

ELEKTRIFIZIERUNG DER TAUNUSBAHN



UNTERLAGE 21: GUTACHTEN ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT

Auftraggeber:



Verkehrsverband Hochtaunus (VHT)

Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe

Bad Homburg, den 05.11.2020

gez. Denfeld

Auftragnehmer:

PG ELEKTRIFIZIERUNG
TAUNUSBAHN

c/o Schüßler-Plan
Ingenieurgesellschaft mbH
Lindleystraße 11
60314 Frankfurt

Frankfurt, den 04.11.2020

gez. Keck

Bearbeiter:

PG ELEKTRIFIZIERUNG
TAUNUSBAHN

c/o Schüßler-Plan
Ingenieurgesellschaft mbH
Lindleystraße 11
60314 Frankfurt

Frankfurt, den 04.11.2020

gez. i.A. Hippenstiel

0	PROJEKTDESCHEIBUNG	4
1	GRUNDLAGEN	4
2	ELEKTRISCHE UND MAGNETISCHE FELDER	5
3	GRENZWERTE	6
3.1	Grenzwerte aus der 26. BImSchV für das elektrische Feld	6
3.2	Grenzwerte aus der 26. BImSchV für das magnetische Feld	6
4	MAßGEBLICHER MINIMIERUNGSORT	7
4.1	Orte zum vorübergehenden Aufenthalt	7
4.2	Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt	8
5	ABSTÄNDE ZU NIEDERFREQUENZANLAGEN	8
5.1	Bewertungsabstand	8
5.2	Einwirkungsbereich	10
5.3	Beeinflussung durch andere Niederfrequenzanlagen	12
5.4	Beeinflussung durch andere Hochfrequenzanlagen	12
6	PRÜFUNG DES MINIMIERUNGSPOTENTIALS NACH NUMMER 5 "TECHNISCHE MÖGLICHKEITEN ZUR MINIMIERUNG"	13
6.1	Bewertungsabstand (10m)	13
6.2	Einwirkungsbereich (100m)	13
7	ERGEBNISSE AUS DEM INDIVIDUELLEN GUTACHTEN	14
8	FAZIT	35
9	ANLAGEN	35

Prüf- und Freigabezeichnung für die aktuell gültige Version

Erstellt	Fachgeprüft	Qualitätsgeprüft	Fachlich freigegeben
Ort, Datum	Frankfurt/Main, 16.10.2019	Frankfurt/Main, 16.10.2019	Frankfurt/Main, 16.10.2019
Name	Michael Lammert	Michael Lammert	Michael Lammert
Organisation / Funktion	I.TV-MI-P-FFM(E)	I.TV-MI-P-FFM(E)	I.TV-MI-P-FFM(E)

Versionen

Version	Datum	Autor	Änderungen
1.0	16.10.2019	M. Wojcik	
2.0	14.01.2020	M. Wojcik	Siehe TSB Prüfliste GA 2
3.0	24.04.2020	M. Wojcik	Siehe RP Darmstadt 07.04.2020
4.0	10.07.2020	M. Wojcik	Siehe RP Darmstadt 07.04.2020, 8. Fazit
5.0	29.10.2020	M. Wojcik	Kap. 5.1 Tabelle 5 Kap 7.1 Tabelle 7

Abkürzungsverzeichnis

EMF	Elektromagnetische Felder

0 PROJEKTBE SCHREIBUNG

Die Strecke der Taunusbahn von Friedrichsdorf nach Brandoberndorf ist eine eingleisige, nicht elektrifizierte Nebenbahn. Der für die Elektrifizierung vorgesehene und hier betrachtete Streckenabschnitt von Friedrichsdorf nach Usingen hat eine Länge von ca. 18 km und liegt vollständig im Hochtaunuskreis. Er verläuft von Friedrichsdorf über die Bahnhöfe Köppern, Saalburg, Wehrheim und Neu-Anspach sowie den Haltepunkt Hausen nach Usingen. Diesem Streckenabschnitt schließen sich der Bahnhof Wilhelmsdorf, der Haltepunkt Hundstadt, der Bahnhof Grävenwiesbach, der Haltepunkt Hasselborn und der Bahnhof Brandoberndorf an.

Der Verkehrsverband Hochtaunus plant den Ausbau der Taunusbahn, so dass bis Usingen zukünftig mit der S-Bahn gefahren werden kann. Dafür muss die Strecke zwischen Friedrichsdorf und Usingen mit einer Oberleitung ausgestattet (elektrifiziert) werden.

1 GRUNDLAGEN

Der vorliegenden Stellungnahme zur Situation der elektromagnetischen Feldbelastung im Bereich des Planfeststellungsabschnittes der Taunusbahn liegen folgende Schriftstücke bzw. Festlegungen zu Grunde:

- Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV), BGBl. I S. 3266, 14. August 2013
- Schreiben des Eisenbahnbundesamtes 22.17-22sav/080-2205#002 vom 18.10.2017
- In der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, 17/18. September 2014 (LAI)
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVwV) vom 26.02.2016
- DB-Richtlinie 997 Modul 0201; Oberleitungsanlagen; Grundsätze für Rückstromführung, Bahnerdung, Potenzialausgleich, 01.03.2013
Leitfaden zur Umsetzung der 26. BImSchV bzw. 26. BImSchVwV bei Planrechtsverfahren der DB Netz AG (Oberleitungsanlagen); Teil 2 von 2; Niederfrequenzanlagen; Ausgabe A0 vom 15.11.2017

2 ELEKTRISCHE UND MAGNETISCHE FELDER

Mit dem Betrieb von Bahnüberleitungen entstehen elektrische und magnetische Felder. Die 26. BImSchV enthält die Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft von Nieder- und Hochfrequenzanlagen vor schädlichen Umwelteinflüssen und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch elektromagnetische Felder.

Das Ziel des Minimierungsgebotes aus der 26. BImSchV VwV, Absatz 3, 3.1 ist es, die von Niederfrequenzanlagen ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder so zu minimieren, dass die Felder an den maßgeblichen Minimierungsorten reduziert werden.

Bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte sind alle an einem Ort auftretenden Immissionen relevanter Niederfrequenzanlagen gemäß 26. BImSchV, §3 (3) sowie ortsfeste Hochfrequenzanlagen zu untersuchen und berücksichtigen. Die Felder sind gemäß der Summenformel nach der 26. BImSchV, Anhang 2 zu erstellen.

Für die Größe der beim Betrieb einer Bahnüberleitung entstehenden elektrischen und magnetischen Felder sind Grenzwerte definiert. Diese sind in der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes Immissionsschutzgesetzes (BImSchV) enthalten.

Die Bahnüberleitungsanlage (16,7Hz) ist im Sinne der 26. BImSchV, §1 (2) als Niederfrequenzanlage mit einer Nennspannung von mehr als 1000V und einem Frequenzbereich von 1Hz bis 9kHz eingestuft.

Für die Bewertung von negativen Beeinträchtigungen durch elektrische und magnetische Felder sind die Höhen- und Seitenlagen der Bahnüberleitung entlang der Strecke zu berücksichtigen.

3 GRENZWERTE

3.1 Grenzwerte aus der 26. BImSchV für das elektrische Feld

Physikalisch bedingt, baut sich zwischen unter Spannung stehenden Leitern 15kV Bahnoberleitung gegenüber der Erde bzw. der Schiene ein elektrisches Feld auf. Der Grenzwert aus der 26. BImSchV, Anhang 1, für die elektrische Feldstärke einer Bahnoberleitung mit einer Frequenz von 16,7Hz beträgt 5kV/m.

Frequenz f in Hertz (Hz)	Grenzwerte
	Effektivwert der elektrische Feldstärke in Kilovolt pro Meter (kV/m)
1 - 8	5
8 - 25	5
25 - 50	5
50 - 400	250/f

Tabelle 1 - Zulässige Grenzwerte für die elektr. Feldstärke

3.2 Grenzwerte aus der 26. BImSchV für das magnetische Feld

Der Grenzwert aus der 26. BImSchV, Anhang 1, für die magnetische Flussdichte einer Bahnoberleitung mit einer Frequenz von 16,7Hz beträgt 300µT. Dieser Wert errechnet sich aus 5000 geteilt durch die Frequenz f 16,7Hz.

Frequenz in Hertz (Hz)	Grenzwerte
	Effektivwert der magnetischen Flussdichte in Mikrottesla (µT) effektiv
1 - 8	40000/f ²
8 - 25	5000/f
25 - 50	200
50 - 400	200

Tabelle 2 - Zulässige Grenzwerte für die magn. Flussdichte

Im Gegensatz zu dem elektrischen Feld ist das magnetische Feld linear von der Strombelastung abhängig. Für eine entsprechende Bewertung der auftretenden magnetischen Felder wird der für den Leiterquerschnitt maximal zulässige thermische Grenzstrom zu Grunde gelegt. Der Grenzstrom beträgt bei der Bahnoberleitung einschl. Tragseil 560A. Bei der Beurteilung der auftretenden elektrischen und magnetischen Belastung ist von der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung auszugehen (LAI, II3.3). Der Grenzstrom wird jedoch aus wirtschaftlicher Sicht nicht erreicht.

Parameter	Wert	Quelle
Dauerstrombelastbarkeit OL Re100 (Ri100 und BZ II 50 mm ²)	560A	Ril 997.0102
Dauerstrombelastbarkeit SL/VL 243mm ²	625A	Ebs 20.01.01
Rückstromanteil freie Strecke in den Schienen (ohne RL)	50 ... 60%	Ril 997.0201

Tabelle 3 - Parametergrundlagen

4 MAßGEBLICHER MINIMIERUNGORT

Ein maßgeblicher Minimierungsort ist ein im Einwirkungsbereich der jeweiligen Niederfrequenzanlage liegendes Gebäude oder Grundstück im Sinne der 26. BImSchV, § 4 Absatz 1 sowie jedes Gebäude oder Gebäudeteil, das zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt ist.

Für die Maßnahmenbewertung und die Maßnahmenfestlegung sind nur Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt ausschlaggebend.

4.1 Orte zum vorübergehenden Aufenthalt

Orte zum vorübergehenden Aufenthalt sind Bereiche an denen die Verweilzeit von Personen gering ist.

Dazu zählen:

- Räume zur Lagerung von Waren
- Maschinenräume
- Bahnsteige
- Bushaltestellen
- etc.

4.2 **Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt**

Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt beschreiben Bereiche im Einwirkungsbereich in denen Personen regelmäßig länger, über mehrere Stunden, verweilen können.

Dazu zählen:

- Wohngebäude
- Gaststätten
- Schulen
- Kindergärten
- Arbeitsstätten
- Krankenhäuser
- etc.

5 **ABSTÄNDE ZU NIEDERFREQUENZANLAGEN**

5.1 **Bewertungsabstand**

Der Bewertungsabstand von der Anlage, ist der Bereich ab dem die Feldstärke mit zunehmender Entfernung durchgehend abnimmt. Ausgangspunkt ist die Mitte des äußeren elektrifizierten Gleises bei einer Bahnoberleitung für eine mehrgleisige Strecke. Dies gilt ebenso beim Mitführen von Speise- und Verstärkungsleitungen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die zu beachtenden Abstände für den Bewertungsabstand erläutert.

	Breite des jeweils an den ruhenden äußeren Leiter angrenzenden Streifens	
Bahnenergieleitung (Freileitung)	380kV	20m
	220kV	15m
	110kV	10m
Erdkabel	≤50kV Bereich im Radius um das Erdkabel	1m
Bahnoberleitung	Breite zu beiden Seiten an das elektrifizierte Gleis angrenzender Streifen, von Gleismitte	10m

Tabelle 4 - Bewertungsabstand für Niederfrequenzanlagen

Für die Bahnoberleitung ist ein maßgeblicher Minimierungsort im Bereich 10m bezogen auf die Gleismitte relevant.

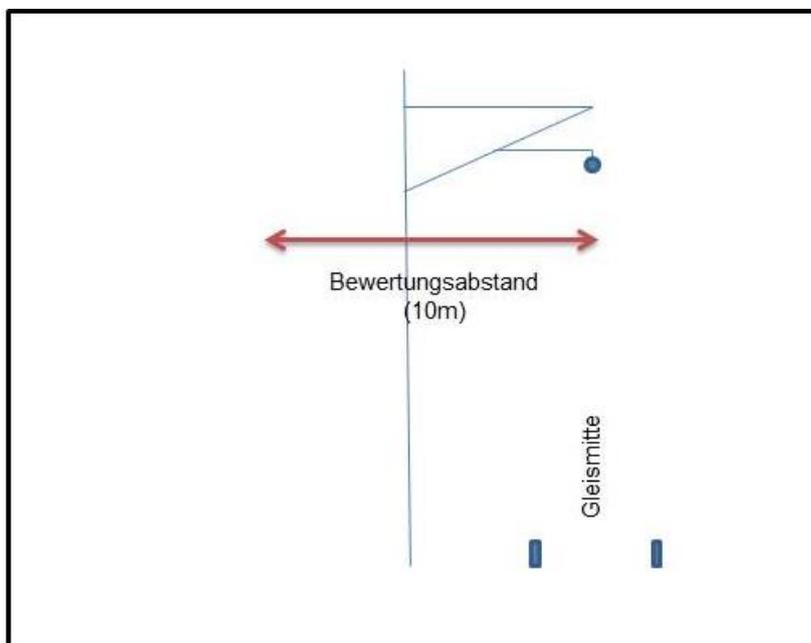


Abbildung 1 - Bewertungsabstand für Niederfrequenzanlagen

In der nachfolgenden Tabelle sind alle maßgeblichen Minimierungsorte im Bewertungsabstand zusammengetragen.

Nr.	Plan	Gebäude	Hausnummer / Kataster
-1-	8 von 23	Wohngebäude	-
-2-	9 von 23	Gaststätte	-
-3-	12 von 23	Gaststätte	-
-4-	17 von 23	Gaststätte	97
-5-	17 von 23	Wohngebäude	-
-6-	17 von 23	Arbeitsstätte	99
-7-	17 von 23	Gaststätte	99b
-8-	22 von 23	Arbeitsstätte	32
-9-	23 von 23	Arbeitsstätte	-
-10-	23 von 23	Arbeitsstätte	-

Tabelle 5 - Bewertungsabstand für Niederfrequenzanlagen

5.2 Einwirkungsbereich

Der Einwirkungsbereich einer Anlage, ist der Bereich in dem die Anlage signifikant von den natürlichen und mittleren anthropogen bedingten Immissionen abhebende elektrische oder natürliche Felder verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen. Ausgangspunkt ist die Mitte des äußeren elektrifizierten Gleises bei einer Bahnoberleitung für eine mehrgleisige Strecke. Dies gilt ebenso beim Mitführen von Speise- und Verstärkungsleitungen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die zu beachtenden Abstände für den Einwirkungsbereich erläutert.

	Breite des jeweils an den ruhenden äußeren Leiter angrenzenden Streifens	
Bahnenergieleitung (Freileitung)	380kV	400m
	220kV	300m
	110kV	200m
Erdkabel	≤50kV Bereich im Radius um das Erdkabel	10m
Bahnoberleitung	Breite zu beiden Seiten an das elektrifizierte Gleis angrenzender Streifen, von Gleismitte	100m

Tabelle 6 - Einwirkungsbereich für Niederfrequenzanlagen

Für die Bahnoberleitung ist ein maßgeblicher Minimierungsort im Bereich 100m bezogen auf die Gleismitte relevant.

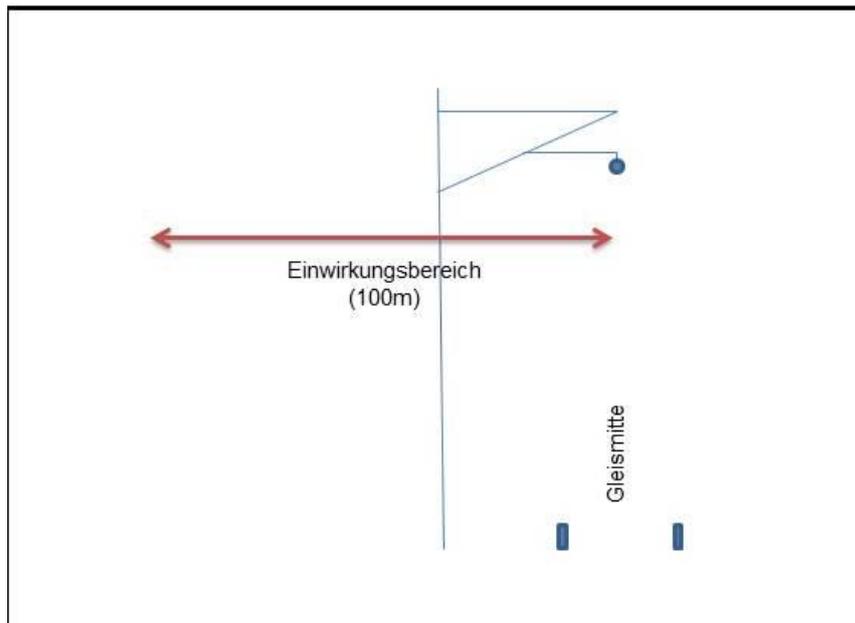


Abbildung 2 - Einwirkungsbereich für Niederfrequenzanlagen

5.3 **Beeinflussung durch andere Niederfrequenzanlagen**

Immissionen durch andere Niederfrequenzanlagen im Sinne der 26. BImSchV, §1, Abs. 2, Nr.2 tragen in der Regel nur an den maßgeblichen Minimierungsorten relevant zur Vorbelastung bei.

Die Berechnung der Gesamtimmissionseinwirkung ist nur dann anzuwenden, wenn sich die jeweiligen Nachweisbereiche der verschiedenen Niederfrequenzanlagen überlappen und im Überlappungsbereich ein maßgeblicher Minimierungsort befindet.

Auf der Strecke 9374 von Friedrichsdorf nach Usingen befindet sich kein maßgeblicher Minimierungsort im Überlappungsbereich einer Bahnüberleitung und einer Freileitung.

Somit ist keine gesonderte Bewertung erforderlich.

5.4 **Beeinflussung durch andere Hochfrequenzanlagen**

Immissionen durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kiloherz und 10 Megahertz im Sinne der 26. BImSchV, §1, Abs. 2, Nr.2 tragen in der Regel nur an den maßgeblichen Minimierungsorten relevant zur Vorbelastung bei.

Maßgeblich ist dabei eine Hochfrequenzanlage im Abstand von $\leq 300\text{m}$ zur Oberleitungsanlage im Planfeststellungsabschnitt.

In einem Abstand von $\leq 300\text{m}$ zur Oberleitung befinden sich jedoch keine ortsfesten Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kiloherz und 10 Megahertz.

Die nächste zu berücksichtigende Hochfrequenzquelle ist in Frankfurt am Main das Gelände des Hessischen Rundfunks. Die Entfernung von dort zum Bahnhof Friedrichsdorf beträgt etwa >14000m (Luftlinie).



Abbildung 3 - Hochfrequenzanlage

Somit ist keine gesonderte Bewertung erforderlich.

6 PRÜFUNG DES MINIMIERUNGSPOTENTIALS NACH NUMMER 5 "TECHNISCHE MÖGLICHKEITEN ZUR MINIMIERUNG"

6.1 Bewertungsabstand (10m)

Für alle maßgeblichen Minimierungsorte wurde ein individuelles Gutachten durchgeführt. Die Ergebnisse sind unter Punkt 7 in diesem Bericht zusammengetragen.

6.2 Einwirkungsbereich (100m)

Für alle maßgeblichen Minimierungsorte, die im Einwirkungsbereich liegen, wurde der Leitfaden "Dokumentation der Maßnahmen zur Feldminimierung bei Oberleitungsanlagen nach 26. BImSchV VwV, Abs. 3.2.3" ausgearbeitet.

Dafür wurde ein Dokumentationsblatt für die Strecke 9374 dem Bericht beigelegt.

