Abstände - Abspannabschnitt Mast 139 - Mast 141							
		Ist-Ketten				Ist-Ketten		
Objekt Spannfeld	Zustand	Abstandswerte aus Nachmodellierung Stand: Nov. 2019			Zustand	TP 10°C ohne Überziehen ACSS 362-AL0/59-MEHST		
		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]
Gelände	80°C	18,54	8,50	10,04	135°C	18,07	8,50	9,57
Mast 139 - Mast 140								
10-kV-Leitung	80°C	11,49	3,80	7,69	135°C	10,96	3,80	7,16
Mast 139 - Mast 140								
Straße K 16	80°C	19,24	8,80	10,44	135°C	18,73	8,80	9,93
Mast 139 - Mast 140								
Straße L 1017	80°C	19,00	8,80	10,20	135°C	18,64	8,80	9,84
Mast 139 - Mast 140								
Gelände	80°C	24,22	8,50	15,72	135°C	24,02	8,50	15,52
Mast 140 - Mast 141					-5°C+UZ	23,93	8,50	15,43
	3.2 Übersicht der äußeren Abstände - Abspannabschnitt Mast 141 - Mast 145							
		Ist-Ketten				Ist-Ketten		
Objekt Spannfeld	Zustand	Abstandswerte aus Nachmodellierung Stand: Nov. 2019			Zustand	TP 10°C ohne Überziehen ACSS 362-AL0/59-MEHST		
		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]
Gelände	80°C	29,95	8,50	21,45	135°C	29,99	8,50	21,49
Mast 141 - Mast 142								
Niedersp.-Leitung	80°C	28,85	3,80	25,05	135°C	29,19	3,80	25,39
Mast 141 - Mast 142								
Endwuchshöhe 30m	80°C	6,33	4,30	2,03	135°C	6,48	4,30	2,18
Mast 141 - Mast 142								
Gelände	80°C	18,33	8,50	9,83	135°C	18,94	8,50	10,44
Mast 142 - Mast 143								
10-kV-Leitung	80°C	22,68	3,80	18,88	135°C	22,91	3,80	19,11
Mast 142 - Mast 143								
Gelände	80°C	35,35	8,50	26,85	135°C	35,51	8,50	27,01
Mast 143 - Mast 144								
Endwuchshöhe 30m	80°C	6,43	4,30	2,13	135°C	6,67	4,30	2,37
Mast 143 - Mast 144								
Straße L 1017	80°C	36,62	8,80	27,82	135°C	36,83	8,80	28,03
Mast 143 - Mast 144								
Gelände	80°C	18,75	8,50	10,25	135°C	19,01	8,50	10,51
Mast 144 - Mast 145								

TenneT TSO
Hessen
Thüringen

86.946

0.477, 0.201

12.853

16.604

0.273

14.236

0.724

22.637

20.719

13.455

9.750

1.733

0.557

1.310

0.105

UW Mecklar

450
SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450
SF2

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

Pkt. Stockhausen

M 1

450
SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450
SF2

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

M 1

450
SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450
SF2

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

M 1

450
SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450
SF2

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

L1 L2 L3

450
SF1

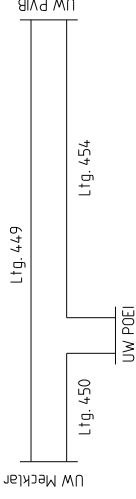
L1 L2 L3

450
SF1

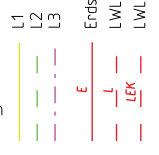
15.565

73.667

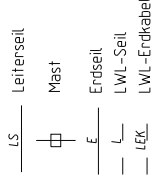
Leitungsplan



Legende



Mitnahme



Bemaßung = Angaben in km

50hertz Transmission GmbH

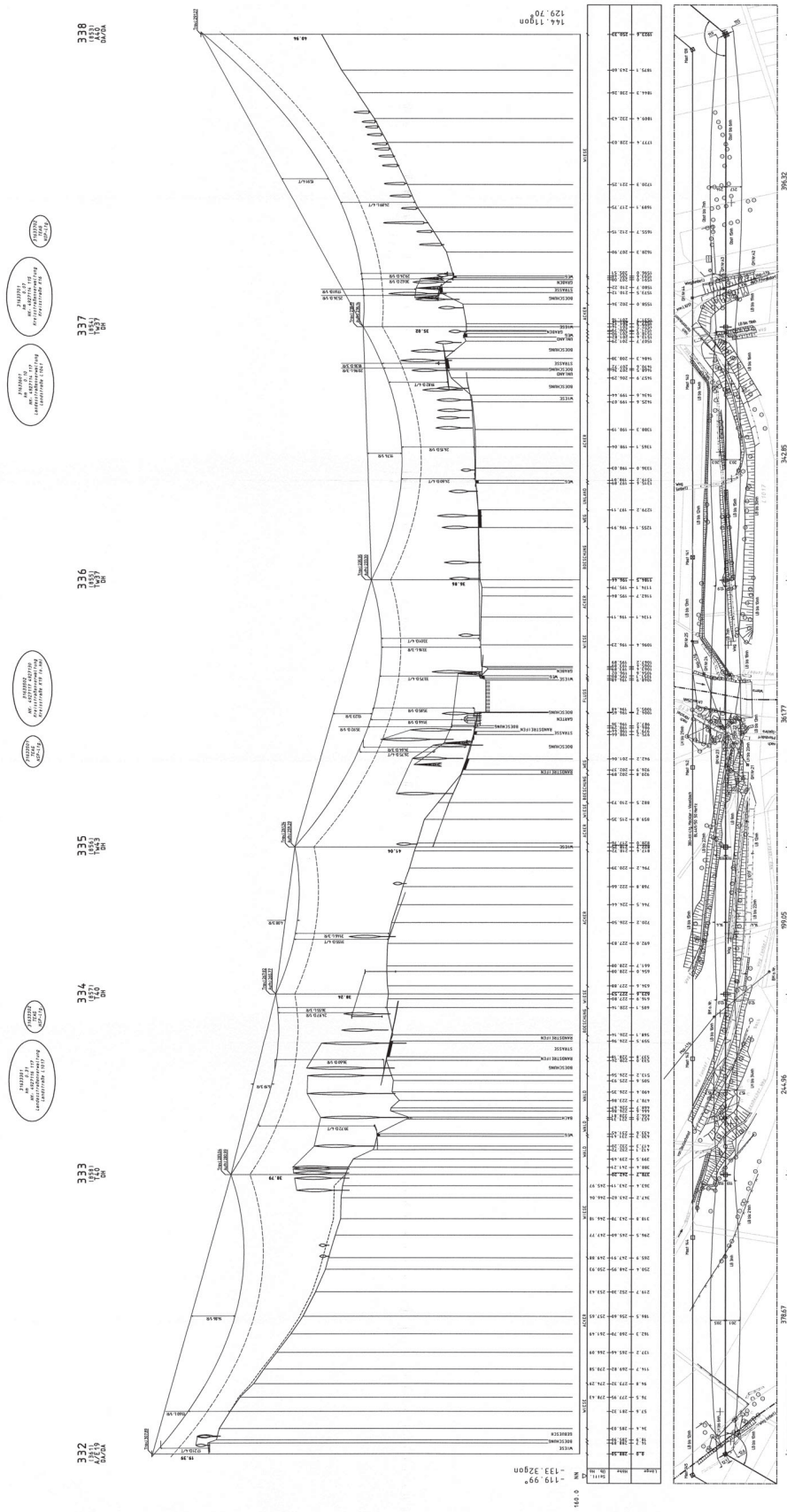


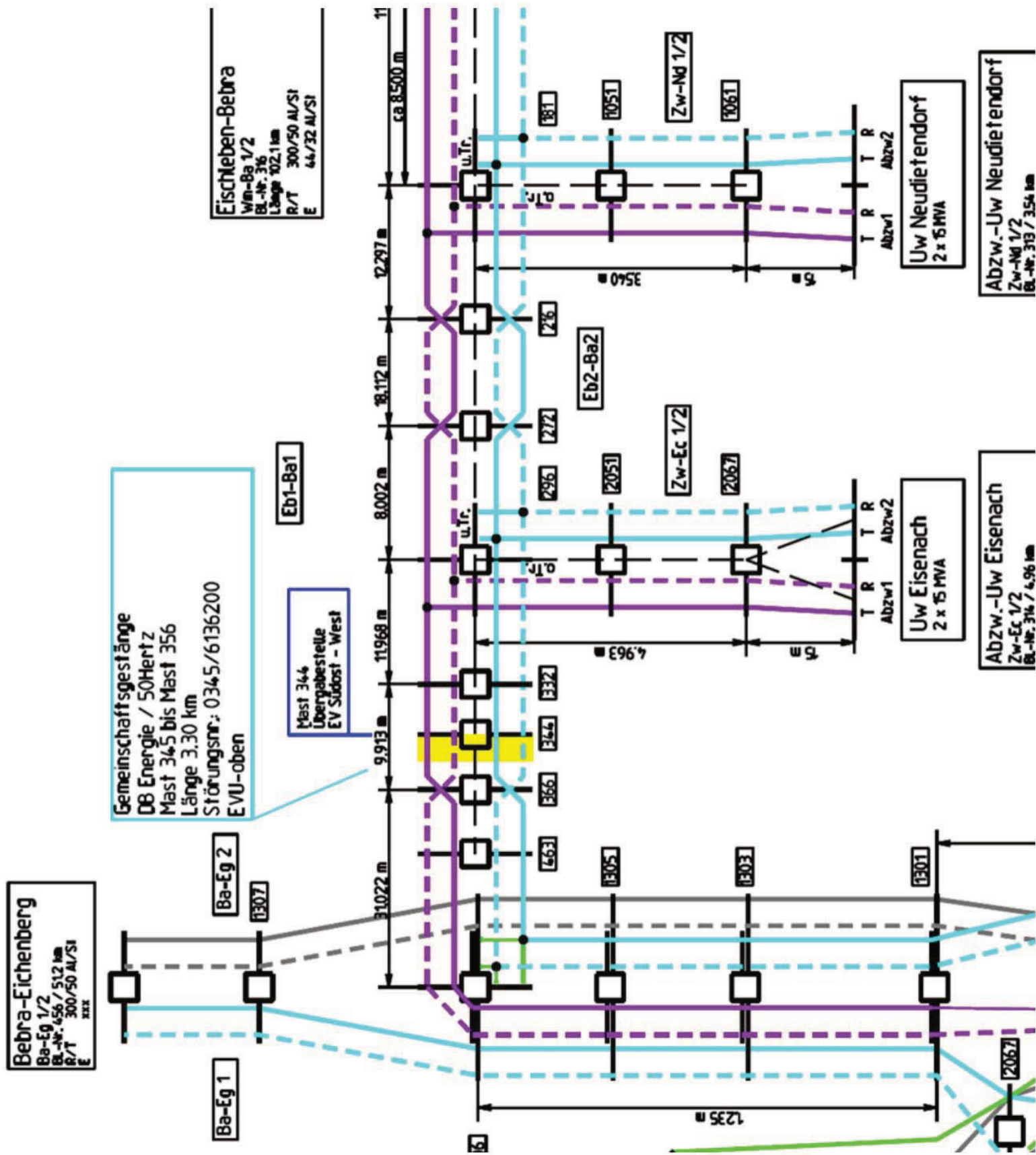
Benennung 380-kV-Ltg. Mecklar-Vieselbach-Eisenach 449/450/454

Zeichnungs-Nr. LF_C_L_449

Format A3

Blatt 1/1





Elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar der 50Hertz Transmission GmbH, Mast 180 bis Mast 181

**Beeinflussung von Personen und
technischen Geräten
durch Energieversorgungsanlagen**

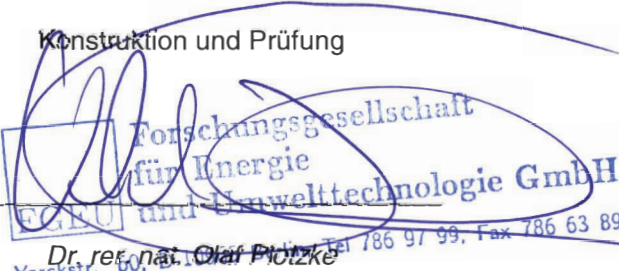
EMVU-Gutachten

Im Auftrag von 50Hertz Transmission GmbH, Heidestraße 2, 10557 Berlin

Vorhabenträgerin ist die 50Hertz Transmission GmbH, Heidestraße 2, 10557 Berlin

Anzahl der Seiten
einschließlich
Titelseite: 25

A-00420e / 2020

Konstruktion und Prüfung

Forschungsgesellschaft
für Energie
und Umwelttechnologie GmbH
FGEU und Umwelttechnologie GmbH
Dr. rer. nat. Olaf Plötzke
Yorckstr. 60, 10557 Berlin, Tel 786 97 99, Fax 786 63 89
unabhängiger Sachverständiger für „Elektromagnetische
Umweltverträglichkeit - EMVU“

Berlin - 03.03.2020

Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH

Berlin 2020, (C) Copyright FGEU mbH.

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung oder Reproduktion unter Verwendung elektronischer Systeme, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der FGEU mbH.

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung	4
2. Parameter der Freileitung	6
3. Berechnung der Feldstärken	7
4. Auswertung	10
4.1 Gewährleistung des Schutzes der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltauswirkungen (26. BImSchV)	10
4.2 Störungen von EDV-Anlagen (EMV)	11
5. Gutachterliche Stellungnahme.....	11
6. Literatur.....	12
7. Anhang.....	12

1. Einleitung

Untersuchungsgegenstand ist die mögliche Beeinträchtigung von Personen (EMVU - elektromagnetische Umweltverträglichkeit) und die Beeinflussung von technischen Geräten (EMV - elektromagnetische Verträglichkeit) der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar der 50Hertz Transmission GmbH. Die Analyse erfolgte im Auftrag der 50Hertz Transmission GmbH, Heidestraße 2, 10557 Berlin.

Für den Personenschutz an Energieanlagen einer Betriebsfrequenz von 50 Hz und einer Betriebsspannung größer als 1000 V sind seit dem 22.8.2013 die Grenzwerte der 26. Verordnung zum BImSchG [BImSchV 13], mit den „effektiv anzuwendenden“ Beurteilungspegeln von 100 μ T und 5 kV/m auf Einhaltung zu überprüfen.

Störbeeinflussungen technischer Art treten vor allem an großformatigen, farbigen Datensichtgeräten auf. Die Wahrnehmbarkeitsschwelle ist vom Gerätetyp abhängig und kann schon bei 1 μ T einsetzen. Felder dieser Größenordnung sind in der Umgebung von Energieversorgungsanlagen und Kabelführungen - wie auch in Büro- und Wohngebäuden - üblich.

In der Umgebung der 380-kV-Freileitung gibt es mehrere Gebäude und Grundstücke, welche zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Da sich diese Gebäude in großer räumlicher Entfernung zueinander befinden, werden sie getrennt voneinander betrachtet. In der Umgebung des Mastfeldes M180 - M181 befinden sich mehrere Gebäude und Grundstücke, welche zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt und weniger als 20 m von den ruhenden äußeren Leitern der Freileitung entfernt sind. Es handelt sich somit um maßgebliche Immissionsorte (IO 06 und IO 07). Beim Gebäude IO 06 handelt es sich um ein eingeschossiges Gartenhaus, beim Gebäude IO 07 um ein mehrgeschossiges Wohngebäude. Die Abstände zur Trassenachse sind jeweils in Tabelle 1 angegeben.

Die Höhe des Gartenhauses (IO 06) wird anhand von Fotos auf weniger als 4 Meter geschätzt (eingeschossige Gebäude). Die Höhe des Wohngebäudes (IO 07) wird anhand von Fotos auf weniger als 10 m geschätzt.

Tabelle 1: Übersicht der betrachteten Immissionsorte

Nr.	Mastfeld	Abstand Grundstück [m]	Abstand Gebäude [m]	Adresse
IO 06	M180 - M181	23	31	Gemarkung Großenlupnitz, Flur 3, Flurstück 374/6
IO 07	M180 - M181	23	38	Langensalzaer Str. 16e, 99820 Hörselberg-Hainich

2. Parameter der Freileitung

Die Parameter der Freileitung wurden aus den Unterlagen der 50Hertz Transmission GmbH (Trassenplan, Mastbild etc.) entnommen:

Die derzeit im Betrieb befindliche 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar soll mit einem neuen Leiterseil belegt werden. Dadurch erhöht sich der maximale Stromfluss. Nachfolgend wird die umbeseilte Freileitung betrachtet.

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar:

max. Stromfluss	4000 A (höchste betriebliche Anlagenauslastung)
Nennspannung	380-kV (gerechnet mit 420-kV)
Phasenbelegung	321 321
Leiterseil	2 x 3 x 3 x 362-AL0/59-MEHST
Mastfeld	180 - 181
Masttyp	W11-8, T1+6
min. Leiterseilaufhängung	20.6 m und 33.6 m über EOK
min. Bodenabstand	8.5 m

Im realen Betrieb ist der tatsächliche Stromfluss häufig erheblich geringer als der Maximalwert bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung von 4000 A, welcher zur Beurteilung entsprechend der 26. Verordnung zum BImSchG heranzuziehen ist, und unterliegt zeitlichen Schwankungen, die typischerweise 50% der mittleren Tageslast ausmachen.

Die Positionen und Abmessungen sowie der Verlauf der Freileitung über den Grundstücken stammen aus den Unterlagen der 50Hertz Transmission GmbH sowie dem Geoportal Thüringen (© GDI-Th, dl-de-by-2.0, <http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>, <https://www.geoportal-th.de/de-de/Downloadbereiche/Download-Offene-Geodaten-Th%C3%BCrtingen>).

3. Berechnung der Feldstärken

Die Berechnung der Feldstärken erfolgte auf Grundlage der Trassenpläne der 50Hertz Transmission GmbH mittels der Software "WinField Release 2020" der FGEU mbH entsprechend DIN EN 50413. Als Stromfluss wurde eine maximale Auslastung der 380-kV-Freileitung sowie eine Betriebsspannung in Höhe von 420 kV angesetzt. Die möglichen Fehler betragen:

Position: +/- 1 m
Feldstärke: 5% (gültig für die ungestörten Feldstärken; bei der Berücksichtigung von Gebäuden kann der Fehler der elektrischen Feldstärke wesentlich größer sein. Die Feldstärken im Aufenthaltsbereich von Personen werden jedoch über- und nicht unterschätzt.)

Berechnet wurden jeweils die magnetische Flussdichte B [μT] und die elektrische Feldstärke E [kV/m] bei einer Frequenz von 50 Hz in 1 m Höhe über dem Erdboden für die Grundstücke (Tabelle 2). Berechnet wurden außerdem die magnetischen Flussdichten in Gebäuden zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt (Tabelle 3). Die Ergebnisse sind im Anhang dargestellt. Die maximalen Werte betragen:

Tabelle 2: magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke in 1 m Höhe

Maximalwert in 1 m Höhe	magnetische Flussdichte	elektrische Feldstärke
Grundstück IO 06	43.6 μT	3.5 kV/m
Grundstück IO 07	54.3 μT	4.0 kV/m

An den umliegenden zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt bestimmten Gebäuden wurden die Maximalwerte der magnetischen Flussdichte auf verschiedenen Höhen ermittelt. Als Immissionsort wurde dabei immer die Gebäudeseite gewählt, an welcher die höchste magnetische Flussdichte auftritt. Der größte Höhenwert auf dem berechnet wurde entspricht der jeweiligen Höhe des Gebäudes. Die Nummerierung der Gebäude entspricht den Ausdrücken im Anhang.

Tabelle 3: Ergebnistabelle mit magnetischer Flussdichte an den betrachteten Gebäuden auf verschiedenen Höhen

Höhe Maximalwert magnetische Flussdichte [μT]	1 m	4 m	7 m	10 m
Gebäude IO 06 Langensalzaer Str. 16e, 99820 Hörselberg-Hainich M 180 - M 181	33.0	39.6	-	-
Gebäude IO 07 Langensalzaer Str. 16e, 99820 Hörselberg-Hainich M 180 - M 181	19.2	20.4	21.3	21.7

Es sind folgende Besonderheiten zu beachten:

- Die elektrische Feldstärke ist weitgehend unabhängig von der Übertragungsleistung. Bei geringerer Leistung sinkt die Leitertemperatur, wodurch die Zugspannung der Leiterseile steigt und der Durchhang geringer wird. Die Folge ist eine etwas geringere Bodenfeldstärke.
- Der Einfluss der Vegetation auf dem Grundstück wurde nicht berücksichtigt. In der Praxis wird die elektrische Feldstärke hierdurch erheblich reduziert. Im günstigsten Fall bis fast auf Null - direkt unter Bäumen ist die Feldstärke praktisch Null.
- Die elektrische Feldstärke innerhalb von Gebäuden ist vernachlässigbar, da die Außenwände das elektrische Feld abschirmen. In den Berechnungen eventuell sichtbare Anteile innerhalb von Gebäuden sind auf die Modellnachbildung sowie die Position des Vertikalschnittes zurückzuführen.
- Die magnetische Flussdichte ist proportional zum Stromfluss. Bei geringerer Auslastung ist diese linear zu reduzieren.
- Die magnetische Flussdichte durchdringt Gebäude ungestört und ist praktisch nicht abschirmbar.

- Die maximale magnetische Flussdichte innerhalb von Gebäuden tritt unter dem Dachfirst auf, wo voraussichtlich nicht der ständige Aufenthaltsbereich von Personen sein wird.
- Das Auftreten anderer Frequenzen als 50 Hz ist vernachlässigbar.
- Anhaltspunkte für eine Vorbelastung durch andere Feldquellen liegen nicht vor.

4. Auswertung

4.1 Gewährleistung des Schutzes der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltauswirkungen (26. BImSchV)

Die maximal im Aufenthaltsbereich von Personen zu erwartenden Feldstärken sind im Folgenden den Grenzwerten zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltauswirkungen gegenübergestellt.

Im Jahr 1998 wurden von der ICNIRP Richtwertempfehlungen [ICNIRP 98] (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) im Expositionsbereich 2 (Langzeitexposition > 8 Stunden) erlassen. Diese Richtwerte, die bereits den Vorsorgeaspekt berücksichtigen, wurden in Deutschland am 1.1.97 per 26. Verordnung zum BImSchG als gesetzlich bindende Grenzwerte festgeschrieben. Seit dem 22.08.2013 ist die Novellierung der 26. BImSchV gesetzlich bindend, welche auf den im Jahre 2010 überarbeiteten ICNIRP-Empfehlungen [ICNIRP 10] basiert. Die Grenzwerte für 50-Hz-Felder sind seitdem mit 200 μT und 5 kV/m festgelegt. Für die magnetische Flussdichte gilt allerdings, dass auch die Hälfte des Grenzwertes nicht überschritten werden darf. Die „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerte der novellierten 26. BImSchV sind für 50 Hz mit 100 μT und 5 kV/m somit gleich geblieben. In der nachfolgenden Tabelle sind die maximal im Aufenthaltsbereich von Personen zu erwartenden Feldstärken den „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerten der novellierten 26. BImSchV gegenübergestellt.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Maximalwerte mit den 26. BImSchV-Grenzwerten

	max. berechnete Feldstärken (Effektivwerte)	26. BImSchV „effektiv anzuwendende“ Grenzwerte (Effektivwerte)
B [μT]	54.3	100
E [kV/m]	4.0	5

(Anmerkung: Geltungsbereich der Grenzwerte ist 50 Hz)

Die „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerte der 26. BImSchV werden unterschritten. Aus Sicht des Personenschutzes sind insofern keine Maßnahmen erforderlich. Eine Beeinträchtigung für Menschen ist nach heutigem Stand des Wissens auszuschließen. Auch eine mittelbare Gefährdung durch Einwirkung der Felder auf elektronische Lebenshilfen, wie z.B. Herzschrittmacher, ist nicht zu erwarten.

In Gebäuden ist die elektrische Feldstärke praktisch Null. Die berechnete magnetische Flussdichte innerhalb von Gebäuden sinkt auf 1 m Höhe über dem Erdboden unter 33.0 μT . Felder dieser Größenordnung können durchaus auch in Bürogebäuden oder Wohnungen angetroffen werden, die nicht im Einzugsbereich von Freileitungen liegen. Insbesondere sind die Feldstärken in Industriebetrieben oder in der Umgebung von Elektrogeräten häufig erheblich höher.

4.2 Störungen von EDV-Anlagen (EMV)

Die maximal zu erwartenden magnetischen Flussdichten von $\leq 54.3 \mu\text{T}$ liegen im Bereich wo Bildstörungen von Datensichtgeräten hervorgerufen werden können ($>1 \mu\text{T}$). Störungen können ebenfalls an empfindlichen Forschungsanlagen, Tonstudioeinrichtungen oder Hörgeräten auftreten. Falls eine Nutzung derartiger Geräte geplant ist, sind die entsprechenden Störschwellen beim Hersteller zu erfragen. Derartig niedrige Störschwellen beruhen auf dem Funktionsprinzip hochempfindlicher technischer Geräte. Eine Reaktion dieser Geräte ist aber keinesfalls mit dem Auftreten von Gesundheitsbeeinträchtigungen gleichzusetzen.

5. Gutachterliche Stellungnahme

Wie im Kapitel "Auswertung" ausführlich dargelegt wurde, sind aus der Sicht des Personenschutzes entsprechend 26. BImSchV keine Maßnahmen erforderlich. Dem geplanten Leitungsbauvorhaben ist deshalb hinsichtlich der elektromagnetischen Umweltverträglichkeit ausdrücklich Zustimmung zu erteilen. Eine Beeinträchtigung für Menschen ist nach heutigem Stand des Wissens auszuschließen.

Für eine gewerbliche Nutzung sind die im Kapitel "Auswertung" dargelegten Hinweise zu beachten.