7 ERGEBNISSE AUS DEM INDIVIDUELLEN GUTACHTEN

Die nachfolgende Tabelle gibt die Kurzbezeichnung der Anlage an, welche die Berechnungsergebnisse für die prozentuale Feldreduktion für die jeweilige Skizze enthält. Die Blickrichtung ist der aufsteigenden Kilometrierung von Friedrichsdorf nach Usingen zugeordnet.

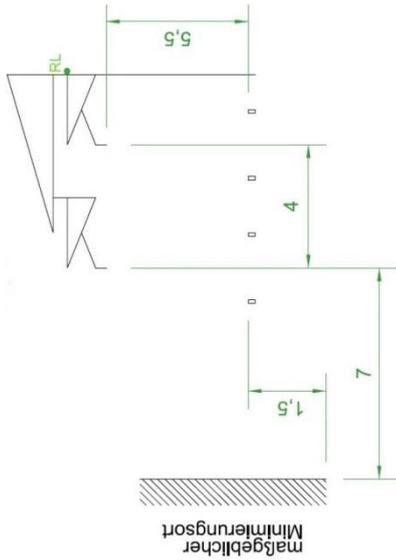
Nr.	Plan	Anlage	Strecke	Rückleiterausrüstung	Gebäudeart
-1-	8 von 23	Objekt1-1RL-re	9374	am Mast rechts vom Gleis	Wohngebäude
-2-	9 von 23	Objekt2-1RL-re	9374	am Mast rechts vom Gleis	Gaststätte
-3-	12 von 23	Objekt3-1RL-li	9374	am Mast links vom Gleis	Gaststätte
-4-	17 von 23	Objekt4-1RL	9374	am Mast links vom Gleis	Gaststätte
-5-	17 von 23	Objekt5-1RL	9374	am Mast links vom Gleis	Wohngebäude
-6-	17 von 23	Objekt6-1RL	9374	am Mast links vom Gleis	Arbeitsstätte
-7-	17 von 23	Objekt7-1RL-li	9374	am Mast links vom Gleis	Gaststätte
-8-	22 von 23	Objekt8-1RL-ao	9374	am Mittelmast	Arbeitsstätte
-9-	23 von 23	Objekt9-1RL-ao	9374	am Mittelmast	Arbeitsstätte
-10-	23 von 23	Objekt10-1RL-ao	9374	am Mittelmast	Arbeitsstätte

Tabelle 7 - Zuordnungstabelle

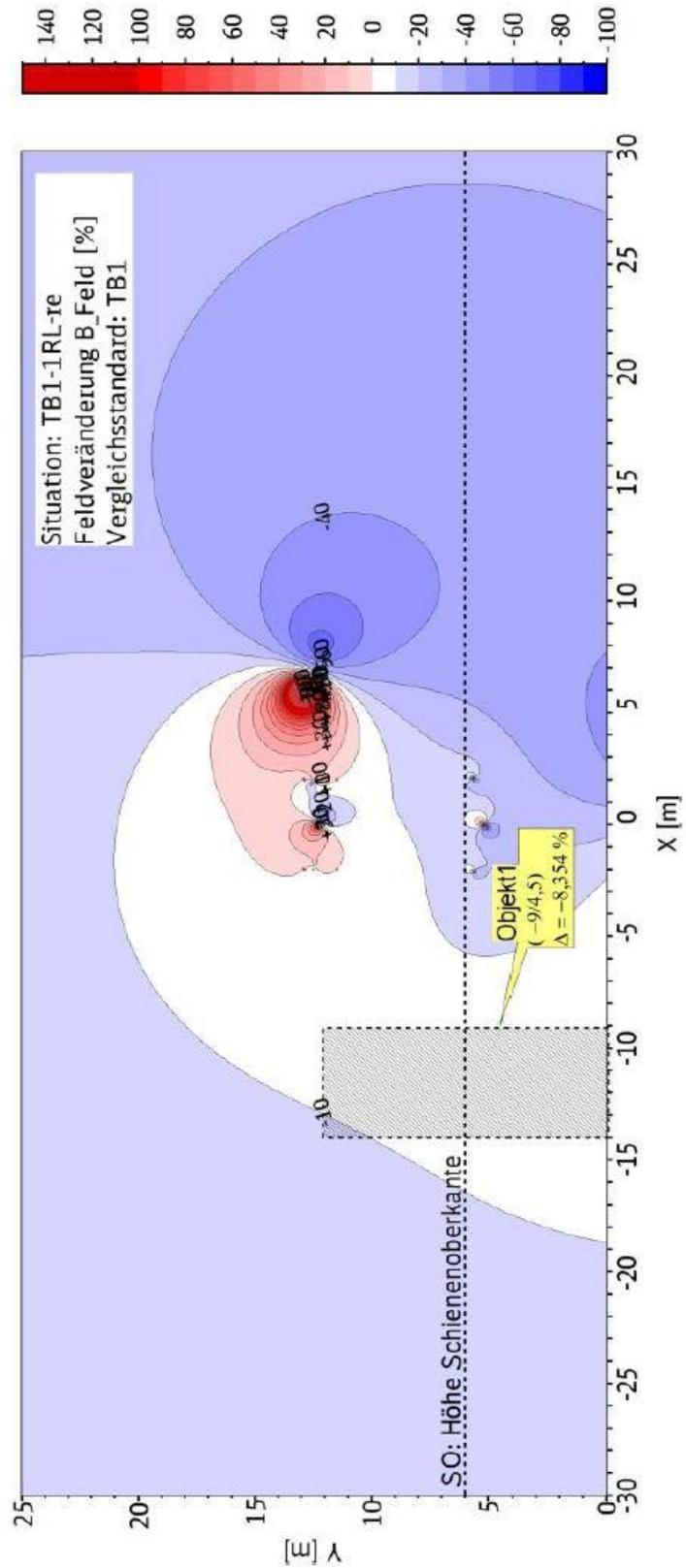
Nachfolgend finden sich die prozentualen Feldreduktionen für die elektrische Feldstärke (E-Feld) und die magnetische Flussdichte (B-Feld) als Schnittbilder in Isoliniendarstellung. Diese Simulationen wurde von DB Systemtechnik GmbH mit dem validierten Programm "BEBebel" in der Version 1.9.1 durchgeführt. Die Werte an den maßgeblichen Minimierungsorten lassen sich dabei konkret ablesen.

Die Rückleiterseile wurden so gewählt, dass sich eine Feldreduktion am maßgeblichen Minimierungsort für den Bewertungsabstand (10m) sowie dem Einwirkungsbereich (100m) einstellt.

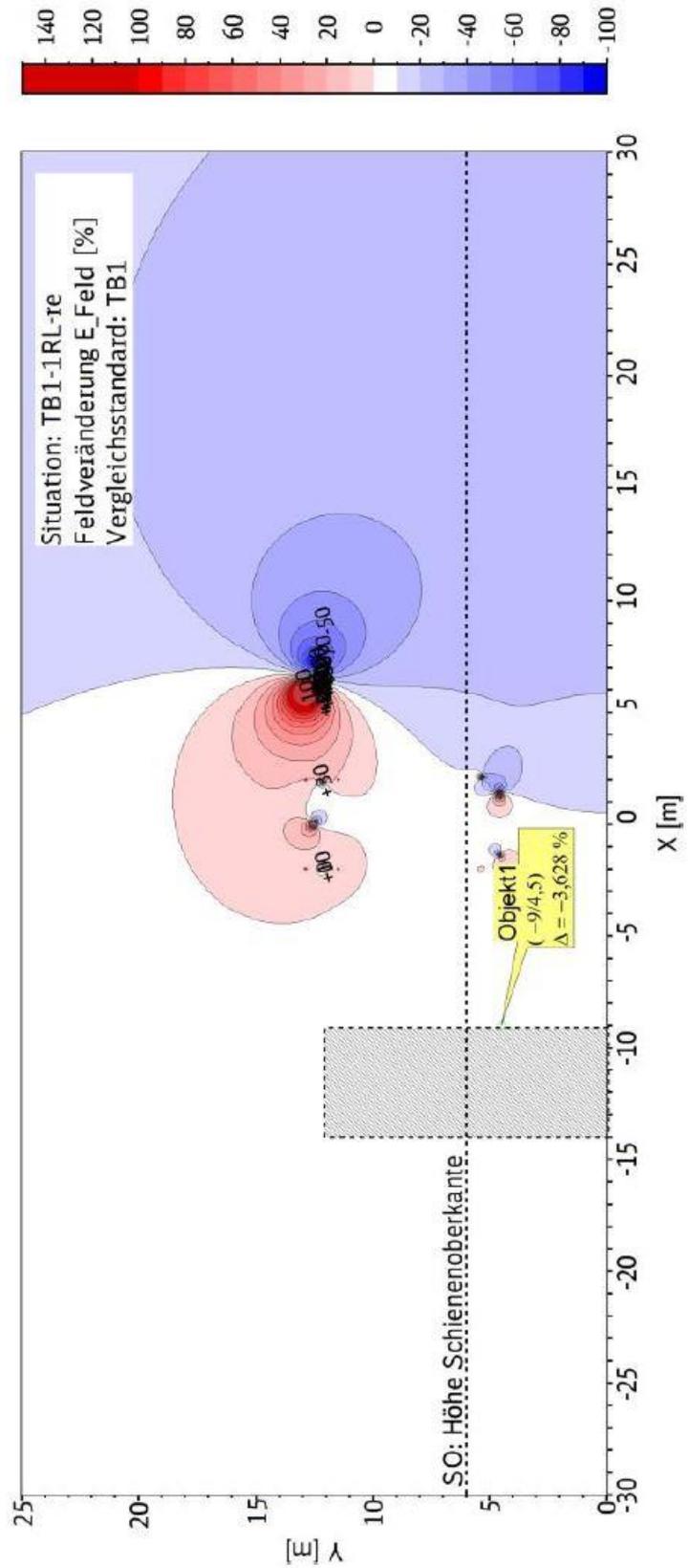
Beim Einsatz von Rückleiterseilen soll die jeweilige Mindestlänge im Rahmen einer Minimierung immer mindestens eine komplette Nachspannung, von Abspannmast zu Abspannmast, betragen.

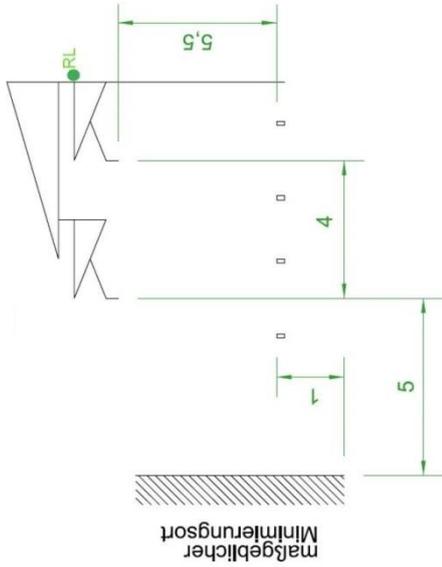


Prozentuale Reduktion des B-Feldes
 Simulation Objekt1-1RL-re
 Maßgeblicher Minimierungsort links der
 Trasse
 Rückleiterseil am Mast

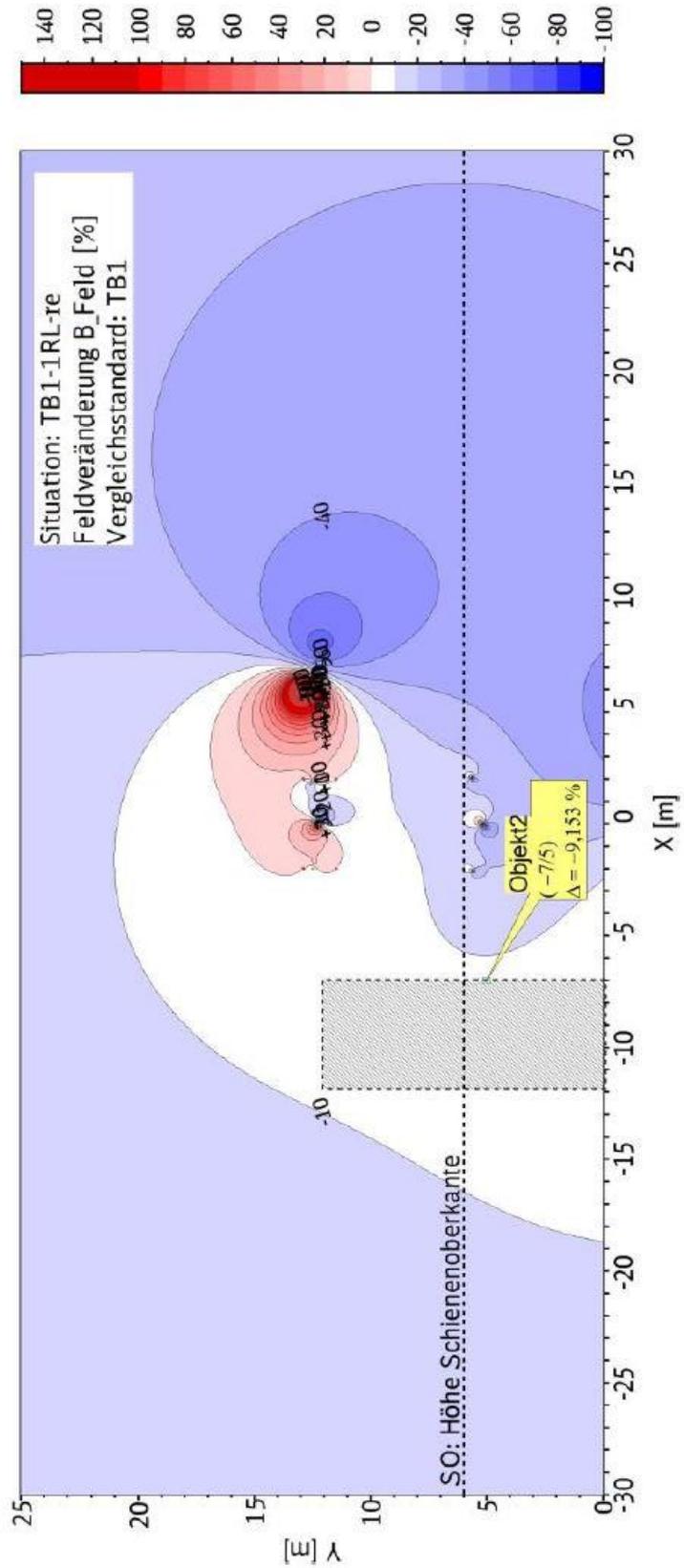


Prozentuale Reduktion des E-Feldes
Simulation Objekt1-1RL-re
Maßgeblicher Minimierungsort links der
Trasse
Rückleiterseil am Mast

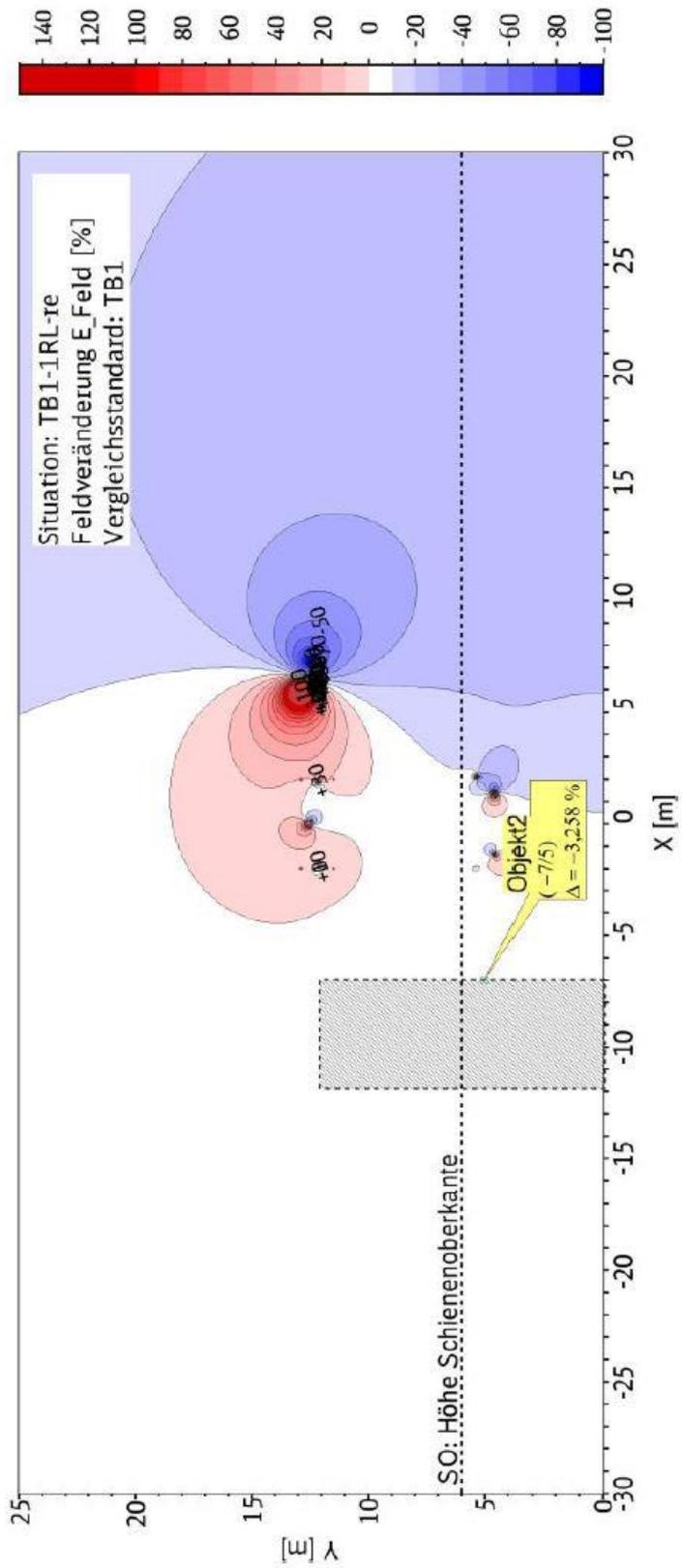




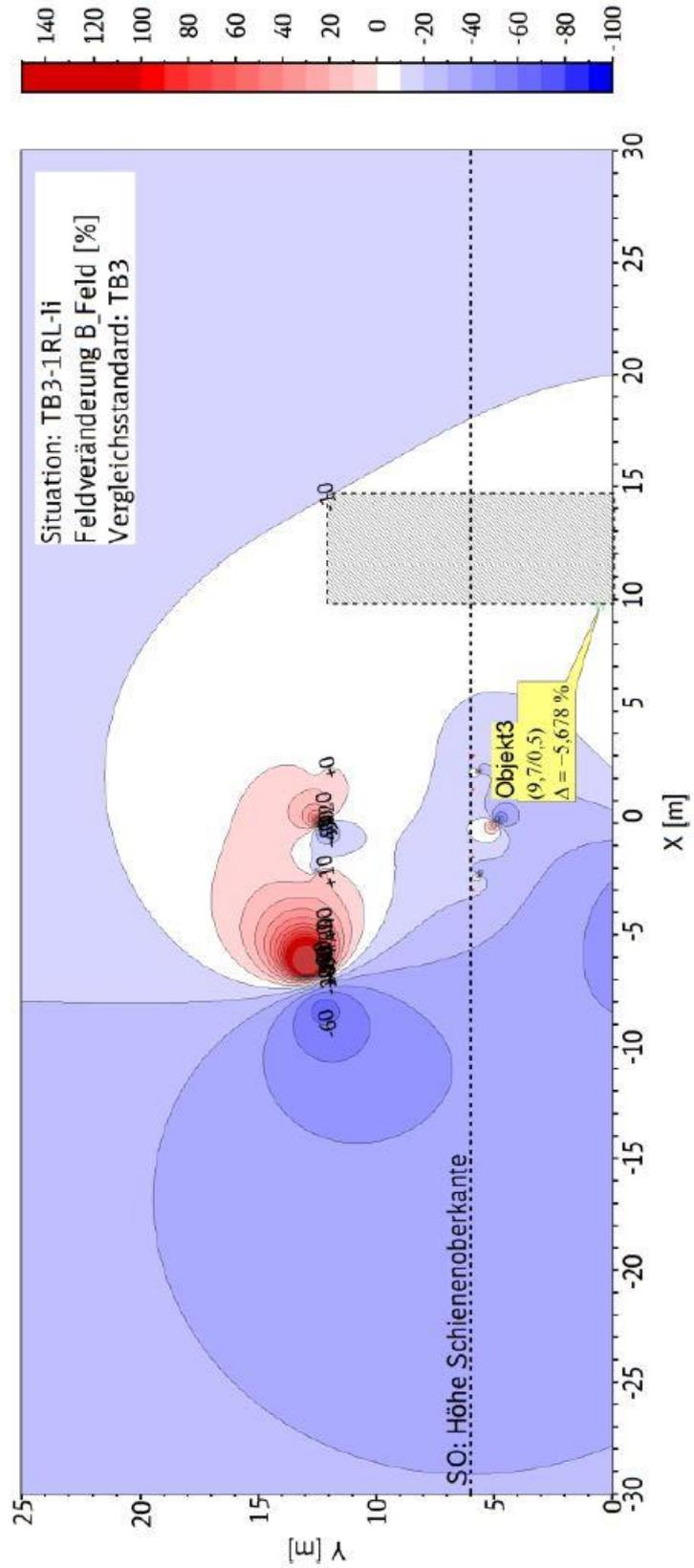
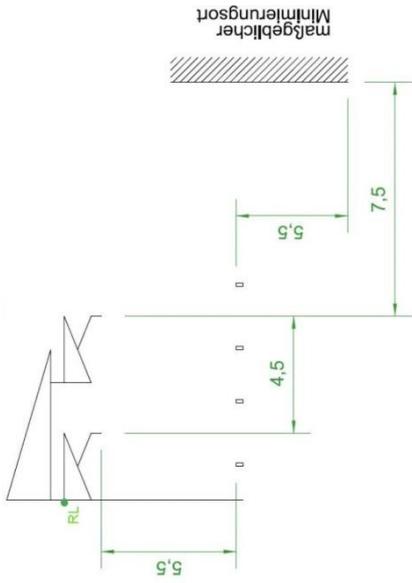
Prozentuale Reduktion des B-Feldes
Simulation Objekt2-1RL-re
Maßgeblicher Minimierungsort links der
Trasse
Rückleiterseil am Mast