6. Literatur

- [ICNIRP 98] **ICNIRP Guidelines**, *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*. Health Physics, V74 No. 4, (April 1998).
- [ICNIRP 10] **ICNIRP Guidelines**, *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)*. Health Physics, V99 No. 6, (Dezember 2010).
- [BlmSchV 96] **Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BlmSchV)**, Bundesgesetzesblatt, Jahrgang 1996, Teil 1, Nr. 66, (Dezember 1996).
- [BlmSchV 13] **novellierte Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BlmSchV)**, Bundestagsbeschluss, 13.06.2013
- [LAI DFH 14] **Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder**, in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) am 17. und 18. September 2014 in Landshut

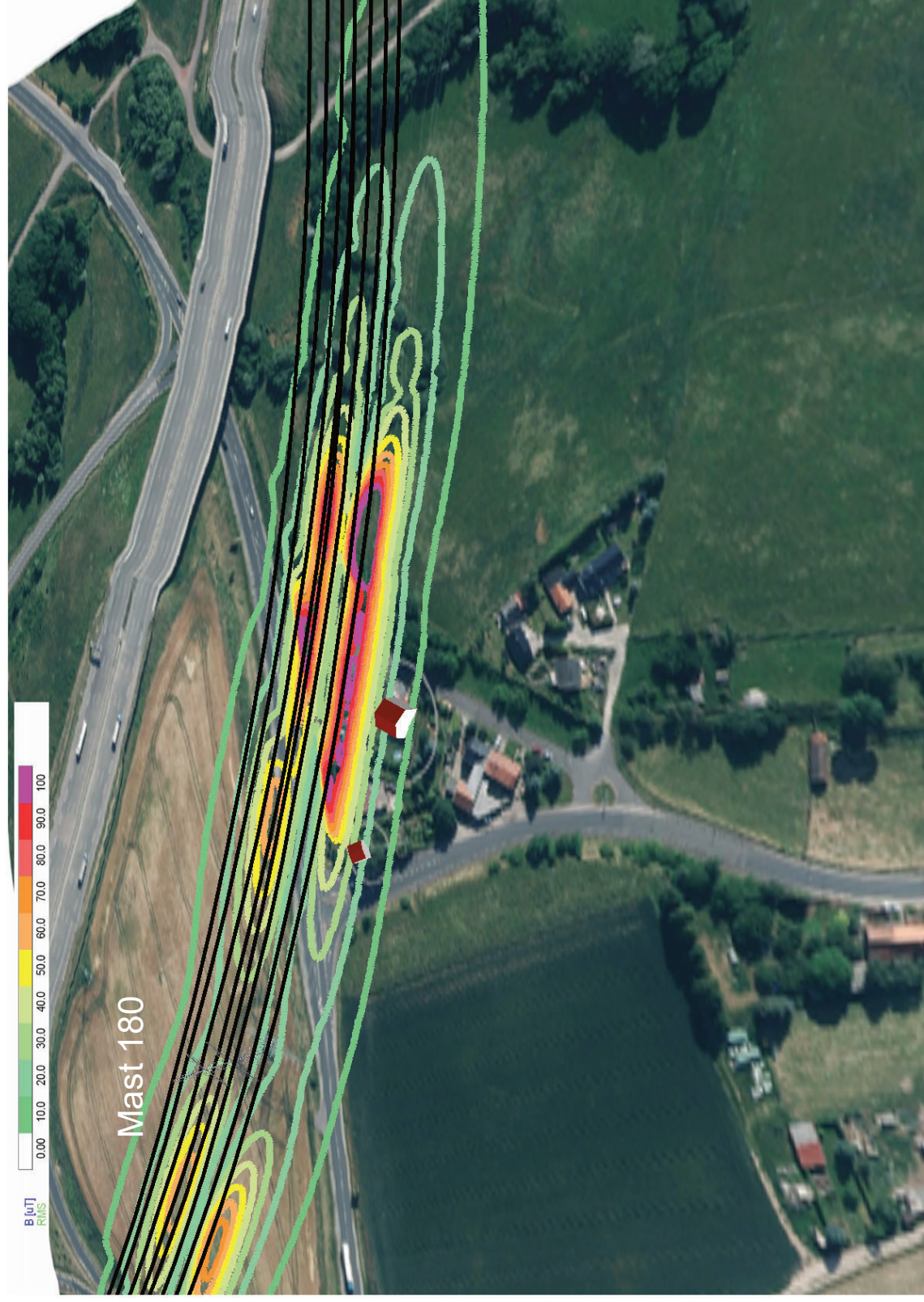
7. Anhang

3-D-Ansicht der 380-kV-Freileitung

Magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke in Horizontalschnitten über dem Erdboden

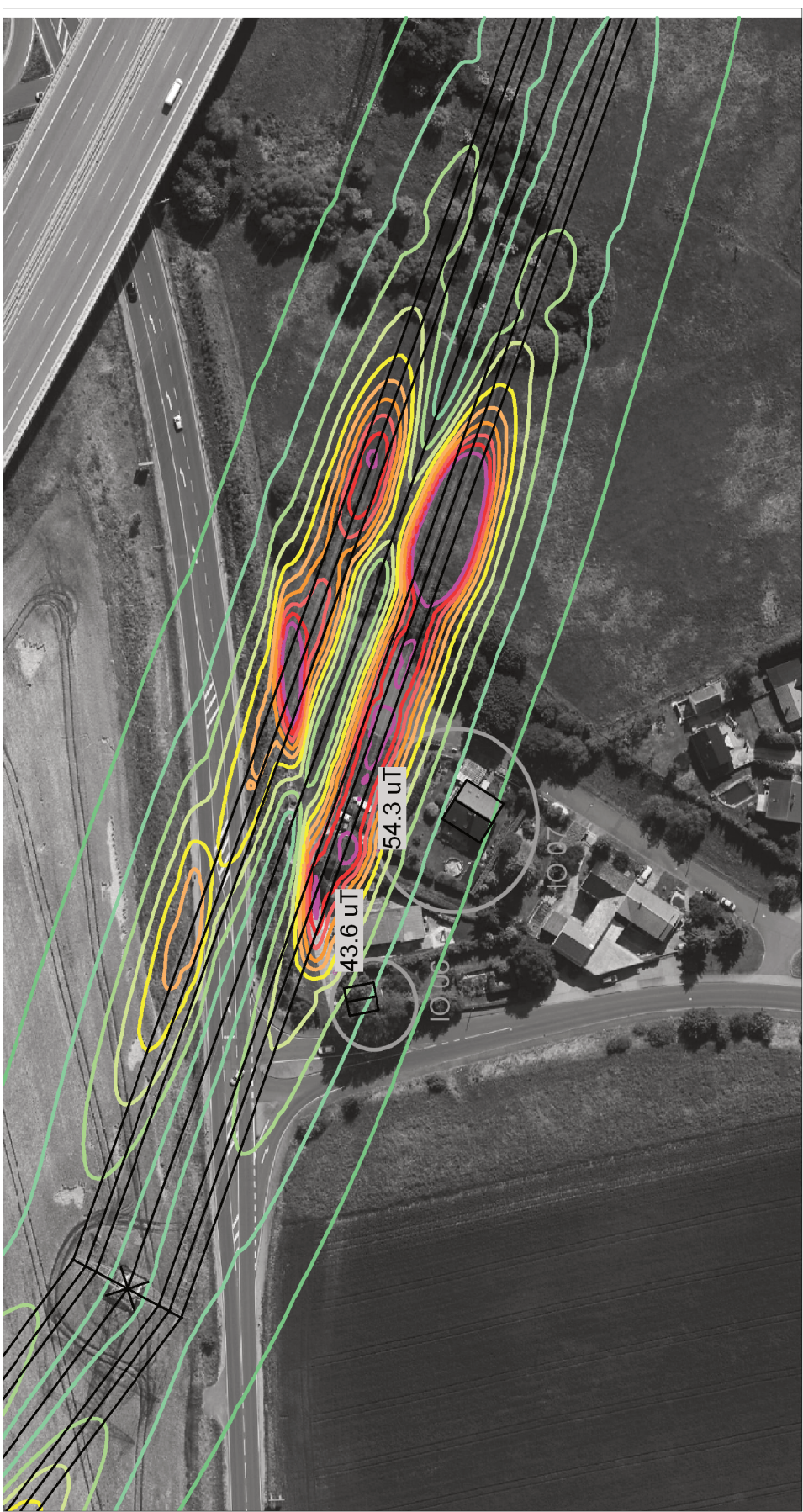
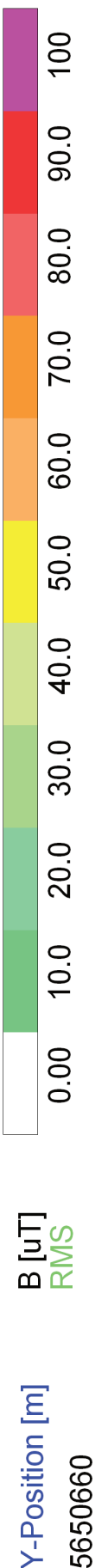
Technische Unterlagen

3D-Ansicht der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden
 Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 321 | 321; M180 - M181



380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 321 | 321; M180 - M181



5650456
598752

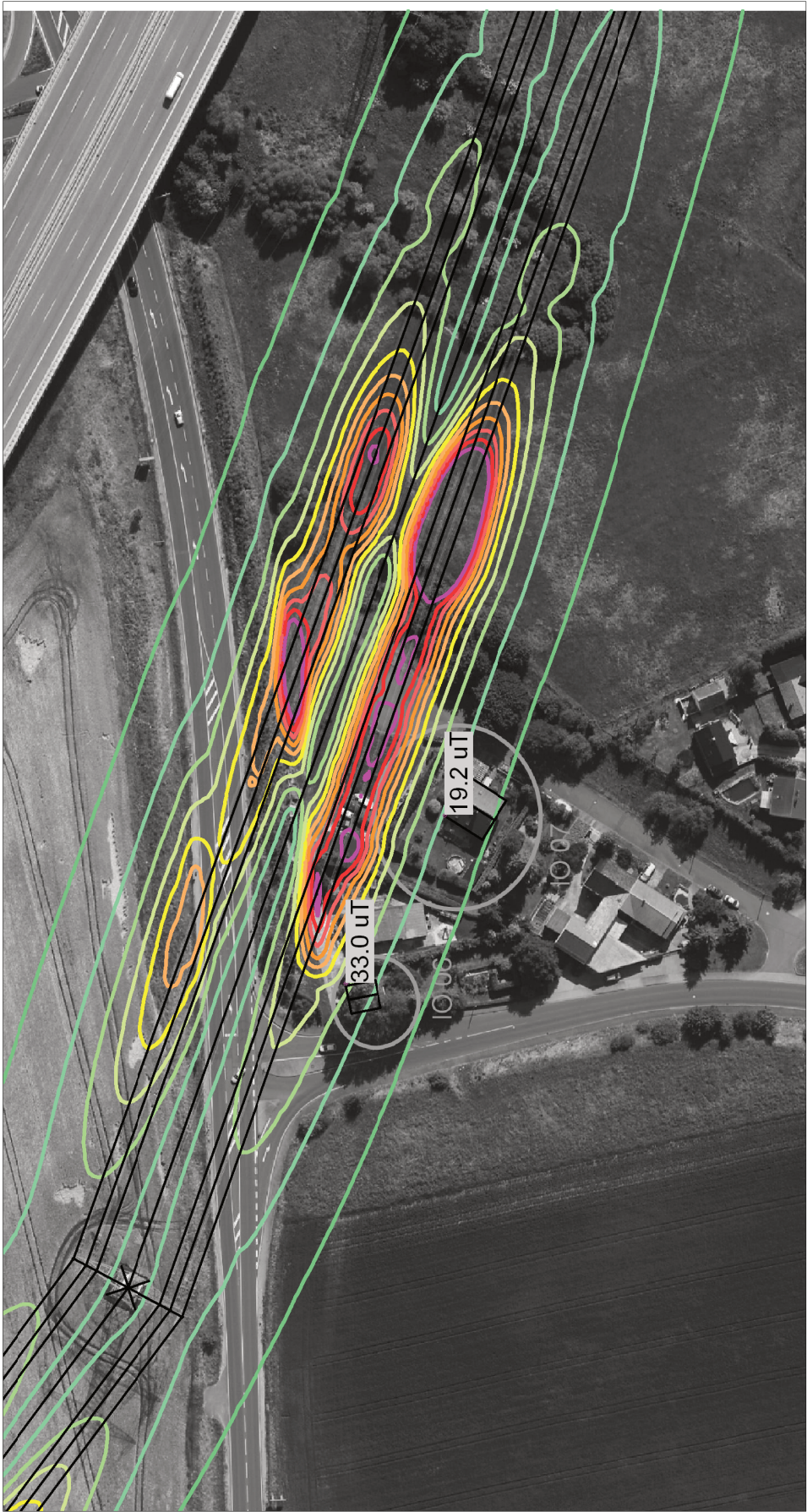
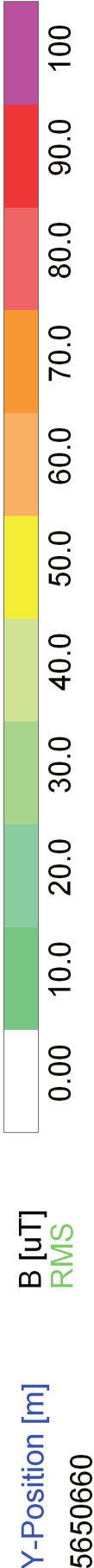
X-Position [m]

599134

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 321 | 321; M180 - M181



5650456
598752

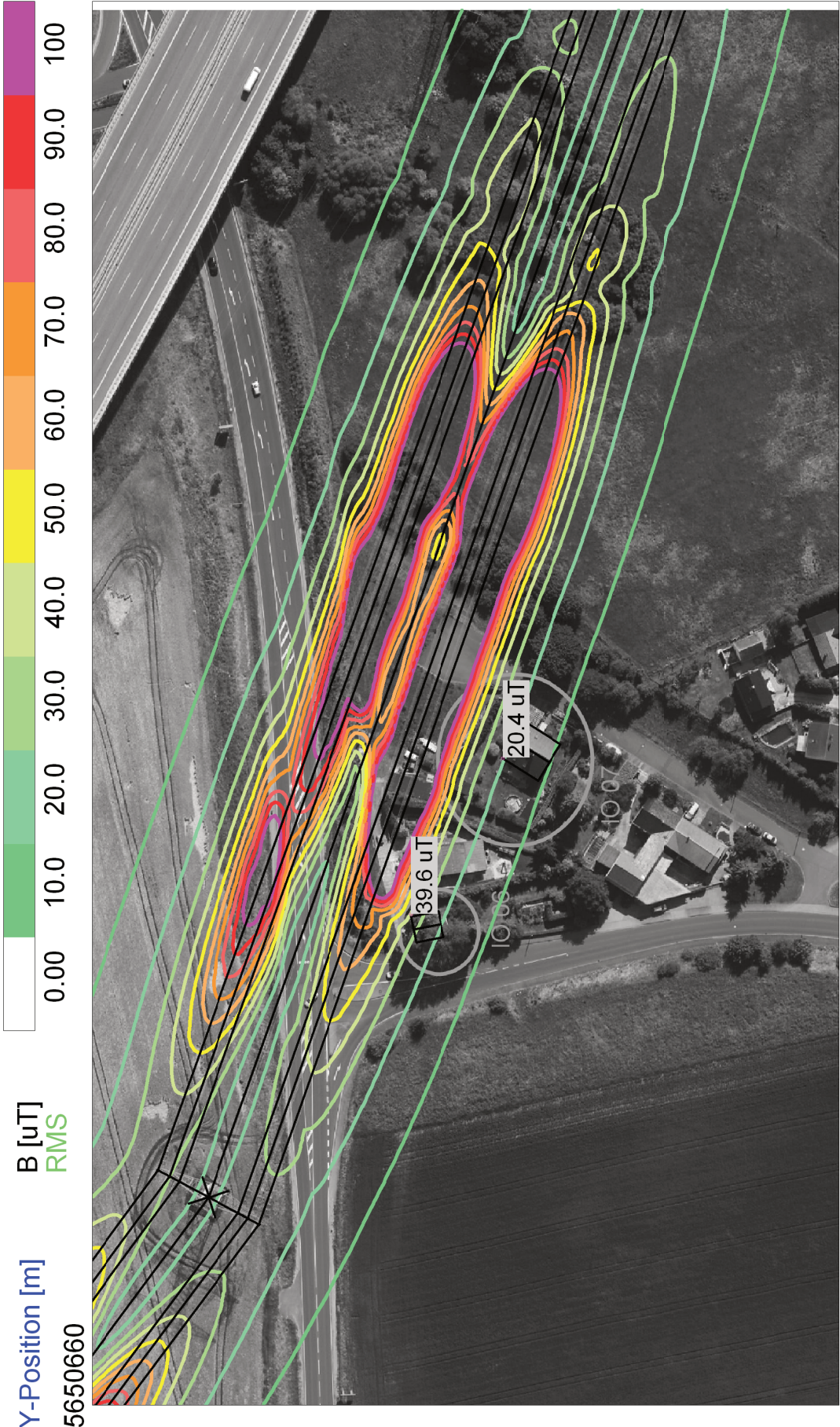
X-Position [m]

599134

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 4 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 321 | 321; M180 - M181



5650456
598752

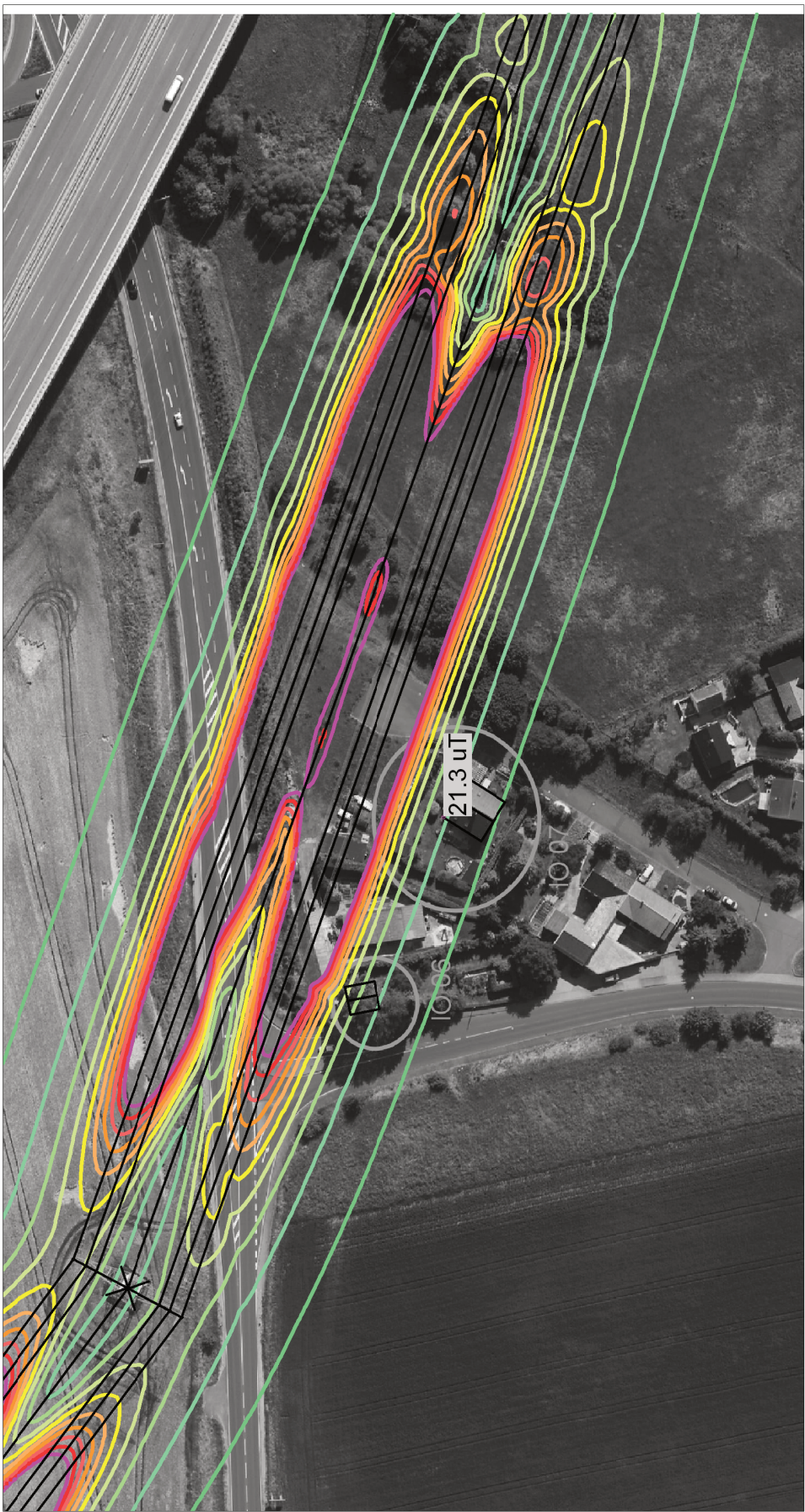
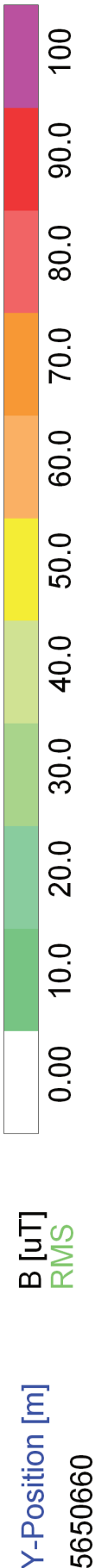
X-Position [m]

599134

Z [m] = 4.000 f [Hz] = 50

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 7 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 321 | 321; M180 - M181



5650456
598752

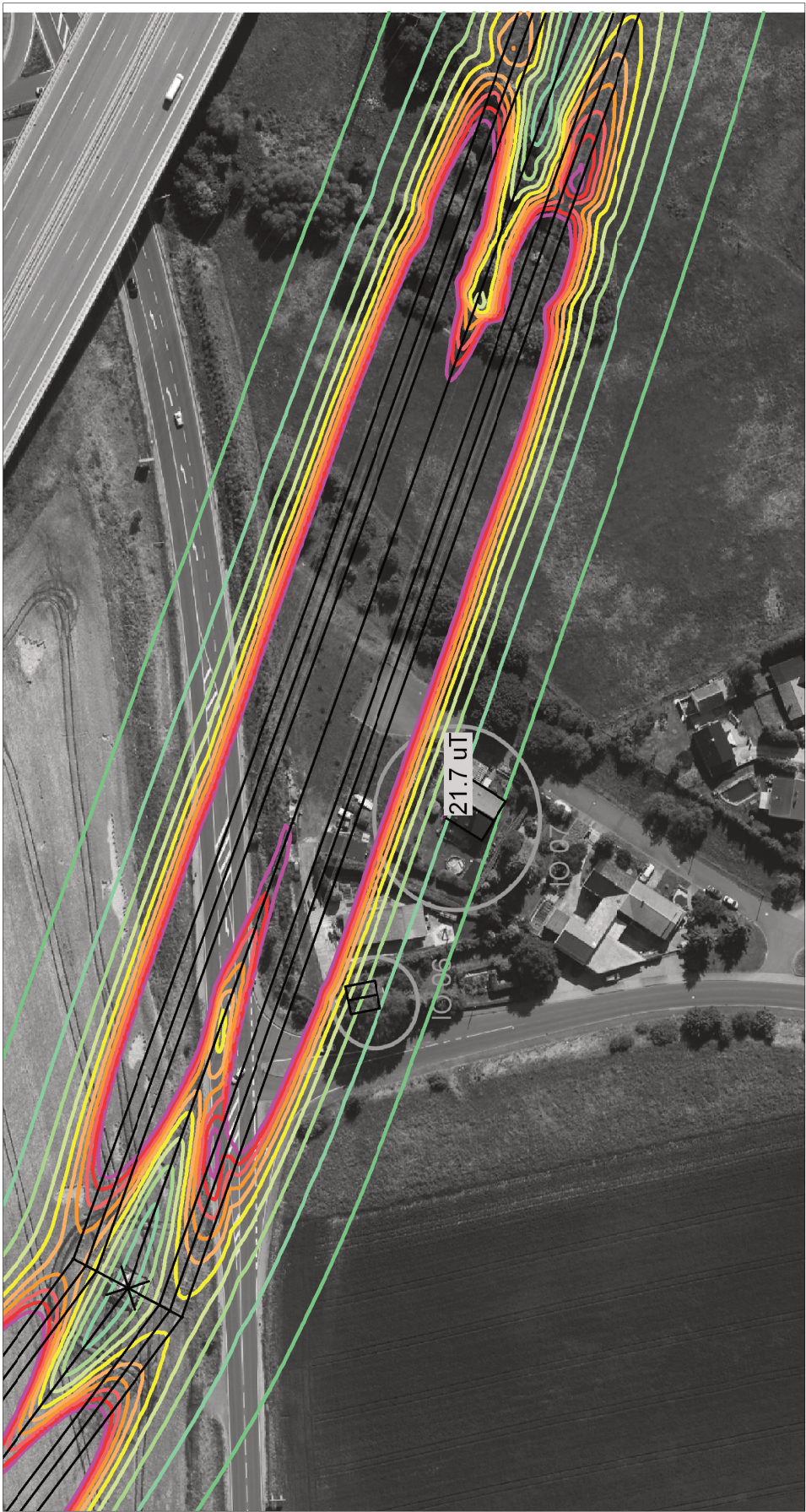
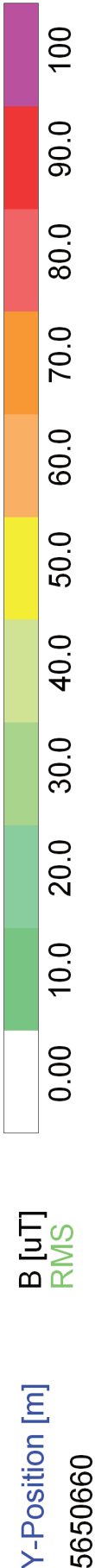
X-Position [m]

599134

Z [m] = 7.000 f [Hz] = 50

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 10 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 321 | 321; M180 - M181



5650456
598752

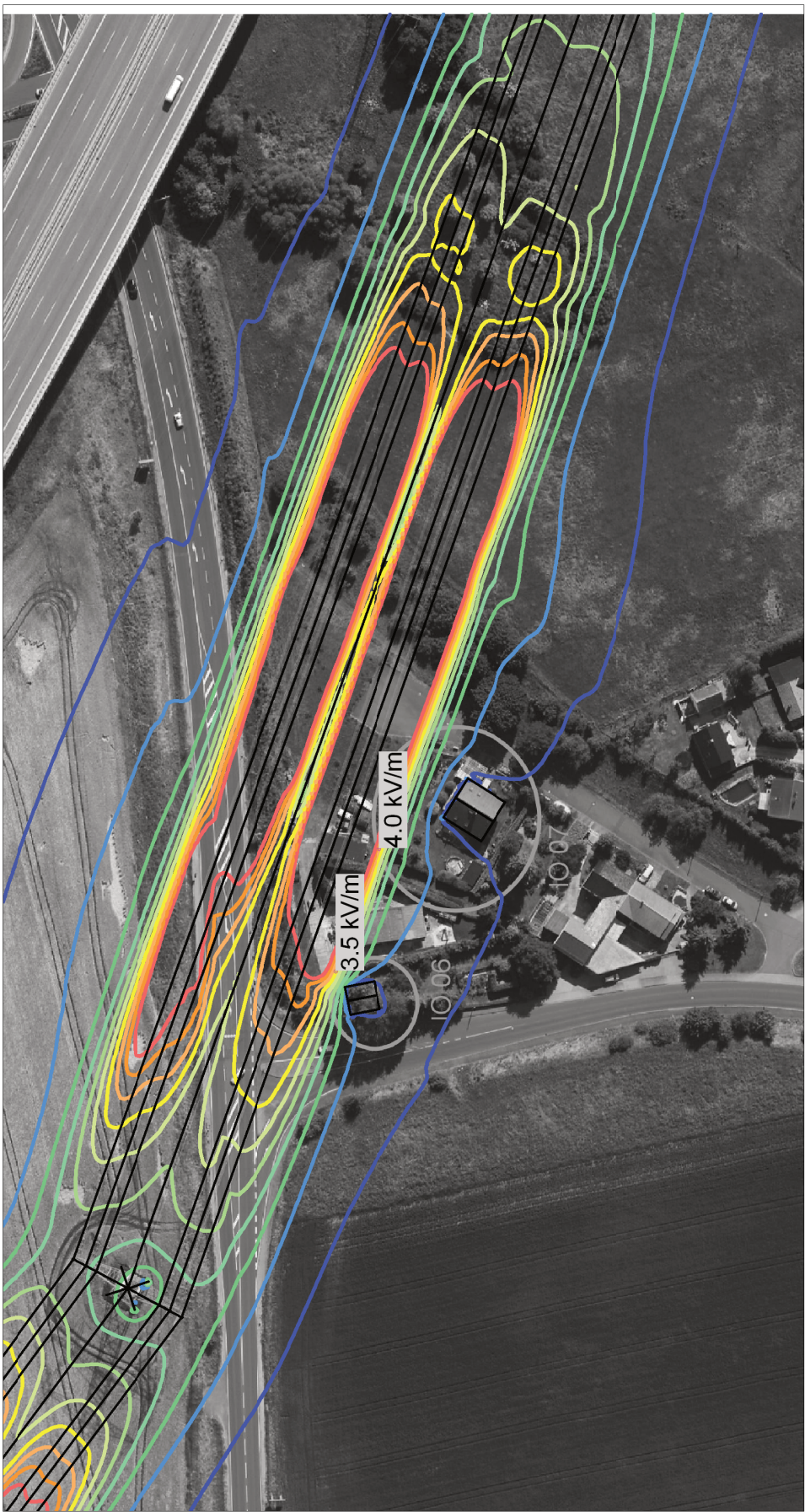
X-Position [m]

Z [m] = 10.000 f [Hz] = 50

599134

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: el. Feldstärke 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 321 | 321; M180 - M181



5650456
598752

X-Position [m]

599134

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

3.2 Übersicht der äußeren Abstände - Abspannabschnitt Mast 176 - Mast 178								
Objekt Spannfeld	Zustand	Abstandswerte aus Nachmodellierung			Zustand	Ist-Ketten		
		Stand: Nov. 2019				TP 10°C ohne Überziehen		
		ACSS 362-AL0/59-MEHST						
		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]
Gelände	80°C	13,16	8,50	4,66	135°C	12,27	8,50	3,77
Mast 176 - Mast 177								
Gelände	80°C	9,86	8,50	1,36	135°C	8,76	8,50	0,26
Mast 177 - Mast 178	-5°C+UZ	10,57	8,50	2,07	-5°C+UZ	9,31	8,50	0,81
110-kV-Ltg. Eisenach	80°C	8,37	3,80	4,57	135°C	7,69	3,80	3,89
Mast 177 - Mast 178					-5°C+UZ	7,37	3,80	3,57
3.2 Übersicht der äußeren Abstände - Abspannabschnitt Mast 178 - Mast 180								
Objekt Spannfeld	Zustand	Abstandswerte aus Nachmodellierung			Zustand	Ist-Ketten		
		Stand: Nov. 2019				TP 10°C ohne Überziehen		
		ACSS 362-AL0/59-MEHST						
		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]
Gelände	80°C	10,86	8,50	2,36	135°C	10,41	8,50	1,91
Mast 178 - Mast 179								
Gelände	80°C	9,84	8,50	1,34	135°C	9,63	8,50	1,13
Mast 179 - Mast 180								
Auffahrt BAB 4	80°C	16,53	8,80	7,73	135°C	16,24	8,80	7,44
Mast 179 - Mast 180								
3.2 Übersicht der äußeren Abstände - Abspannabschnitt Mast 180 - Mast 191								
Objekt Spannfeld	Zustand	Abstandswerte aus Nachmodellierung			Zustand	Ist-Ketten		
		Stand: Nov. 2019				TP 10°C ohne Überziehen		
		ACSS 362-AL0/59-MEHST						
		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]
Gelände	80°C	9,29	8,50	0,79	135°C	8,92	8,50	0,42
Mast 180 - Mast 181								
Straße B 84	80°C	10,82	8,80	2,02	135°C	10,49	8,80	1,69
Mast 180 - Mast 181								
Gelände	80°C	12,61	8,50	4,11	135°C	12,26	8,50	3,76
Mast 181 - Mast 182					-5°C+UZ	11,99	8,50	3,49
Gelände	80°C	8,96	8,50	0,46	135°C	8,66	8,50	0,16
Mast 182 - Mast 183	-5°C+UZ	8,65	8,50	0,15	-5°C+UZ	8,08	8,50	-0,42
Gelände	80°C	9,41	8,50	0,91	135°C	9,06	8,50	0,56
Mast 183 - Mast 184	-5°C+UZ	9,24	8,50	0,74	-5°C+UZ	8,57	8,50	0,07
Gelände	80°C	8,62	8,50	0,12	135°C	8,28	8,50	-0,22

Elektrische Feldstärke und magnetische Flussdichte der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar der 50Hertz Transmission GmbH, Mast 230 bis Mast 231

**Beeinflussung von Personen und
technischen Geräten
durch Energieversorgungsanlagen**

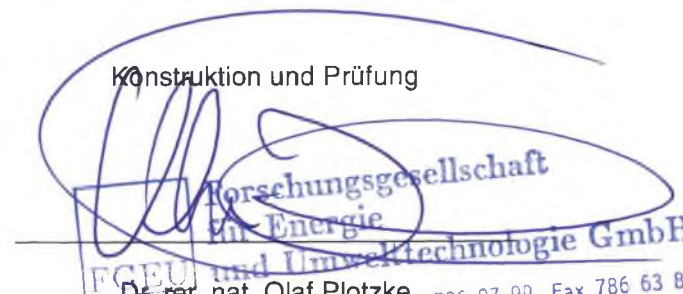
Gutachterliche Bewertung

Im Auftrag von 50Hertz Transmission GmbH, Heidestraße 2, 10557 Berlin

Vorhabenträgerin ist die 50Hertz Transmission GmbH, Heidestraße 2, 10557 Berlin

Anzahl der Seiten
einschließlich
Titelseite: 31

A-00420f / 2020

Konstruktion und Prüfung

Forschungsgesellschaft
für Energie
und Umwelttechnologie GmbH
FGEU
Dr. rer. nat. Olaf Plotzke
unabhängiger Sachverständiger für „Elektromagnetische
Umweltverträglichkeit - EMVU“
Tel. 786 97 99, Fax 786 63 89

Berlin - 03.03.2020

Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH

Berlin 2020, (C) Copyright FGEU mbH.