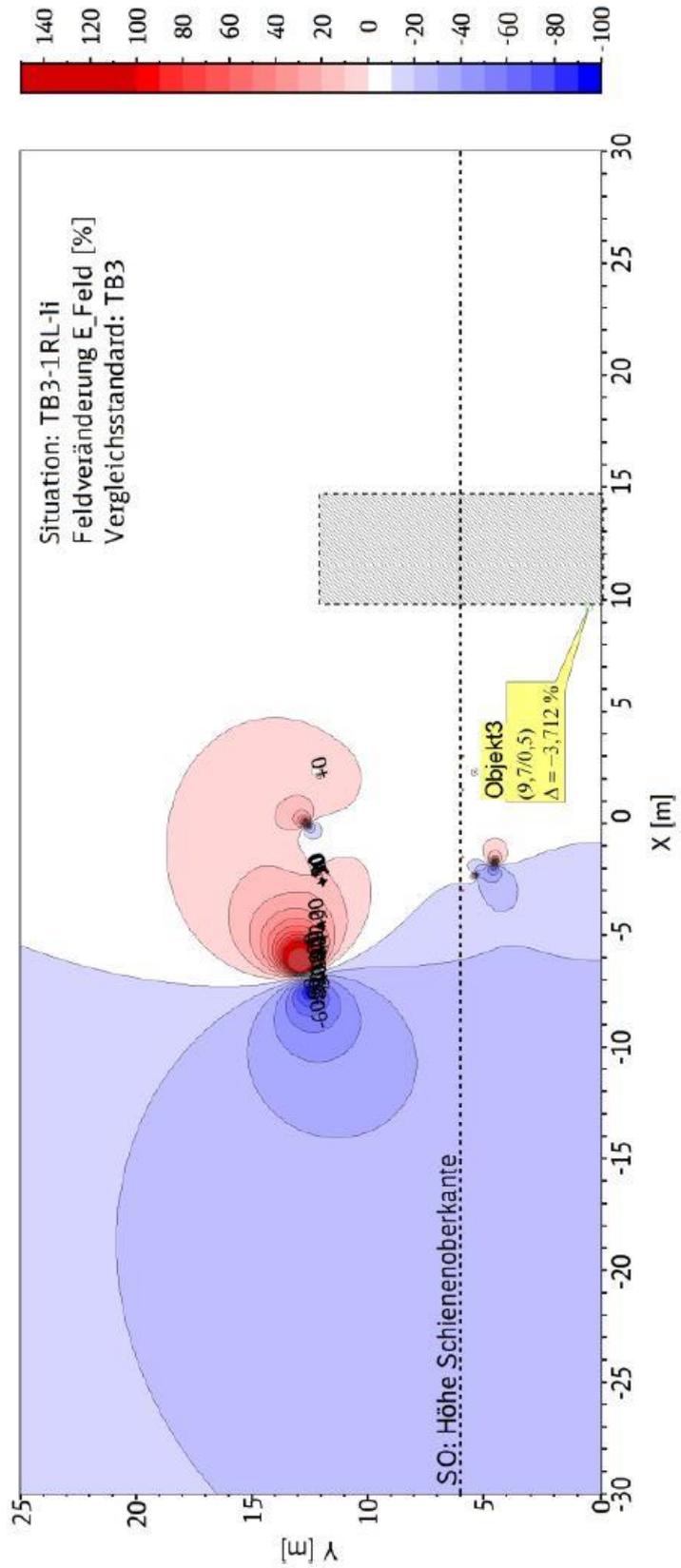
Prozentuale Reduktion des E-Feldes
 Simulation Objekt2-1RL-re
 Maßgeblicher Minimierungsort links der
 Trasse
 Rückleiterseil am Mast



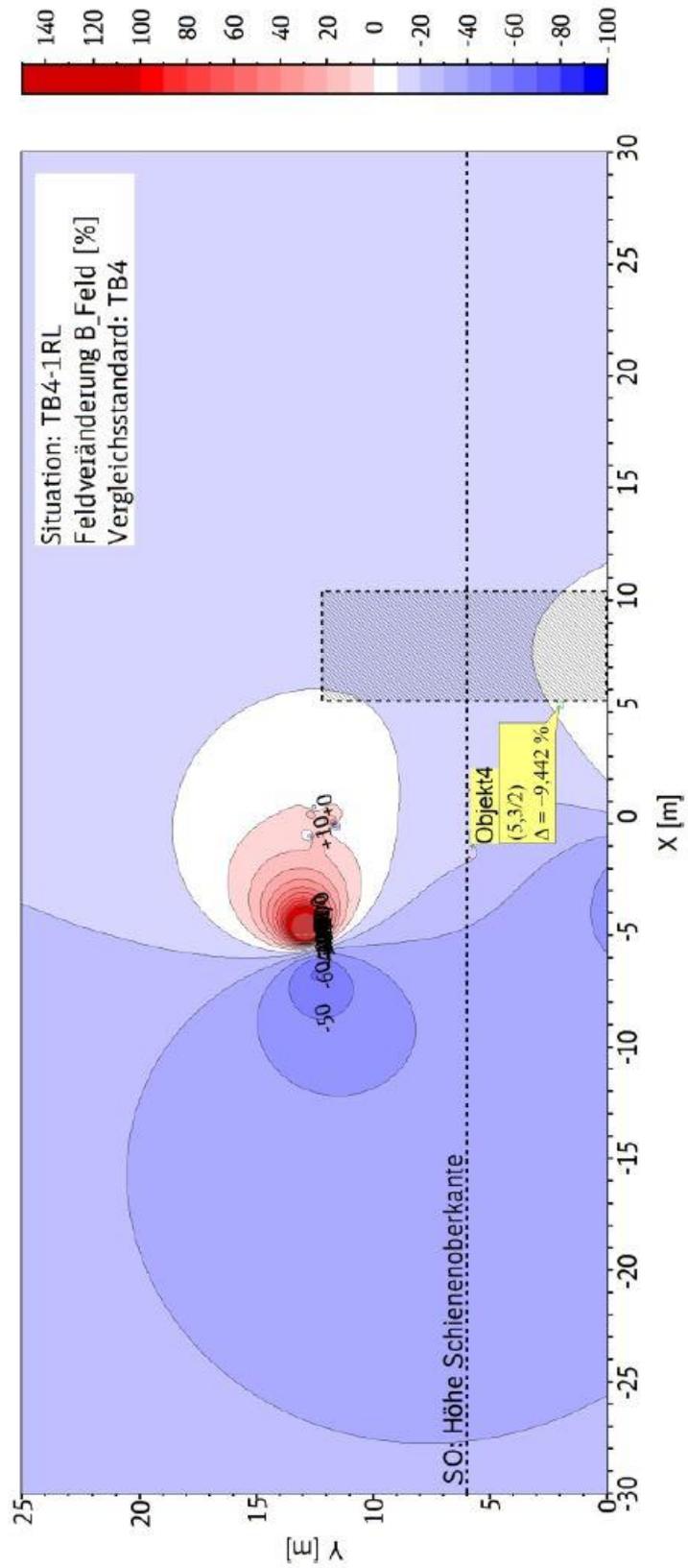
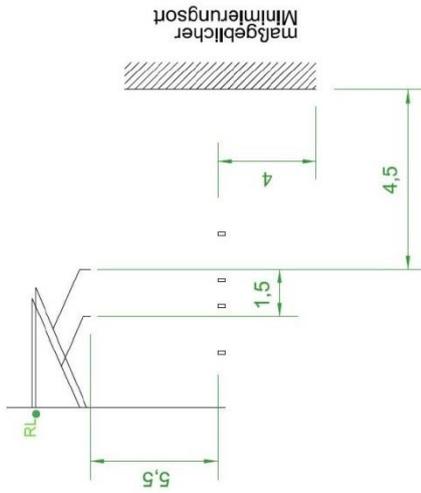
Prozentuale Reduktion des B-Feldes
Simulation Objekt3-1RL-II
Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
Trasse
Rückleiterseil am Mast



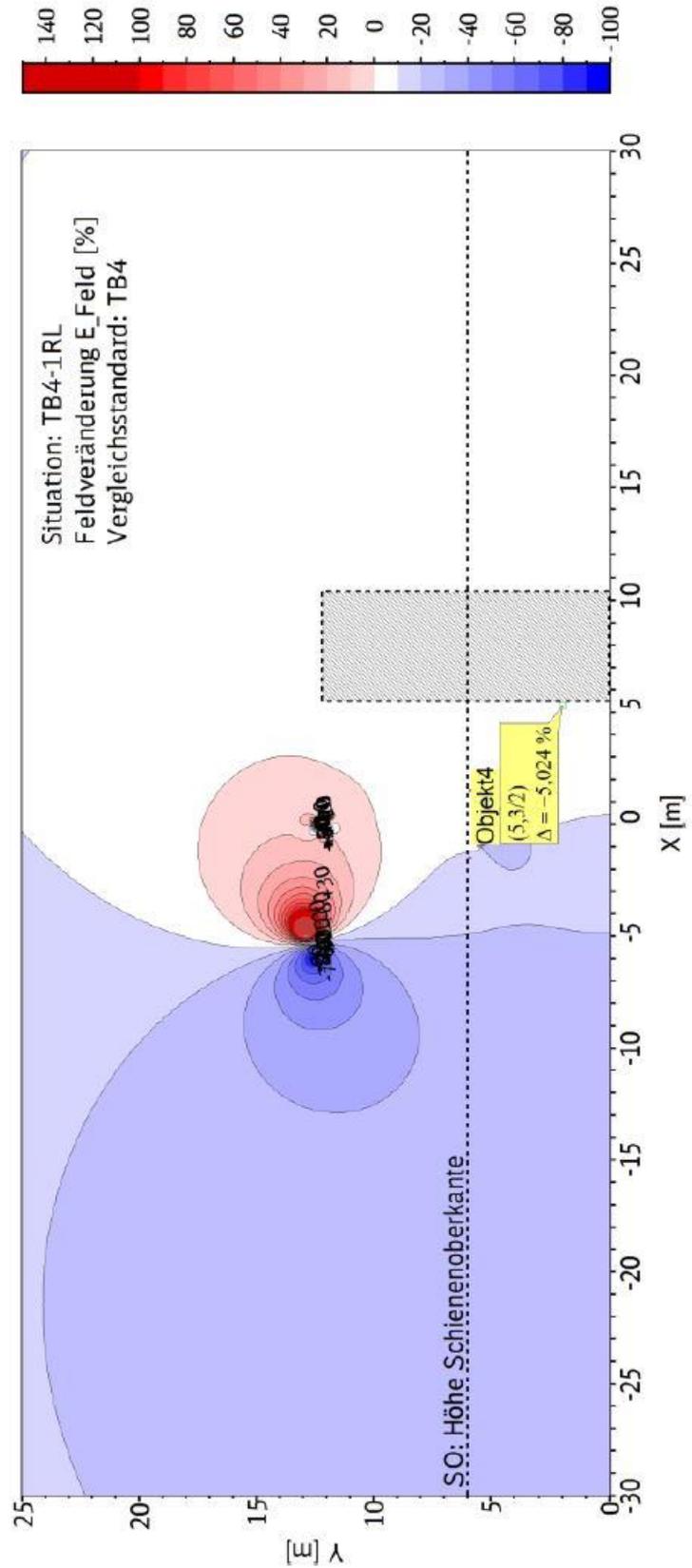
Prozentuale Reduktion des E-Feldes
 Simulation Objekt3-1RL-II
 Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
 Trasse
 Rückleiterseil am Mast



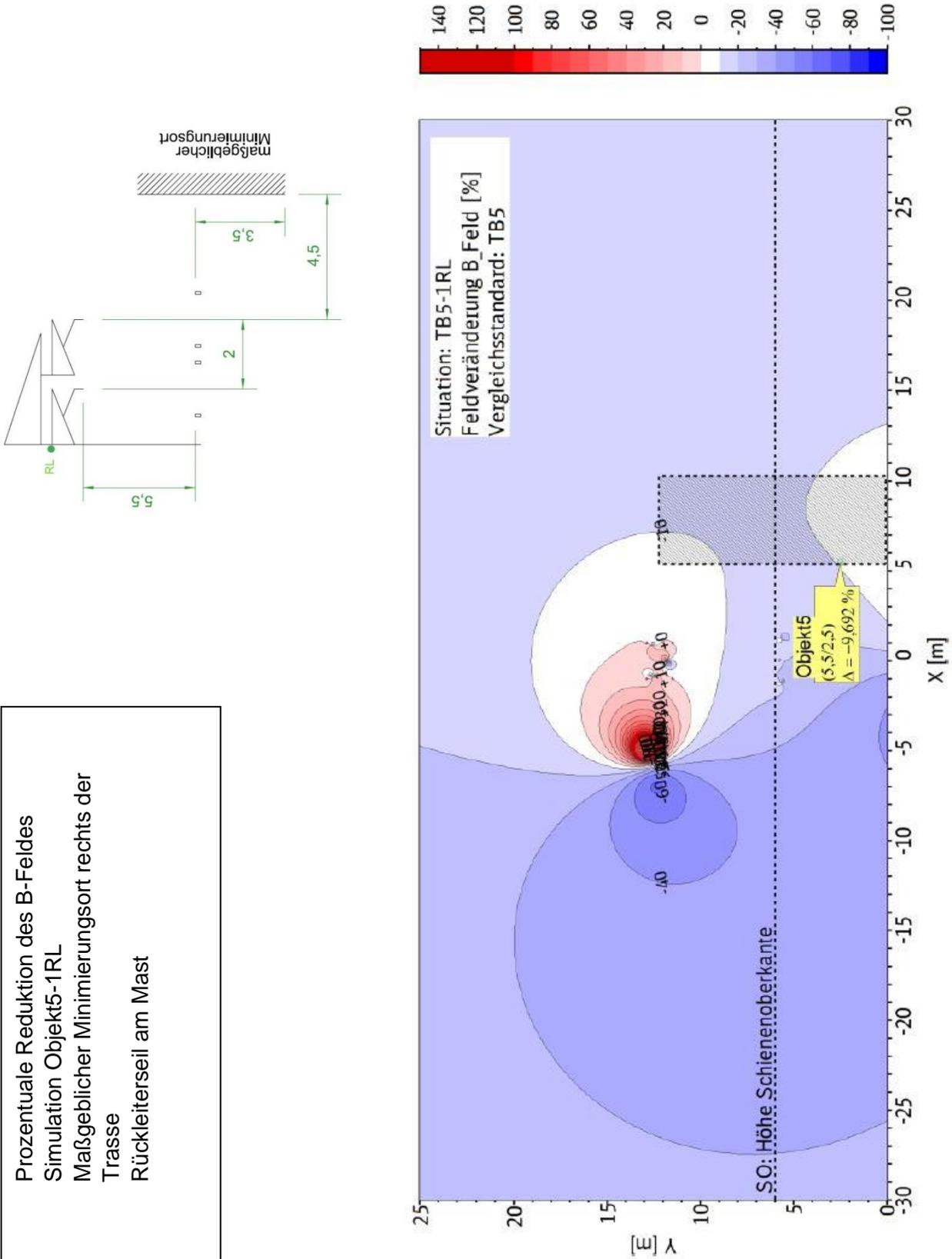
Prozentuale Reduktion des B-Feldes
 Simulation Objekt4-1RL
 Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
 Trasse
 Rückleiterseil am Mast



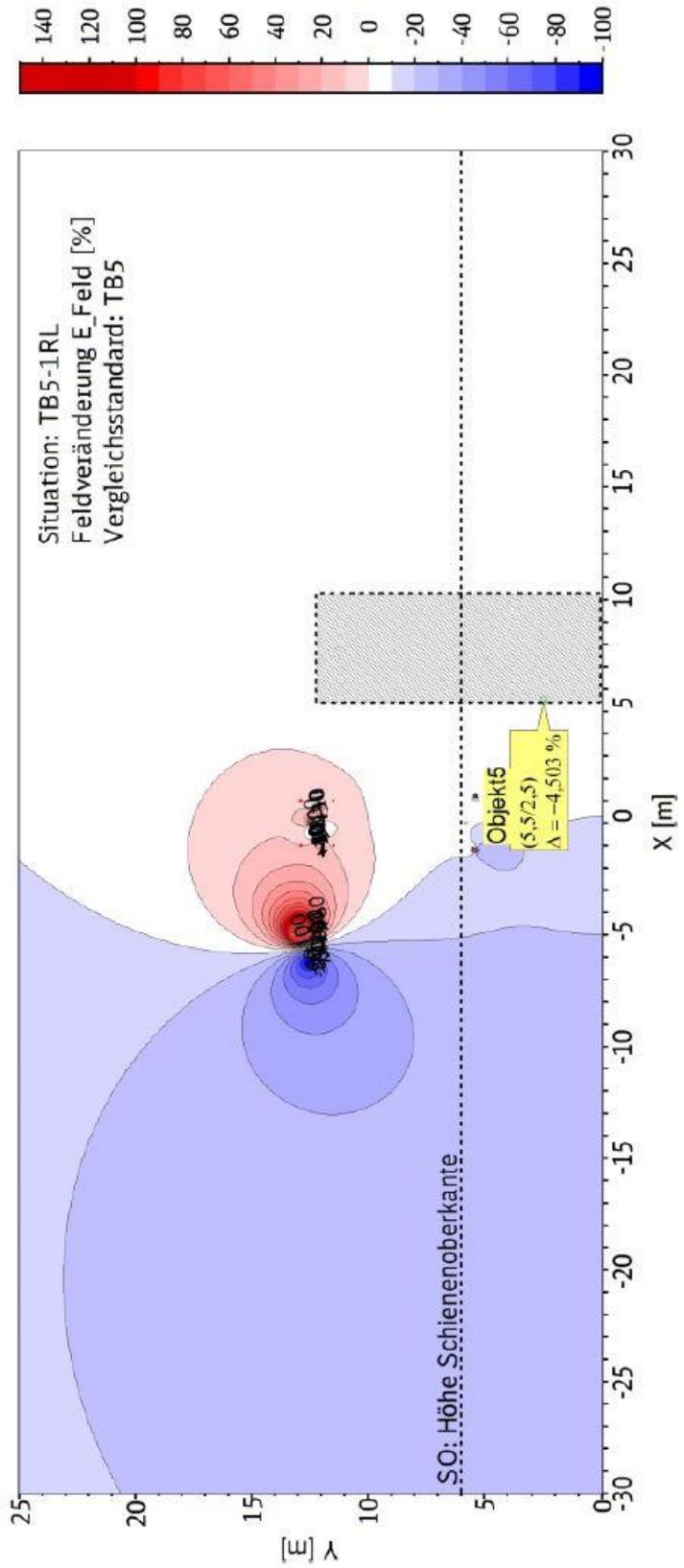
Prozentuale Reduktion des E-Feldes
 Simulation Objekt4-1RL
 Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
 Trasse
 Rückleiterseil am Mast



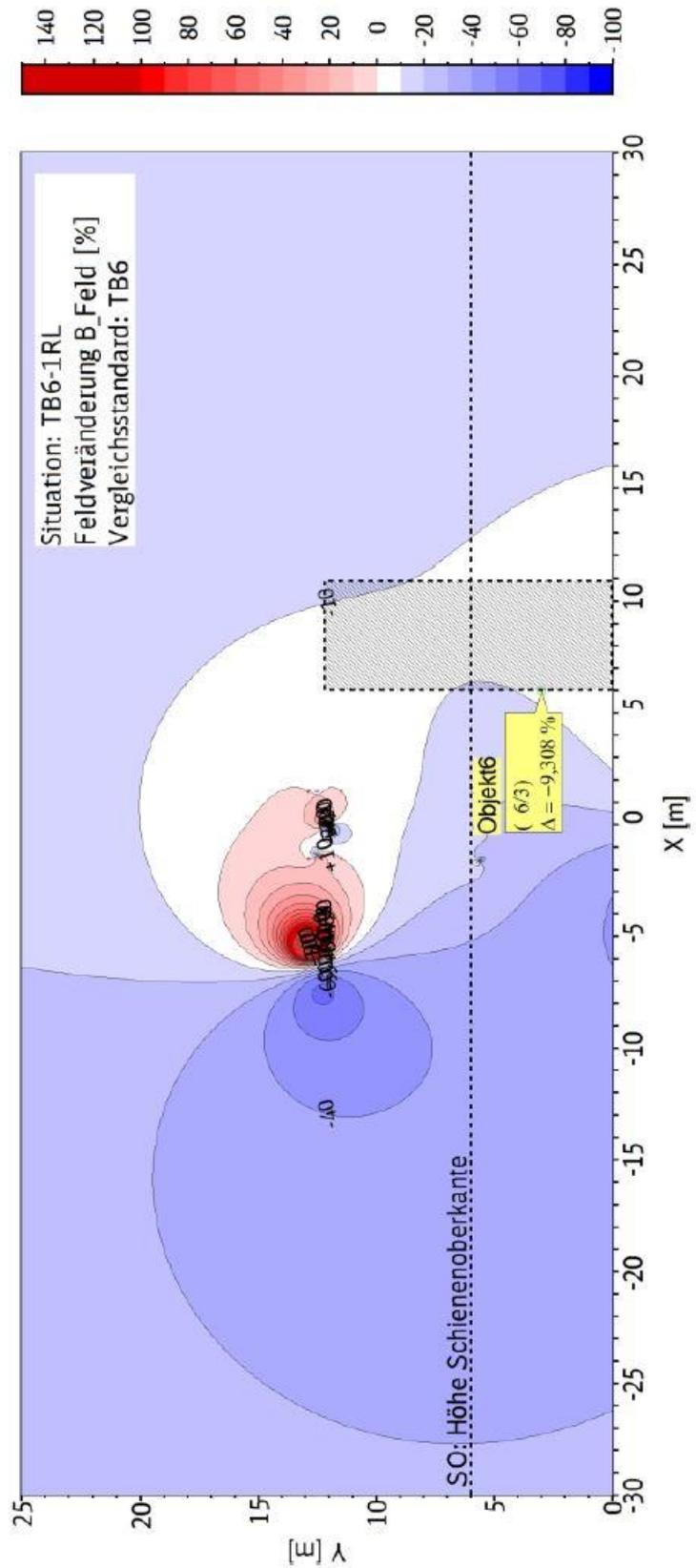
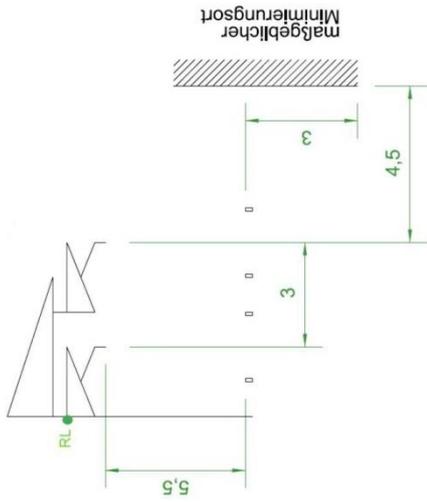
Prozentuale Reduktion des B-Feldes
Simulation Objekt5-1RL
Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
Trasse
Rückleiterseil am Mast



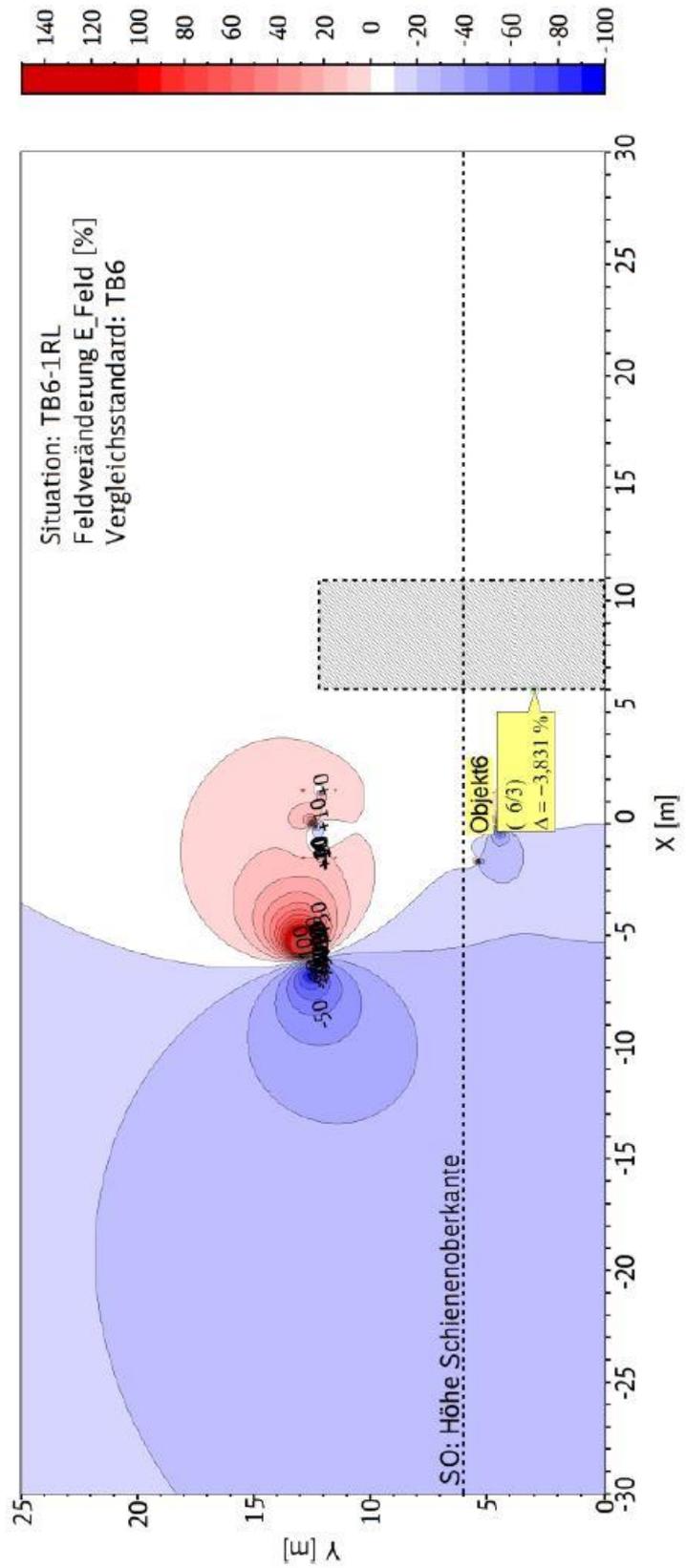
Prozentuale Reduktion des E-Feldes
Simulation Objekt5-1RL
Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
Trasse
Rückleiterseil am Mast



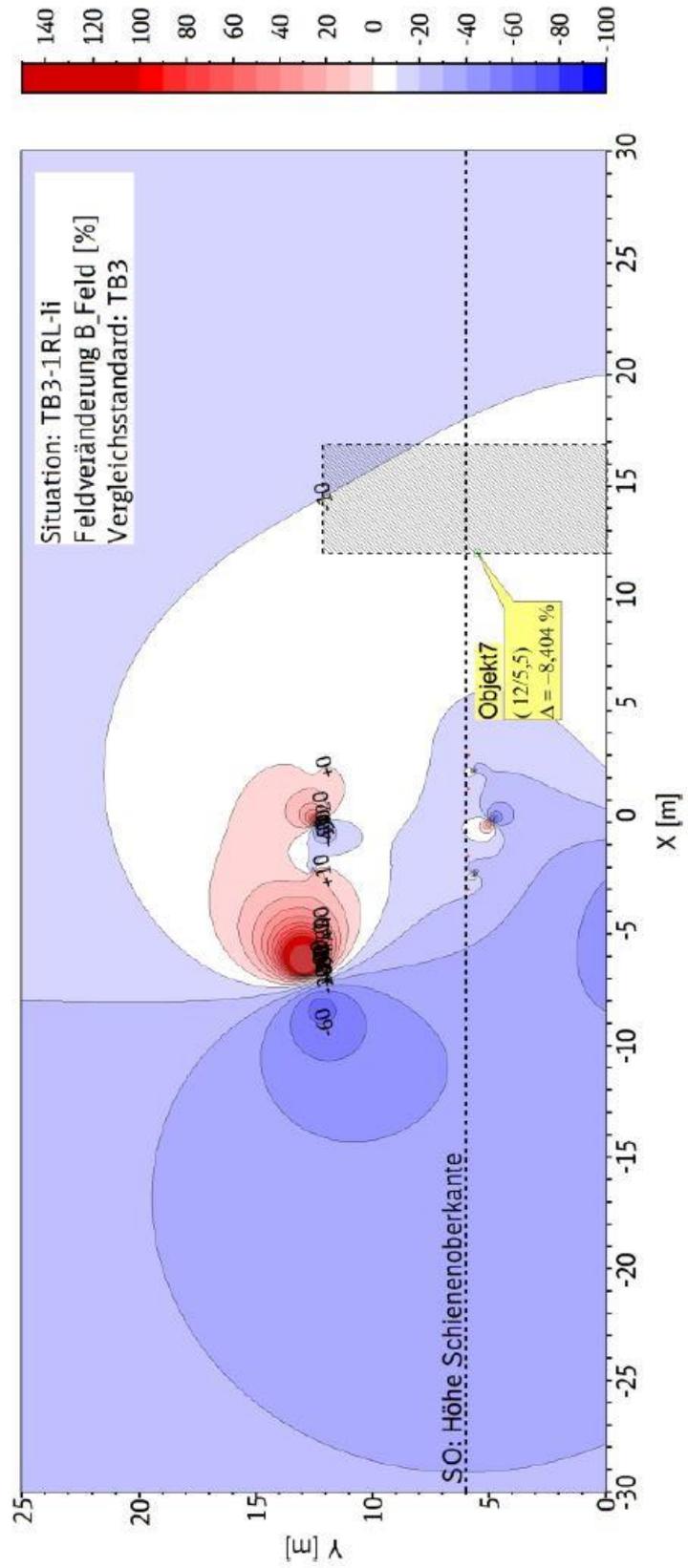
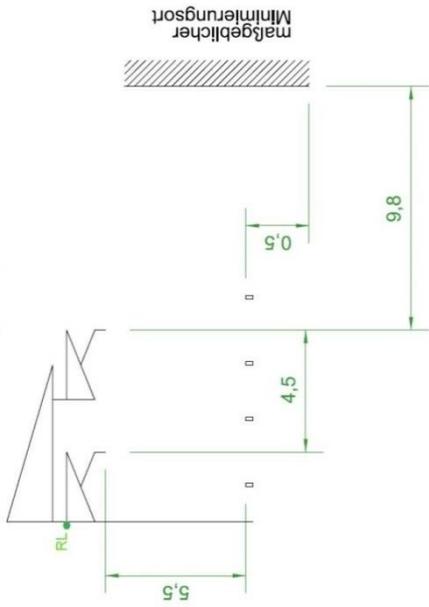
Prozentuale Reduktion des B-Feldes
Simulation Objekt6-1RL
Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
Trasse
Rückleiterseil am Mast



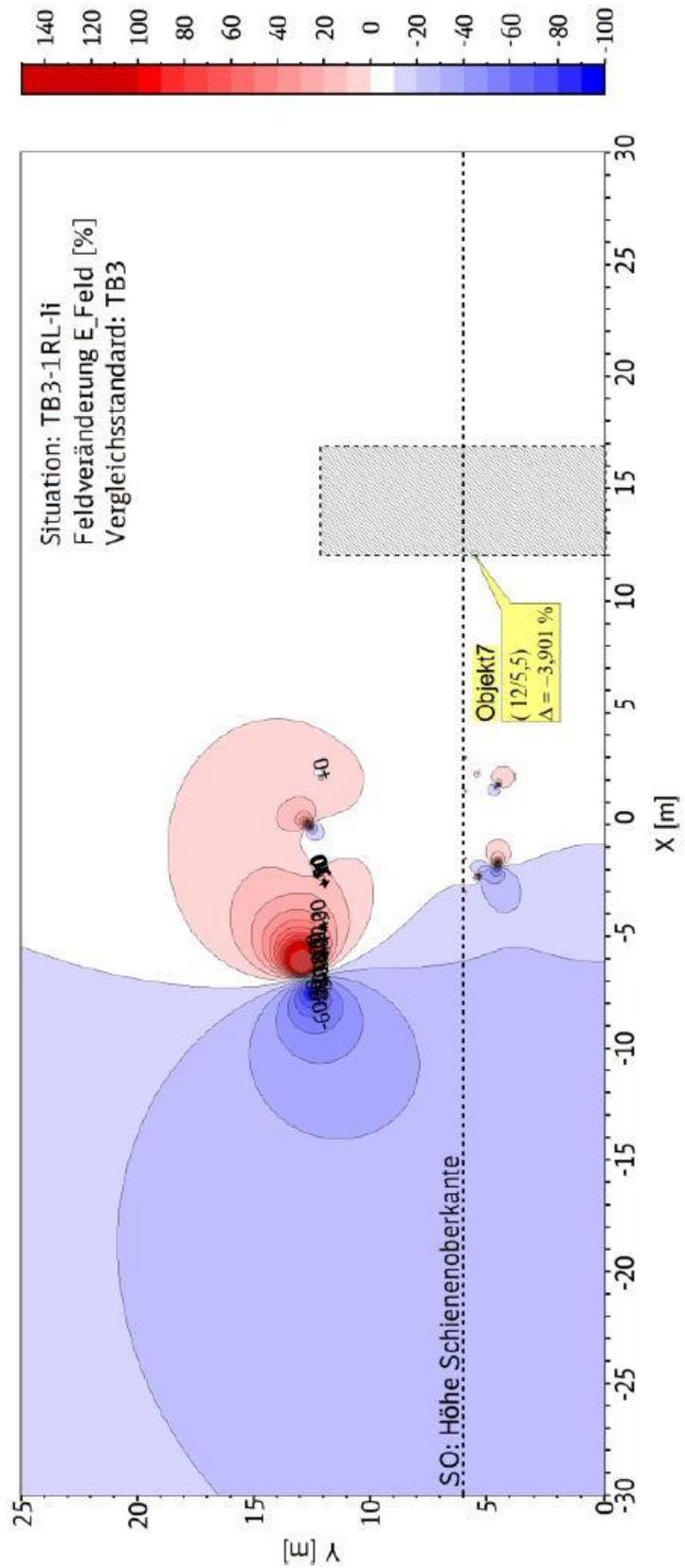
Prozentuale Reduktion des E-Feldes
 Simulation Objekt6-1RL
 Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
 Trasse
 Rückleiterseil am Mast



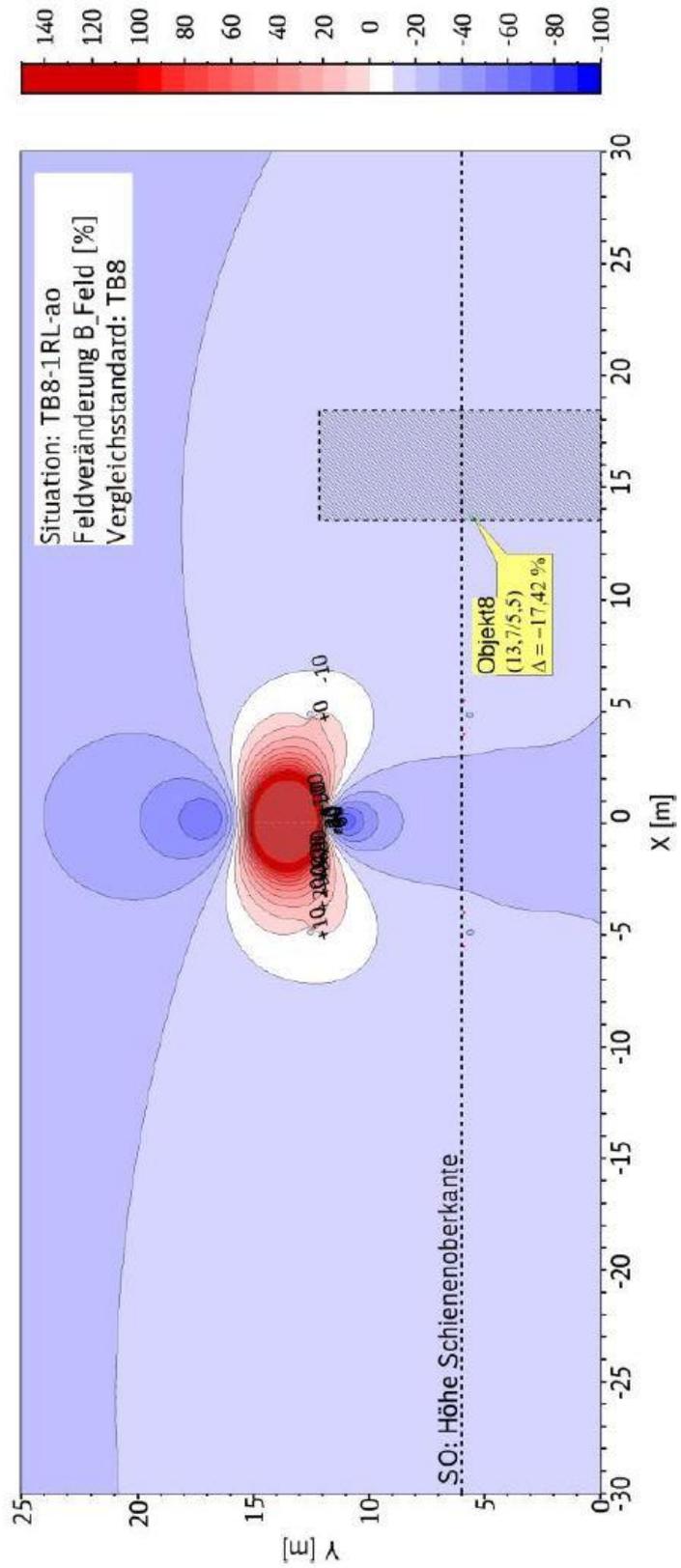
Prozentuale Reduktion des B-Feldes
Simulation Objekt7-1RL-li
Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
Trasse
Rückleiterseil am Mast