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung oder Reproduktion unter Verwendung elektronischer Systeme, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der FGEU mbH.

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung	4
2. Parameter der Freileitung	5
3. Berechnung der Feldstärken	7
4. Auswertung	11
4.1 Gewährleistung des Schutzes der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltauswirkungen (26. BImSchV)	11
4.2 Störungen von EDV-Anlagen (EMV)	12
5. Gutachterliche Stellungnahme.....	12
6. Literatur.....	13
7. Anhang.....	13

1. Einleitung

Untersuchungsgegenstand ist die mögliche Beeinträchtigung von Personen (EMVU - elektromagnetische Umweltverträglichkeit) und die Beeinflussung von technischen Geräten (EMV - elektromagnetische Verträglichkeit) der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar der 50Hertz Transmission GmbH. Die Analyse erfolgte im Auftrag der 50Hertz Transmission GmbH, Heidestraße 2, 10557 Berlin.

Für den Personenschutz an Energieanlagen einer Betriebsfrequenz von 50 Hz und einer Betriebsspannung größer als 1000 V sind seit dem 22.8.2013 die Grenzwerte der 26. Verordnung zum BImSchG [BImSchV 13], mit den „effektiv anzuwendenden“ Beurteilungspegeln von 100 μ T und 5 kV/m auf Einhaltung zu überprüfen.

Störbeeinflussungen technischer Art treten vor allem an großformatigen, farbigen Datensichtgeräten auf. Die Wahrnehmbarkeitsschwelle ist vom Gerätetyp abhängig und kann schon bei 1 μ T einsetzen. Felder dieser Größenordnung sind in der Umgebung von Energieversorgungsanlagen und Kabelführungen - wie auch in Büro- und Wohngebäuden - üblich.

In der Umgebung der 380-kV-Freileitung gibt es mehrere Gebäude und Grundstücke, welche zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Da sich diese Gebäude in großer räumlicher Entfernung zueinander befinden, werden sie getrennt voneinander betrachtet. In der Umgebung des Mastfeldes M230 - M231 befinden sich Gebäude und ein Grundstück, welche zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind (IO 11). Die Abstände zur Trassenachse sind jeweils in Tabelle 1 angegeben.

Die Höhe der betrachteten Gebäude wird anhand von Fotos auf weniger als 4 Meter geschätzt (eingeschossige Gebäude).

Tabelle 1: Übersicht der betrachteten Immissionsorte

Nr.	Mastfeld	Abstand Grundstück [m]	Abstand Gebäude [m]	Adresse
IO 11	M230 - M231	45	52	nicht bekannt (Gemarkung Remstädt, Flur 2, Flurstück 448)

2. Parameter der Freileitung

Die Parameter der Freileitung wurden aus den Unterlagen der 50Hertz Transmission GmbH und der DB Energie GmbH (Trassenplan, Mastbild etc.) entnommen:

Die derzeit im Betrieb befindliche 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar soll mit einem neuen Leiterseil belegt werden. Dadurch erhöht sich der maximale Stromfluss. Nachfolgend wird die umbeseilte Freileitung betrachtet.

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar:

max. Stromfluss	4000 A (höchste betriebliche Anlagenauslastung)
Nennspannung	380-kV (gerechnet mit 420-kV)
Phasenbelegung	213 132
Leiterseil	2 x 3 x 3 x 362-AL0/59-MEHST
Mastfeld	230 - 231
Masttyp	T1-2, T1+8
min. Leiterseilaufhängung	25.4 m und 35.4 m über EOK
min. Bodenabstand	12.1 m

Als Vorbelastung wurde die 110-kV-Bahnstrom-Freileitung Nr. 316 Abzw. Eischleben - Bebra berücksichtigt:

max. Stromfluss	740 A (höchste betriebliche Anlagenauslastung)
Nennspannung	110-kV (gerechnet mit 123-kV)
Phasenbelegung	T R T R
Leiterseil	2 x 2 x 1 x 304-AL1/49-ST1A
Mastfeld	231 - 232 - 233
Masttyp	T22, T25, A19
min. Leiterseilaufhängung	20.1 m, 23.0 und 18.9 m über EOK
min. Bodenabstand	9.4 m und 11.1 m

Im realen Betrieb ist der tatsächliche Stromfluss häufig erheblich geringer als der Maximalwert bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung von 4000 A, welcher zur Beurteilung entsprechend der 26. Verordnung zum BImSchG heranzuziehen ist, und

unterliegt zeitlichen Schwankungen, die typischerweise 50% der mittleren Tageslast ausmachen.

Die Positionen und Abmessungen sowie der Verlauf der Freileitung über den Grundstücken stammen aus den Unterlagen der 50Hertz Transmission GmbH und der DB Energie GmbH sowie dem Geoportal Thüringen (© GDI-Th, dl-de-by-2.0, <http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>, <https://www.geoportal-th.de/de-de/Downloadbereiche/Download-Offene-Geodaten-Th%C3%BCrtingen>).

3. Berechnung der Feldstärken

Die Berechnung der Feldstärken erfolgte auf Grundlage der Trassenpläne der 50Hertz Transmission GmbH und der DB Energie GmbH mittels der Software "WinField Release 2020" der FGEU mbH entsprechend DIN EN 50413. Als Stromfluss wurde eine maximale Auslastung der 380-kV-Freileitung und der 110-kV-Bahnstrom-Freileitung sowie eine Betriebsspannung in Höhe von 420 kV bzw. 123 kV angesetzt. Die möglichen Fehler betragen:

Position: +/- 1 m

Feldstärke: 5% (gültig für die ungestörten Feldstärken; bei der Berücksichtigung von Gebäuden kann der Fehler der elektrischen Feldstärke wesentlich größer sein. Die Feldstärken im Aufenthaltsbereich von Personen werden jedoch über- und nicht unterschätzt.)

Berechnet wurden jeweils die magnetische Flussdichte B [μT] und die elektrische Feldstärke E [kV/m] bei einer Frequenz von 50 Hz und von $16\frac{2}{3}$ Hz, in 1 m Höhe über dem Erdboden für die Grundstücke. Außerdem wurde entsprechend der Vorschriften der 26. BImSchV die Grenzwertausschöpfung der 50-Hz- und der $16\frac{2}{3}$ -Hz-Feldquellen summiert berechnet. Die Grenzwertausschöpfung wird in % vom Grenzwert angegeben. (Tabelle 2). Berechnet wurden außerdem die magnetischen Flussdichten der 50-Hz-Quellen (Tabelle 3), der $16\frac{2}{3}$ -Hz-Quellen (Tabelle 4) sowie die Grenzwertausschöpfung magnetische Flussdichte [%] in Gebäuden zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt (Tabelle 5). Die Ergebnisse sind im Anhang dargestellt. Die maximalen Werte betragen:

Tabelle 2: magnetische Flussdichte, elektrische Feldstärke und jeweilige Grenzwertausschöpfung in 1 m Höhe

Maximalwert in 1 m Höhe	magnetische Flussdichte	elektrische Feldstärke
Grundstück IO 11, 50-Hz-Felder	5.2 μT	0.38 kV/m
Grundstück IO 11, 16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Felder	0.12 μT	< 0.1 kV/m
Grundstück IO 11, Grenzwertausschöpfung	5.2 %	7.8 %

An den umliegenden zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt bestimmten Gebäuden wurden die Maximalwerte der magnetischen Flussdichte und die zugehörige Grenzwertausschöpfung auf verschiedenen Höhen ermittelt. Als Immissionsort wurde dabei immer die Gebäudeseite gewählt, an welcher die höchste magnetische Flussdichte bzw. die höchste Grenzwertausschöpfung magnetische Flussdichte auftritt. Für die unterschiedlichen Frequenzen muss dies nicht die gleiche Gebäudeseite sein. Der größte Höhenwert auf dem berechnet wurde entspricht der jeweiligen Höhe des Gebäudes. Die Nummerierung der Gebäude entspricht den Ausdrücken im Anhang.

Tabelle 3: Ergebnistabelle mit magnetischer Flussdichte der 50-Hz-Quellen an den betrachteten Gebäuden auf verschiedenen Höhen

Höhe Maximalwert magnetische Flussdichte 50-Hz-Quellen [μT]	1 m	4 m
Gebäude IO 11 Gemarkung Remstädt, Flur 2, Flurstück 448 M 230 - M 231	2.2	2.3

Tabelle 4: Ergebnistabelle mit magnetischer Flussdichte der 16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Quellen an den betrachteten Gebäuden auf verschiedenen Höhen

Höhe Maximalwert magnetische Flussdichte 16$\frac{2}{3}$-Hz-Quellen [μT]	1 m	4 m
Gebäude IO 11 Gemarkung Remstädt, Flur 2, Flurstück 448 M 230 - M 231	< 0.1	< 0.1

Tabelle 5: Ergebnistabelle mit Grenzwertausschöpfung magnetische Flussdichte an den betrachteten Gebäuden auf verschiedenen Höhen

Höhe Maximalwert Grenzwertausschöpfung magnetische Flussdichte [%]	1 m	4 m
Gebäude IO 11 Gemarkung Remstädt, Flur 2, Flurstück 448 M 230 - M 231	2.2	2.3

Es sind folgende Besonderheiten zu beachten:

- Die elektrische Feldstärke ist weitgehend unabhängig von der Übertragungsleistung. Bei geringerer Leistung sinkt die Leitertemperatur, wodurch die Zugspannung der Leiterseile steigt und der Durchhang geringer wird. Die Folge ist eine etwas geringere Bodenfeldstärke.
- Der Einfluss der Vegetation auf dem Grundstück wurde nicht berücksichtigt. In der Praxis wird die elektrische Feldstärke hierdurch erheblich reduziert. Im günstigsten Fall bis fast auf Null - direkt unter Bäumen ist die Feldstärke praktisch Null.
- Die elektrische Feldstärke innerhalb von Gebäuden ist vernachlässigbar, da die Außenwände das elektrische Feld abschirmen. In den Berechnungen eventuell

sichtbare Anteile innerhalb von Gebäuden sind auf die Modellnachbildung sowie die Position des Vertikalschnittes zurückzuführen.

- Die magnetische Flussdichte ist proportional zum Stromfluss. Bei geringerer Auslastung ist diese linear zu reduzieren.
- Die magnetische Flussdichte durchdringt Gebäude ungestört und ist praktisch nicht abschirmbar.
- Die maximale magnetische Flussdichte innerhalb von Gebäuden tritt unter dem Dachfirst auf, wo voraussichtlich nicht der ständige Aufenthaltsbereich von Personen sein wird.
- Das Auftreten anderer Frequenzen als 50 Hz und $16\frac{2}{3}$ Hz ist vernachlässigbar.
- Anhaltspunkte für eine Vorbelastung durch andere Feldquellen liegen nicht vor.

4. Auswertung

4.1 Gewährleistung des Schutzes der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltauswirkungen (26. BImSchV)

Die maximal im Aufenthaltsbereich von Personen zu erwartenden Feldstärken sind im Folgenden den Grenzwerten zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltauswirkungen gegenübergestellt.

Im Jahr 1998 wurden von der ICNIRP Richtwertempfehlungen [ICNIRP 98] (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) im Expositionsbereich 2 (Langzeitexposition > 8 Stunden) erlassen. Diese Richtwerte, die bereits den Vorsorgeaspekt berücksichtigen, wurden in Deutschland am 1.1.97 per 26. Verordnung zum BImSchG als gesetzlich bindende Grenzwerte festgeschrieben. Seit dem 22.08.2013 ist die Novellierung der 26. BImSchV gesetzlich bindend, welche auf den im Jahre 2010 überarbeiteten ICNIRP-Empfehlungen [ICNIRP 10] basiert. Die Grenzwerte für 50-Hz-Felder sind seitdem mit 200 μ T und 5 kV/m festgelegt. Für die magnetische Flussdichte gilt allerdings, dass auch die Hälfte des Grenzwertes nicht überschritten werden darf. Die „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerte der novellierten 26. BImSchV sind für 50 Hz mit 100 μ T und 5 kV/m somit gleich geblieben. Für 16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Felder betragen die Grenzwerte 300 μ T und 5 kV/m. In der nachfolgenden Tabelle sind die maximal im Aufenthaltsbereich von Personen zu erwartenden Feldstärken den „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerten der novellierten 26. BImSchV gegenübergestellt.

Tabelle 6: Gegenüberstellung der Maximalwerte mit den 26. BImSchV-Grenzwerten

	max. berechnete Feldstärken (Effektivwerte)	26. BImSchV „effektiv anzuwendende“ Grenzwerte (Effektivwerte)
B (50-Hz-Felder)	5.2 μ T	100 μ T
B (16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Felder)	0.12 μ T	300 μ T
E (50-Hz-Felder)	0.38 kV/m	5 kV/m
E (16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Felder)	< 0.1 kV/m	5 kV/m

Die „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerte der 26. BImSchV werden unterschritten. Die maximal berechnete Grenzwertausschöpfung an Orten zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt liegt bei 5.2 % für die magnetische Flussdichte. Für die elektrische Feldstärke beträgt die Grenzwertausschöpfung maximal 7.8 %. Aus Sicht des Personenschutzes sind insofern keine Maßnahmen erforderlich. Eine Beeinträchtigung für Menschen ist nach heutigem Stand des Wissens auszuschließen. Auch eine mittelbare Gefährdung durch Einwirkung der Felder auf elektronische Lebenshilfen, wie z.B. Herzschrittmacher, ist nicht zu erwarten.

In Gebäuden ist die elektrische Feldstärke praktisch Null. Die berechnete magnetische Flussdichte innerhalb von Gebäuden sinkt auf 1 m Höhe über dem Erdboden unter 2.2 μT . Felder dieser Größenordnung können durchaus auch in Bürogebäuden oder Wohnungen angetroffen werden, die nicht im Einzugsbereich von Freileitungen liegen. Insbesondere sind die Feldstärken in Industriebetrieben oder in der Umgebung von Elektrogeräten häufig erheblich höher.

4.2 Störungen von EDV-Anlagen (EMV)

Die maximal zu erwartenden magnetischen Flussdichten von $\leq 5.2 \mu\text{T}$ liegen im Bereich wo Bildstörungen von Datensichtgeräten hervorgerufen werden können ($>1 \mu\text{T}$). Störungen können ebenfalls an empfindlichen Forschungsanlagen, Tonstudioeinrichtungen oder Hörgeräten auftreten. Falls eine Nutzung derartiger Geräte geplant ist, sind die entsprechenden Störschwellen beim Hersteller zu erfragen. Derartig niedrige Störschwellen beruhen auf dem Funktionsprinzip hochempfindlicher technischer Geräte. Eine Reaktion dieser Geräte ist aber keinesfalls mit dem Auftreten von Gesundheitsbeeinträchtigungen gleichzusetzen.

5. Gutachterliche Stellungnahme

Wie im Kapitel "Auswertung" ausführlich dargelegt wurde, sind aus der Sicht des Personenschutzes entsprechend 26. BImSchV keine Maßnahmen erforderlich. Dem geplanten Leitungsbauvorhaben ist deshalb hinsichtlich der elektromagnetischen Umweltverträglichkeit ausdrücklich Zustimmung zu erteilen. Eine Beeinträchtigung für Menschen ist nach heutigem Stand des Wissens auszuschließen.

Für eine gewerbliche Nutzung sind die im Kapitel "Auswertung" dargelegten Hinweise zu beachten.

6. Literatur

- [ICNIRP 98] **ICNIRP Guidelines**, *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*. Health Physics, V74 No. 4, (April 1998).
- [ICNIRP 10] **ICNIRP Guidelines**, *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)*. Health Physics, V99 No. 6, (Dezember 2010).
- [BlmSchV 96] **Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BlmSchV)**, Bundesgesetzesblatt, Jahrgang 1996, Teil 1, Nr. 66, (Dezember 1996).
- [BlmSchV 13] **novellierte Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BlmSchV)**, Bundestagsbeschluss, 13.06.2013
- [LAI DFH 14] **Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder**, in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) am 17. und 18. September 2014 in Landshut

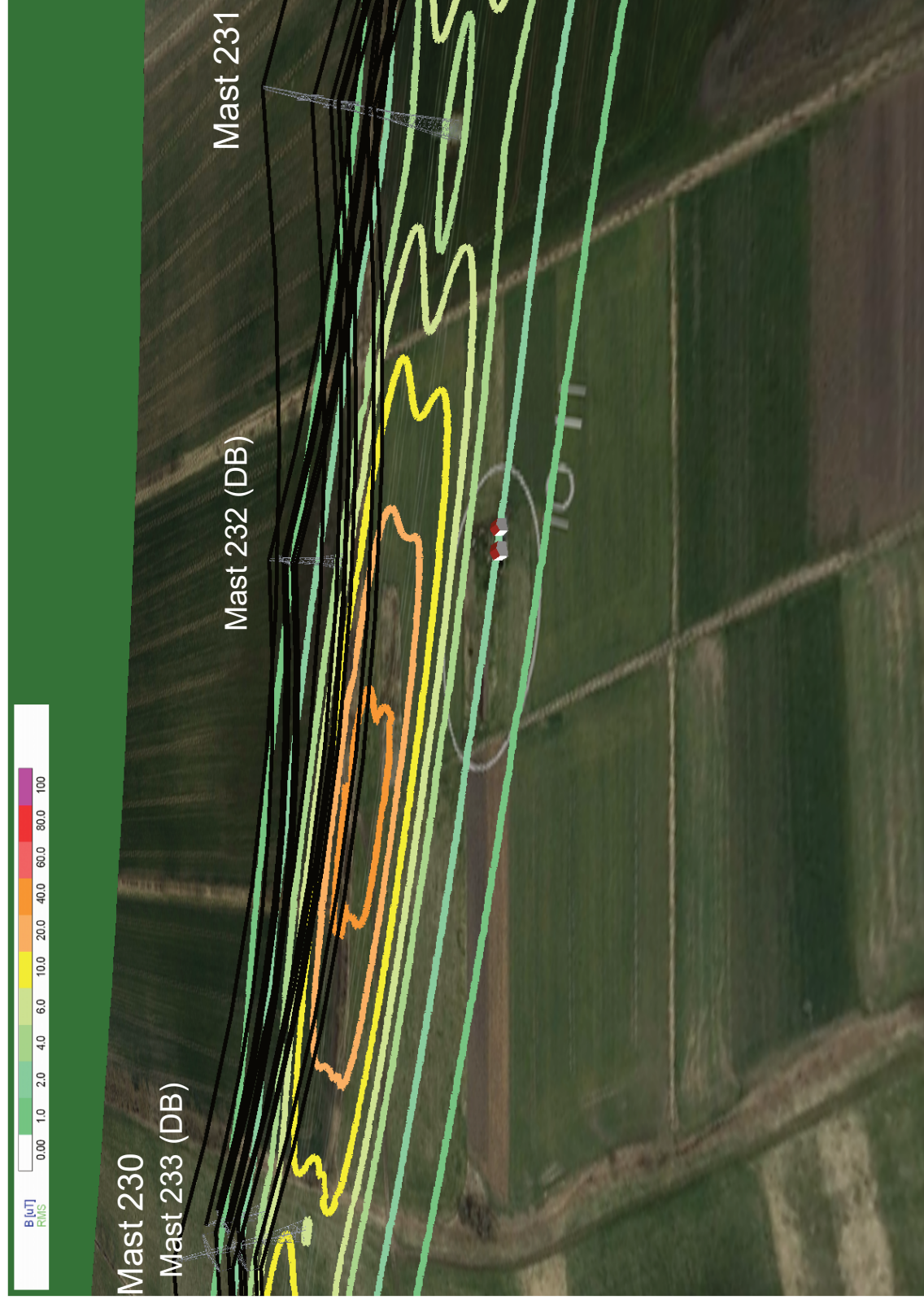
7. Anhang

3-D-Ansicht der 380-kV-Freileitung

Magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke in Horizontalschnitten über dem Erdboden

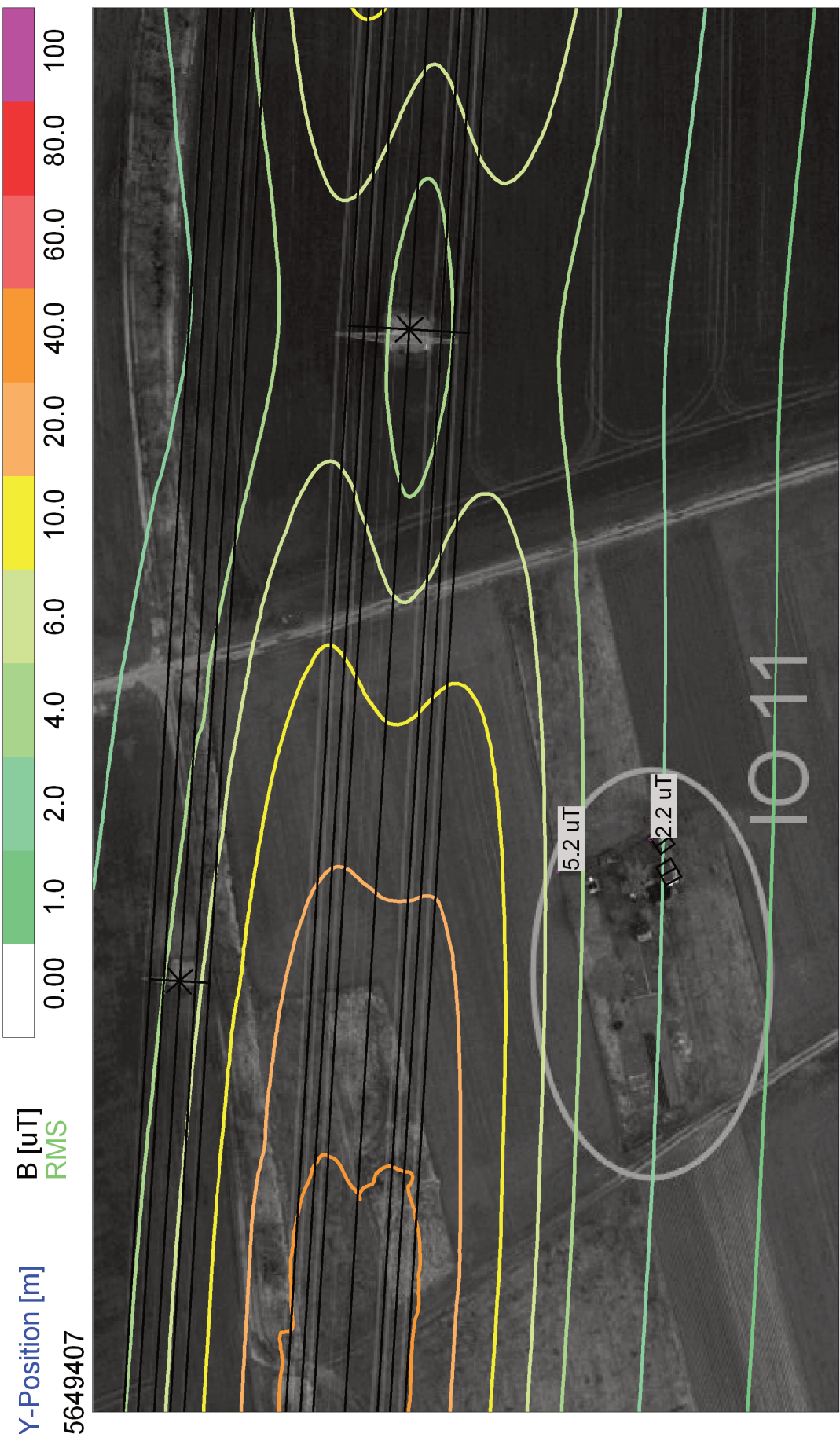
Technische Unterlagen

3D-Ansicht der 380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden
 Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M230 - M231; 50-Hz-Quellen



380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M230 - M231; 50-Hz-Quellen



5649228

617598

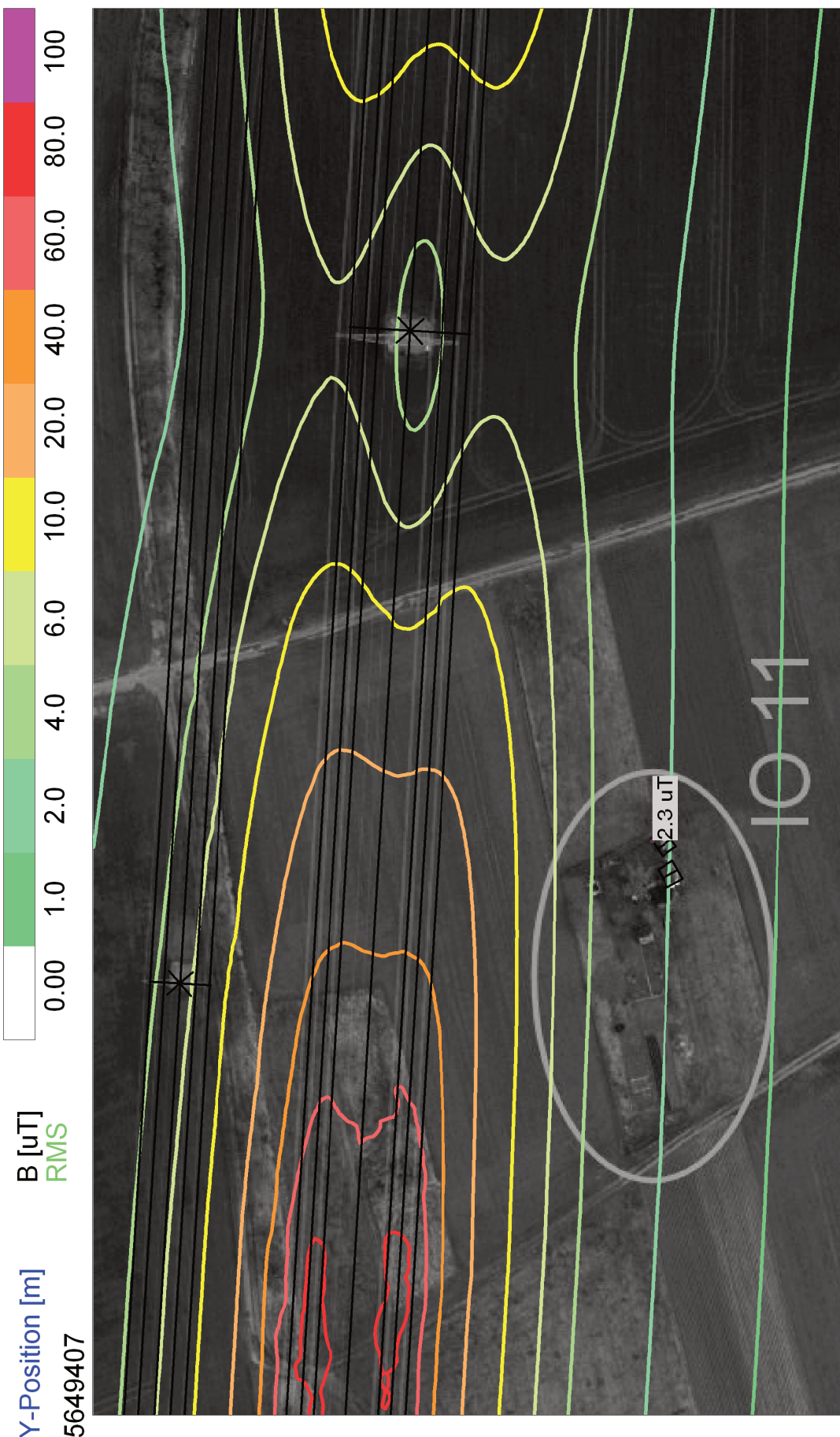
X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