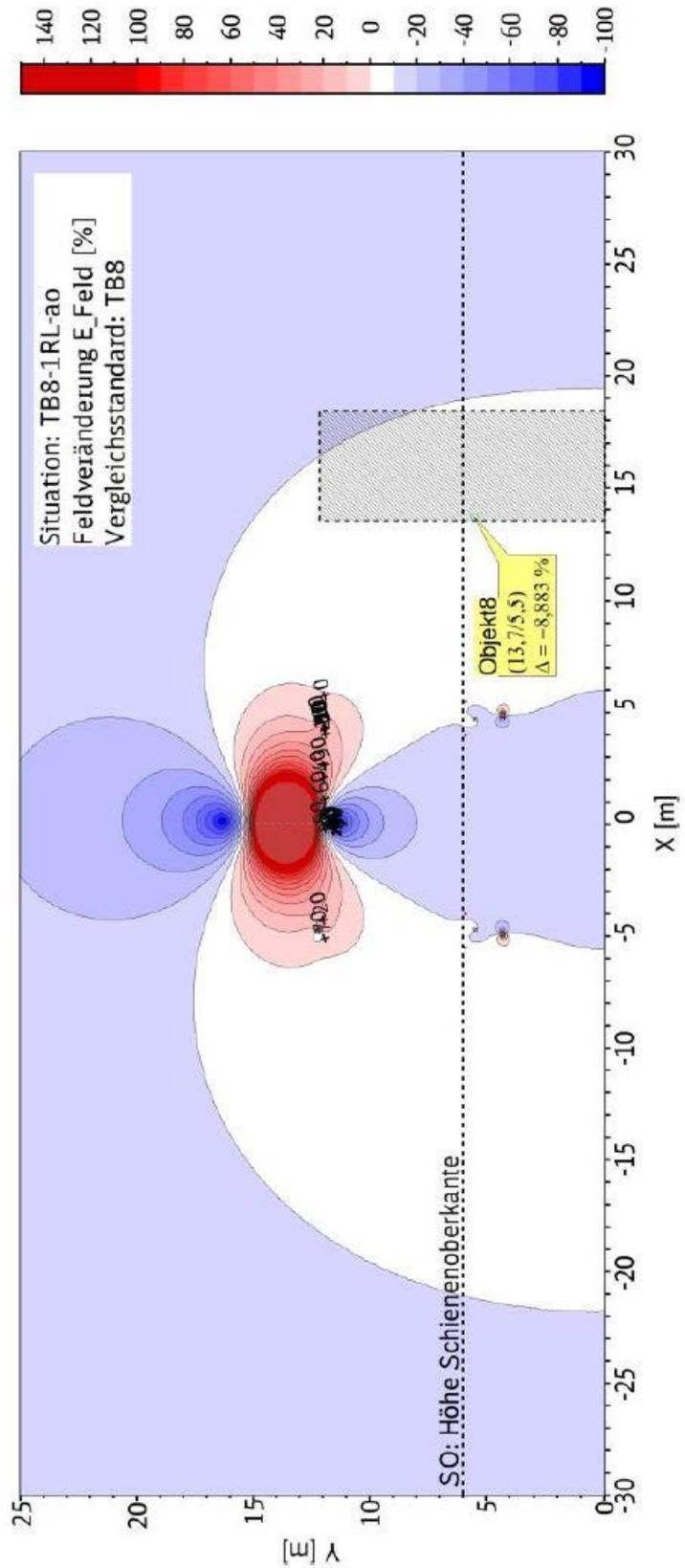
Prozentuale Reduktion des E-Feldes
 Simulation Objekt7-1RL-II
 Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
 Trasse
 Rückleiterseil am Mast



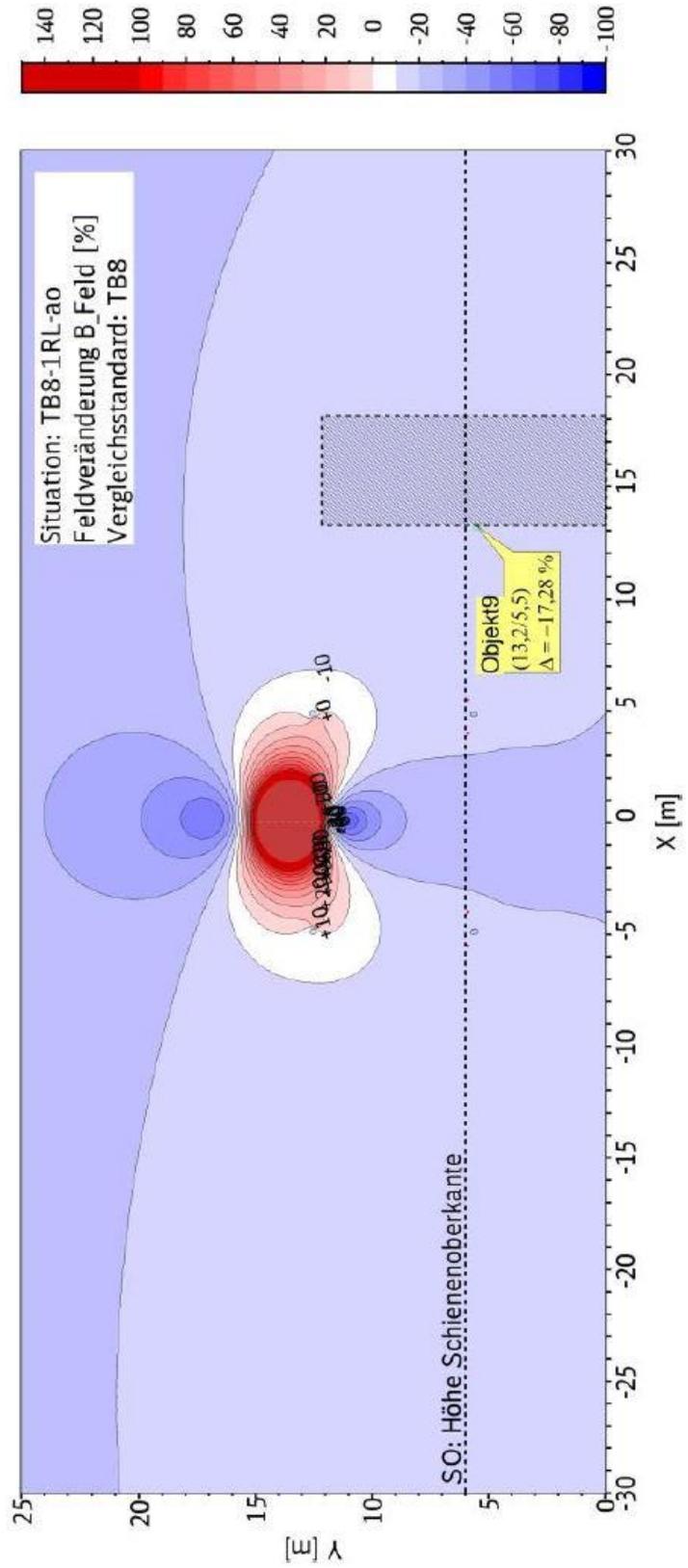
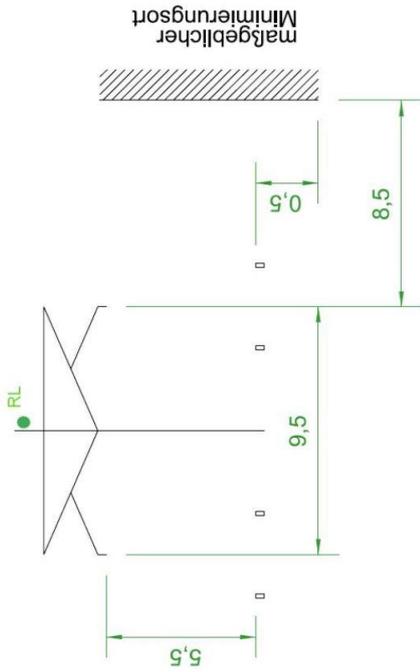
Prozentuale Reduktion des B-Feldes
Simulation Objekt8-1RL-ao
Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
Trasse
Rückleiterseil am Mast



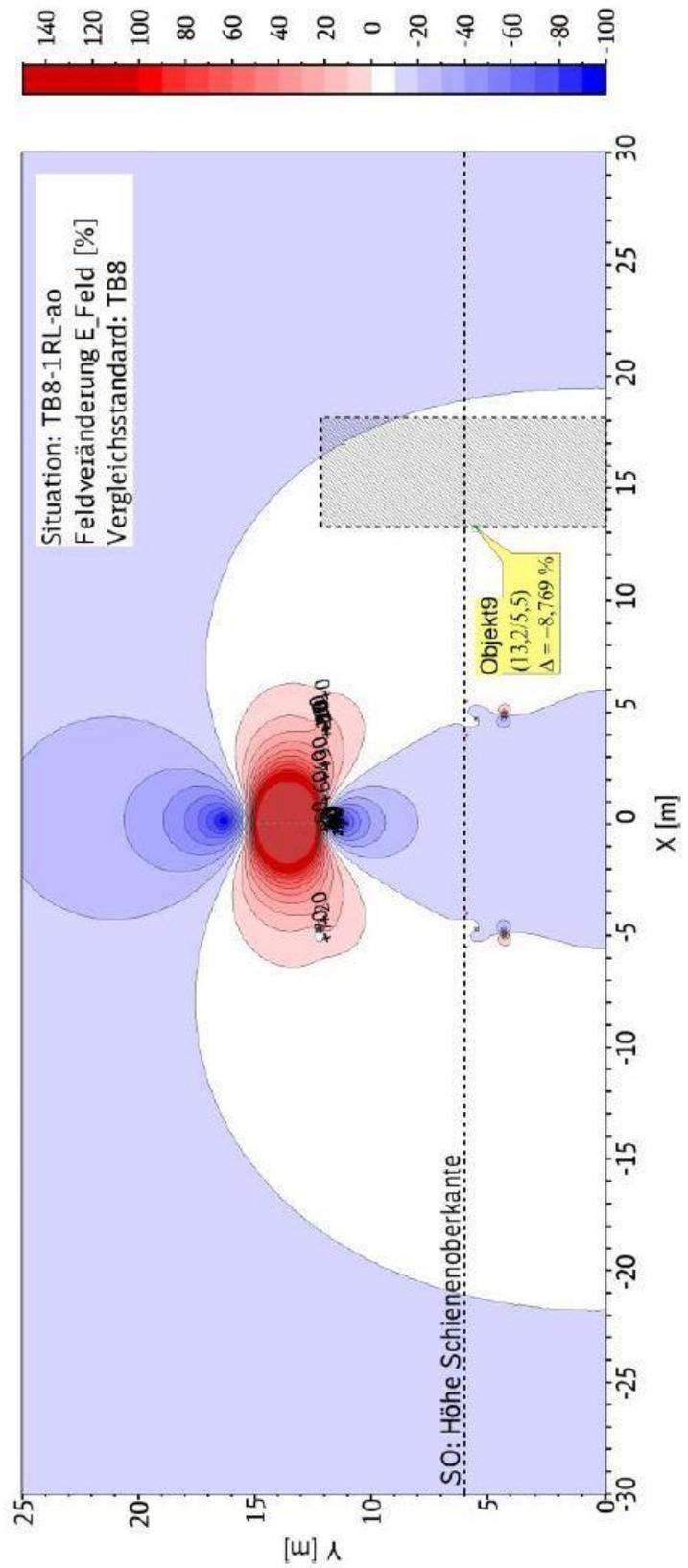
Prozentuale Reduktion des E-Feldes
Simulation Objekt8-1RL-ao
Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
Trasse
Rückleiterseil am Mast

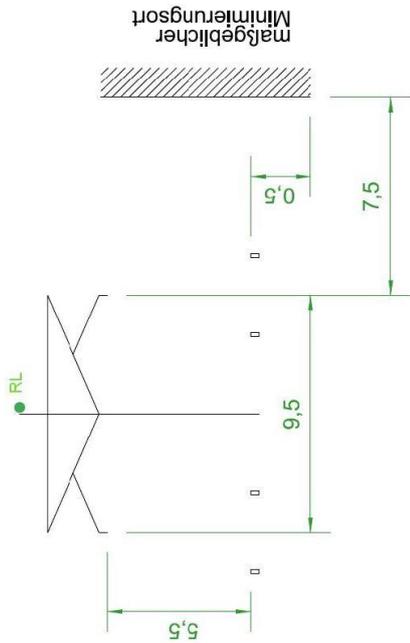


Prozentuale Reduktion des B-Feldes
Simulation Objekt9-1RL-ao
Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
Trasse
Rückleiterseil am Mast

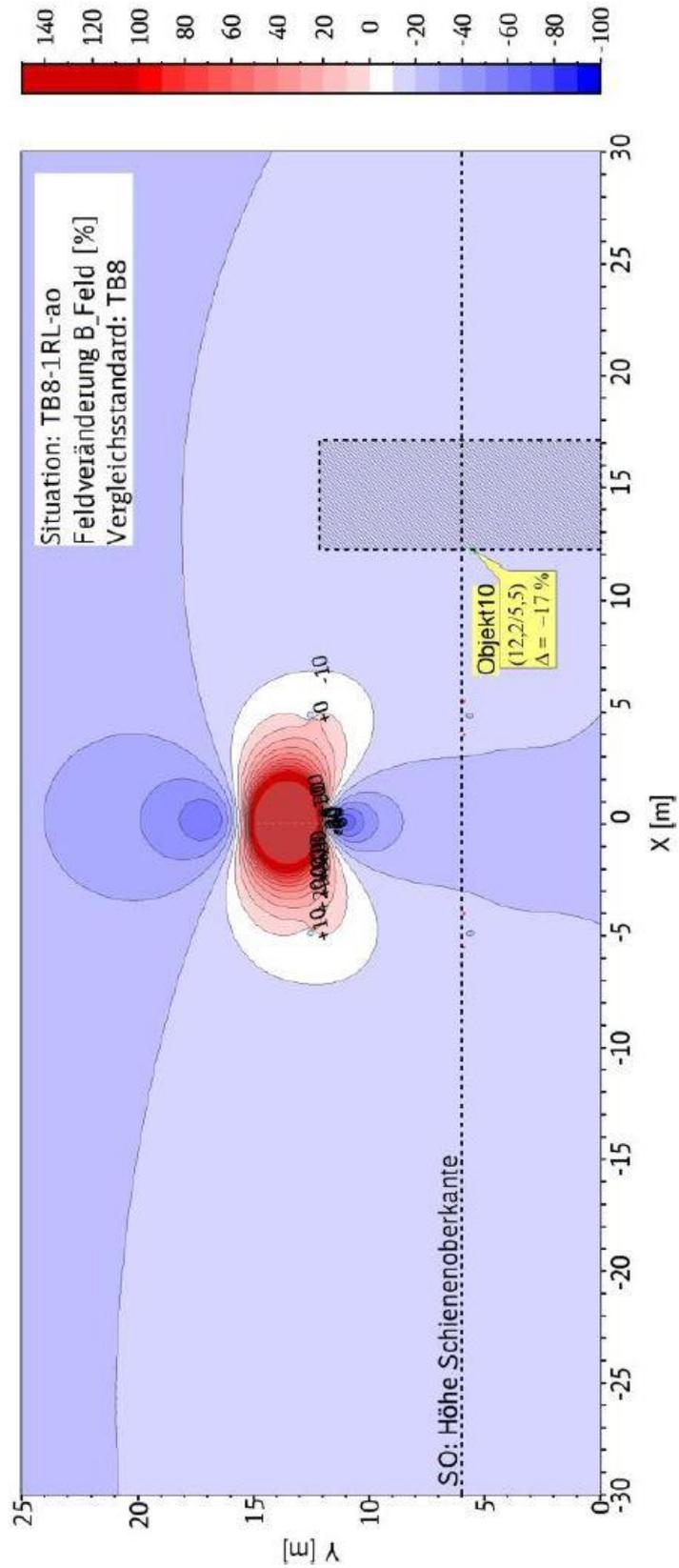


Prozentuale Reduktion des E-Feldes
Simulation Objekt9-1RL-ao
Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
Trasse
Rückleiterseil am Mast

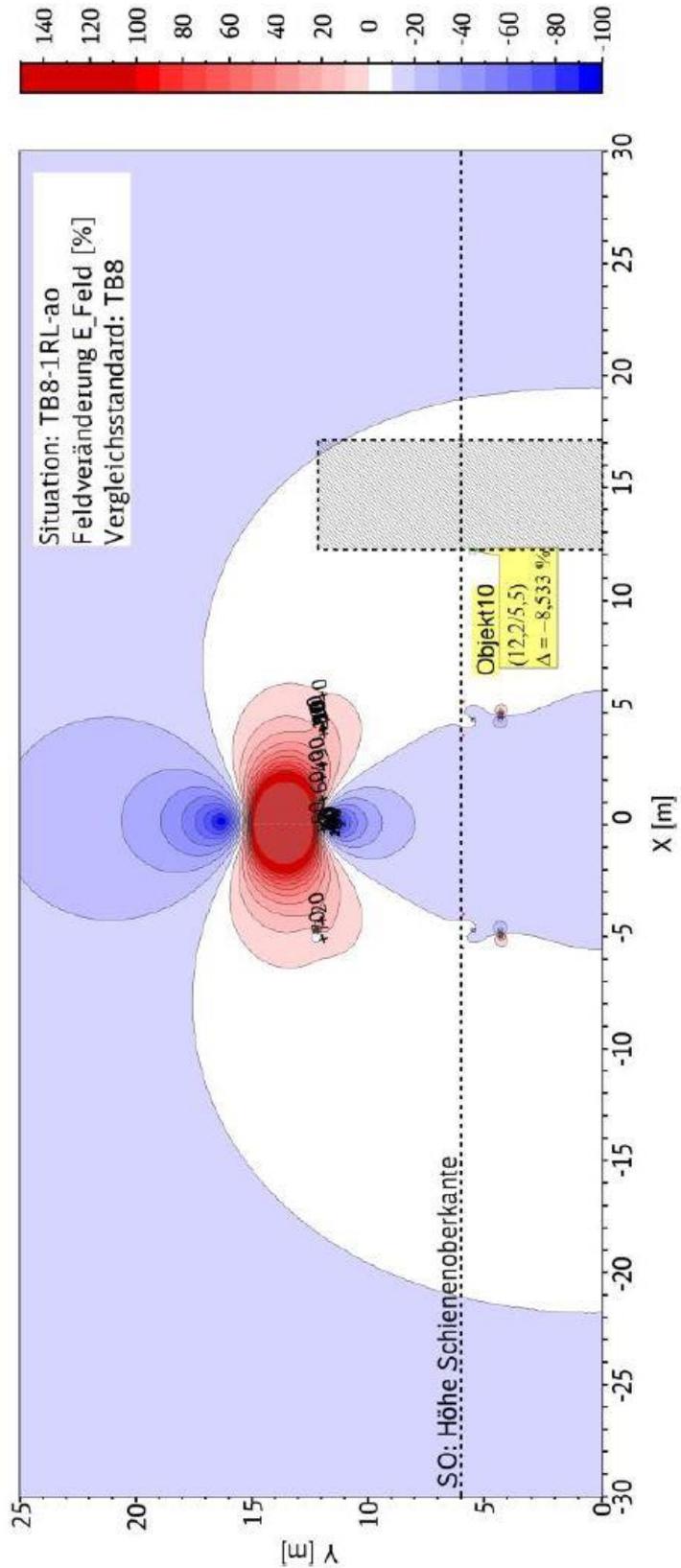




Prozentuale Reduktion des B-Feldes
Simulation Objekt10-1RL-ao
Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
Trasse
Rückleiterseil am Mast



Prozentuale Reduktion des E-Feldes
 Simulation Objekt10-1RL-ao
 Maßgeblicher Minimierungsort rechts der
 Trasse
 Rückleiterseil am Mast



8 FAZIT

Die auftretenden Immissionen wurden identifiziert, geprüft und an den maßgeblichen Minimierungsorten eine geeignete Minimierungsmaßnahme getroffen.