617934

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 4 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M230 - M231; 50-Hz-Quellen



5649228
617598

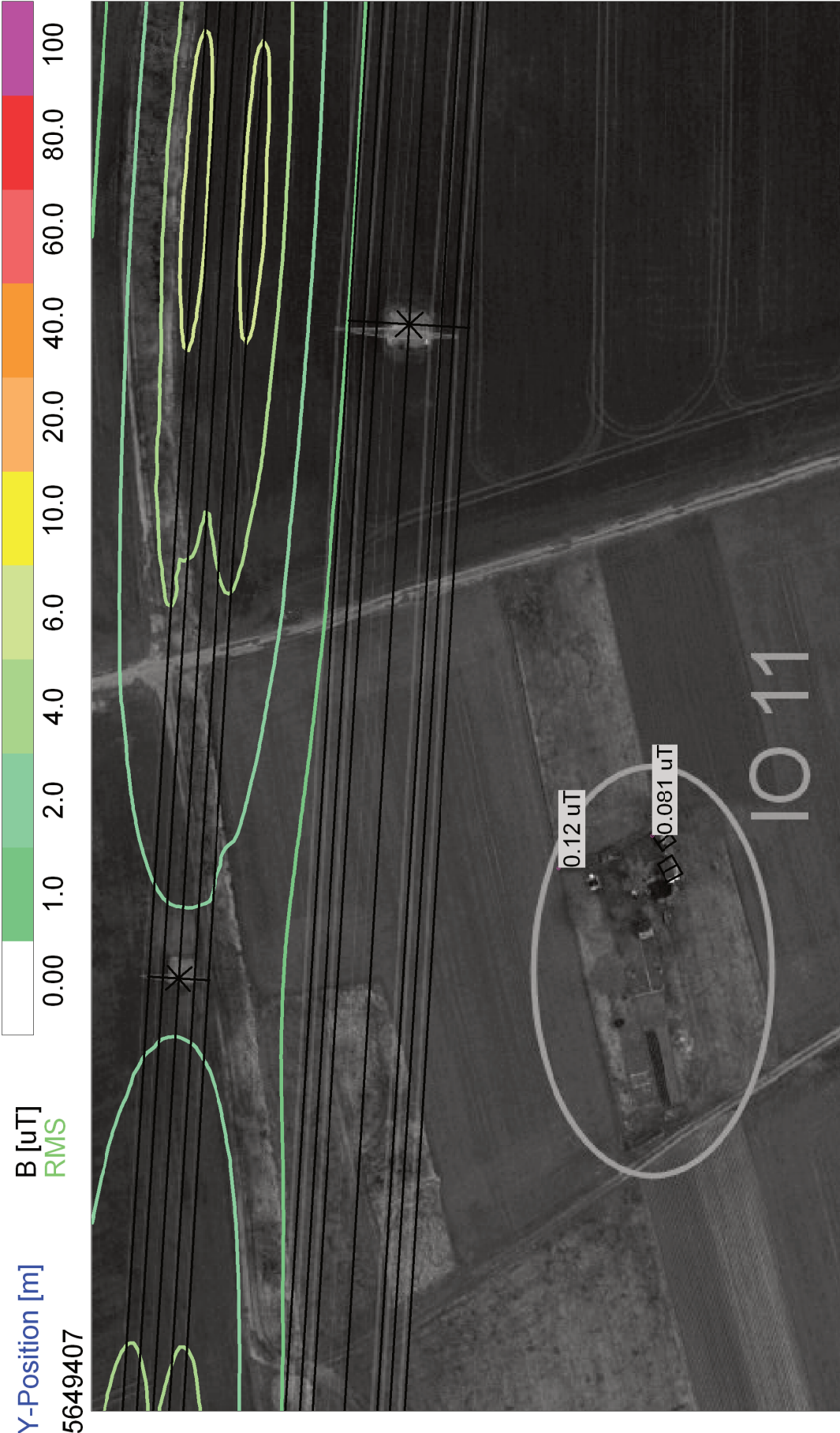
X-Position [m]

617934

Z [m] = 4.000 f [Hz] = 50

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M230 - M231; 16.67-Hz-Quellen



5649228
617598

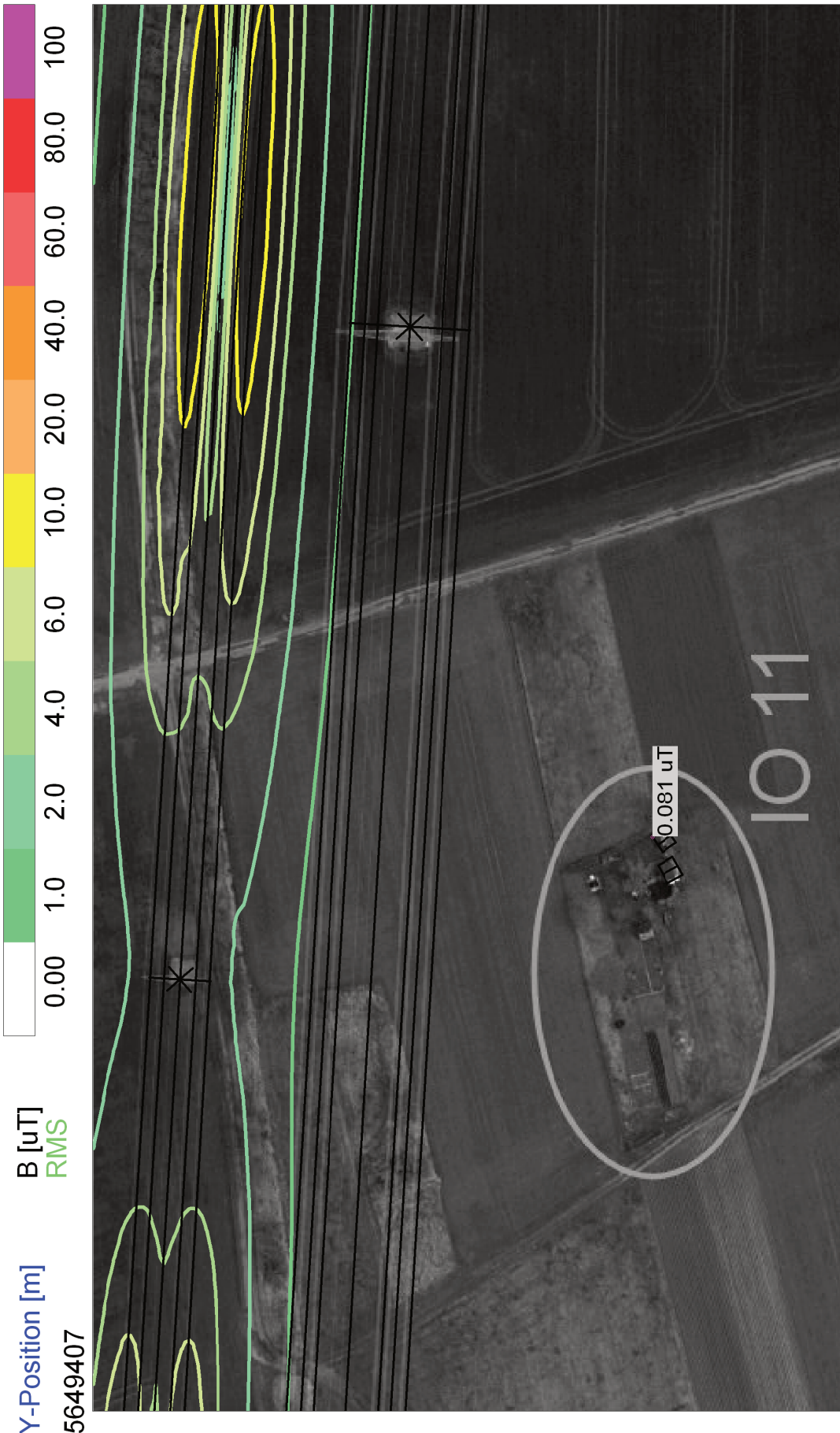
X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 16.67

617934

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: mag. Flussdichte 4 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M230 - M231; 16.67-Hz-Quellen



5649228
617598

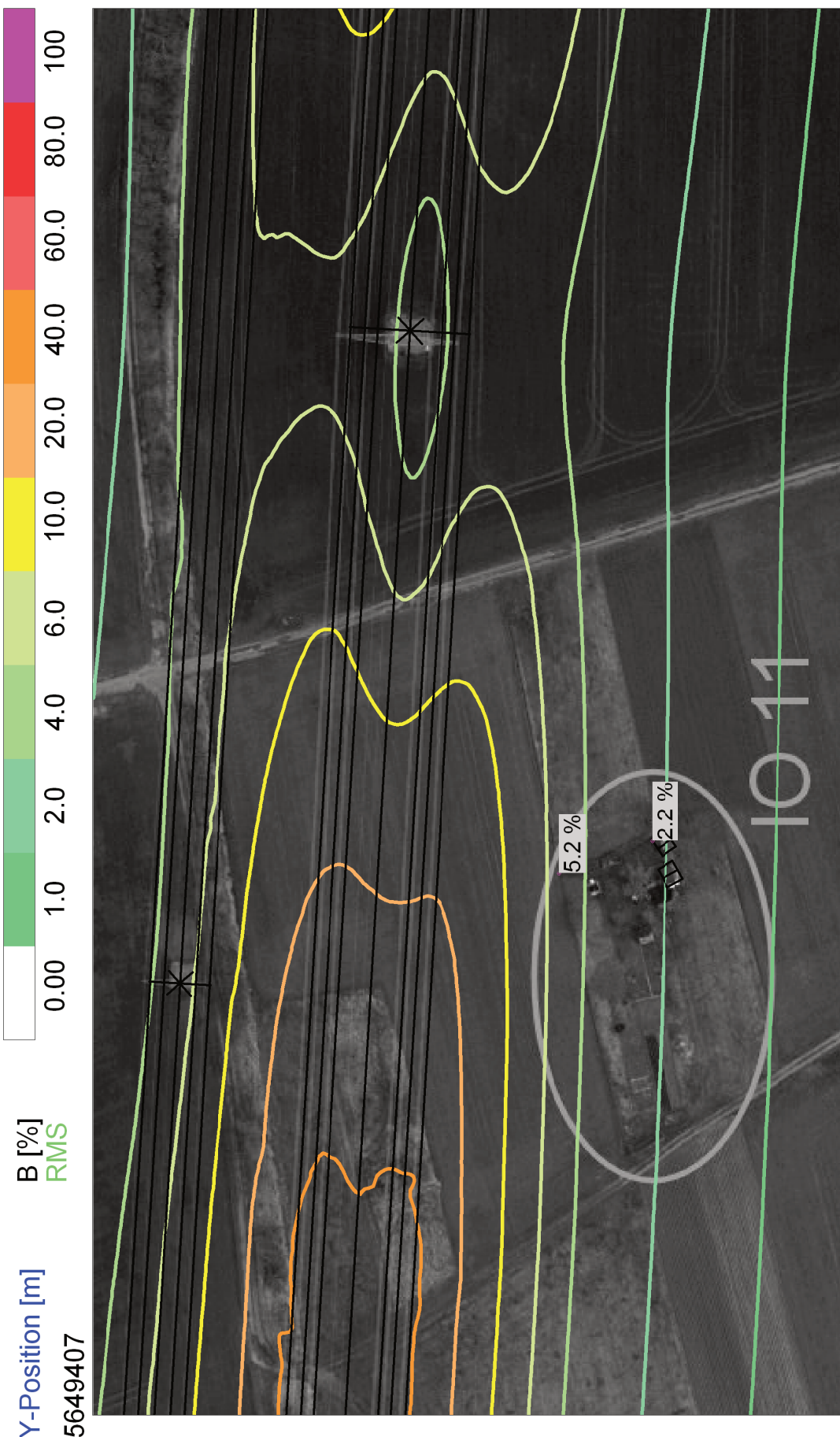
X-Position [m]

Z [m] = 4.000 f [Hz] = 16.67

617934

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: GW mag. Flussdichte 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M230 - M231; alle Quellen



5649228

617598

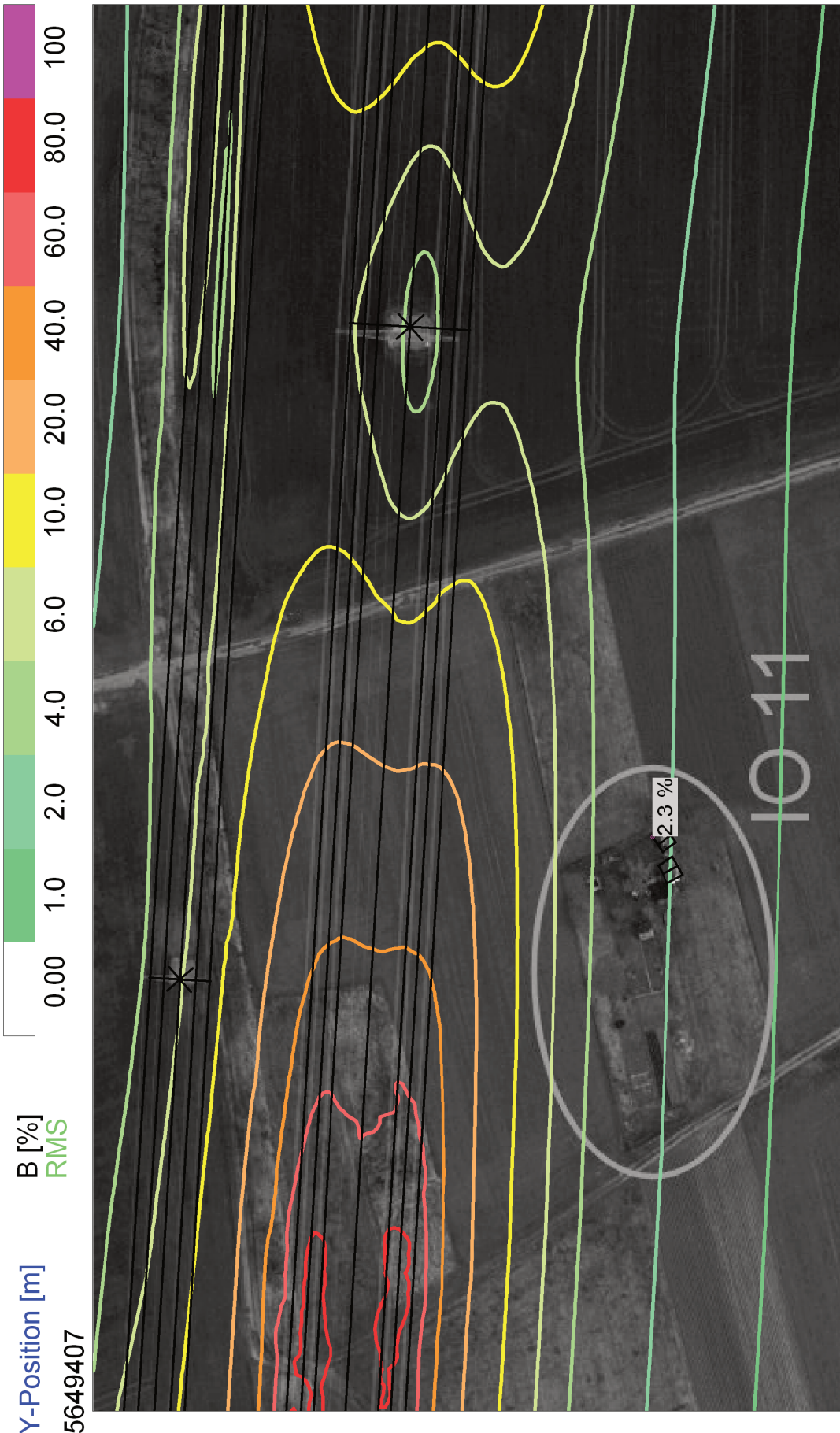
X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = ALL

Richtlinie: 26. BImSchV 2013 - NF bis 10 MHz (Bundesgesetzblatt, 21.08.2013, T. 1, Nr. 50)

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: GW mag. Flussdichte 4 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M230 - M231; alle Quellen



5649228

617598

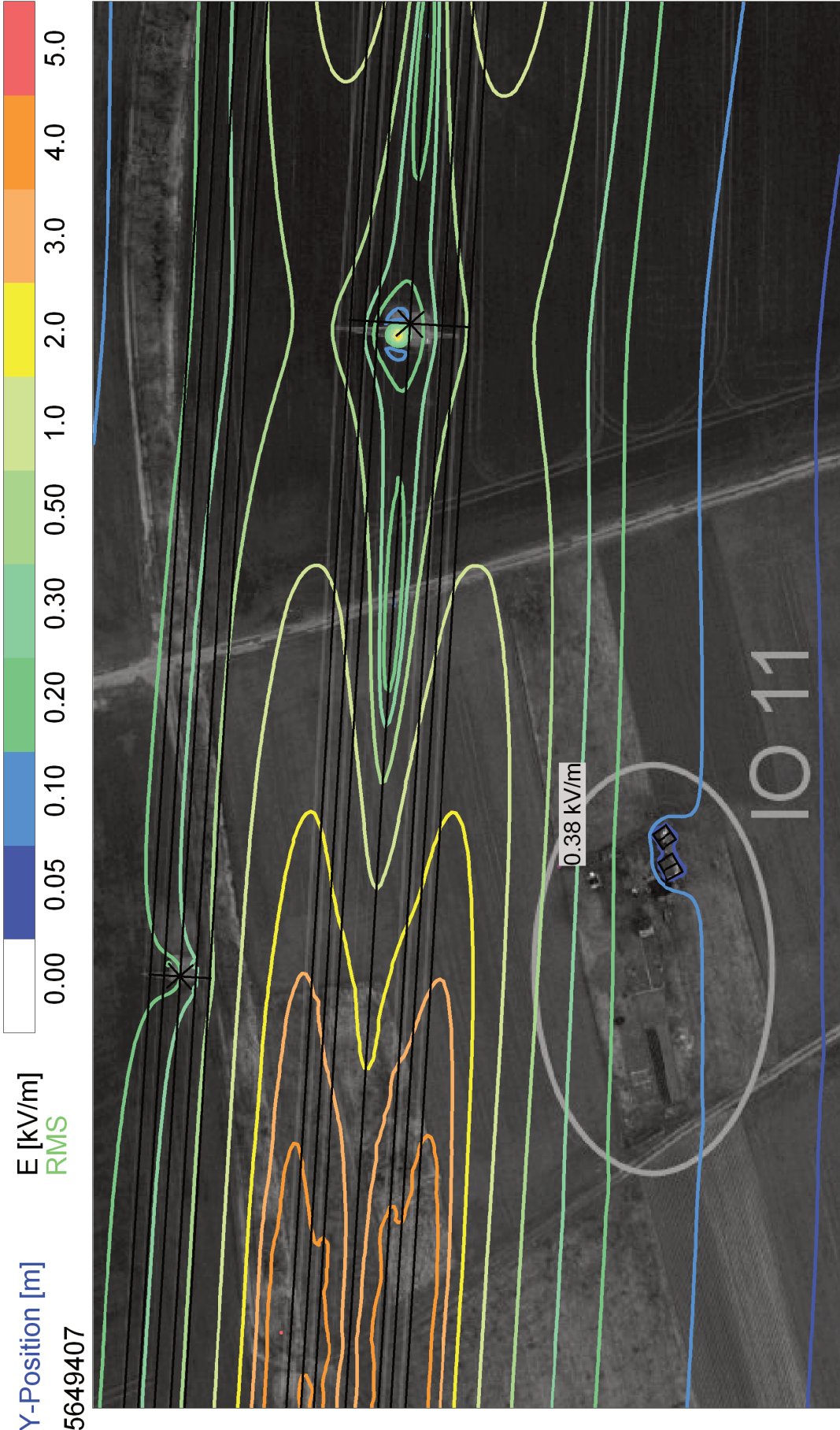
X-Position [m]

617934

Z [m] = 4.000 f [Hz] = ALL

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: el. Feldstärke 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M230 - M231; 50-Hz-Quellen



5649228

617598

X-Position [m]

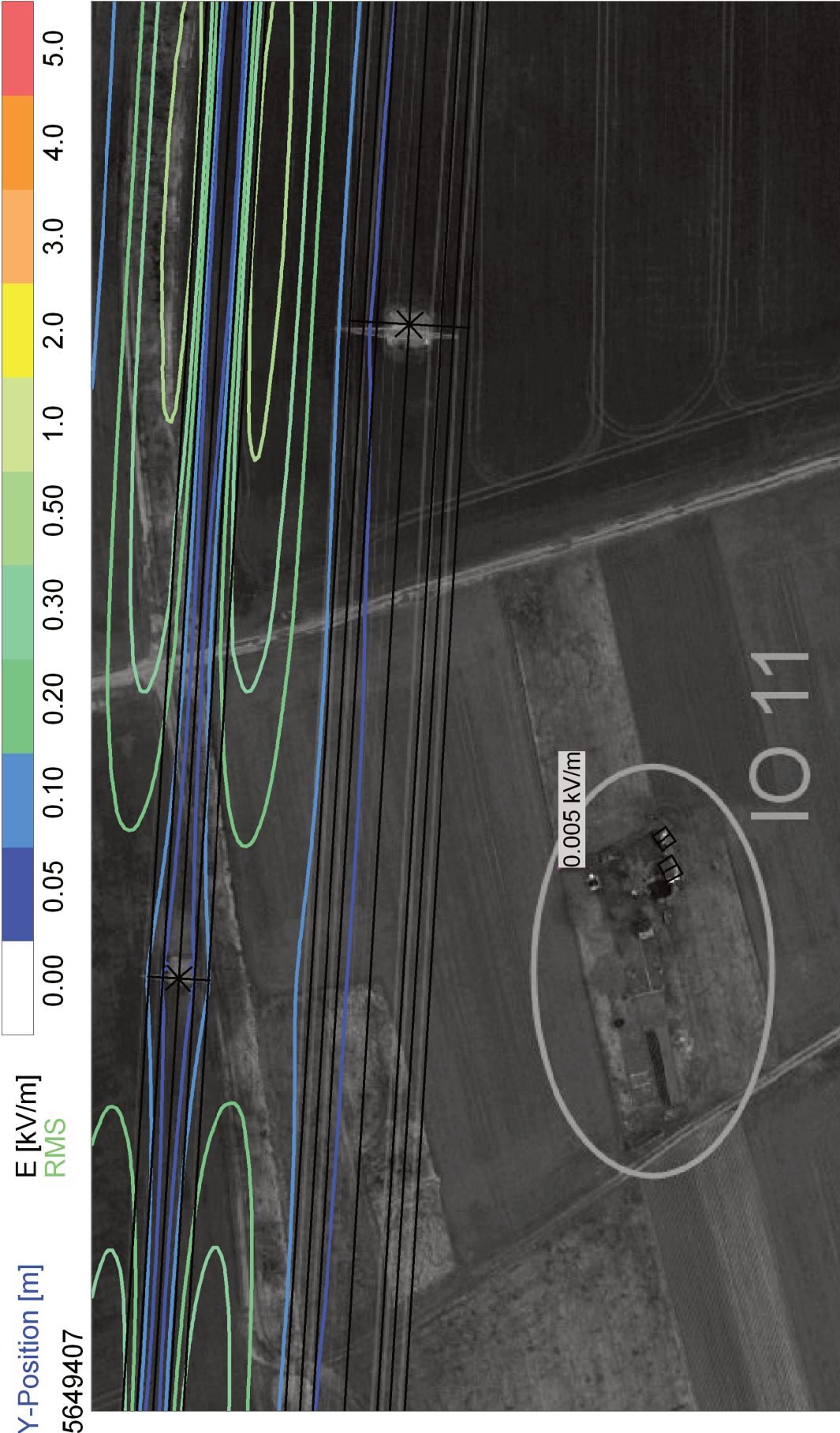
Z [m] = 1.000

f [Hz] = 50

617934

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: el. Feldstärke 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M230 - M231; 16.67-Hz-Quellen



5649228
617598

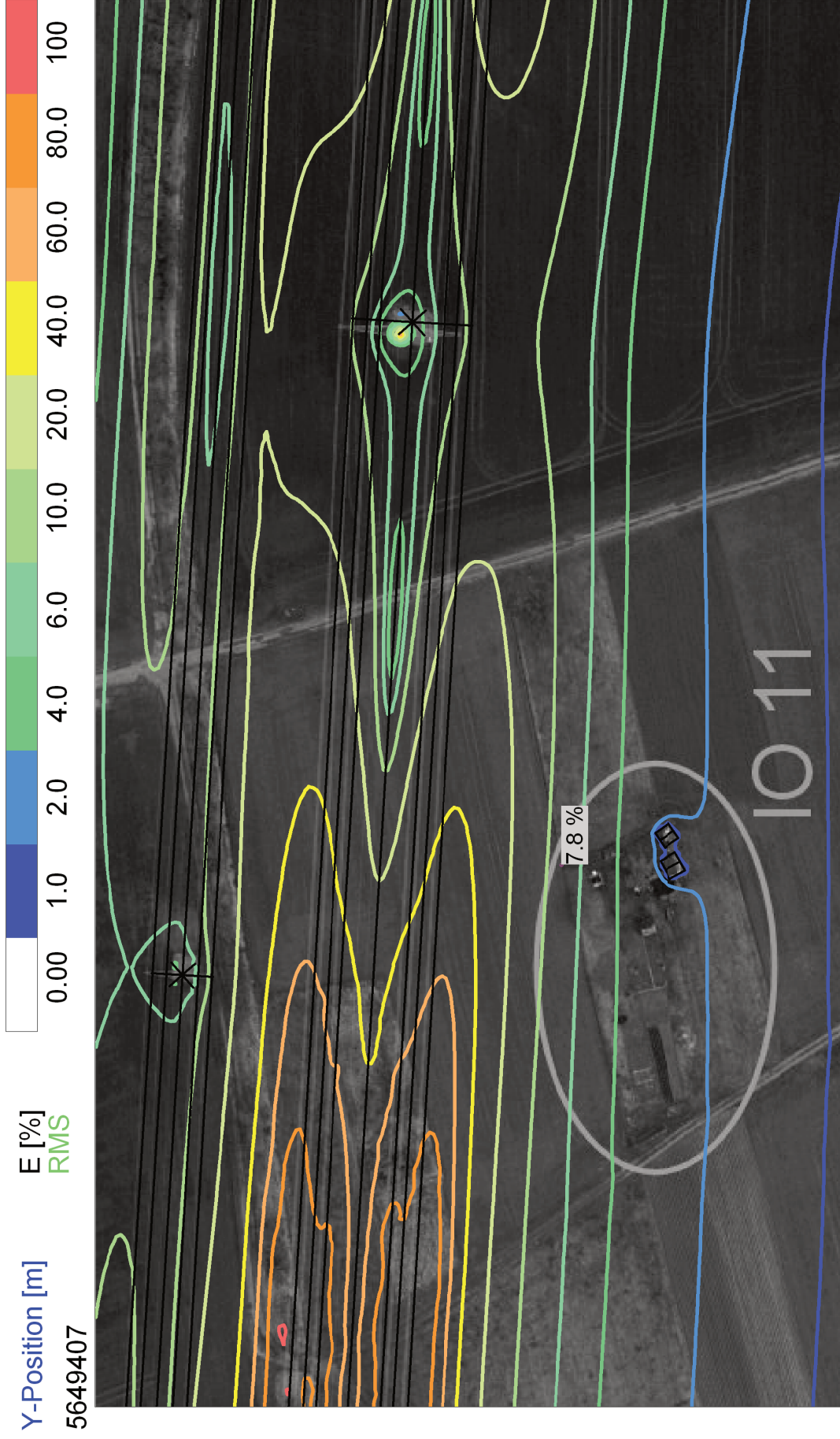
X-Position [m]

617934

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 16.67

380-kV-Freileitung Vieselbach - Mecklar: GW el. Feldstärke 1 m über Boden

Belastung: 2 x 4000 A (420 kV); Phasenlage: 213 | 132; M230 - M231; alle Quellen



5649228

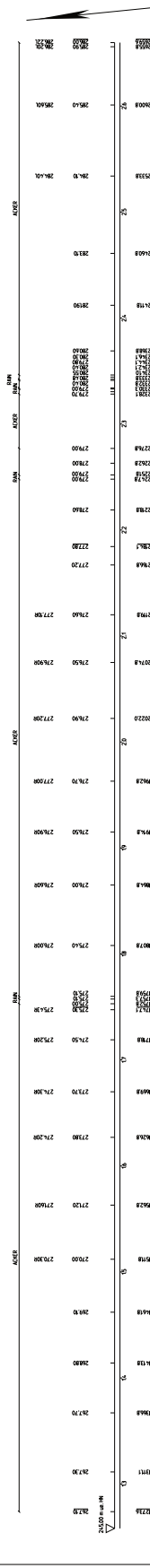
617598

X-Position [m]

617934

Z [m] = 1.000 f [Hz] = ALL

Richtlinie: 26. BImSchV 2013 - NF bis 10 MHz (Bundesgesetzesblatt, 21.08.2013, T. 1, Nr. 50)



Trassenplan

M 231 - M 234

Separationskriterium	DN nicht vorhanden	Flugzeugkategorie	inlet vorhanden
Erstvorrichtung	DN VDE 0210 (12,983)	Flugzeug	YC
Werkzeuge	1	Einheit	
Bestandteil	2		
Untereinheit	2303x300/50AISI	$G_{\text{St}} = 85,98$ (L.C. n)	$G_{\text{St}} = 85,0$
			$G_{\text{St}} =$
Einheit	1x210/50AISI	$G_{\text{St}} =$	$G_{\text{St}} = 97,5$
			$G_{\text{St}} =$
LWV-Soll	1x210/50AISIsum	$G_{\text{St}} =$	$G_{\text{St}} = 97,5$
			$G_{\text{St}} =$

Kettenlänge/-gewicht : 2TK=5,20m/2900N

[illegible]

Revision

TP_C_L_449_0231-0234

Gelände	80°C	9,15	8,50	0,65	135°C	8,24	8,50	-0,26
Mast 221 - Mast 222	-5°C+UZ	12,41	8,50	3,91	-5°C+UZ	11,19	8,50	2,69
10-kV-Leitung	80°C	9,23	3,80	5,43	135°C	9,00	3,80	5,20
Mast 221 - Mast 222					-5°C+UZ	9,77	3,80	5,97
Gelände	80°C	8,86	8,50	0,36	135°C	7,84	8,50	-0,66
Mast 222 - Mast 223	-5°C+UZ	12,37	8,50	3,87	-5°C+UZ	11,04	8,50	2,54
Hochsitz	80°C	5,54	6,80	-1,26	135°C	4,45	6,80	-2,35
Mast 222 - Mast 223	-5°C+UZ	9,39	6,80	2,59	-5°C+UZ	7,92	6,80	1,12
Gelände	80°C	9,21	8,50	0,71	135°C	8,31	8,50	-0,19
Mast 223 - Mast 224	-5°C+UZ	12,41	8,50	3,91	-5°C+UZ	11,20	8,50	2,70
Gelände	80°C	10,68	8,50	2,18	135°C	9,88	8,50	1,38
Mast 224 - Mast 225	-5°C+UZ	13,55	8,50	5,05	-5°C+UZ	12,47	8,50	3,97
Gelände	80°C	9,79	8,50	1,29	135°C	8,84	8,50	0,34
Mast 225 - Mast 226	-5°C+UZ	13,11	8,50	4,61	-5°C+UZ	11,84	8,50	3,34
Gelände	80°C	10,15	8,50	1,65	135°C	9,18	8,50	0,68
Mast 225 - Mast 226	-5°C+UZ	13,41	8,50	4,91	-5°C+UZ	12,13	8,50	3,63
Gelände	80°C	10,35	8,50	1,85	135°C	9,29	8,50	0,79
Mast 227 - Mast 228	-5°C+UZ	13,78	8,50	5,28	-5°C+UZ	12,41	8,50	3,91

3.2 Übersicht der äußeren Abstände - Abspannabschnitt Mast 228 - Mast 242

	Ist-Ketten							
Objekt Spannfeld	Zustand	Abstandswerte aus Nachmodellierung Stand: Nov. 2019			Zustand	TP 10°C ohne Überziehen ACSS 362-AL0/59-MEHST		
		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]		Abstand [m]	erfordl. Abst. [m]	Mehrabstand [m]
Gelände	80°C	8,69	8,50	0,19	135°C	8,07	8,50	-0,43
Mast 228 - Mast 229	-5°C+UZ	11,53	8,50	3,03	-5°C+UZ	10,71	8,50	2,21
Gelände	80°C	8,78	8,50	0,28	135°C	8,05	8,50	-0,45
Mast 229 - Mast 230	-5°C+UZ	12,09	8,50	3,59	-5°C+UZ	11,11	8,50	2,61
Gelände	80°C	13,46	8,50	4,96	135°C	12,74	8,50	4,24
Mast 230 - Mast 231	-5°C+UZ	16,58	8,50	8,08	-5°C+UZ	15,64	8,50	7,14
Gelände	80°C	11,30	8,50	2,80	135°C	10,45	8,50	1,95
Mast 231 - Mast 232	-5°C+UZ	14,87	8,50	6,37	-5°C+UZ	13,76	8,50	5,26
Gelände	80°C	9,41	8,50	0,91	135°C	8,66	8,50	0,16
Mast 232 - Mast 233	-5°C+UZ	12,50	8,50	4,00	-5°C+UZ	11,52	8,50	3,02
Gelände	80°C	9,30	8,50	0,80	135°C	8,41	8,50	-0,09
Mast 233 - Mast 234	-5°C+UZ	12,86	8,50	4,36	-5°C+UZ	11,70	8,50	3,20
Straße B 247	80°C	10,78	8,80	1,98	135°C	9,98	8,80	1,18
Mast 233 - Mast 234	-5°C+UZ	13,98	8,80	5,18	-5°C+UZ	12,94	8,80	4,14
Gelände	80°C	9,72	8,50	1,22	135°C	8,85	8,50	0,35
Mast 234 - 235	-5°C+UZ	13,12	8,50	4,62	-5°C+UZ	12,00	8,50	3,50
Gelände	80°C	10,25	8,50	1,75	135°C	9,34	8,50	0,84
Mast 235 - 236	-5°C+UZ	13,75	8,50	5,25	-5°C+UZ	12,59	8,50	4,09

TenneT TSO
Hessen
Thüringen

86,946

0,477, 0,201

12,853

1,372

16,604

0,273

0,724

14,236

22,637

20,719

9,750

1,733

13,455

UW Mecklar

450 SF1

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

Pkt. Stockhausen

M 1

450 SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

M 1

450 SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

M 1

450 SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

M 1

450 SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

M 1

450 SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

M 1

450 SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

M 1

450 SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

M 1

450 SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

M 215

M 269

M 324

M 353

M 358

M 360

M 365

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

450 SF2

L1 L2 L3

M 1

450 SF2

L1 L2 L3

M 133

M 134

M 135

M 171

M 175

M 176

M 178

Bebra-Eichenberg
Ba-Eg 1/2
BL-Nr. 456 / 512 km
R/T 300/50 AL/SI
E

Gemeinschaftsgestänge
DB Energie / 50Hertz
Mast 345 bis Mast 356
Länge 3,30 km
Störungsnr.: 0345/6136200
EVU-oben

Ba-Eg 1

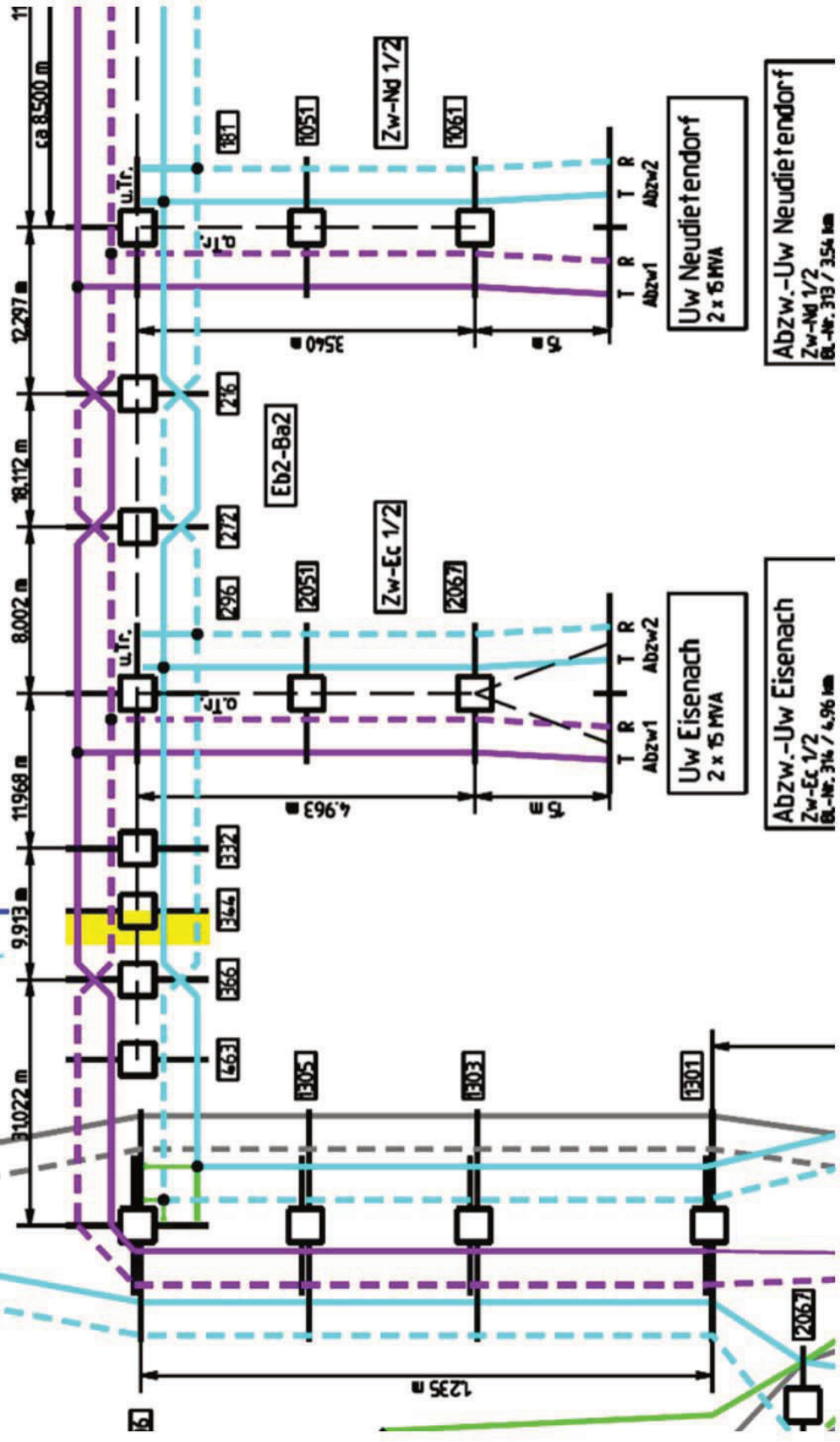
Ba-Eg 2

1307

Mast 344
Übergabestelle
EV Südost - West

Eb1-Ba1

Eischleben-Bebra
Wm-Ba 1/2
BL-Nr. 316
Länge 102,1 km
R/T 300/50 AL/SI
E



Schalltechnisches Gutachten auf Basis der TA Lärm

Schwerpunkt:	Umbeseilung einer 380-kV-Freileitung Vieselbach-Mecklar
Beurteilungsstandorte:	Gemarkung Spichra 99819 Krauthausen Gemarkung Krauthausen 99819 Krauthausen Gemarkung Großenlupnitz 99820 Hörselberg-Hainich
Berichtsnummer:	SHNC2020 - 119

Vorhabenträger



50Hertz Transmission GmbH

Heidestraße 2
10557 Berlin

Bearbeiter



Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH

Brückenstraße 13
09111 Chemnitz

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 2 -

Auftrag: Schalltechnisches Gutachten auf Basis der TA Lärm

- Untersuchung der schalltechnischen Effekte auf die Nachbarschaft durch den Betrieb einer 380-kV-Freileitung (Vieselbach-Mecklar)

Auftraggeber: 50Hertz Transmission GmbH
Heidestraße 2
10557 Berlin

Auftragnehmer: Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH
Dipl.-Ing. (FH) André Siegemund
Brückenstraße 13
09111 Chemnitz
Tel: +49 371 27195-53 Fax: +49 371 27195-20
Email: siegemund@ib-shn.de

Umfang: 17 Seiten DIN A4 sowie Anhänge



Chemnitz, 2020-04-30



Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. (FH) Denny Jonies M.Sc.
Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH



Projektingenieur Akustik/Schallschutz:

Dipl.-Ing. (FH) André Siegemund
Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 3 -

0	Verzeichnisse	
0.1	<u>Inhaltsverzeichnis</u>	
0	VERZEICHNISSE.....	3
0.1	Inhaltsverzeichnis.....	3
0.2	Tabellenverzeichnis.....	3
1	ZUSAMMENFASSUNG.....	4
2	ALLGEMEINES.....	5
2.1	Projektbeschreibung und Aufgabe	5
2.2	Methodik - allgemein	5
2.3	Arbeitsunterlagen	7
3	IMMISSIONSSITUATION.....	8
4	EMISSIONSBETRACHTUNGEN	11
4.1	Technik	11
4.2	Emissionsansatz	11
4.3	Beurteilung der Geräuschcharakteristik	12
5	IMMISSIONSBETRACHTUNGEN.....	13
5.1	Rechenmodell	13
5.2	Darstellungsform der Berechnungsergebnisse.....	14
5.3	Qualität der Ausbreitungsberechnung und Prognose	14
5.4	Ergebnisse der Berechnungen der Zusatzbelastung.....	15
5.5	Beurteilung.....	15
5.6	Möglichkeiten für Minderungsmaßnahmen.....	16
6	ANHÄNGE.....	17
6.1	Beurteilungsgrundlage.....	17
6.2	Ergebnistabellen	17
6.3	Lärmrasterkarten	17
0.2	<u>Tabellenverzeichnis</u>	
TABELLE 1:	KENNZEICHNUNG DER IMMISSIONSORTE.....	8
TABELLE 2:	ÜBERSICHT DER IMMISSIONSRICHTWERTE GEMÄß TA LÄRM	9
TABELLE 3:	ZUSATZBELASTUNG - FREILEITUNG.....	15

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 4 -

1 Zusammenfassung

Die 50Hertz Transmission GmbH plant die Umbeseilung auf der bestehenden 380-kV-Freileitung Vieselbach-Mecklar. Die Maßnahme dient der Erhöhung der Übertragungskapazität. Zielsetzung ist dabei, die bestehende Freileitungstrasse und so viele Bestandsmasten wie möglich weiter zu verwenden.

Der Betrieb der plangemäßen Anlage geht erfahrungsgemäß einher mit der Emission von gewerblichen Geräuschen. Diese führen wiederum zu entsprechenden Immissionen im Umfeld. Im Bereich der Ortslagen Krauthausen und Großenlupnitz nähert sich der Trassenverlauf dabei Bauflächen, die im Sinne der TA Lärm als maßgebliche Immissionsorte verstanden und für einen ziel-führenden Erst-Recht-Schluss herangezogen werden können.

So wurde eine schalltechnische Untersuchung der Effekte in diesen konkreten Bereichen als sinn-voll eingestuft, um Rückschlüsse auf sonstige schutzwürdige Objekte im Umfeld der Freileitung ziehen zu können. Schließlich wurde die Ingenieure SHN GmbH mit der Erstellung eines Schall-technischen Gutachtens beauftragt.

Mit Hilfe einer Schallimmissionsprognose wurde ermittelt, in welchem Umfang das Umfeld durch Anlagengeräusche belastet wird. Mittels eines computergestützten Rechenmodells wurden un-ter Berücksichtigung von Abschirmung und Dämpfungen im Ausbreitungsweg des Schalls die an den Bezugspunkten ankommenden Immissionen berechnet. Die berechneten Beurteilungspegel wurden an den maßgeblichen Immissionsorten durch Zahlenwerte konkret ausgewiesen. Die Schallausbreitungsbedingungen im Umfeld der Anlage wurden als Lärmraster dargestellt.

Die mittels computergestützter Ausbreitungsberechnung ermittelten Beurteilungspegel zeigen situative Über- und Unterschreitungen der Immissionsrichtwerte. Mit den Untersuchungen wer-den dabei alle schutzwürdigen Objekte in Trassennähe gewürdigt, für die sich die Erforderlichkeit einer Minderungsmaßnahme ableiten lässt. Es wird dabei ein kurzer Überblick zu denkbaren Min-derungsmaßnahmen gegeben. Für alle weiteren Objekte kann mittels Erst-Recht-Schluss eine Un-terschreitung der Immissionsrichtwerte prognostiziert werden.

Auf eine gesonderte Berechnung der Immissionsanteile bei trockener Witterungslage wurde ver-zichtet, da die resultierenden Immissionen deutlich unter denen der dargestellten Emissionssitu-ationen einzustufen sind. Die Unterschreitung der Immissionsrichtwerte ist hierfür als gesichert einzustufen. Für die praktische Anwendung ist weiterführend davon auszugehen, dass eine Wahrnehmbarkeit der Anlage für diese Witterung nur begrenzt gegeben ist.

Eine abschließende Beurteilung und immissionsschutzrechtliche Bewertung obliegt der stets der genehmigenden Behörde.

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 5 -

2 Allgemeines

2.1 Projektbeschreibung und Aufgabe

Die 50Hertz Transmission GmbH plant die Umbeseilung auf der bestehenden 380-kV-Freileitung Vieselbach-Mecklar. Die Maßnahme dient der Erhöhung der Übertragungskapazität. Zielsetzung ist dabei, die bestehende Freileitungstrasse und so viele Bestandsmasten wie möglich weiter zu verwenden.

Der Betrieb der plangemäßen Anlage geht erfahrungsgemäß einher mit der Emission von gewerblichen Geräuschen. Diese führen wiederum zu entsprechenden Immissionen im Umfeld. Im Bereich der Ortslagen Krauthausen und Großenlupnitz nähert sich der Trassenverlauf dabei Bauflächen, die im Sinne der TA Lärm als maßgebliche Immissionsorte verstanden und für einen zielführenden Erst-Recht-Schluss herangezogen werden können.

So wurde eine schalltechnische Untersuchung der Effekte in diesen konkreten Bereichen als sinnvoll eingestuft, um Rückschlüsse auf sonstige schutzwürdige Objekte im Umfeld der Freileitung ziehen zu können. Schließlich wurde die Ingenieure SHN GmbH mit der Erstellung eines Schalltechnischen Gutachtens beauftragt, um die Effekte auf das Anlagenumfeld darzustellen. Die durch die Freileitung entstehenden Schallemissionen sowie die daraus resultierenden Schallimmissionen für die Nachbarschaft sind aufzuzeigen und anhand der zulässigen Immissionsrichtwerte (TA Lärm) zu beurteilen.

2.2 Methodik - allgemein

Die Ermittlung und Bewertung der Beurteilungspegel im Einwirkungsbereich der untersuchten Freileitung erfolgt im Sinne einer Prüfung im Regelfall auf Grundlage einer detaillierten Prognose gemäß TA Lärm. Da von Freileitungen keine signifikanten Geräuschspitzen ausgehen, umfasst der Einwirkungsbereich dabei diejenigen Flächen, in denen die von den Freileitungen ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt (Vgl. Ziff. 2.2 TA Lärm).

Die Berechnung des Beurteilungspegels der Zusatzbelastung am maßgeblichen Immissionsort - Ort im Einwirkungsbereich der Freileitung, an dem eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte am ehesten zu erwarten ist (Vgl. Ziff. 2.3 TA Lärm) - folgt grundlegend der Vorgehensweise der DIN ISO 9613-2.

Bestandteil des Rechenmodells ist die Orographie des Geländes in Form eines digitalen Geländemodells, welches aus rasterförmigen Höhenangaben entwickelt wird, sowie Linienschallquellen zur Charakterisierung der emittierenden Leiterseile/ Leiterbündel und Gebäude im direkten Umfeld der zu betrachtenden Trasse.

Die Parametrisierung der prognostischen Berechnung folgt entsprechend der gutachterlichen Erwägung der Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz sowie den Erkenntnissen messtechnischer Felduntersuchungen zu Koronageräuschen (so werden die beim Betrieb von Freileitungen erzeugten Geräusche bezeichnet) im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie unter Einbeziehung von Emissions- und Prognosebesonderheiten nach TA Lärm.

Da es sich um witterungsabhängige Geräuschemissionen handelt, die im direkten Zusammenhang mit der Niederschlagsstärke stehen, wird in der vorliegenden Untersuchung eine standorttypische Situation zugrunde gelegt. Unter Berücksichtigung der resultierenden Auftrittshäufigkeit und Dauer von Koronageräuschen wird eine Emissionssituation ermittelt, die die 10 niederschlagsstärken Einzelereignisse im maßgeblichen Nachtzeitraum im Sinne seltener Ereignisse ausschließt und den dann verbleibenden stundenbezogenen Maximalniederschlag als Referenz nutzt.

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 6 -

Die längenbezogenen Schallleistungspegel beziehen sich als Ausgangsgröße hierbei stets auf ein Leiterseilbündel, welches im vorliegenden Fall aus 3-Leiterseilen besteht. Die Emissionsdaten werden zunächst vollständig durch den Auftraggeber innerhalb eines QSI-Modells zur Verfügung gestellt. Für die Ermittlung der übergebenen Daten werden dabei gemäß Vorgabe durch den Gutachter jeweils die Gleichungen der BPA (Bonneville Power Administration: „Empirical Expressions for calculating High Voltage Transmissions Corona Phenomena“) und der EPRI (Transmission Line Reference Book - 345 kV and above, Electric Power Research Institute) sowie definierte Niederschlagsintensitäten genutzt.

Zuschläge zur weiterführenden Beurteilung der Lästigkeit der emittierten Geräusche sind vorliegend erforderlich. Eine grundlegende Impuls- oder Informationshaltigkeit ist nicht gegeben, jedoch ist aufgrund einhergehender tonaler Komponenten ein Tonhaltigkeitszuschlag angezeigt. Dieser ist insbesondere von der zugrunde gelegten Witterungssituation sowie dem betrachteten Abstand zu den Leiterseilen/ Leiterbündeln abhängig.

In der computergestützten Ausbreitungsberechnung wird ein dem Projekt nachgebildetes Modell mit einem Suchstrahl - vom Immissionsort ausgehend - abgetastet. Bei der Schallausbreitung finden Beugungskanten (markante Geländehöhen, Dächer usw.), Höhenlinien (Topographie) und Reflexionsflächen (Gebäudefassaden, Wände) ebenfalls ihren Einfluss.

Für eine konkrete Beurteilung werden somit einer oder mehrere „Bezugspunkte“ im umliegenden Bereich der Anlage festgelegt. Im Sinne maßgeblicher Immissionsorte wird an diesen Punkten der Beurteilungspegel ermittelt und anhand der gesetzlichen Vorgaben interpretiert. Der eigentliche Immissionsort befindet sich bei Gebäuden 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes derjenigen Hausfassade, die der zu bewertenden Anlage zugewandt ist.

Mit Hilfe eines computergestützten Rechenprogramms werden die Verluste des Schalls auf dem Ausbreitungsweg (Transmission) infolge von Abschirmung, Dämpfungen, Abstandsänderungen usw. berücksichtigt und die am festgelegten Bezugspunkt eintreffenden Geräusche (Immissionen) berechnet. Die Ergebnisse der Berechnungen werden für jeden der Immissionsorte als konkrete Zahlen ausgewiesen. Lärmrasterkarten geben einen Eindruck von der Ausbreitungscharakteristik im direkten Umfeld der Anlage. Grundlegende Beurteilungsgrundlagen bilden die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm Nummer 6.1 sowie 6.3. Bei der Einstufung der maßgeblichen Immissionsorte und deren konkreter Schutzwürdigkeit wird auf die Abstimmungsergebnisse mit den hiesigen Baubehörden sowie die gutachterlichen Erkenntnisse der Ortsbesichtigung Bezug genommen.

Sofern Niederschlagsereignisse ein verdeckendes Fremdgeräusch verursachen, kann mitunter im Rahmen einer Sonderfallprüfung ein Nachweis für die Unschädlichkeit der Koronageräusche geführt werden, so dass keine strikte Einhaltung der Immissionsrichtwerte erforderlich ist. Der Sonderfall ist dabei die Ankopplung des Anlagengeräusches an das jeweils nahezu zeitgleich auftretende Regenfremdgeräusch, welches vom Betreiber der Freileitung nicht beeinflusst werden kann. Es kommt zur sogenannten Maskierung oder Überdeckung.

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 7 -

2.3 Arbeitsunterlagen

- /1/ BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz
- /2/ 4. BImSchV - Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
- /3/ TA Lärm - Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG
- /4/ DIN ISO 9613 - 2 Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
- /5/ DIN 45645 - Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschemissionen
- /6/ DIN 45680 nebst Beiblatt 1 - Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft
- /7/ Fotodokumentation im Bereich des maßgeblichen Immissionsortes, Luftbildaufnahmen, Schilderung der augenscheinlichen Nutzungseigenschaften; Ingenieure SHN GmbH, 50Hertz Transmission GmbH, Froelich&Sporbeck GmbH und Co. KG
- /8/ vollständiges Rechenmodell im qsi-Format (inkl. segmentgenauer längenbezogener Schallleistungspegel, Höhenmodell, Quellenlage); Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie GmbH (Stand: 2020-04)
- /9/ Messtechnische Felduntersuchungen zu Koronageräuschen, Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 5, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2015
- /10/ Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren, Stand 1. August 2017; Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
- /11/ Referenzwerte und Referenzspektren aus Angaben zu vergleichbaren Anlagen oder Projekten sowie aus konkreten Untersuchungen und anerkannten Veröffentlichungen
- /12/ Soundplan 7.4 der Berndt & Braunstein GmbH, EDV-Programm zur Berechnung und Beurteilung von Lärmimmissionen
- /13/ TA Lärm - Kommentar, Dr. jur. Gerhard Feldhaus, Dr. rer. Nat. Klaus Tegeder; hrj-Verlag, 2014

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 8 -

3 Immissionssituation

Die Wahl der Aufpunkte erfolgte unter der Prämisse, dass mit dem Nachweis der Einhaltung/Unterschreitung der geltenden Richtwerte an den gewählten Orten die Einhaltung/Unterschreitung der Richtwerte an allen weiteren schutzbedürftigen Objekten im Umfeld der untersuchten Freileitung sichergestellt werden kann. Somit sind die hier festgelegten Immissionsorte als maßgebliche Immissionsorte im Sinne der TA Lärm Nummer 2.3 zu verstehen.