Alle Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt, die sogenannten maßgeblichen Minimierungsorte wurden identifiziert. Es folgte eine Unterteilung der Orte in den Einwirkungsbereich (100m) und den Bewertungsabstand (10m). Für beide Bereiche wurde eine Prüfung des Minimierungspotentials nach Nummer 5 "Technische Möglichkeiten zu Minimierung" durchgeführt. Als einziges effektivstes und leistungsstarkes Mittel für eine umfangreiche Immissionsreduzierung ist nur eine Installation von Rückleiterseilen im Sinne des §4 der 26 BImSchV VwV verhältnismäßig.

Für den Einwirkungsbereich sind dem Bericht für die Strecke 9374 ein Dokumentationsblatt "Dokumentation der Maßnahmen zur Feldminimierung bei Oberleitungsanlagen nach 26 BImSchV VwV, Abs. 3.2.3" beigefügt. Für den Bewertungsabstand wurde eine individuelle Simulation durchgeführt.

Im Planfeststellungsabschnitt, auf der Strecke 9374, zwischen dem Bahnhof Friedrichsdorf und Bahnhof Usingen befinden sich keine Überschneidungen zu weiteren Nieder- und Hochfrequenzanlagen. Somit ist die Anwendung der Summenformel nicht erforderlich.

Der Maximalwert der magnetischen Flussdichte für Annäherungsbereiche, in denen sich Personen regulär aufhalten können, liegt immer unterhalb des relevanten Grenzbereiches von 300 μT und damit im zulässigen Bereich.

Ein spezieller Nachweis der elektrischen Feldstärke ist im Einzelfall nicht erforderlich.

Diese grundlegenden Festlegungen der Grenzwerteinhaltung der elektrischen und magnetischen Feldern wurden anhand von Simulationen durchgeführt und in dem Dokument 14-22168-T.TVI34(1)-BE-1901-V1.0 vom 29.05.2015 zusammengetragen. Der Bericht liegt diesem Gutachten bei.

9 ANLAGEN

- Oberleitungslagepläne - Elektromagnetische Verträglichkeit, Blatt 1 bis 23
- Dokumentation der Maßnahmen zur Feldminimierung bei Oberleitungsanlagen nach 26.BImSchV VwV, Abs.3.2.3
- Bericht; Nachweis der Grenzwerteinhaltung an 15kV-Standard-Oberleitungsanlagen der DB Netz AG; Dokument: 14-22168-T.TVI34(1)-BE-1901-V1.0 vom 29.05.2015

Aufgestellt

Martin Wojcik

Frankfurt, den 29.Oktober 2020



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
 Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
 61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt:
**Elektrifizierung Taunusbahn
 von Friedrichsdorf - Usingen**

f	..	..	..
e	..	..	..
d	..	..	..
c	..	..	..
b	..	..	..
a	..	..	..
Index		Datum	Name Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungsanlageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase:	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	1 von 23	Index:	-
Planart:	Ebsl.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374 Km: 0,0 - 0,8

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
	gearbeitet:	M. Lammer	05.2019	...
	gezeichnet:	A. Ochs	05.2019	...
	geprüft:	...	...	...

Bauherr / Projektleiter:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift
	Stempel/Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift
	Stempel/Unterschrift

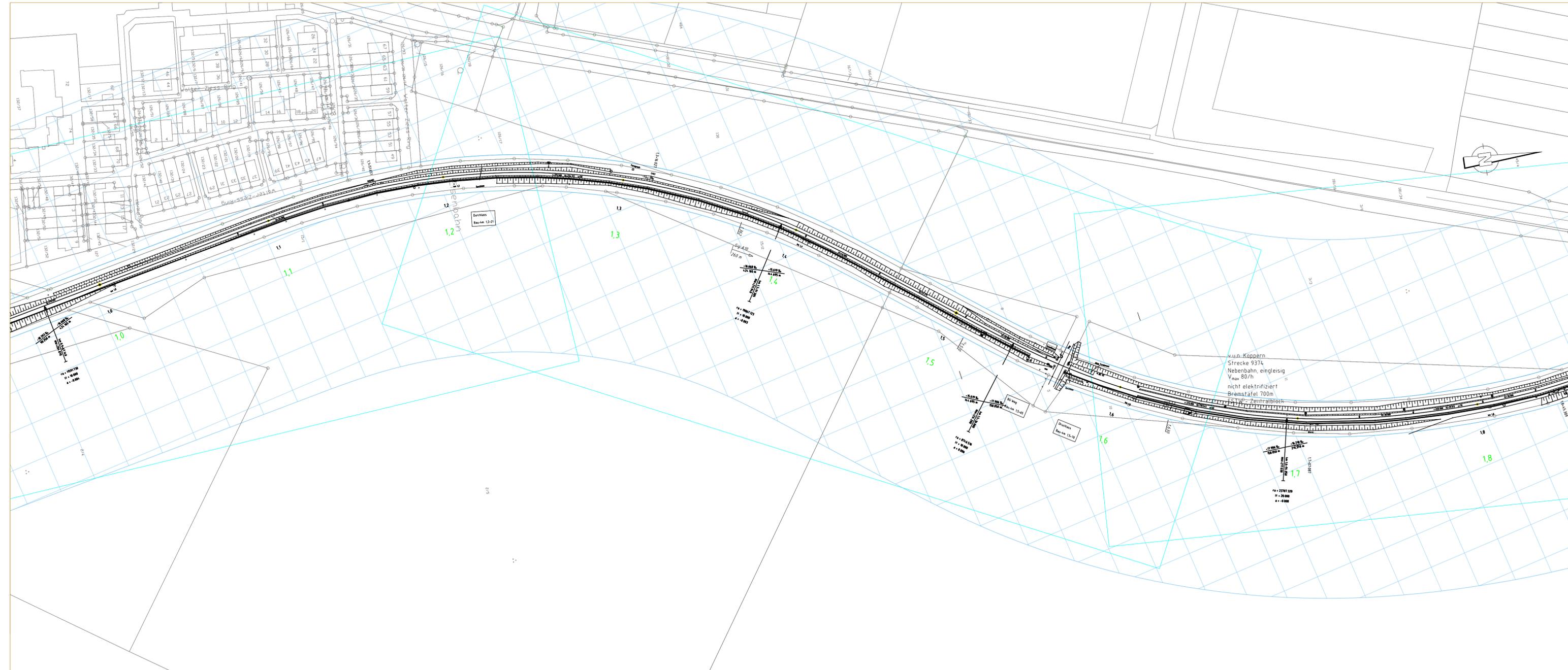
Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift

Eisenbahnbetriebsleiter (EBL):	HILB
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
---------------------	-------	----------------------	---------------------	-------	--------------

CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt :

Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase : Genehmigungsplanung	Plan-Nr.: 2 von 23	Index: -
Planart: Ebel.	Maßstab: 1:1000	Strecke: 9374 Km: 0,9 - 1,8

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: M. Lammert	Name (Druckschrift): M. Lammert	Datum: 05.2019	Unterschrift: ..
10.20120	10.20120	gezeichnet: A. Ochs	05.2019	..
..	..	geprüft: ..	..	..

Bauherr / Projektierer:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

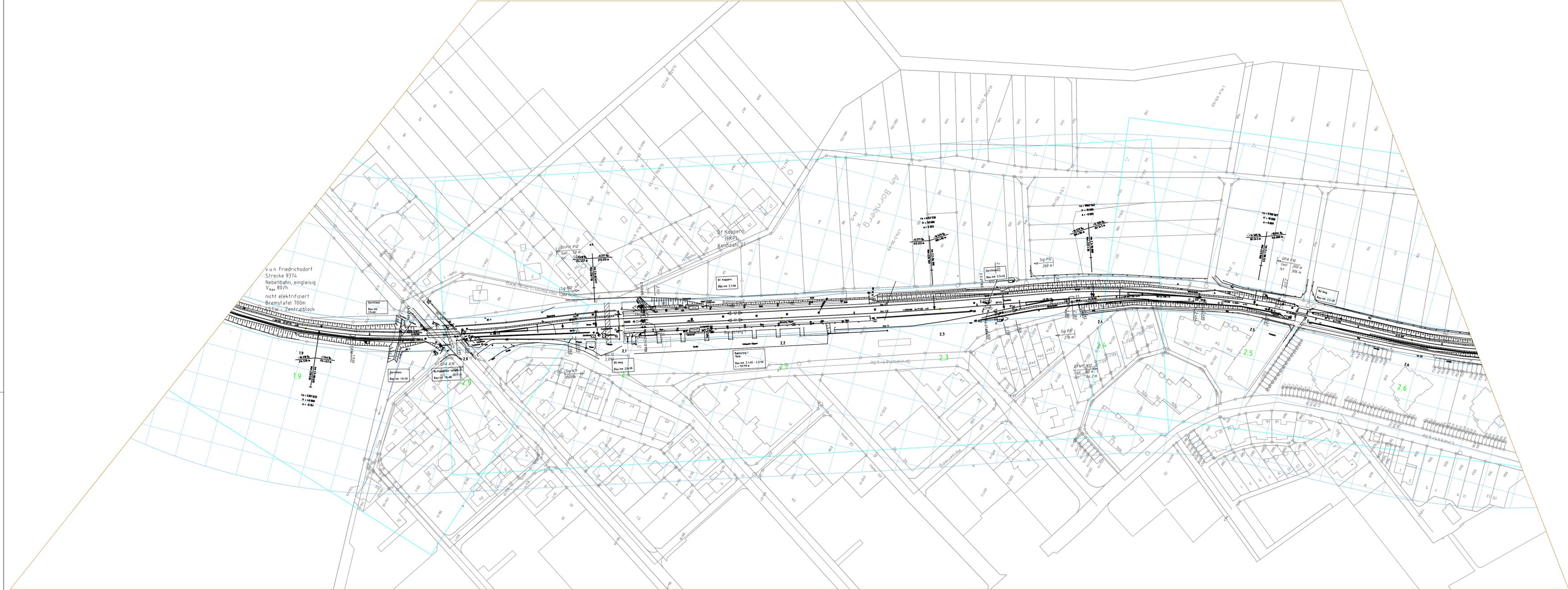
Eisenbahnbetriebsleiter (EB):	
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift
--	--

CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!

CAD-Zeichnung,
darf nicht manuell geändert werden!



Legende

	Betroffenes Flursluck		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt:
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f			
e			
d			
c			
b			
a			
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt:

Planungsphase:	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	3 von 23	Index:	-
Planart:	Ebsl.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374 Km: 1,8 - 2,7

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	bearbeitet:	M. Lammert	05.2019	...
10/2020	gezeichnet:	A. Ochs	05.2019	...
Name (Druckschrift)	geprüft:	...	...	...

Bauherr / Projektierer:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

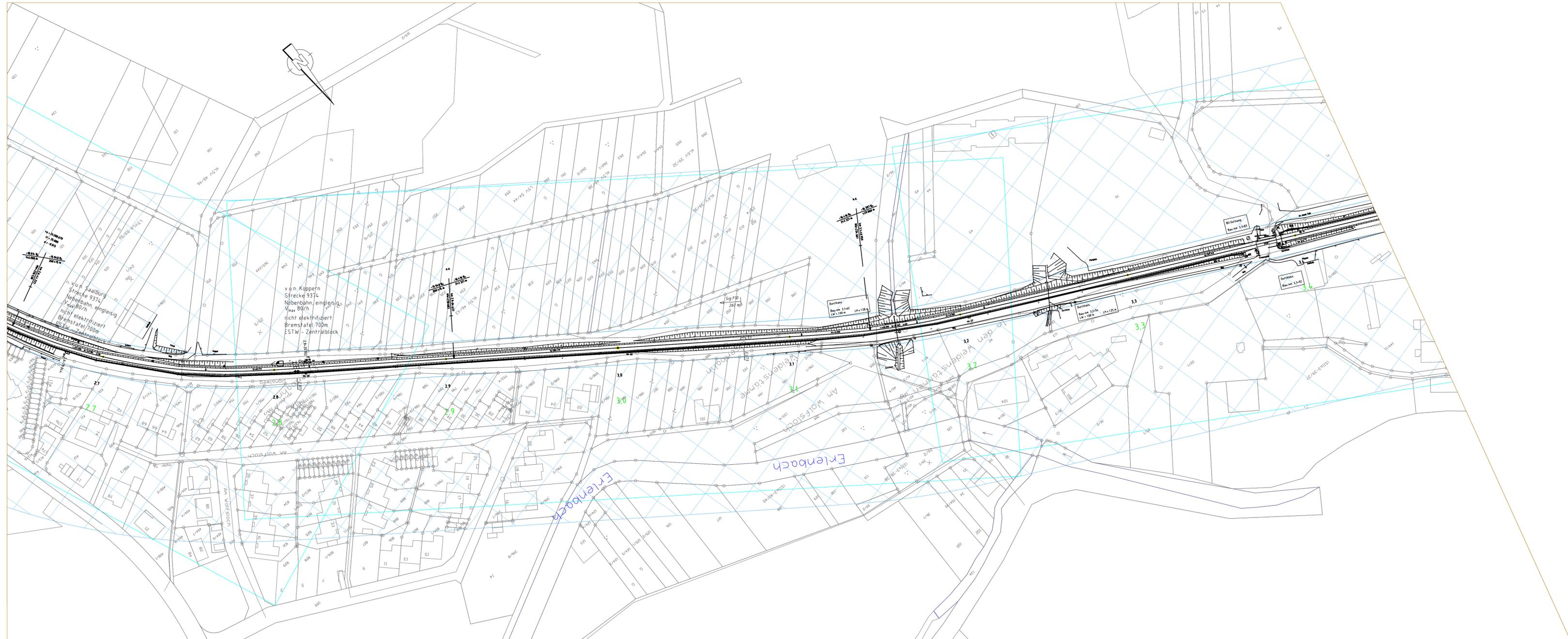
Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift

Eisenbahnbetriebsleiter (EBL):	HILB
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
---------------------	-------	----------------------	---------------------	-------	--------------



Legende

Betroffenes Flurstück	100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
10m-Bereich (Bewertungsabstand)	Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
 Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
 61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt:
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase: Genehmigungsplanung	Plan-Nr.: 4 von 23	Index: -
Planart: Ebel.	Maßstab: 1:1000	Strecke: 9374 Km: 2,7 - 3,5

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: M. Lammert	Name (Druckschrift):	Datum: 05.2019	Unterschrift:
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	bearbeitet: A. Ochs	gezeichnet:	05.2019	...
10.2020	Datum	Unterschrift	geprüft:	...

Bauherr / Projektleiter:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift

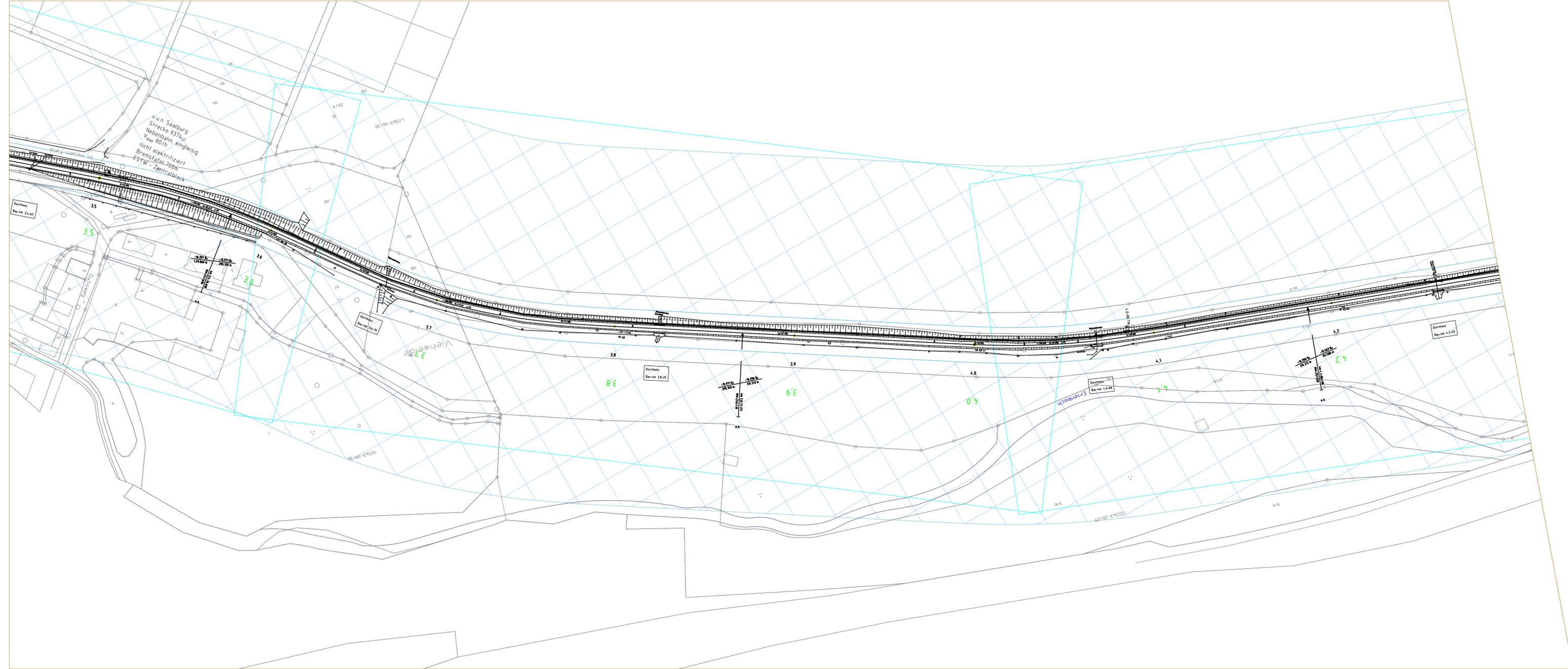
Eisenbahnbetriebsleiter (EB):	HILB
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
----------------------------	--------------	-----------------------------	----------------------------	--------------	---------------------

CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!

CAD-Zeichnung,
darf nicht manuell geändert werden!



Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt:
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungsanlageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase: Genehmigungsplanung	Plan-Nr.: 5 von 23	Index: -
Planart: Ebsel.	Maßstab: 1:1000	Strecke: 9374
		Km: 3,5 - 4,3

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: Name (Druckschrift) Datum Unterschrift
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBAHN	bearbeitet: M. Lammert 05.2019 ...
10.2020	gezeichnet: A. Ochs 05.2019 ...
...	geprüft: ...