Eine konkrete Kategorisierung im Zusammenhang mit der Einstufung der entsprechenden Schutzbedürftigkeit ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Die Schutzwürdigkeit bzw. Gebietsnutzung der Objekte wurde mit den Baubehörden der Verwaltungsgemeinschaft Hainich-Werratal (Frau Reichardt, Leiterin der Bauabteilung) sowie der Gemeinde Hörselberg-Hainich (Frau Pfeifer, Bauverwaltung) abgestimmt. Die behördliche Einschätzung entspricht hier auch der gutachterlichen Erkenntnis. Folgende Objekte kommen für die schalltechnischen Betrachtungen zum Ansatz:

TABELLE 1: KENNZEICHNUNG DER IMMISSIONSORTE

Nr.	Richtung	Beschreibung/Anschrift	Einstufung
IO 1	Nord	Gartenhaus Gemarkung Spichra, Flur 3 Flurstück 220	TA Lärm 6.1.d) Mischgebiet/ Dorfgebiet (kein Ruheanspruch im Nachtzeitraum)
IO 2	Süd	Wohnhaus Gemarkung Krauthausen, Flur 5 Flurstück 394/7	TA Lärm 6.1.e) allgemeines Wohngebiet (B-Plan: „Wohngebiet hinter der Strut“)
IO 3	Süd	Wohnhaus Gemarkung Großenlupnitz, Flur 9 Langensalzaer Straße 16e	TA Lärm 6.1.d) Mischgebiet/ Dorfgebiet
IO 4	Süd	Wohnhaus Gemarkung Großenlupnitz, Flur 9 Langensalzaer Straße 16d	TA Lärm 6.1.d) Mischgebiet/ Dorfgebiet
IO 5	Süd	Wohnhaus Gemarkung Großenlupnitz, Flur 9 Langensalzaer Straße 16g	TA Lärm 6.1.d) Mischgebiet/ Dorfgebiet
IO 6	Süd	Wohnhaus Gemarkung Großenlupnitz, Flur 9 Langensalzaer Straße 16	TA Lärm 6.1.d) Mischgebiet/ Dorfgebiet
IO 7	Süd	Wohnhaus Gemarkung Großenlupnitz, Flur 9 Langensalzaer Straße 16f	TA Lärm 6.1.d) Mischgebiet/ Dorfgebiet

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 9 -

Die vorliegend verwendete Immissionssituation weist folgende Besonderheiten auf, die aus gutachterlich bemerkenswert erscheinen:

- Für das Objekt am Standort Spichra (IO 1) wird durch die zuständige Baubehörde mitgeteilt, dass für das Flurstück lediglich von einer Gartennutzung bzw. der Bebauung mit einem Gartenhaus auszugehen ist. Eine Wohnnutzung sei nicht gegeben. Die Ortsbesichtigung des Gutachters deutet gleichzeitig darauf hin, dass das Objekt durch den/die Besitzer auch nachts als Schlafplatz genutzt wird und keine Anbindung (räumliche Nähe) an eine Ortslage oder andere Gebäude besteht.

Grundsätzlich geht der Gutachter für diesen Sonderfall davon aus, dass dennoch kein nächtlicher Ruheanspruch gegeben ist, der die Anwendung der Immissionsrichtwerte für den Nachtzeitraum begründet. Parallelen sind hier aus fachlicher Sicht zu den Auslegungshinweisen des LAI gegeben, in denen wie folgt formuliert wird:

„Der Schutzanspruch für Friedhöfe, Kleingartenanlagen, soweit sie keine Gebiete sind und Wohnnutzung nach Bebauungsplan nicht zugelassen ist, und für Parkanlagen ergibt sich in der Regel nur für die Tageszeit.“

Mit Blick auf die vorgenannten Argumente erscheint das Objekt in Spichra (IO 1) daher aus fachlicher Sicht nicht als maßgeblicher Immissionsort geeignet zu sein. Da zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch nicht abschließend geklärt werden kann, ob ggf. doch ein nächtlicher Ruheanspruch gegeben ist, wird das Objekt vorsorglich in die Betrachtungen aufgenommen. Kann der nächtliche Ruheanspruch ausgeschlossen werden, so sind auch alle Ergebnisse im Zusammenhang mit dem untersuchten Objekt vernachlässigbar.

- Am Standort Großenlupnitz zeigte sich in der Ortsbesichtigung eine Bebauung im Bereich des Flurstückes 374/6. Gemäß dem äußeren Anschein und der Auskunft der zuständigen Baubehörde handelt es sich um eine Gartenlaube. Eine aktuelle Wohnnutzung auf dem Flurstück kann ausgeschlossen werden. Auch ist eine zukünftige Wohnnutzung nicht abzusehen. Das Objekt erscheint vor diesem Hintergrund als maßgeblicher Immissionsort ungeeignet. Demgegenüber wird das Objekt „Langensalzaer Straße 16e“ durch die Baubehörde als die der Trasse nächstliegende Wohnnutzung beschrieben.

Im Bereich Großenlupnitz ist zudem eine „Verlärmung“ durch die direkt angrenzende Autobahn A4 gegeben. Zwar wird der öffentliche Verkehr in der Regel nicht als ständig vorherrschendes Fremdgeräusch im Sinne der TA Lärm verstanden, jedoch ist dies gemäß der Erfahrungen des Gutachters insbesondere in Nähe zu stark befahrenen Autobahnen auch in zentralen Nachtstunden - also situationsbedingt - durchaus diskutabel. Vorliegend erscheint es daher beachtenswert, dass sich ggf. eine Verdeckung der Koronageräuschemissionen ergeben könnte, die in Abwägungen einbezogen werden kann. Mitunter führt dies dazu, dass Minderungsmaßnahmen an Freileitern ohne tatsächlichen Effekt für die Gesamtlärmsituation an den Wohnobjekten bleibt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die genutzten Immissionsrichtwerte dargestellt.

TABELLE 2: ÜBERSICHT DER IMMISSIONSRICHTWERTE GEMÄß TA LÄRM

Situationsbeschreibung	Immissionsrichtwert (IRW) [dB(A)]	
	tags (06:00 bis 22:00 Uhr)	nachts (22:00 bis 06:00 Uhr)
bestimmungsgemäßer Betrieb der Anlage TA Lärm 6.1.d), Wohnen	60	45
bestimmungsgemäßer Betrieb der Anlage TA Lärm 6.1.e), Wohnen	55	40

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 10 -

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen den Immissionsrichtwert am Tage dabei um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten (Vgl. TA Lärm Abschnitt 6.1). Derartige Ereignisse treten im Zusammenhang mit der untersuchten Anlage nicht auf.

Beurteilungsgrundlage ist der Beurteilungspegel L_r , der aus dem Mittelungspegel L_{Aeq} unter Einbeziehung der Einwirkzeit und von Zuschlägen für Ton- und Informationshaltigkeit, Impulshaltigkeit sowie für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit gebildet wird. Der Beurteilungspegel wird nach folgender Beziehung berechnet:

$$L_r = 10 \lg \left[\frac{1}{T_r} \sum_{j=1}^N T_j \cdot 10^{0,1(L_{Aeq,j} - c_{met} + K_{T,j} + K_{I,j} + K_{R,j})} \right] dB(A)$$

Die Orografie des Geländes wird durch ein digitales Geländemodell berücksichtigt, welches Bestandteil des übermittelten Rechenmodells /8/ ist. Eine illustrierende Darstellung des Geländes ist den Beschreibungen zum Rechenmodell zu entnehmen.

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 11 -

4 Emissionsbetrachtungen

4.1 Technik

Für die neue Beseilung wird in den vorliegenden Betrachtungen konservativ von einem maximalen Stromfluss von 4000 A ausgegangen. Der Stromfluss ist für die schalltechnischen Betrachtungen insofern von Belang, als dass sich bei vergrößertem Stromfluss auch größere Durchhänge der Leiterseile ergeben und sich der Abstand zum Immissionsort verringert. Die Ergebnisse des vorliegenden Gutachtens sind somit auf alle Lastfälle bis 4000 A anwendbar.

Weitere grundlegende Parameter sind wie folgt zu benennen:

Nennspannung:	380 kV (gerechnet wird mit 420 kV)
Leiterseile:	2 x 3 x 3 x 362-AL0/59-MEHST
Masttyp:	T1-2, T1+8

Die jeweiligen Masthöhen sowie das Durchhangverhalten der Leiterbündel wurden aus dem übergebenen 3-dimensionale Rechenmodell /8/ übernommen. Auf eine weiterführende Beschreibung technischer Details wird verzichtet.

4.2 Emissionsansatz

Die Berechnung der längenbezogenen Schalleistungspegel erfolgt im Sinne einer Maximalfallbetrachtung gemäß den Gleichungen der BPA (Bonneville Power Administration: „Empirical Expressions for calculating High Voltage Transmissions Corona Phenomena“) sowie der EPRI (Transmission Line Reference Book - 345 kV and above, Electric Power Research Institute). Die schalltechnische Bewertung im Immissionsbereich erfolgt jeweils für diejenige Rechenmethodik, die zu den höchsten Belastungsanteilen führt.

Die längenbezogenen Schalleistungspegel werden gemäß Gutachtervorgabe für ein konkretes Niederschlagsereignis ermittelt. Hierbei handelt es sich um denjenigen maximalen stundenbezogenen Niederschlag, der sich standortbezogen nach Ausschluss der 10 niederschlagsstärksten Einzelereignisse ergibt. Hierzu wurden durch den Gutachter die Niederschlagsdaten der Wetterstationen Eisenach, Herleshausen-Archfeld und Hörselbach-Hainich für den Zeitraum 2017, 2018 und 2019 ausgewertet. Es ergeben sich folgende durchschnittlichen Niederschlagsraten:

- Standort Spichra: 2,2 mm/h
- Standort Krauthausen: 2,1 mm/h
- Großenlupnitz: 2,0 mm/h

Da eine detaillierte Anpassung der Berechnungen auf die tatsächlichen Niederschlagsstärken lediglich für das EPRI-Verfahren möglich ist, wird für die BPA-Berechnungen diejenige Niederschlagskategorie herangezogen, welche den ermittelten Niederschlagsstärken am nächsten kommt. Vorliegend erfolgt der Ansatz daher für „rainy weather“. Dieser Zustand geht in den BPA-Betrachtungen von einer Niederschlagsintensität von 2,5 mm/h aus.

Der Vergleich der vorgelegten Datenmodelle für das jeweilige Emissionsverhalten gemäß BPA und EPRI zeigen, dass für trockene Witterungsverhältnisse relevante Emissionen bzw. Immissionen bereits praktisch ausgeschlossen werden können. Diese Witterungssituation wird nicht weiter verfolgt.

Die ermittelten längenbezogenen Schalleistungspegel werden segmentweise ermittelt. Je Leiterbündel werden so je Spannungsfeld 8 akustische Segmente berücksichtigt, die neben den variierenden Randfeldstärken auch den zu erwartenden Durchhang der linienförmigen Emittenten realitätsnah nachbilden. Die Einzelleiterbetrachtung im 3-dimensionalen Raum folgt damit der vorgeschlagenen Verfahrensweise gemäß /10/.

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 12 -

Zusätzlich erhält man aus den Untersuchungen gemäß /9/ ein mittleres repräsentatives Relativspektrum (terzaufgelöst) im Frequenzbereich zwischen 8 Hz und 20 kHz. Dieses stellt den charakteristischen Verlauf von Leiterseilemissionen bei Niederschlagsereignissen als Nullsummenspektrum dar und wird vorliegend als grundlegender Emissionsparameter zur frequenzabhängigen Charakterisierung verwendet.

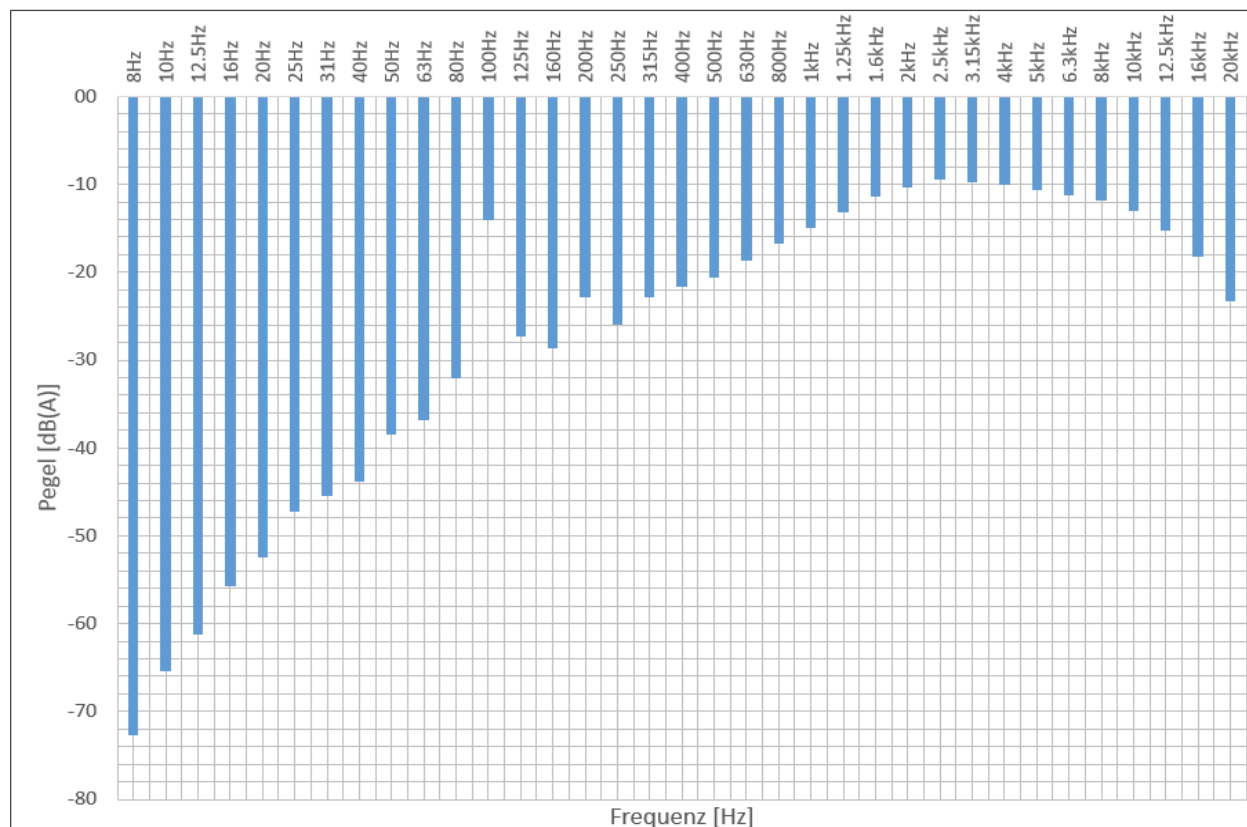


ABBILDUNG 1: RELATIVSPEKTRUM FÜR LEITERSEILEMISSIONEN BEI NIEDERSCHLAG

Typisch für den Frequenzverlauf ist der tonale Anteil bei 100 Hz sowie in verminderter Form bei 200 Hz. Die maßgeblichen Energieanteile finden sich im Spektrum mit ca. -10 dB(A) bis -12 dB(A) im Frequenzbereich zwischen 1,6 kHz und 8 kHz.

4.3 Beurteilung der Geräuschcharakteristik

Die Komponente um die Terzmittenfrequenz von 100 Hz kann unter ungünstigen Umständen aus dem restliche Frequenzverlauf hervortreten und als Einzelton wahrnehmbar sein. Die Wahrnehmbarkeit ist hierbei grundsätzlich abhängig von der zugrunde gelegten Emissionssituation (Witterung) und dem Abstand des Aufpunktes zum Leiterseil. Der ggf. erforderliche Tonhaltigkeitszuschlag erfolgt gemäß den Erkenntnissen in /9/ nach Ermittlung des Beurteilungspegels. Vorliegend wird folgender Zuschlag angesetzt:

$$K_T = 3 \text{ dB}$$

Das von den Leiterbündeln ausgehende Geräusch enthält gleichzeitig keine impulshaltigen Anteile. Vielmehr ist im Falle der Emission von einem statischen Geräusch auszugehen. Aus diesem Grund werden keine gesonderten Zuschläge für Impulshaltigkeit oder Informationshaltigkeit vergeben.

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 13 -

5 Immissionsbetrachtungen

5.1 Rechenmodell

Bestandteil des Rechenmodells sind die Orographie des Geländes sowie Linienschallquellen zur Charakterisierung der emittierenden Leiterseile/ Leiterbündel und Gebäude im direkten Umfeld der zu betrachtenden Trasse.

Die modellhafte Quellenstruktur eines durchhängenden Leiterbündels zwischen zwei Masten besteht aus mehreren geradlinigen Linienquellen. Im vorliegenden Fall werden für jedes Leiterbündel 16 geometrische Segmente berücksichtigt. Die Zuweisung der ermittelten längenbezogenen Schallleistungspegel (8 Pegel je Leiterbündel und Spannfeld) erfolgt gleichmäßig auf die einzelnen Segmente.

Die den Berechnungen zugrunde gelegten Umgebungsbedingungen Lufttemperatur und relative Luftfeuchte werden im pragmatischen Sinne bei 10°C und 70 % berücksichtigt. Für die langzeitige Prognose von Koronageräuschen ist so mit Blick auf die jahreszeitlichen Durchschnittswerte gemäß Deutschem Wetterdienst mit den geringsten Abweichungen für relevante Immissionsentfernungen bis ca. 100 m zu rechnen.

Für die überwiegend hochliegenden Leiterseilquellen wird die Bodendämpfung gemäß der Alternativgleichung 10 nach DIN ISO 9613-2 als allgemeingültigere genutzt. Im Mittel waren hiermit für typische, kritische Praxisbeispiele geringere Abweichungen im Mess-Berechnungsvergleich feststellbar. Gleichzeitig liegen die im Nahbereich berechneten Immissionspegel ausreichend sicher über den Messwerten. Eine spezielle Modellierung der verschiedenen Bodenbeschaffenheiten mit differierenden Bodenfaktoren wird deshalb im Rechenmodell nicht vorgenommen.

Bzgl. des meteorologischen Einflusses wird konservativ ein Wert von $C_0 = 0$ dB berücksichtigt. Es wird also grundlegend von einer Mit-Wind-Situation ausgegangen. Hierbei werden Windgeschwindigkeiten von 1 bis 5 m innerhalb eines Winkels von $\pm 45^\circ$ bezogen auf die Gerade von Quelle zum Aufpunkt zugrunde gelegt. Ein Heranziehen einer entsprechenden Korrektur C_{met} wird lediglich in kritischen Fällen angedacht.

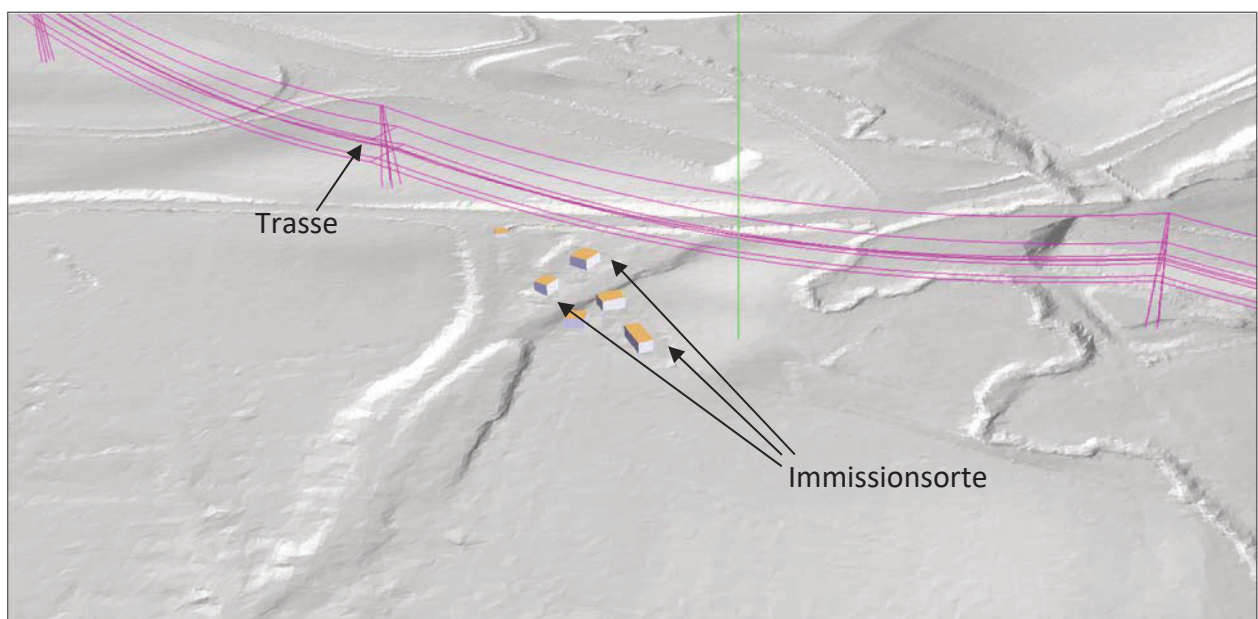


ABBILDUNG 2: DIGITALES RECHENMODELL (HIER: BEREICH GROßENLUPNITZ)

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 14 -

5.2 Darstellungsform der Berechnungsergebnisse

Eine Auflistung der Teileurteilungspegel sowie die resultierenden Gesamtbeurteilungspegel finden sich getrennt nach Standorten im Anhang. Aufgrund der Datenmengen werden die Teileurteilungspegel und Ausbreitungsparameter lediglich für das am stärksten betroffene Stockwerk des jeweiligen Objektes und die maßgeblichsten Leiterbündelsegmente (absteigender Teileurteilungspegel) aufgezeigt.

Insbesondere Leiterbündel in deutlicher Entfernung zum jeweiligen Wohnobjekt sind nicht relevant und für die Ergebnisdarstellung aufgrund geringer Immissionsanteile entbehrlich. Die Darstellung der Quelleneigenschaften erfolgt ebenfalls exemplarisch für diejenigen Teilquellen mit den höchsten Emissionspegeln. Bei Bedarf können die Daten gesondert in ausführlicher tabellarischer Form zur Verfügung gestellt werden.

Zur optischen Charakterisierung der Schallausbreitung wurden Lärmrasterkarten für die entsprechenden Emissionsansätze erstellt. Diese befinden sich ebenfalls im Anhang. Die Berechnung erfolgt dabei mit einem Rastermaß von 5 x 5 m in einer Höhe von 5 m über dem Gelände. Flächen gleichen Beurteilungspegels werden dabei dieselbe Farbstufe zugeordnet.

Bei der Darstellung der Ergebnisse in Form von farbigen Lärmkarten ist zu beachten, dass die Beurteilungspegel an fiktiven Immissionsorten in der Nähe eines Gebäudes auch reflektierende Anteile durch dieses Gebäude enthalten, so dass es zu einer Pegelerhöhung kommen kann. Liegt der Immissionsort an einer Gebäudefassade, so wird dieser der Reflexionsfläche lage- und winkelabhängig exakt zugeordnet. Somit werden nur Reflexionen durch andere Reflexionsflächen wirksam.

Weiterhin ist zu beachten, dass die im Anhang befindlichen Ergebnistabellen und Rasterdarstellungen keinen Tonhaltigkeitszuschlag beinhalten.

5.3 Qualität der Ausbreitungsberechnung und Prognose

Die Dämpfung von Schall, der sich im Freien zwischen einer Schallquelle und einem Aufpunkt ausbreitet, fluktuiert aufgrund der Schwankungen in den Witterungsbedingungen auf dem Ausbreitungsweg sowie durch Dämpfung oder Abschirmung des Schalls durch Boden, Bewuchs und Hindernisse. In der vorliegenden Untersuchung wurden breitbandige Geräuschquellen verwendet und eine Mitwindwetterlage berücksichtigt. Ansätze wurden grundlegend konservativ gewählt, um gezielt Ergebnisse auf der „sicheren Seite“ zu bewerkstelligen. Die Prognosesicherheit wird im Hinblick auf die oben genannten Randbedingungen summarisch mit +3/-3 dB(A) abgeschätzt.

Hinweise:

Die Angabe der Prognosequalität dient der Qualifizierung der Ausbreitungsberechnung hinsichtlich der Anforderungen der TA Lärm und benennt zudem die Vertrauensbereichsgrenzen. Sie findet beim Vergleich der Ermittlungsergebnisse (hier: Beurteilungspegel) mit Richt- oder Grenzwerten keine direkte Anwendung im Sinne einer Ergebnisanpassung.

Eine maßgebliche Ursache des direkten Vergleiches der Ermittlungsergebnisse mit dem jeweiligen Richt- oder Grenzwert liegt in der durchgehend konservativen Betrachtungsmethodik. So wird stets eine sog. "Maximalfall-" oder auch "worst-case-Situation" abgebildet, welche die ungünstigste Betriebs- bzw. Immissionssituation beschreibt. Hierzu gehören z.B. die zugrunde gelegten Auslastungsmerkmale (z.B. theoretische Maximallast), Einwirkzeiten (z.B. Dauerlast) und Witterungsbedingungen (z.B. Mitwindbedingungen).

Ausgehend von einer Prognosegenauigkeit von ± 3 dB entspricht das Vertrauensintervall von 95 % einer Standardabweichung von 1,5 dB. Etwaige Ungenauigkeiten werden daher durch die zuvor beschriebenen Planungssicherheiten vollständig kompensiert, so dass die Ergebnisse auf der sicheren Seite liegen.

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 15 -

5.4 Ergebnisse der Berechnungen der Zusatzbelastung

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Ausbreitungsberechnungen dargestellt. Die Auswertung erfolgt hierbei lediglich für den deutlich sensibleren Nachtzeitraum. Dieser ist aufgrund der höher festgesetzten Immissionsrichtwerte für den Tageszeitraum und der statischen Geräuschcharakteristik maßgeblich. Die dargestellten Beurteilungspegel enthalten bereits den begründeten Tonhaltigkeitszuschlag. Der Zuschlag ist jedoch nicht Bestandteil der im Anhang dargestellten tabellarischen Ergebnisse oder der Rasterdarstellungen.

TABELLE 3: ZUSATZBELASTUNG - FREILEITUNG

Immissionsort	IRW (nachts)	Beurteilungspegel (Ansatz: BPA)	Beurteilungspegel (Ansatz: EPRI)
	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
IO 1 - Spichra	60/(45)	47	48
IO 2 - Krauthausen	40	41	42
IO 3 - Großenlupnitz	45	51	52
IO 4 - Großenlupnitz	45	44	45
IO 5 - Großenlupnitz	45	43	44
IO 6 - Großenlupnitz	45	41	42
IO 7 - Großenlupnitz	45	40	41

5.5 Beurteilung

Für die untersuchten Immissionssituationen ergeben sich folgende Aspekte:

- Es zeigt sich, dass die Berechnungen nach EPRI in allen Untersuchungsfällen zu höheren Beurteilungspegeln führen.
- Für die Immissionsorte 2 und 3 ist eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte erwartbar. Für diese Situationen sind geeignete Minderungsmaßnahmen in die weiteren Planungen einzubeziehen.
- Für die Immissionsorte 4, 5, 6 und 7 zeigt sich eine Unterschreitung der Immissionsrichtwerte. Gleichzeitig muss von einer relevanten Zusatzbelastung ausgegangen werden, da die Unterschreitung weniger als 6 dB(A) beträgt.
- An den Standorten Krauthausen und Großenlupnitz ergeben sich nach aktueller Erkenntnislage keine relevanten Vorbelastungen im maßgeblichen Nachtzeitraum bzw. die betreffenden Gebäudefassaden der betrachteten Immissionsorte. Insofern erscheint eine nahezu Ausschöpfung der Immissionsrichtwerte durch die hier betrachtete Zusatzbelastung als machbar.
- Sofern für IO 1 - entgegen der Ansicht des Gutachters - ein nächtlicher Ruheanspruch gegeben ist, ist von einer Überschreitung der dann anzusetzenden Immissionsrichtwerte auszugehen. Dies zöge auch für diese Immissionssituation die Notwendigkeit von Minderungsmaßnahmen nach sich.

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 16 -

5.6 Möglichkeiten für Minderungsmaßnahmen

Grundlegend zielen Minderungsmaßnahmen darauf ab, dass

1. der Abstand zwischen Leiterseil und Wohngebäude vergrößert wird und/oder
2. die Randfeldstärke am Leiterseil herabgesetzt wird und/oder
3. der Mechanismus der Koronaentladung vermindert/ unterdrückt wird.

Folgende Maßnahmen erscheinen denkbar:

zu 1:

Eine Vergrößerung des Abstandes zwischen Leiterseil und Wohngebäude kann durch eine Masterhöhung und/oder die Ausschwenkung der gesamten Trasse im betreffenden Bereich erfolgen. Erstere Maßnahme ist hierbei insbesondere dann zielführend, wenn sich das schutzwürdige Objekt in direkter Nähe zur Trasse befindet. Sofern bereits größere Abstände gegeben sind, stellt die Masterhöhung in der Regel keine zielführende Maßnahme mehr dar.

zu 2:

Die Randfeldstärke kann durch die Vergrößerung des einzelnen Leiterquerschnittes - also die Verwendung „dickerer“ Seile vermindert werden. Eine weitere Möglichkeit stellt die Realisierung in 4er-Bündelung dar. Auch dies führt zu deutlich niedrigeren Randfeldstärken. Der längenbezogene Schallleistungspegel sinkt hierdurch und Immissionen werden vermindert.

zu 3:

Grundsätzliches Ziel ist es hierbei, ein Leiterseil mit hydrophiler Oberfläche zu realisieren. Dies geschieht im Allgemeinen automatisch nach Anlagenrealisierung durch die natürliche Erosion. Durch eine Vorwegnahme dieses Alterungsprozesses (z.B. durch Glasperlen- oder Sandstrahlen) kann dieser Effekt gezielt genutzt werden, um Beurteilungspegel zu senken.

Eine weitere Möglichkeit stellen spezielle Oberflächenbeschichtungen dar, die zu vergleichbaren Effekten in Bezug auf Hydrophilie und Geräuschemissionen führen.

Projekt:	Schalltechnisches Gutachten - Freileitung Vieselbach-Mecklar	
Vorhabenträger:	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter:	Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 17 -

6 Anhänge

6.1 Beurteilungsgrundlage

- 2 Seiten A4 Beurteilungsparameter - TA Lärm
- 2 Seiten A4 Datenblatt - Referenzfrequenzgang für Leiterseilemissionen

6.2 Ergebnistabellen

- 1 Seite A4 Legende der Darstellung von Beurteilungspegeln
- 3 Seiten A4 Beurteilungspegel - Bereich Spichra - Ansatz nach EPRI
Beurteilungspegel - Bereich Krauthausen - Ansatz nach EPRI
Beurteilungspegel - Bereich Großenlupnitz - Ansatz nach EPRI
- 1 Seite A4 Legende der Darstellung von Ausbreitungsparametern
- 3 Seiten A4 Ausbreitungsparameter - Bereich Spichra - Ansatz nach EPRI
(Auszug) Ausbreitungsparameter - Bereich Krauthausen - Ansatz nach EPRI
Ausbreitungsparameter - Bereich Großenlupnitz - Ansatz nach EPRI
- 1 Seite A4 Legende zur Darstellung von Quelleneigenschaften
- 3 Seiten A4 Quelleneigenschaften - Bereich Spichra - Ansatz nach EPRI
(Auszug) Quelleneigenschaften - Bereich Krauthausen - Ansatz nach EPRI
Quelleneigenschaften - Bereich Großenlupnitz - Ansatz nach EPRI

6.3 Lärmrasterkarten

- 3 Seiten A3 Lärmrasterkarte - Bereich Spichra - Ansatz nach EPRI
Lärmrasterkarte - Bereich Krauthausen - Ansatz nach EPRI
Lärmrasterkarte - Bereich Großenlupnitz - Ansatz nach EPRI

Schallimmissionsprognose gemäß TA Lärm

SoundPLAN Bewertungsbibliothek

1 : TA-Lärm - Werktag

Zeitbereiche

Name	Kürzel	Stunden	Ta	N lauteste	Zuschläge verwenden
Beurteilungspegel Tag	LrT	6-22	16,0	0	X
Beurteilungspegel Nacht	LrN	22-6	1,0	1	X
Maximalpegel Tag	LT,max	6-22	24,0	0	-
Maximalpegel Nacht	LN,max	22-6	24,0	0	-

Grenzwerte

Nutzung	Beschreibung	LrT	LrN	LT,max	LN,max
GI	Industriegelände	70,0	70,0	100,0	90,0
GE	Gewerbegebiete	65,0	50,0	95,0	70,0
MK	Kerngebiete	60,0	45,0	90,0	65,0
MI	Mischgebiete	60,0	45,0	90,0	65,0
MD	Dorfgebiete	60,0	45,0	90,0	65,0
WB	Besondere Wohngebiete	55,0	40,0	85,0	60,0
WA	Allgemeine Wohngebiete	55,0	40,0	85,0	60,0
WS	Kleinsiedlungsgebiete	55,0	40,0	85,0	60,0
WR	Reines Wohngebiet	50,0	35,0	80,0	55,0
AU	Wohngebäude Außenbereich	0,0	0,0	0,0	0,0
SOK	Krankenhaus, Kurheime	45,0	35,0	75,0	55,0
SOS	Schulen	0,0	0,0	0,0	0,0
EG	Kleingartengebiete	0,0	0,0	0,0	0,0
EW	Wochenendhausgebiete	0,0	0,0	0,0	0,0
EP	Parkanlagen	0,0	0,0	0,0	0,0
ES	Sportanlagen	0,0	0,0	0,0	0,0
EF	Friedhöfe	0,0	0,0	0,0	0,0
EC	Campingplätze	0,0	0,0	0,0	0,0
Z1	Zusätzliche Gebiete	0,0	0,0	0,0	0,0
Z2	Zusätzliche Gebiete	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	Zusätzliche Gebiete	0,0	0,0	0,0	0,0
Z4	Zusätzliche Gebiete	0,0	0,0	0,0	0,0

Beratende Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik



Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SNH GmbH
Brückenstraße 13, 09111 Chemnitz

Schallimmissionsprognose gemäß TA Lärm

SoundPLAN Bewertungsbibliothek

Nutzung	Beschreibung	LrT	LrN	LT,max	LN,max
Z5	Zusätzliche Gebiete	0,0	0,0	0,0	0,0
Z6	Zusätzliche Gebiete	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	Zusätzliche Gebiete	0,0	0,0	0,0	0,0

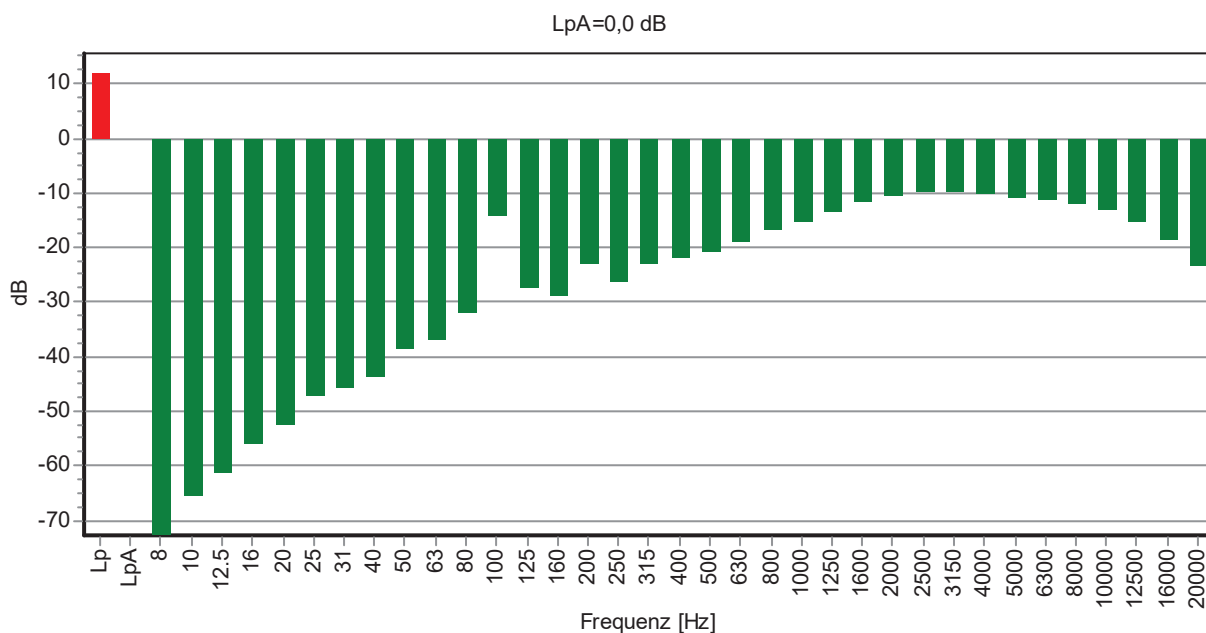
Zuschläge

Nutzung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
GI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WB	-	-	-	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0	6,0	-	-
WA	-	-	-	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0	6,0	-	-
WS	-	-	-	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0	6,0	-	-
WR	-	-	-	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0	6,0	-	-
AU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SOK	-	-	-	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0	6,0	-	-
SOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm

SoundPLAN Emissionsbibliothek

2 : Referenz - Leiterseilemissionen



Einheit	8Hz	10Hz	12.5Hz	16Hz	20Hz	25Hz	31Hz	40Hz	50Hz	63Hz
dB(A)/Lp Pegel	-72,7	-65,4	-61,2	-55,7	-52,5	-47,2	-45,5	-43,8	-38,5	-36,9
Einheit	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz
dB(A)/Lp Pegel	-32,1	-14,1	-27,3	-28,6	-22,8	-26,0	-22,8	-21,6	-20,6	-18,7
Einheit	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz
dB(A)/Lp Pegel	-16,8	-15,0	-13,2	-11,4	-10,3	-9,5	-9,8	-10,1	-10,6	-11,2
Einheit	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz	Summe				
dB(A)/Lp Pegel	-11,8	-13,0	-15,2	-18,3	-23,3	0,0				

Eigenschaften

Höhe über Grund [m]: -
Standardabweichung [dB]: -

Kommentare

Quelle:
Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 5
Messtechnische Felduntersuchungen zu Koronageräuschen
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Abbildung 44 (Seite 48)

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm

Legende

Immissionsort		Name des Immissionsorts
Nutzung		Gebietsnutzung
Geschoss		Geschoss
HR		Himmelsrichtung
RW,T	dB(A)	Richtwert Tag
RW,N	dB(A)	Richtwert Nacht
LrT	dB(A)	Beurteilungspegel Tag
LrN	dB(A)	Beurteilungspegel Nacht

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm

50Hertz Transmission GmbH - Vib-Mec
2020-04-20 EPB - Spichra - EPRI
Beurteilungspegel

Immissionsort	Nutzung	Geschoss	HR	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
IO 1 - Spichra	MI	EG	NW	60	45	41,8	41,8
		1.OG		60	45	42,2	42,2
IO 1 - Spichra	MI	EG	SO	60	45	43,6	43,6
		1.OG		60	45	43,9	43,9
IO 1 - Spichra	MI	EG	NO	60	45	38,7	38,7
		1.OG		60	45	39,5	39,5
IO 1 - Spichra	MI	EG	SW	60	45	45,1	45,1
		1.OG		60	45	45,3	45,3

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm

50Hertz Transmission GmbH - Vib-Mec
2020-04-20 EPB - Krauthausen - EPRI
Beurteilungspegel

Immissionsort	Nutzung	Geschoss	HR	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
IO 2 - Krauthausen	WA	EG	SW	55	40	34,4	32,5
		1.OG		55	40	34,4	32,5
IO 2 - Krauthausen	WA	EG	SO	55	40	28,9	27,0
		1.OG		55	40	29,0	27,1
IO 2 - Krauthausen	WA	EG	NW	55	40	40,6	38,7
		1.OG		55	40	40,7	38,7
IO 2 - Krauthausen	WA	EG	NO	55	40	39,8	37,9
		1.OG		55	40	39,8	37,9

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm

50Hertz Transmission GmbH - Vib-Mec
2020-04-20 EPB - Großenlupnitz - EPRI
Beurteilungspegel

Immissionsort	Nutzung	Geschoss	HR	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
IO 3 - LS-Straße 16e	MI	EG 1.OG	NO	60 60	45 45	48,5 48,6	48,5 48,6
IO 4 - LS-Straße 16d	MI	EG 1.OG	NO	60 60	45 45	41,4 42,1	41,4 42,1
IO 5 - LS-Straße 16g	MI	EG 1.OG	NO	60 60	45 45	40,9 41,3	40,9 41,3
IO 5 - LS-Straße 16g	MI	EG 1.OG	NW	60 60	45 45	40,7 41,1	40,7 41,1
IO 6 - LS-Straße 16	MI	EG 1.OG	N	60 60	45 45	38,0 38,6	38,0 38,6
IO 7 - LS-Straße 16f	MI	EG	NO	60	45	37,6	37,6
IO 7 - LS-Straße 16f	MI	EG	NW	60	45	37,6	37,6

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm

Legende

Schallquelle		Name der Schallquelle
Quellentyp		Typ der Quelle (Punkt, Linie, Fläche)
L _w	dB(A)	Anlagenleistung
L _{w'}	dB(A)	Leistung pro m, m ²
K _I	dB	Zuschlag für Impulshaltigkeit
K _T	dB	Zuschlag für Tonhaltigkeit
K _o	dB	Zuschlag für gerichtete Abstrahlung
s	m	Entfernung Schallquelle - Immissionsort
A _{div}	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
A _{gr}	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund Bodeneffekt
A _{bar}	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund Abschirmung
A _{atm}	dB	Mittlere Dämpfung aufgrund Luftabsorption
A _{DI}	dB	Mittlere Richtwirkungskorrektur
dL _{refl}	dB	Pegelerhöhung durch Reflexionen
L _s	dB(A)	Unbewerteter Schalldruck am Immissionsort
L _{rT}	dB(A)	Beurteilungspegel Tag
L _{rN}	dB(A)	Beurteilungspegel Nacht

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm
50Hertz Transmission GmbH - Vib-Mec
2020-04-20 EPB - Spichra - EPRI
Mittlere Ausbreitung

Schallquelle	Quelltyp	Lw dB(A)	Lw' dB(A)	KI dB	KT dB	Ko dB	s m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	ADI dB	dLrefl dB	Ls dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
IO 1 - Spichra																
	1.OG	LrT 45,3	dB(A)	LrN 45,3	dB(A)											
Obj: C420	53 seg	12 AC 3x362/59	Linie	75,3	62,7	0,0	0,0	2,2	39,5	-42,9	0,0	0,0	-1,4	0,0	0,0	33,2
Obj: C420	53 seg	13 AC 3x362/59	Linie	75,5	62,8	0,0	0,0	2,2	42,0	-43,5	0,0	0,0	-1,5	0,0	0,0	32,7
Obj: C420	52 seg	12 AC 3x362/59	Linie	74,1	61,5	0,0	0,0	2,1	36,7	-42,3	0,0	0,0	-1,3	0,0	0,0	32,6
Obj: C420	53 seg	11 AC 3x362/59	Linie	75,3	62,7	0,0	0,0	2,4	44,9	-44,0	0,0	0,0	-1,5	0,0	0,0	32,1
Obj: C420	52 seg	13 AC 3x362/59	Linie	74,2	61,5	0,0	0,0	2,1	39,4	-42,9	0,0	0,0	-1,4	0,0	0,0	32,0
Obj: C420	52 seg	11 AC 3x362/59	Linie	74,1	61,5	0,0	0,0	2,3	42,5	-43,6	0,0	0,0	-1,5	0,0	0,0	31,4
Obj: C420	54 seg	12 AC 3x362/59	Linie	75,3	62,7	0,0	0,0	2,4	49,4	-44,9	0,0	0,0	-1,6	0,0	0,0	31,2
Obj: C420	54 seg	13 AC 3x362/59	Linie	75,5	62,8	0,0	0,0	2,4	51,4	-45,2	0,0	0,0	-1,7	0,0	0,0	31,0
Obj: C420	53 seg	14 AC 3x362/59	Linie	75,5	62,8	0,0	0,0	2,4	51,7	-45,3	0,0	-0,2	-1,6	0,0	0,0	30,8
Obj: C420	54 seg	11 AC 3x362/59	Linie	75,3	62,7	0,0	0,0	2,5	54,1	-45,6	0,0	0,0	-1,7	0,0	0,0	30,5
Obj: C420	53 seg	10 AC 3x362/59	Linie	75,1	62,5	0,0	0,0	2,6	56,3	-46,0	0,0	0,0	-1,8	0,0	0,0	29,9
Obj: C420	54 seg	14 AC 3x362/59	Linie	75,5	62,8	0,0	0,0	2,6	59,6	-46,5	0,0	0,0	-1,9	0,0	0,0	29,7
Obj: C420	52 seg	10 AC 3x362/59	Linie	74,2	61,6	0,0	0,0	2,6	54,4	-45,7	0,0	0,0	-1,7	0,0	0,0	29,3
Obj: C420	55 seg	13 AC 3x362/59	Linie	74,3	61,6	0,0	0,0	2,5	56,1	-46,0	0,0	0,0	-1,8	0,0	0,0	29,0
Obj: C420	55 seg	12 AC 3x362/59	Linie	73,9	61,3	0,0	0,0	2,5	54,3	-45,7	0,0	0,0	-1,7	0,0	0,0	29,0
Obj: C420	54 seg	10 AC 3x362/59	Linie	75,1	62,5	0,0	0,0	2,7	63,9	-47,1	0,0	0,0	-1,9	0,0	0,0	28,7
Obj: C420	54 seg	15 AC 3x362/59	Linie	75,9	63,2	0,0	0,0	2,7	72,0	-48,1	0,0	0,0	-2,1	0,0	0,0	28,4
Obj: C420	55 seg	11 AC 3x362/59	Linie	73,9	61,3	0,0	0,0	2,6	58,6	-46,3	0,0	0,0	-1,8	0,0	0,0	28,3
Obj: C420	55 seg	14 AC 3x362/59	Linie	74,3	61,6	0,0	0,0	2,6	63,7	-47,1	0,0	0,0	-1,9	0,0	0,0	27,9
Obj: C420	53 seg	9 AC 3x362/59	Linie	75,1	62,5	0,0	0,0	2,8	70,8	-48,0	0,0	0,0	-2,1	0,0	0,0	27,7
Obj: C420	52 seg	14 AC 3x362/59	Linie	74,2	61,5	0,0	0,0	2,3	49,4	-44,9	0,0	-2,8	-1,3	0,0	0,0	27,6
Obj: C420	52 seg	9 AC 3x362/59	Linie	74,2	61,6	0,0	0,0	2,8	69,3	-47,8	0,0	0,0	-2,1	0,0	0,0	27,0
Obj: C420	55 seg	10 AC 3x362/59	Linie	73,9	61,3	0,0	0,0	2,7	67,8	-47,6	0,0	0,0	-2,0	0,0	0,0	27,0

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm
50Hertz Transmission GmbH - Vib-Mec
2020-04-20 EPB - Krauthausen - EPRI
Mittlere Ausbreitung

Schallquelle	Quelltyp	Lw dB(A)	Lw' dB(A)	KI dB	KT dB	Ko dB	s m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	ADI dB	dLrefl dB	Ls dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
IO 2 - Krauthausen																
1.OG		LrT 40,7 dB(A)		LrN 38,7 dB(A)												
Obj: C420	12 seg 13 AC 3x362/59	Linie	77,3	62,9	0,0	0,0	0,2	97,2	-50,7	0,0	0,0	-2,5	0,0	0,0	24,2	24,2
Obj: C420	13 seg 12 AC 3x362/59	Linie	76,7	62,3	0,0	0,0	0,2	93,4	-50,4	0,0	0,0	-2,5	0,0	0,0	24,0	24,0
Obj: C420	13 seg 13 AC 3x362/59	Linie	76,3	61,9	0,0	0,0	0,1	91,2	-50,2	0,0	0,0	-2,4	0,0	0,0	23,8	23,8
Obj: C420	12 seg 12 AC 3x362/59	Linie	77,2	62,8	0,0	0,0	0,2	99,8	-51,0	0,0	0,0	-2,6	0,0	0,0	23,8	23,8
Obj: C420	12 seg 14 AC 3x362/59	Linie	77,3	62,9	0,0	0,0	0,2	102,2	-51,2	0,0	0,0	-2,6	0,0	0,0	23,7	23,7
Obj: C420	13 seg 14 AC 3x362/59	Linie	76,3	61,9	0,0	0,0	0,2	97,0	-50,7	0,0	0,0	-2,5	0,0	0,0	23,2	23,2
Obj: C420	12 seg 15 AC 3x362/59	Linie	77,7	63,3	0,0	0,0	0,2	113,8	-52,1	0,0	0,0	-2,8	0,0	0,0	23,0	23,0
Obj: C420	13 seg 11 AC 3x362/59	Linie	76,7	62,3	0,0	0,0	0,2	103,1	-51,3	0,0	0,0	-2,6	0,0	0,0	23,0	23,0
Obj: C420	12 seg 11 AC 3x362/59	Linie	77,2	62,8	0,0	0,0	0,2	109,3	-51,8	0,0	0,0	-2,7	0,0	0,0	22,9	22,9
Obj: C420	13 seg 10 AC 3x362/59	Linie	77,5	63,1	0,0	0,0	0,2	118,6	-52,5	0,0	0,0	-2,9	0,0	0,0	22,4	22,4
Obj: C420	11 seg 13 AC 3x362/59	Linie	77,0	62,7	0,0	0,0	0,2	113,7	-52,1	0,0	0,0	-2,8	0,0	0,0	22,4	22,4
Obj: C420	11 seg 14 AC 3x362/59	Linie	77,0	62,7	0,0	0,0	0,2	116,9	-52,3	0,0	0,0	-2,8	0,0	0,0	22,1	22,1
Obj: C420	11 seg 12 AC 3x362/59	Linie	77,0	62,7	0,0	0,0	0,2	116,9	-52,3	0,0	0,0	-2,8	0,0	0,0	22,1	22,1
Obj: C420	12 seg 16 AC 3x362/59	Linie	77,7	63,3	0,0	0,0	0,3	130,5	-53,3	0,0	0,0	-3,0	0,0	0,0	21,7	21,7
Obj: C420	11 seg 15 AC 3x362/59	Linie	77,4	63,0	0,0	0,0	0,3	126,0	-53,0	0,0	0,0	-3,0	0,0	0,0	21,6	21,6
Obj: C420	12 seg 10 AC 3x362/59	Linie	77,2	62,8	0,0	0,0	0,3	124,3	-52,9	0,0	0,0	-3,0	0,0	0,0	21,6	21,6
Obj: C420	13 seg 15 AC 3x362/59	Linie	75,7	61,3	0,0	0,0	0,2	109,8	-51,8	0,0	0,0	-2,7	0,0	0,0	21,4	21,4
Obj: C420	11 seg 11 AC 3x362/59	Linie	77,0	62,7	0,0	0,0	0,3	125,9	-53,0	0,0	0,0	-3,0	0,0	0,0	21,3	21,3
Obj: C420	10 seg 13 AC 3x362/59	Linie	76,3	62,0	0,0	0,0	0,2	119,9	-52,6	0,0	0,0	-2,9	0,0	0,0	21,1	21,1
Obj: C420	13 seg 9 AC 3x362/59	Linie	77,5	63,1	0,0	0,0	0,3	137,6	-53,8	0,0	0,0	-3,1	0,0	0,0	20,9	20,9
Obj: C420	10 seg 12 AC 3x362/59	Linie	76,4	62,1	0,0	0,0	0,3	123,3	-52,8	0,0	0,0	-2,9	0,0	0,0	20,9	20,9
Obj: C420	10 seg 14 AC 3x362/59	Linie	76,3	62,0	0,0	0,0	0,3	122,5	-52,8	0,0	0,0	-2,9	0,0	0,0	20,9	20,9
Obj: C420	11 seg 16 AC 3x362/59	Linie	77,4	63,0	0,0	0,0	0,3	140,0	-53,9	0,0	0,0	-3,2	0,0	0,0	20,6	20,6

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm
50Hertz Transmission GmbH - Vib-Mec
2020-04-20 EPB - Großenlupnitz - EPRI
Mittlere Ausbreitung

Schallquelle	Quelltyp	Lw dB(A)	Lw' dB(A)	KI dB	KT dB	Ko dB	s m	Adiv dB	Agr dB	Abar dB	Aatm dB	ADI dB	dLrefl dB	Ls dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)		
IO 3 - LS-Straße 16e																		
1.OG		LrT 48,6	dB(A)	LrN 48,6		dB(A)												
Obj: C420	12 seg	6 AC 3x362/59	Linie	78,0	63,5	0,0	0,0	2,6	26,8	-39,6	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	40,1	40,1	40,1
Obj: C420	14 seg	6 AC 3x362/59	Linie	79,1	64,6	0,0	0,0	2,7	33,1	-41,4	0,0	0,0	-1,2	0,0	0,0	39,3	39,3	39,3
Obj: C420	12 seg	7 AC 3x362/59	Linie	79,5	65,0	0,0	0,0	2,8	39,8	-43,0	0,0	0,0	-1,4	0,0	0,0	38,0	38,0	38,0
Obj: C420	12 seg	5 AC 3x362/59	Linie	78,0	63,5	0,0	0,0	2,7	34,7	-41,8	0,0	0,0	-1,3	0,0	0,0	37,7	37,7	37,7
Obj: C420	14 seg	5 AC 3x362/59	Linie	79,1	64,6	0,0	0,0	2,8	39,6	-42,9	0,0	0,0	-1,4	0,0	0,0	37,6	37,6	37,6
Obj: C420	14 seg	7 AC 3x362/59	Linie	79,8	65,3	0,0	0,0	2,8	44,9	-44,0	0,0	0,0	-1,5	0,0	0,0	37,1	37,1	37,1
Obj: C420	9 seg	6 AC 3x362/59	Linie	78,6	64,1	0,0	0,0	2,9	50,0	-45,0	0,0	0,0	-1,6	0,0	0,0	34,9	34,9	34,9
Obj: C420	9 seg	5 AC 3x362/59	Linie	78,6	64,1	0,0	0,0	2,9	54,0	-45,6	0,0	0,0	-1,7	0,0	0,0	34,1	34,1	34,1
Obj: C420	9 seg	7 AC 3x362/59	Linie	79,0	64,5	0,0	0,0	2,9	59,5	-46,5	0,0	0,0	-1,9	0,0	0,0	33,5	33,5	33,5
Obj: C420	12 seg	8 AC 3x362/59	Linie	79,5	65,0	0,0	0,0	3,0	64,3	-47,2	-0,7	0,0	-1,9	0,0	0,0	32,7	32,7	32,7
Obj: C420	14 seg	4 AC 3x362/59	Linie	78,2	63,7	0,0	0,0	2,9	60,3	-46,6	0,0	0,0	-1,9	0,0	0,0	32,6	32,6	32,6
Obj: C420	14 seg	8 AC 3x362/59	Linie	79,8	65,3	0,0	0,0	3,0	67,7	-47,6	-0,8	0,0	-2,0	0,0	0,0	32,4	32,4	32,4
Obj: C420	11 seg	6 AC 3x362/59	Linie	76,8	62,3	0,0	0,0	2,9	56,4	-46,0	0,0	0,0	-1,8	0,0	0,0	31,9	31,9	31,9
Obj: C420	11 seg	5 AC 3x362/59	Linie	76,8	62,3	0,0	0,0	2,9	59,8	-46,5	0,0	0,0	-1,9	0,0	0,0	31,3	31,3	31,3
Obj: C420	12 seg	4 AC 3x362/59	Linie	76,3	61,7	0,0	0,0	2,9	57,6	-46,2	0,0	0,0	-1,8	0,0	0,0	31,1	31,1	31,1
Obj: C420	9 seg	4 AC 3x362/59	Linie	77,9	63,4	0,0	0,0	2,9	69,9	-47,9	-0,1	0,0	-2,1	0,0	0,0	30,8	30,8	30,8
Obj: C420	11 seg	7 AC 3x362/59	Linie	77,1	62,6	0,0	0,0	2,9	65,3	-47,3	-0,2	0,0	-2,0	0,0	0,0	30,6	30,6	30,6
Obj: C420	9 seg	8 AC 3x362/59	Linie	79,0	64,5	0,0	0,0	3,0	78,5	-48,9	-1,2	0,0	-2,2	0,0	0,0	29,7	29,7	29,7
Obj: C420	11 seg	4 AC 3x362/59	Linie	77,4	62,9	0,0	0,0	2,9	74,2	-48,4	-0,2	0,0	-2,1	0,0	0,0	29,6	29,6	29,6
Obj: C420	14 seg	3 AC 3x362/59	Linie	78,3	63,7	0,0	0,0	2,9	85,9	-49,7	-0,6	0,0	-2,3	0,0	0,0	28,6	28,6	28,6
Obj: C420	9 seg	3 AC 3x362/59	Linie	77,9	63,4	0,0	0,0	2,9	92,2	-50,3	-0,7	0,0	-2,5	0,0	0,0	27,4	27,4	27,4
Obj: C420	11 seg	8 AC 3x362/59	Linie	77,1	62,6	0,0	0,0	3,0	83,2	-49,4	-1,3	0,0	-2,3	0,0	0,0	27,1	27,1	27,1
Obj: C420	12 seg	3 AC 3x362/59	Linie	76,3	61,7	0,0	0,0	2,9	84,5	-49,5	-0,6	0,0	-2,3	0,0	0,0	26,8	26,8	26,8

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm

Legende

Schallquelle		Name der Schallquelle
Quelltyp		Typ der Quelle (Punkt, Linie, Fläche)
l oder S	m,m ²	Größe der Quelle (Länge oder Fläche)
Li	dB(A)	Innenpegel
R'w	dB	bewertetes Schalldämm-Maß
Lw	dB(A)	Anlagenleistung
KT	dB	Zuschlag für Tonhaltigkeit
KI	dB	Zuschlag für Impulshaltigkeit
KO-Wand	dB(A)	Zuschlag für gerichtete Abstrahlung durch Wände
63 Hz	dB(A)	Schallleistungspegel dieser Frequenz
125 Hz	dB(A)	Schallleistungspegel dieser Frequenz
250 Hz	dB(A)	Schallleistungspegel dieser Frequenz
500 Hz	dB(A)	Schallleistungspegel dieser Frequenz
1 kHz	dB(A)	Schallleistungspegel dieser Frequenz
2 kHz	dB(A)	Schallleistungspegel dieser Frequenz
4 kHz	dB(A)	Schallleistungspegel dieser Frequenz
8 kHz	dB(A)	Schallleistungspegel dieser Frequenz

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm

50Hertz Transmission GmbH - Vib-Mec
2020-04-20 EPB - Spichra - EPRI
Oktavspektren der Emittenten in dB(A)

Schallquelle	Quelltyp	I oder S	Li	R'w	Lw	KT	KI	KO-Wand	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Obj: C420 61 seg 1 AC	Linie	24,72			77,0	0,00	0,00	0,00	46,9	63,3	58,2	61,7	67,1	71,5	71,7	69,9
Obj: C420 62 seg 1 AC	Linie	24,72			77,0	0,00	0,00	0,00	46,9	63,3	58,2	61,7	67,1	71,5	71,7	69,9
Obj: C420 62 seg 2 AC	Linie	24,70			77,0	0,00	0,00	0,00	46,9	63,3	58,2	61,7	67,1	71,5	71,7	69,9
Obj: C420 61 seg 2 AC	Linie	24,70			77,0	0,00	0,00	0,00	46,9	63,3	58,2	61,7	67,1	71,5	71,7	69,9
Obj: C420 61 seg 16 AC	Linie	24,90			77,0	0,00	0,00	0,00	46,8	63,2	58,1	61,6	67,0	71,4	71,6	69,8
Obj: C420 62 seg 16 AC	Linie	24,90			77,0	0,00	0,00	0,00	46,8	63,2	58,1	61,6	67,0	71,4	71,6	69,8
Obj: C420 61 seg 15 AC	Linie	24,86			77,0	0,00	0,00	0,00	46,8	63,2	58,1	61,6	67,0	71,4	71,6	69,8
Obj: C420 62 seg 15 AC	Linie	24,86			77,0	0,00	0,00	0,00	46,8	63,2	58,1	61,6	67,0	71,4	71,6	69,8
Obj: C420 61 seg 3 AC	Linie	24,68			76,9	0,00	0,00	0,00	46,8	63,2	58,1	61,6	67,0	71,4	71,6	69,8
Obj: C420 61 seg 8 AC	Linie	24,67			76,9	0,00	0,00	0,00	46,8	63,2	58,1	61,6	67,0	71,4	71,6	69,8
Obj: C420 61 seg 4 AC	Linie	24,67			76,9	0,00	0,00	0,00	46,8	63,2	58,1	61,6	67,0	71,4	71,6	69,8
Obj: C420 61 seg 7 AC	Linie	24,67			76,9	0,00	0,00	0,00	46,8	63,2	58,1	61,6	67,0	71,4	71,6	69,8
Obj: C420 61 seg 5 AC	Linie	24,66			76,9	0,00	0,00	0,00	46,8	63,2	58,1	61,6	67,0	71,4	71,6	69,8
Obj: C420 61 seg 6 AC	Linie	24,66			76,9	0,00	0,00	0,00	46,8	63,2	58,1	61,6	67,0	71,4	71,6	69,8
Obj: C420 62 seg 14 AC	Linie	24,82			76,8	0,00	0,00	0,00	46,7	63,1	58,0	61,5	66,9	71,3	71,5	69,7
Obj: C420 61 seg 14 AC	Linie	24,82			76,8	0,00	0,00	0,00	46,7	63,1	58,0	61,5	66,9	71,3	71,5	69,7
Obj: C420 61 seg 13 AC	Linie	24,78			76,8	0,00	0,00	0,00	46,7	63,1	58,0	61,5	66,9	71,3	71,5	69,7
Obj: C420 62 seg 13 AC	Linie	24,78			76,8	0,00	0,00	0,00	46,7	63,1	58,0	61,5	66,9	71,3	71,5	69,7
Obj: C420 62 seg 12 AC	Linie	24,75			76,8	0,00	0,00	0,00	46,7	63,1	58,0	61,5	66,9	71,3	71,5	69,7
Obj: C420 61 seg 12 AC	Linie	24,75			76,8	0,00	0,00	0,00	46,7	63,1	58,0	61,5	66,9	71,3	71,5	69,7
Obj: C420 61 seg 11 AC	Linie	24,72			76,8	0,00	0,00	0,00	46,7	63,1	58,0	61,5	66,9	71,3	71,5	69,7
Obj: C420 62 seg 11 AC	Linie	24,72			76,8	0,00	0,00	0,00	46,7	63,1	58,0	61,5	66,9	71,3	71,5	69,7
Obj: C420 62 seg 10 AC	Linie	24,70			76,8	0,00	0,00	0,00	46,7	63,1	58,0	61,5	66,9	71,3	71,5	69,7

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm

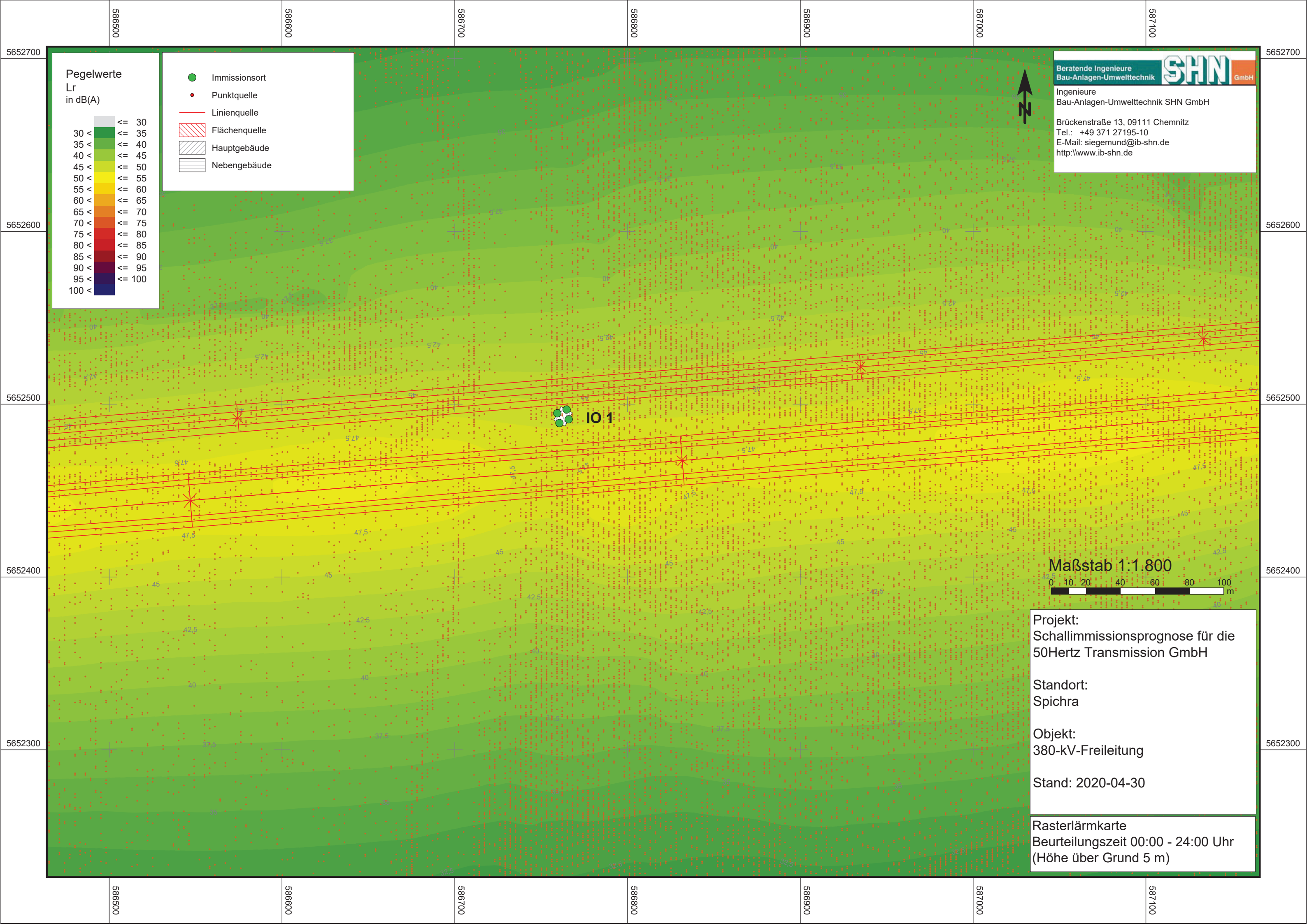
50Hertz Transmission GmbH - Vib-Mec
2020-04-20 EPB - Krauthausen - EPRI
Oktavspektren der Emittenten in dB(A)

Schallquelle	Quelltyp	I oder S	Li	R'w	Lw	KT	KI	KO-Wand	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Obj: C420 12 seg 16 AC	Linie	27,79			77,7	0,00	0,00	0,00	47,6	64,0	58,9	62,4	67,8	72,2	72,4	70,6
Obj: C420 12 seg 15 AC	Linie	27,70			77,7	0,00	0,00	0,00	47,6	64,0	58,9	62,4	67,8	72,2	72,4	70,6
Obj: C420 13 seg 10 AC	Linie	27,56			77,5	0,00	0,00	0,00	47,4	63,8	58,7	62,2	67,5	72,0	72,1	70,4
Obj: C420 13 seg 9 AC	Linie	27,54			77,5	0,00	0,00	0,00	47,4	63,8	58,7	62,2	67,5	72,0	72,1	70,4
Obj: C420 11 seg 16 AC	Linie	27,39			77,4	0,00	0,00	0,00	47,2	63,6	58,5	62,0	67,4	71,8	72,0	70,2
Obj: C420 11 seg 15 AC	Linie	27,30			77,4	0,00	0,00	0,00	47,2	63,6	58,5	62,0	67,4	71,8	72,0	70,2
Obj: C420 11 seg 1 AC	Linie	27,22			77,3	0,00	0,00	0,00	47,2	63,6	58,5	62,0	67,4	71,8	72,0	70,2
Obj: C420 11 seg 2 AC	Linie	27,15			77,3	0,00	0,00	0,00	47,2	63,6	58,5	62,0	67,4	71,8	72,0	70,2
Obj: C420 12 seg 14 AC	Linie	27,62			77,3	0,00	0,00	0,00	47,2	63,6	58,5	62,0	67,4	71,8	72,0	70,2
Obj: C420 12 seg 1 AC	Linie	27,62			77,3	0,00	0,00	0,00	47,2	63,6	58,5	62,0	67,4	71,8	72,0	70,2
Obj: C420 12 seg 13 AC	Linie	27,55			77,3	0,00	0,00	0,00	47,2	63,6	58,5	62,0	67,3	71,8	71,9	70,2
Obj: C420 12 seg 2 AC	Linie	27,55			77,3	0,00	0,00	0,00	47,2	63,6	58,5	62,0	67,3	71,8	71,9	70,2
Obj: C420 13 seg 8 AC	Linie	27,53			77,2	0,00	0,00	0,00	47,1	63,5	58,4	61,9	67,2	71,7	71,8	70,1
Obj: C420 13 seg 7 AC	Linie	27,52			77,2	0,00	0,00	0,00	47,1	63,5	58,4	61,9	67,2	71,7	71,8	70,1
Obj: C420 12 seg 12 AC	Linie	27,50			77,2	0,00	0,00	0,00	47,0	63,5	58,4	61,9	67,2	71,7	71,8	70,0
Obj: C420 12 seg 11 AC	Linie	27,45			77,2	0,00	0,00	0,00	47,0	63,5	58,3	61,8	67,2	71,6	71,8	70,0
Obj: C420 12 seg 10 AC	Linie	27,42			77,2	0,00	0,00	0,00	47,0	63,4	58,3	61,8	67,2	71,6	71,8	70,0
Obj: C420 12 seg 9 AC	Linie	27,39			77,2	0,00	0,00	0,00	47,0	63,4	58,3	61,8	67,2	71,6	71,8	70,0
Obj: C420 12 seg 7 AC	Linie	27,38			77,2	0,00	0,00	0,00	47,0	63,4	58,3	61,8	67,2	71,6	71,8	70,0
Obj: C420 12 seg 8 AC	Linie	27,38			77,2	0,00	0,00	0,00	47,0	63,4	58,3	61,8	67,2	71,6	71,8	70,0
Obj: C420 11 seg 3 AC	Linie	27,10			77,1	0,00	0,00	0,00	47,0	63,4	58,3	61,8	67,2	71,6	71,8	70,0
Obj: C420 11 seg 4 AC	Linie	27,05			77,1	0,00	0,00	0,00	47,0	63,4	58,3	61,8	67,2	71,6	71,8	70,0
Obj: C420 11 seg 10 AC	Linie	27,02			77,1	0,00	0,00	0,00	47,0	63,4	58,3	61,8	67,2	71,6	71,8	70,0

Schallimmissionsprognose gemäß TA-Lärm

50Hertz Transmission GmbH - Vib-Mec
2020-04-20 EPB - Großenlupnitz - EPRI
Oktavspektren der Emittenten in dB(A)

Schallquelle	Quelltyp	I oder S	Li	R'w	Lw	KT	KI	KO-Wand	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Obj: C420 14 seg 7 AC	Linie	28,30			79,8	0,00	0,00	0,00	49,7	66,1	61,0	64,5	69,9	74,3	74,5	72,7
Obj: C420 14 seg 8 AC	Linie	28,27			79,8	0,00	0,00	0,00	49,7	66,1	61,0	64,5	69,9	74,3	74,5	72,7
Obj: C420 12 seg 7 AC	Linie	28,35			79,5	0,00	0,00	0,00	49,4	65,8	60,7	64,2	69,6	74,0	74,2	72,4
Obj: C420 12 seg 8 AC	Linie	28,33			79,5	0,00	0,00	0,00	49,4	65,8	60,7	64,2	69,6	74,0	74,2	72,4
Obj: C420 14 seg 5 AC	Linie	28,40			79,1	0,00	0,00	0,00	49,0	65,4	60,3	63,8	69,2	73,6	73,8	72,0
Obj: C420 14 seg 6 AC	Linie	28,34			79,1	0,00	0,00	0,00	49,0	65,4	60,3	63,8	69,2	73,6	73,8	72,0
Obj: C420 9 seg 7 AC	Linie	28,13			79,0	0,00	0,00	0,00	48,8	65,3	60,2	63,7	69,0	73,5	73,6	71,8
Obj: C420 9 seg 8 AC	Linie	28,10			79,0	0,00	0,00	0,00	48,8	65,3	60,2	63,7	69,0	73,4	73,6	71,8
Obj: C420 17 seg 10 AC	Linie	28,21			78,8	0,00	0,00	0,00	48,7	65,1	60,0	63,5	68,8	73,3	73,4	71,7
Obj: C420 22 seg 10 AC	Linie	28,21			78,8	0,00	0,00	0,00	48,7	65,1	60,0	63,5	68,8	73,3	73,4	71,7
Obj: C420 17 seg 9 AC	Linie	28,16			78,8	0,00	0,00	0,00	48,7	65,1	60,0	63,5	68,8	73,3	73,4	71,7
Obj: C420 22 seg 9 AC	Linie	28,16			78,8	0,00	0,00	0,00	48,7	65,1	60,0	63,5	68,8	73,3	73,4	71,7
Obj: C420 22 seg 8 AC	Linie	28,13			78,7	0,00	0,00	0,00	48,5	65,0	59,9	63,4	68,7	73,2	73,3	71,5
Obj: C420 17 seg 8 AC	Linie	28,13			78,7	0,00	0,00	0,00	48,5	65,0	59,9	63,4	68,7	73,2	73,3	71,5
Obj: C420 17 seg 7 AC	Linie	28,12			78,7	0,00	0,00	0,00	48,5	65,0	59,9	63,4	68,7	73,2	73,3	71,5
Obj: C420 22 seg 7 AC	Linie	28,12			78,7	0,00	0,00	0,00	48,5	65,0	59,9	63,4	68,7	73,2	73,3	71,5
Obj: C420 22 seg 12 AC	Linie	28,35			78,6	0,00	0,00	0,00	48,5	64,9	59,8	63,3	68,7	73,1	73,3	71,5
Obj: C420 17 seg 12 AC	Linie	28,35			78,6	0,00	0,00	0,00	48,5	64,9	59,8	63,3	68,7	73,1	73,3	71,5
Obj: C420 17 seg 11 AC	Linie	28,27			78,6	0,00	0,00	0,00	48,5	64,9	59,8	63,3	68,7	73,1	73,3	71,5
Obj: C420 22 seg 11 AC	Linie	28,27			78,6	0,00	0,00	0,00	48,5	64,9	59,8	63,3	68,7	73,1	73,3	71,5
Obj: C420 9 seg 5 AC	Linie	28,24			78,6	0,00	0,00	0,00	48,5	64,9	59,8	63,3	68,6	73,1	73,2	71,5
Obj: C420 9 seg 6 AC	Linie	28,17			78,6	0,00	0,00	0,00	48,5	64,9	59,8	63,3	68,6	73,1	73,2	71,5
Obj: C420 22 seg 14 AC	Linie	28,57			78,6	0,00	0,00	0,00	48,4	64,8	59,7	63,2	68,6	73,0	73,2	71,4



Pegelwerte
Lr
in dB(A)

<=	30
30 <	35
35 <	40
40 <	45
45 <	50
50 <	55
55 <	60
60 <	65
65 <	70
70 <	75
75 <	80
80 <	85
85 <	90
90 <	95
95 <	100

- Immissionsort
- Punktquelle
- Linienquelle
- Flächenquelle
- Hauptgebäude
- Nebengebäude

Beratende Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH

Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH

Brückenstraße 13, 09111 Chemnitz
Tel.: +49 371 27195-10
E-Mail: siegemund@ib-shn.de
http://www.ib-shn.de

Maßstab 1:1.800

0 10 20 40 60 80 100 m

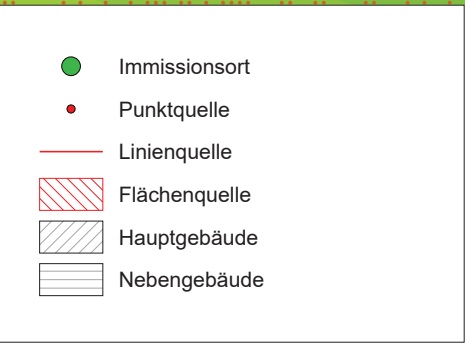
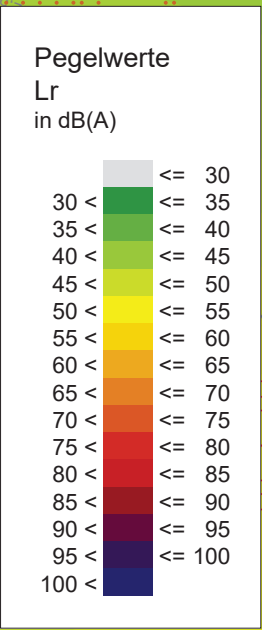
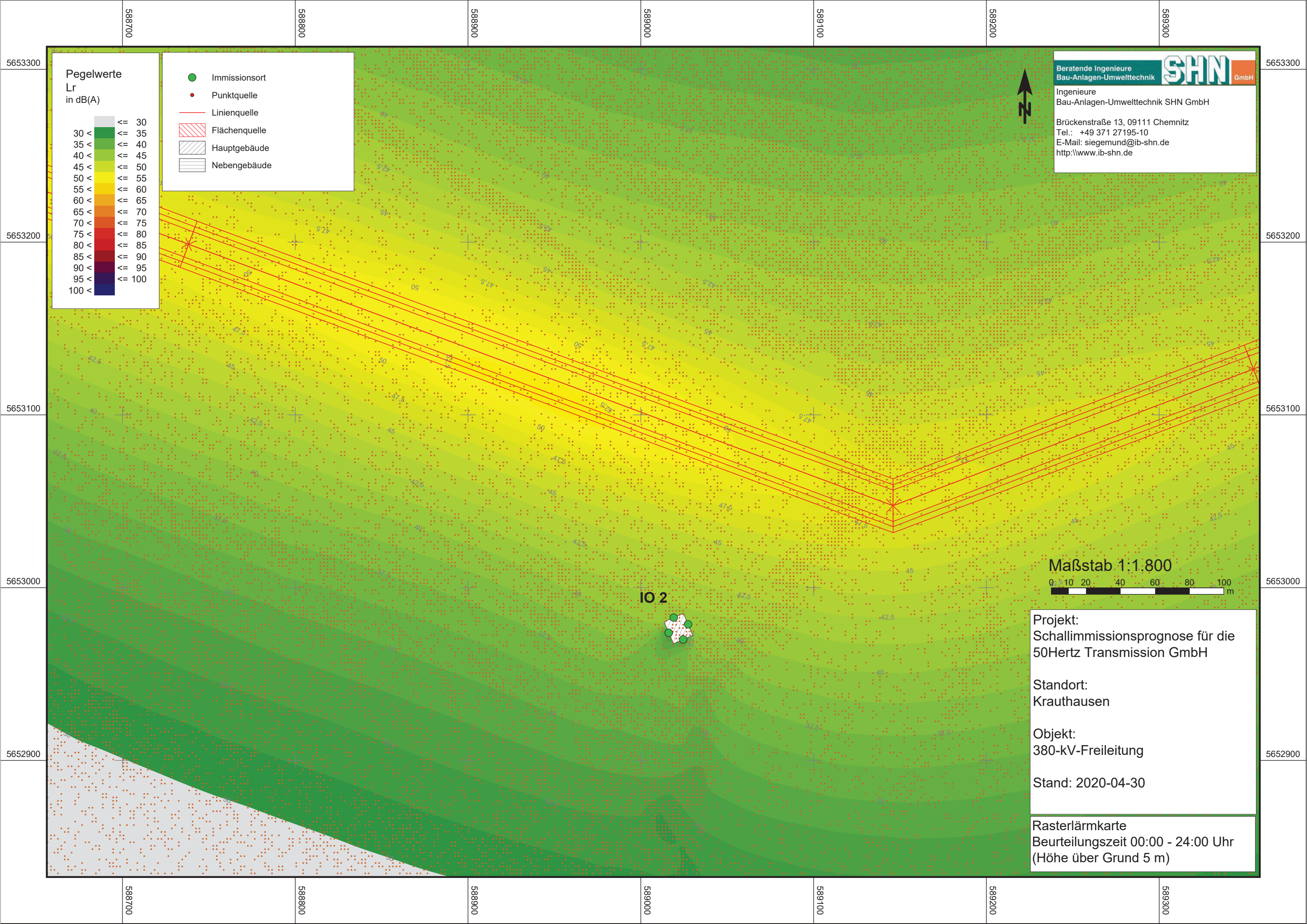
Projekt:
Schallimmissionsprognose für die
50Hertz Transmission GmbH

Standort:
Spichra

Objekt:
380-kV-Freileitung

Stand: 2020-04-30

Rasterlärmkarte
Beurteilungszeit 00:00 - 24:00 Uhr
(Höhe über Grund 5 m)

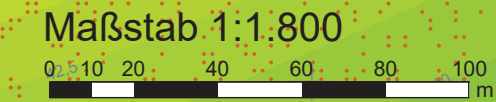


**Beratende Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik**

SHN GmbH

Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH

Brückenstraße 13, 09111 Chemnitz
Tel.: +49 371 27195-10
E-Mail: siegemund@ib-shn.de
<http://www.ib-shn.de>



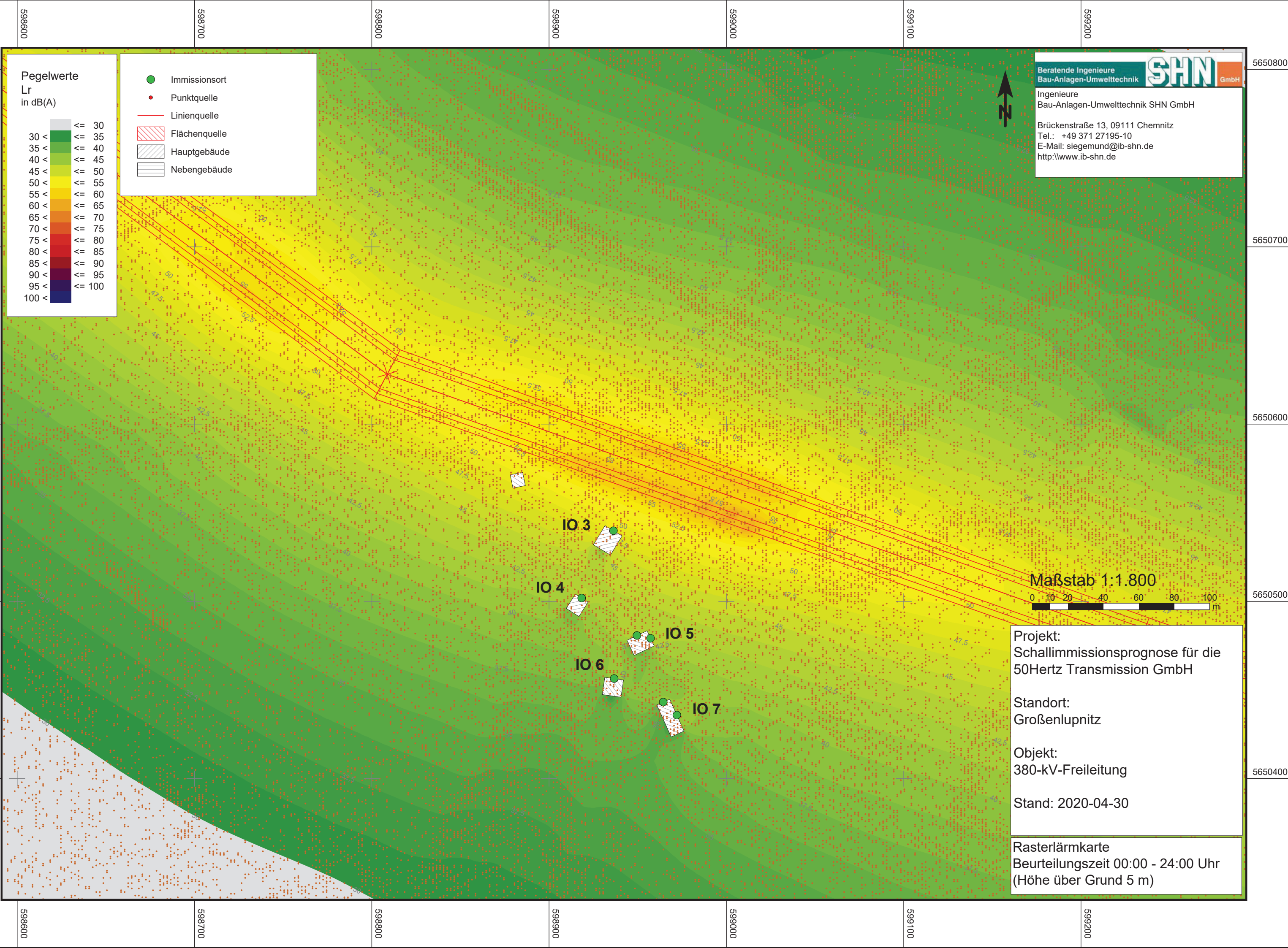
Projekt:
Schallimmissionsprognose für die
50Hertz Transmission GmbH

Standort:
Krauthausen

Objekt:
380-kV-Freileitung

Stand: 2020-04-30

Rasterlärmkarte
Beurteilungszeit 00:00 - 24:00 Uhr
(Höhe über Grund 5 m)



Pegelwerte
Lr
in dB(A)

<= 30	<= 35
30 < <= 40	35 < <= 45
40 < <= 50	45 < <= 55
50 < <= 60	55 < <= 65
60 < <= 70	65 < <= 75
70 < <= 80	75 < <= 85
80 < <= 90	85 < <= 95
90 < <= 100	95 < <= 100
100 <	

- Immissionsort
- Punktquelle
- Linienquelle
- Flächenquelle
- Hauptgebäude
- Nebengebäude

Beratende Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik

SHN GmbH

Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH

Brückenstraße 13, 09111 Chemnitz
Tel.: +49 371 27195-10
E-Mail: siegemund@ib-shn.de
http://www.ib-shn.de

Maßstab 1:1.800

0 10 20 40 60 80 100 m

Projekt:
Schallimmissionsprognose für die
50Hertz Transmission GmbH

Standort:
Großenlupnitz

Objekt:
380-kV-Freileitung

Stand: 2020-04-30

Rasterlärmkarte
Beurteilungszeit 00:00 - 24:00 Uhr
(Höhe über Grund 5 m)

Anhang 5 – Immissionsschutzrechtliche Ersteinschätzung (ISE)

Höchstspannungsleitung Vieselbach – Pumpspeicherwerk Talsperre Schmalwasser (Punkt Sonneborn) – Mecklar;

Drehstrom Nennspannung 380 kV (BBPIG Nr. 12)

Anhang 5: Übersichtskarte der möglichen Immissionsorte