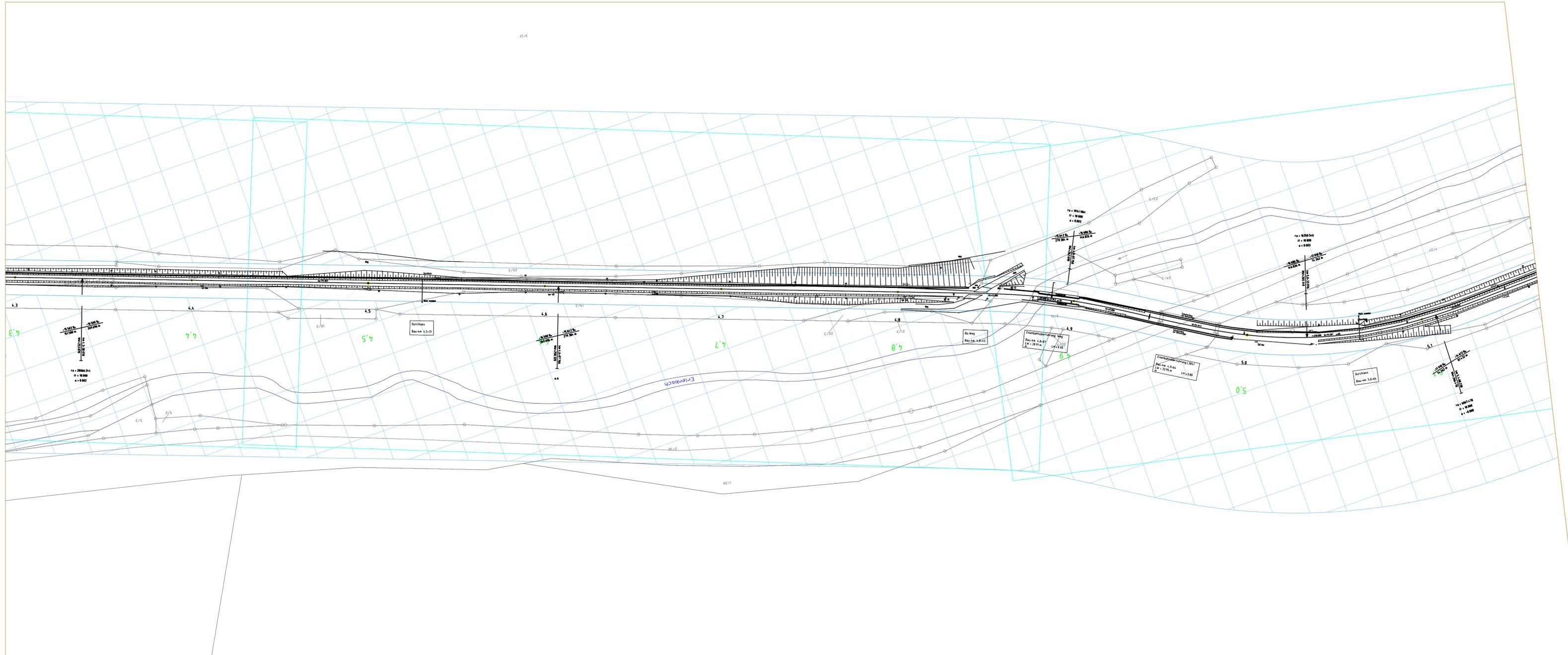
Bauherr / Projektleiter:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Eisenbahnbetriebsleiter (EB):	HILB
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift



Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe

VHT

Projekt:
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase:	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	6 von 23	Index:	-
Planart:	Ebsl.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374 Km: 4,3 - 5,1

Planersteller:	PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung:	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
	PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBAHN	bearbeitet:	M. Lammert	05.2019	...
	10.2020	gezeichnet:	A. Ochs	05.2019	...
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	geprüft:	...	...

Bauherr / Projektierer:	VHT	Planersteller:	PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift

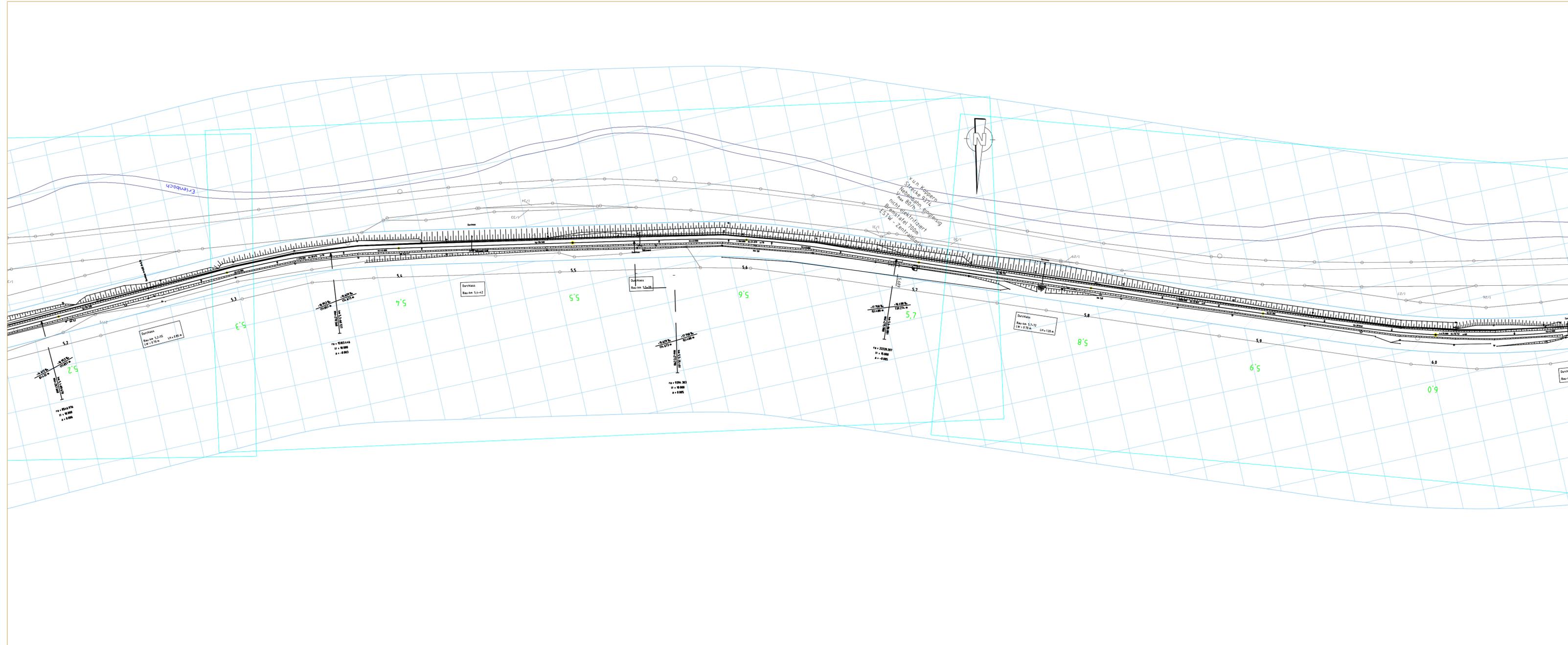
Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Eisenbahnbetriebsleiter (EB):	HfB
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift
--	--

CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!



Legende

Betroffenes Flurstück	100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
10m-Bereich (Bewertungsabstand)	Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe

VHT
Wir verbinden Menschen mit Bussen und Bahnen

Projekt:
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungsanlageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase:	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	7 von 23	Index:	-
Planart:	Ebsl.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374 Km: 5,2 - 6,0

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	bearbeitet:	M. Lammert	05.2019	...
10.2020	gezeichnet:	A. Ochs	05.2019	...
...	geprüft:	...	...	...

Bauherr / Projektierer: **VHT**

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Plan gleichgestellt mit der Freigabe Nr.
Bauvorlagenberechtiger / Est. vom

Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift
---------------------	-------	--------------	---------------------	-------	----------------------

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):

Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:

Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift
---------------------	-------	--------------	---------------------	-------	----------------------

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):

Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA

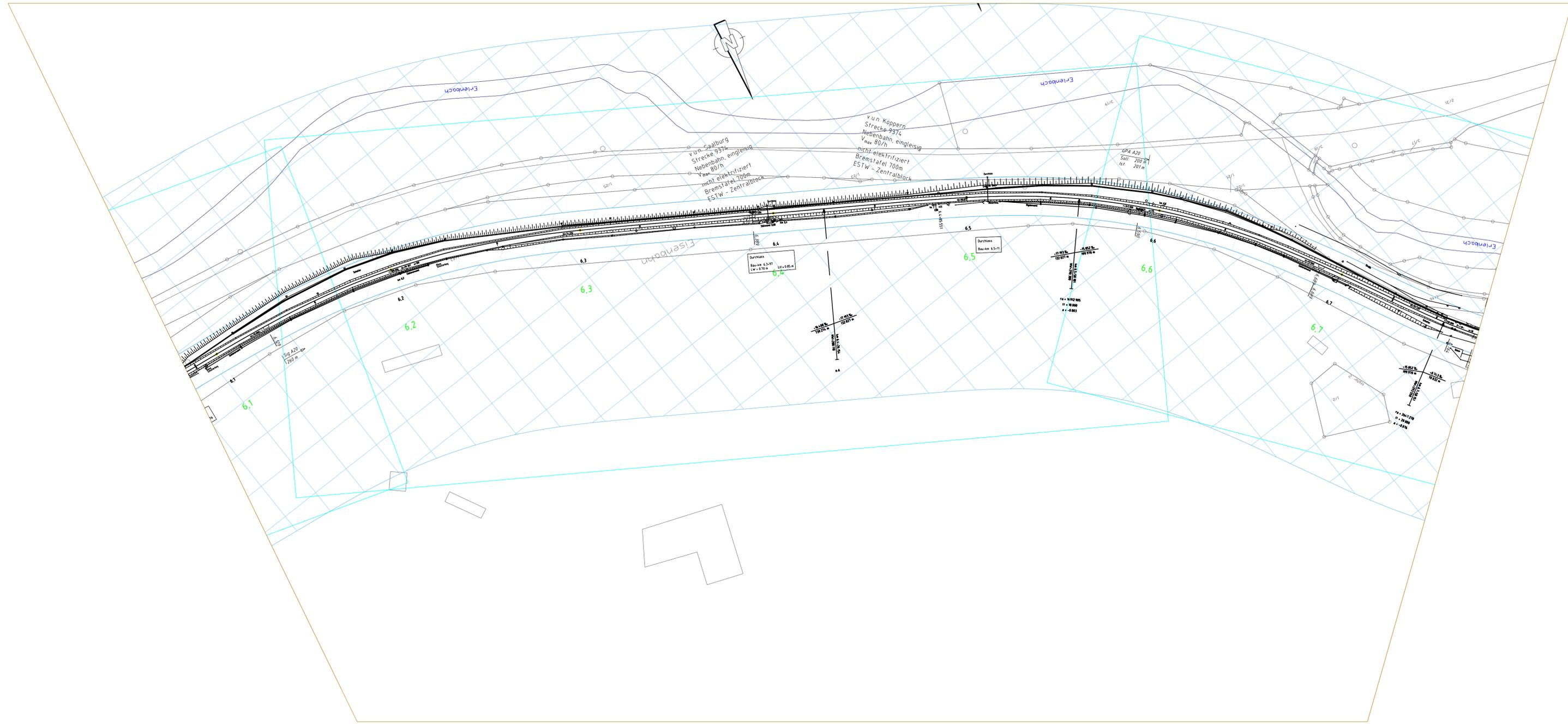
Eisenbahnbetriebsleiter (EB):
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen **HfB**

Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
---------------------	-------	--------------	---------------------	-------	--------------

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
---------------------	-------	----------------------	---------------------	-------	--------------

CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!



Legende

- Betroffenes Flurstück
- 10m-Bereich (Bewertungsabstand)
- 100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
- Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
 Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
 61352 Bad Homburg v. d. Höhe

Projekt :
Elektrifizierung Taunusbahn
 von Friedrichsdorf - Usingen

f	..	..	..	..
e	..	..	..	..
d	..	..	..	..
c	..	..	..	..
b	..	..	..	..
a	..	..	..	..
Index		Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase :	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	8 von 23	Index:	-
Planart:	Ebsl.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374
				Km:	6,0 - 6,8

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: Name (Druckschrift) Datum Unterschrift
Bauherr / Projektierer: VHT	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
	Plan gleichgestellt mit der Freigabe Nr. Bauvorlagenberechtigter / Ekt. vom

Bearbeitung: M. Lammert 05.2019	gezeichnet: A. Ochs 05.2019
geprüft: ...	geprüft: ...

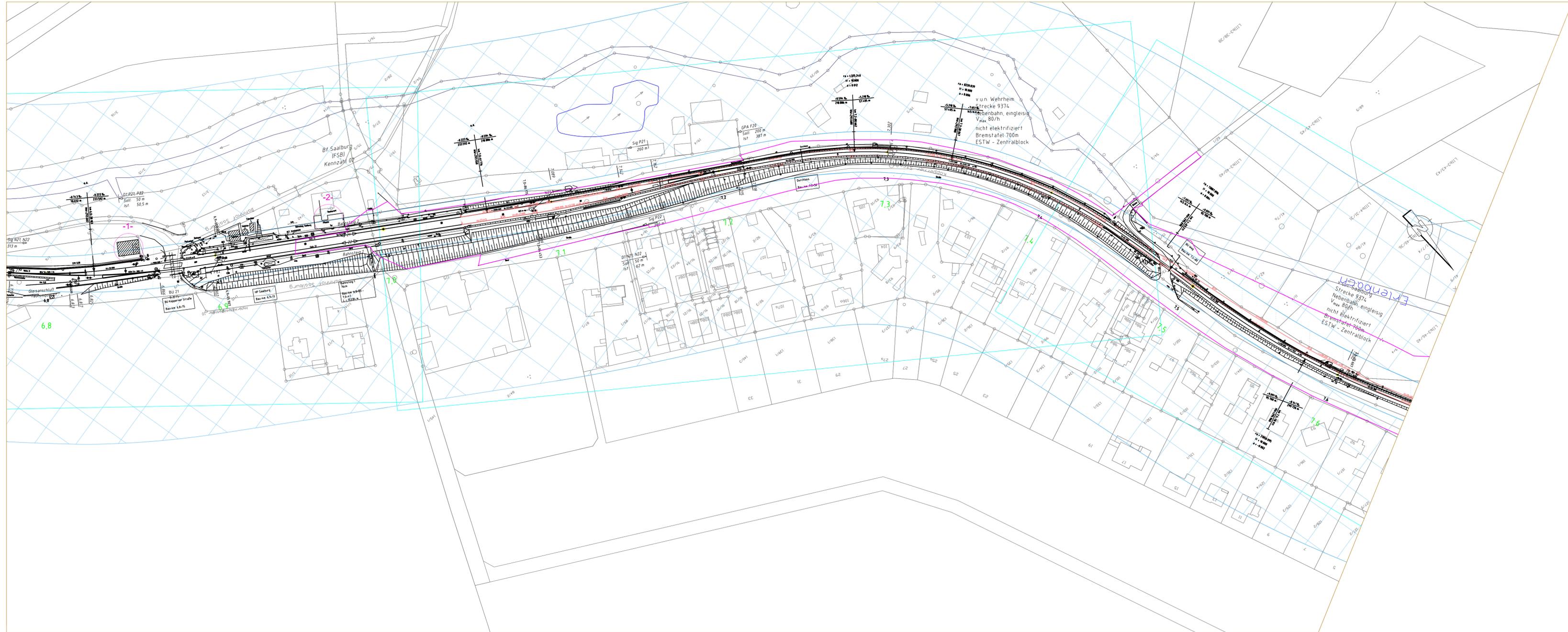
Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Eisenbahnbetriebsleiter (EB): Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	HILB
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:	
Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
 Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
 61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt:
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase:	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	9 von 23	Index:	-
Planart:	Ebsel.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374
				Km:	6,8 - 7,7

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: M. Lammert	Name (Druckschrift):	M. Lammert	Datum:	05.2019	Unterschrift:	...
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	gezeichnet: A. Ochs	Name (Druckschrift):	A. Ochs	Datum:	05.2019	Unterschrift:	...
10.2020	geprüft: ...	Name (Druckschrift):	...	Datum:	...	Unterschrift:	...

Bauherr / Projektileiter:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift): _____	Name (Druckschrift): _____
Datum: _____	Datum: _____
Unterschrift: _____	Stempel/Unterschrift: _____

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift): _____	Name (Druckschrift): _____
Datum: _____	Datum: _____
Unterschrift: _____	Stempel/Unterschrift: _____

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift): _____	Name (Druckschrift): _____
Datum: _____	Datum: _____
Unterschrift: _____	Unterschrift: _____

Eisenbahnbetriebsleiter (EBL):	HILB
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen:	Freigabe Nr.: _____
Name (Druckschrift): _____	Name (Druckschrift): _____
Datum: _____	Datum: _____
Unterschrift: _____	Unterschrift: _____

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:
Name (Druckschrift): _____
Datum: _____
Stempel/Unterschrift: _____

CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!

CAD-Zeichnung,
darf nicht manuell geändert werden!



Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt:
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase:	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	10 von 23	Index:	-
----------------	---------------------	-----------	-----------	--------	---

Planart:	Ebel.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374	Km:	7,6 - 8,4
----------	-------	----------	--------	----------	------	-----	-----------

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	bearbeitet:	M. Lammert	05.2019	...
10.2020	gezeichnet:	A. Ochs	05.2019	...
...	geprüft:	...	...	...

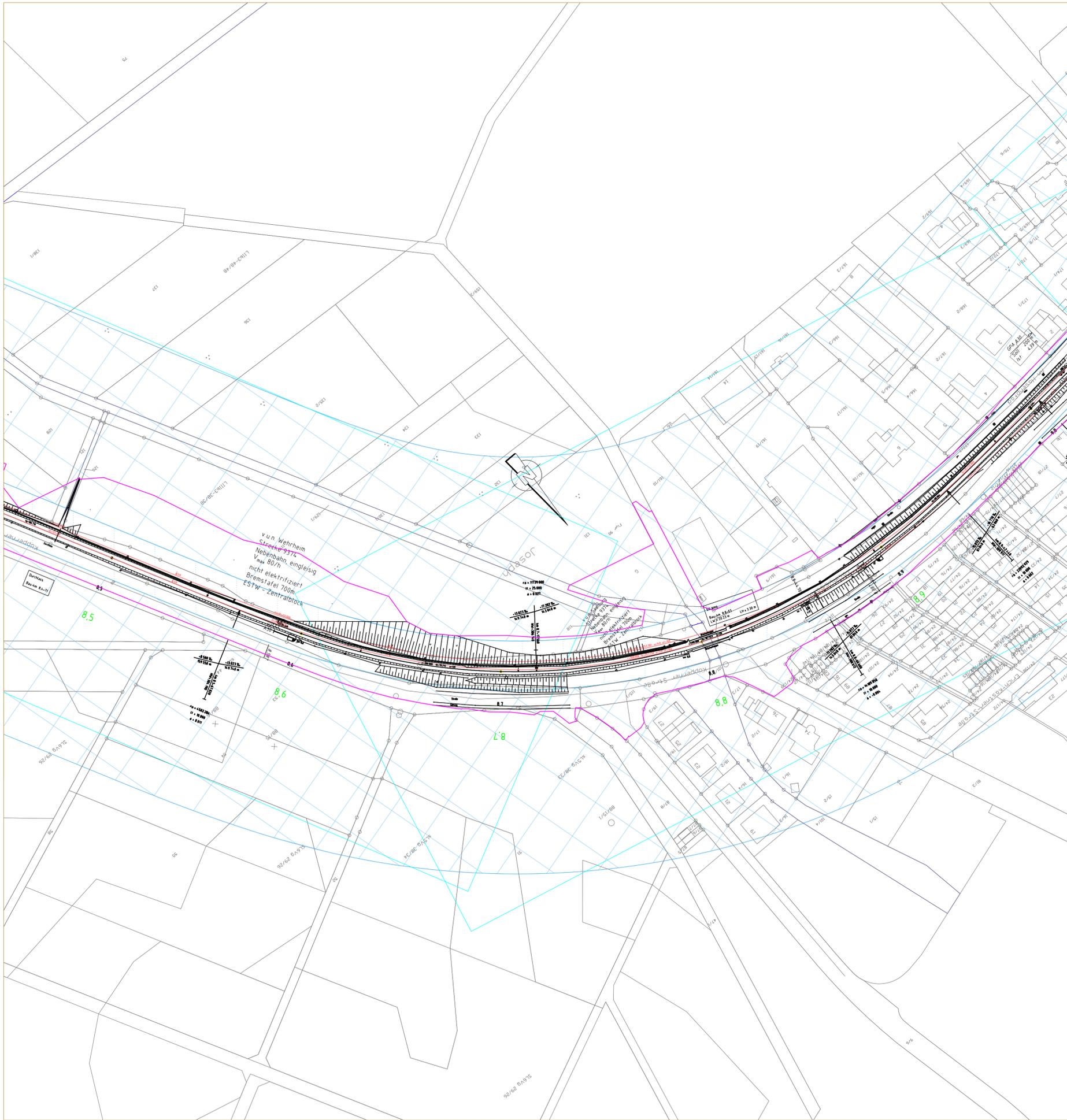
Bauherr / Projektierer:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Eisenbahnbetriebsleiter (EBL):	HILB
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:		
Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift



Legende

Betroffenes Flurstück	10m-Bereich (Einwirkungsbereich)
10m-Bereich (Bewertungsabstand)	Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
 Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
 61352 Bad Homburg v. d. Höhe

Projekt:
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f	..	..	..	..
e	..	..	..	..
d	..	..	..	..
c	..	..	..	..
b	..	..	..	..
a	..	..	..	..
Index	..	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase: Genehmigungsplanung	Plan-Nr.: 11 von 23	Index: -
Planart: EbsL	Maßstab: 1:1000	Strecke: 9374
		Km: 8,5 - 8,9

Plansteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: Name (Druckschrift) Datum Unterschrift
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn Datum: 10.2020 Name (Druckschrift): _____ Datum: _____ Unterschrift: _____	bearbeitet: M. Lammert 05.2019 ... gezeichnet: A. Ochs 05.2019 ... geprüft: Name (Druckschrift): _____ Datum: _____ Unterschrift: _____

Bauherr / Projektileiter:	Plansteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

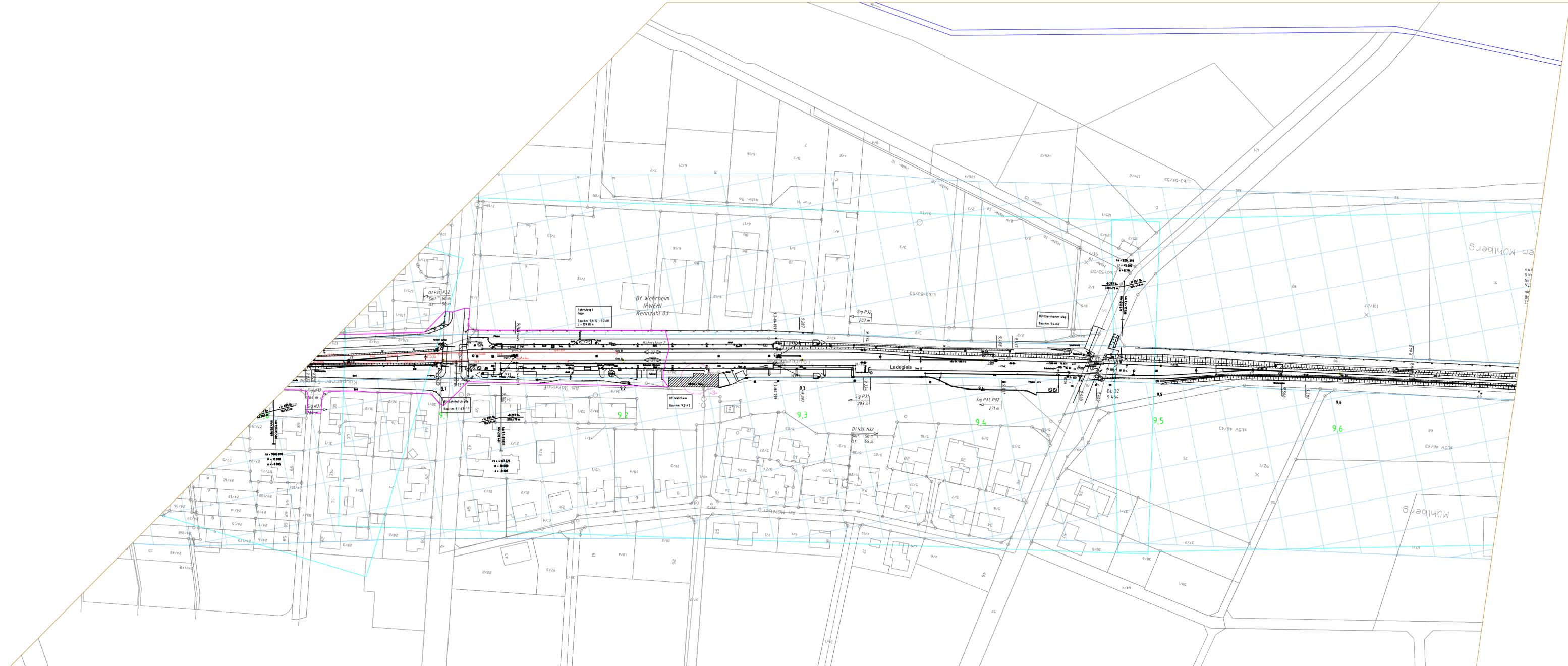
Eisenbahnbetriebsleiter (EB): Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift
--	--

CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!

CAD-Zeichnung,
darf nicht manuell geändert werden!



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt :
**Elektrifizierung Taunusbahn
von Friedrichsdorf - Usingen**

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungsanlage - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase :	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	12 von 23	Index:	-
Planart:	Ebsl.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374 Km: 8,9 - 9,7

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
10.2020	10.2020	M. Lammert	05.2019	...
		gezeichnet: A. Ochs	05.2019	...
		geprüft: ...	...	...

Bauherr / Projektleiter:		Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
		Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift

Eisenbahnbetriebsleiter (EB): Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift



Verkehrsverband Hochtaunus
 Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
 61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt:

Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

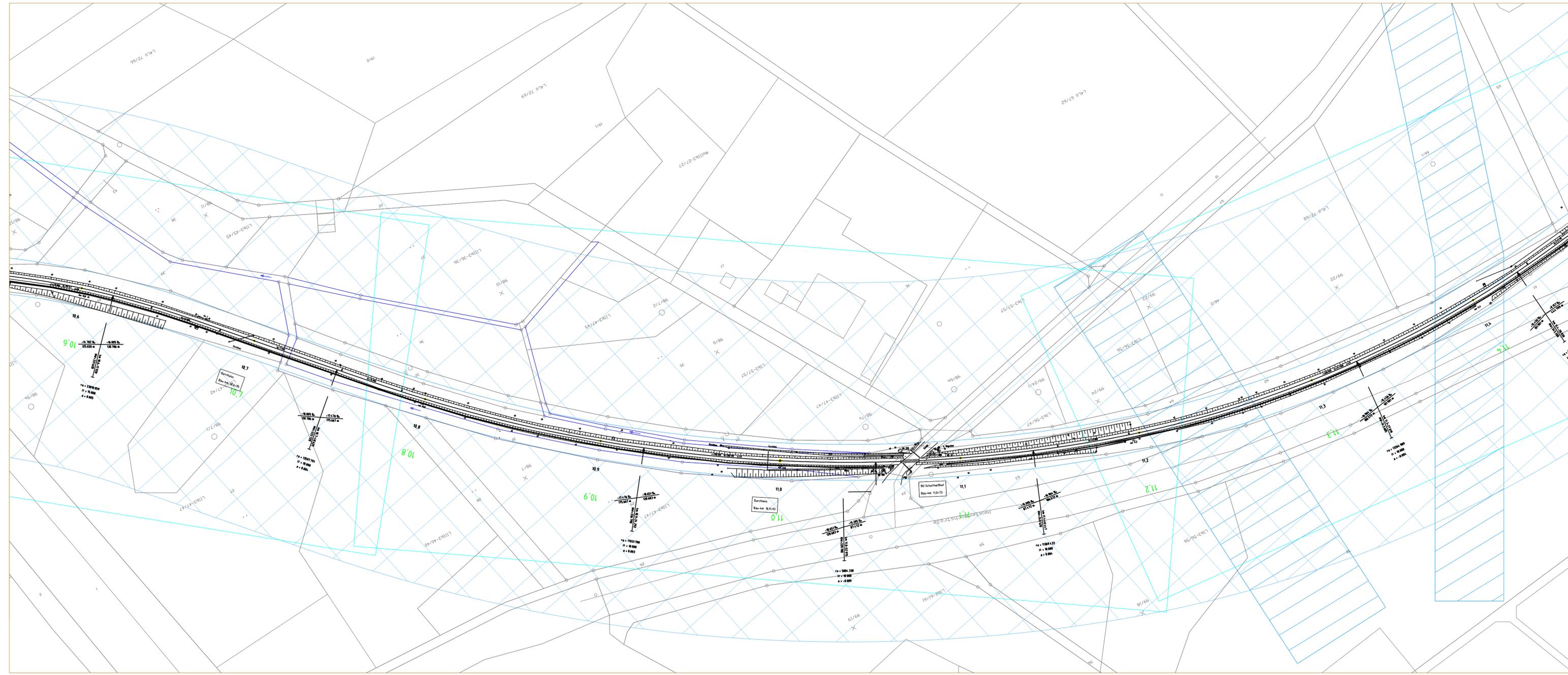
f	..	..	..	..
e	..	..	..	..
d	..	..	..	..
c	..	..	..	..
b	..	..	..	..
a	..	..	..	..
Index		Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase: Genehmigungsplanung	Plan-Nr.: 13 von 23	Index: -
Planart: EbsL	Maßstab: 1:1000	Strecke: 9374
		Km: 9,7 - 10,6
Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Datum: 10.2020
	PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	gezeichnet: M. Lammert 05.2019
		geprüft: A. Ochs
Bauherr / Projektleiter:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Freigabe Nr.:
	VHT	
Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:	
Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA	
Eisenbahnbetriebsleiter (Ebl):	HLB	
Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:		

CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!

CAD-Zeichnung,
darf nicht manuell geändert werden!



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt :
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase :	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	14 von 23	Index:	-
Planart:	Ebsl.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374 Km: 10,5 - 11,4

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	bearbeitet:	M. Lammert	05.2019	...
10.2020	gezeichnet:	A. Ochs	05.2019	...
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	geprüft:	...

Bauherr / Projektierer:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

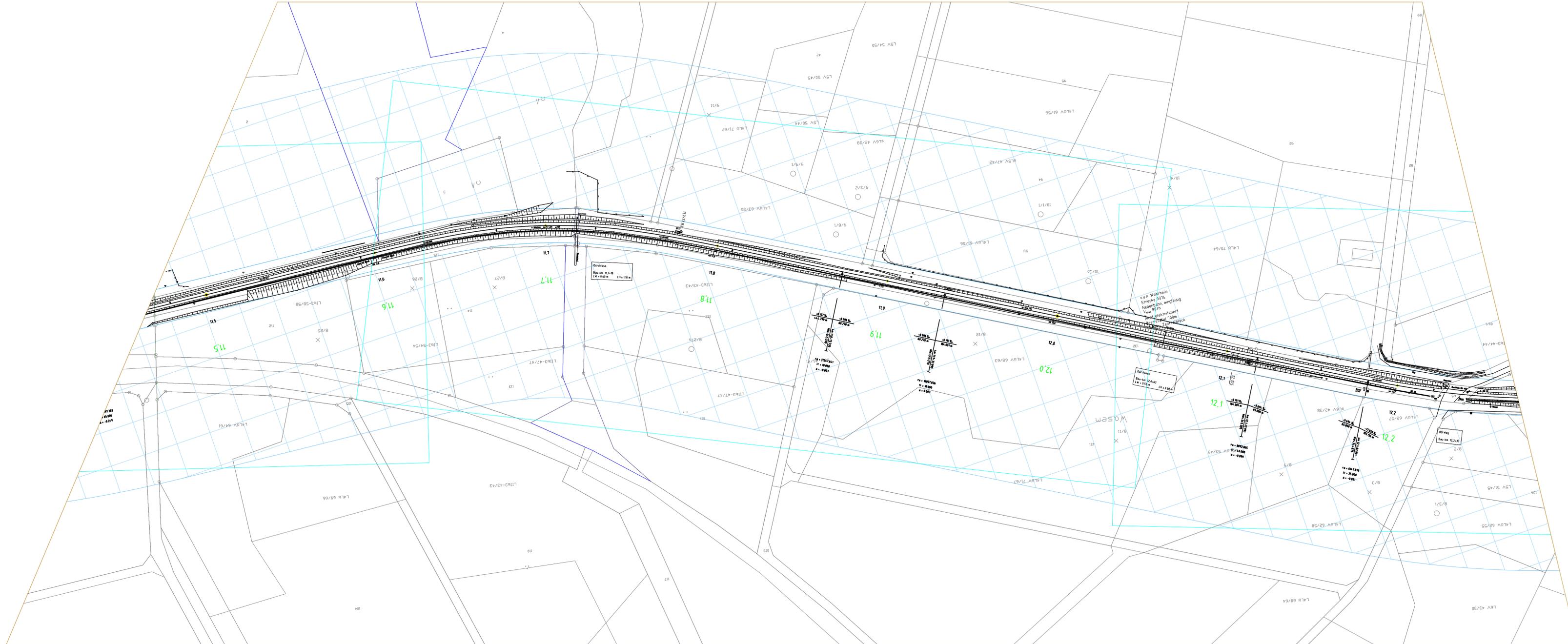
Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift

Eisenbahnbetriebsleiter (EB):	HfB
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:					
Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift

CAD-Zeichnung,
darf nicht manuell geändert werden!



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt:
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase: Genehmigungsplanung	Plan-Nr.: 15 von 23	Index: -
Planart: Ebsel.	Maßstab: 1:1000	Strecke: 9374
		Km: 11,4 - 12,2

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: M. Lammert	Name (Druckschrift):	Datum: 05.2019	Unterschrift:
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	bearbeitet: A. Ochs	gezeichnet:	Datum: 05.2019	geprüft:
10.2020	Datum:	Unterschrift:	geprüft:	geprüft:

Bauherr / Projektierer:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift):	Name (Druckschrift):
Datum:	Datum:
Unterschrift:	Unterschrift:
Stempel/Unterschrift:	Stempel/Unterschrift:

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift):	Name (Druckschrift):
Datum:	Datum:
Unterschrift:	Unterschrift:
Stempel/Unterschrift:	Stempel/Unterschrift:

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift):	Name (Druckschrift):
Datum:	Datum:
Unterschrift:	Unterschrift:
Stempel/Unterschrift:	Stempel/Unterschrift:

Eisenbahnbetriebsleiter (Ebl):	HILB
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen:	
Name (Druckschrift):	Name (Druckschrift):
Datum:	Datum:
Unterschrift:	Unterschrift:
Stempel/Unterschrift:	Stempel/Unterschrift:

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:	
Name (Druckschrift):	Name (Druckschrift):
Datum:	Datum:
Stempel/Unterschrift:	Stempel/Unterschrift:



CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!

Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
 Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
 61352 Bad Homburg v. d. Höhe

Projekt :
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase :	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	16 von 23	Index:	-
Planart:	Ebel.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374 Km: 12.3 - 13.2

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: Name (Druckschrift)	M. Lammert	Datum:	05.2019	Unterschrift:	...
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	bearbeitet:	A. Ochs	gezeichnet:	05.2019	geprüft:	...
10.2020	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Bauherr / Projektleiter:		Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift

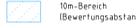
Eisenbahnbetriebsleiter (Ebl):	
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	Name (Druckschrift)
Name (Druckschrift)	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:					
Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift

CAD-Zeichnung,
darf nicht manuell geändert werden!



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt :

Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase: Genehmigungsplanung	Plan-Nr.: 17 von 23	Index: -
Planart: EbsL	Maßstab: 1:1000	Strecke: 9374
		Km: 12,9 - 13,9
Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: Name (Druckschrift)	Datum: Unterschrift
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn		
Name (Druckschrift): 10.2020	bearbeitet: M. Lammert	Datum: 05.2019
Datum: ..	gezeichnet: A. Ochs	geprüft: ..
Unterschrift: ..	geprüft: ..	geprüft: ..

Bauherr / Projektleiter:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift): ..	Name (Druckschrift): ..
Datum: ..	Datum: ..
Unterschrift: ..	Stempel/Unterschrift: ..

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift): ..	Name (Druckschrift): ..
Datum: ..	Datum: ..
Unterschrift: ..	Stempel/Unterschrift: ..

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift): ..	Name (Druckschrift): ..
Datum: ..	Datum: ..
Unterschrift: ..	Stempel/Unterschrift: ..

Eisenbahnbetriebsleiter (Ebl):	HfB
Name (Druckschrift): ..	Name (Druckschrift): ..
Datum: ..	Datum: ..
Unterschrift: ..	Stempel/Unterschrift: ..

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:
Name (Druckschrift): ..
Datum: ..
Stempel/Unterschrift: ..



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
 Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
 61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt:
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase:	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	18 von 23	Index:	-
Planart:	Ebsl.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374 Km: 13,8 - 14,6

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: M. Lammert	Name (Druckschrift):	Datum: 05.2019	Unterschrift:
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	gezeichnet: A. Ochs	gezeichnet:	05.2019	...
10.2020	Datum	Unterschrift:	...	...
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift:	...	...

Bauherr / Projektierer:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Stempel/Unterschrift

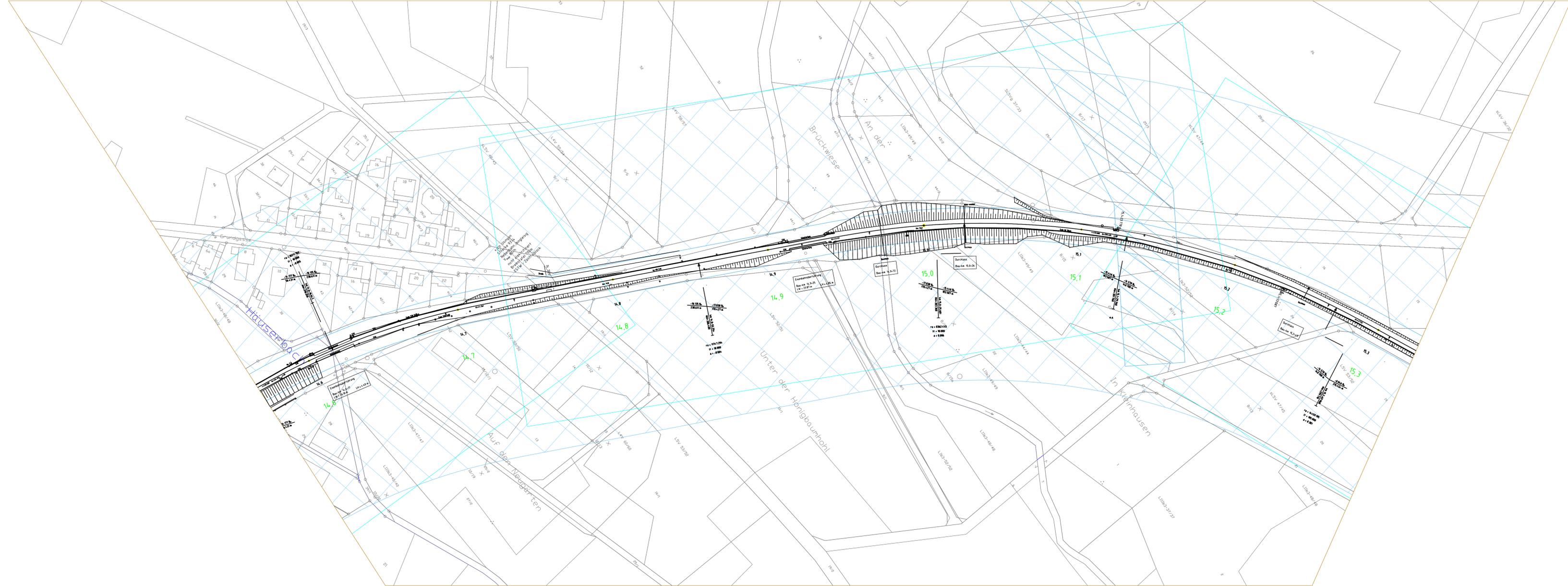
Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift)	Name (Druckschrift)
Datum	Datum
Unterschrift	Unterschrift

Eisenbahnbetriebsleiter (EB):	HILB
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	Name (Druckschrift)
Name (Druckschrift)	Datum
Unterschrift	Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:					
Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift

CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!

CAD-Zeichnung,
darf nicht manuell geändert werden!



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe

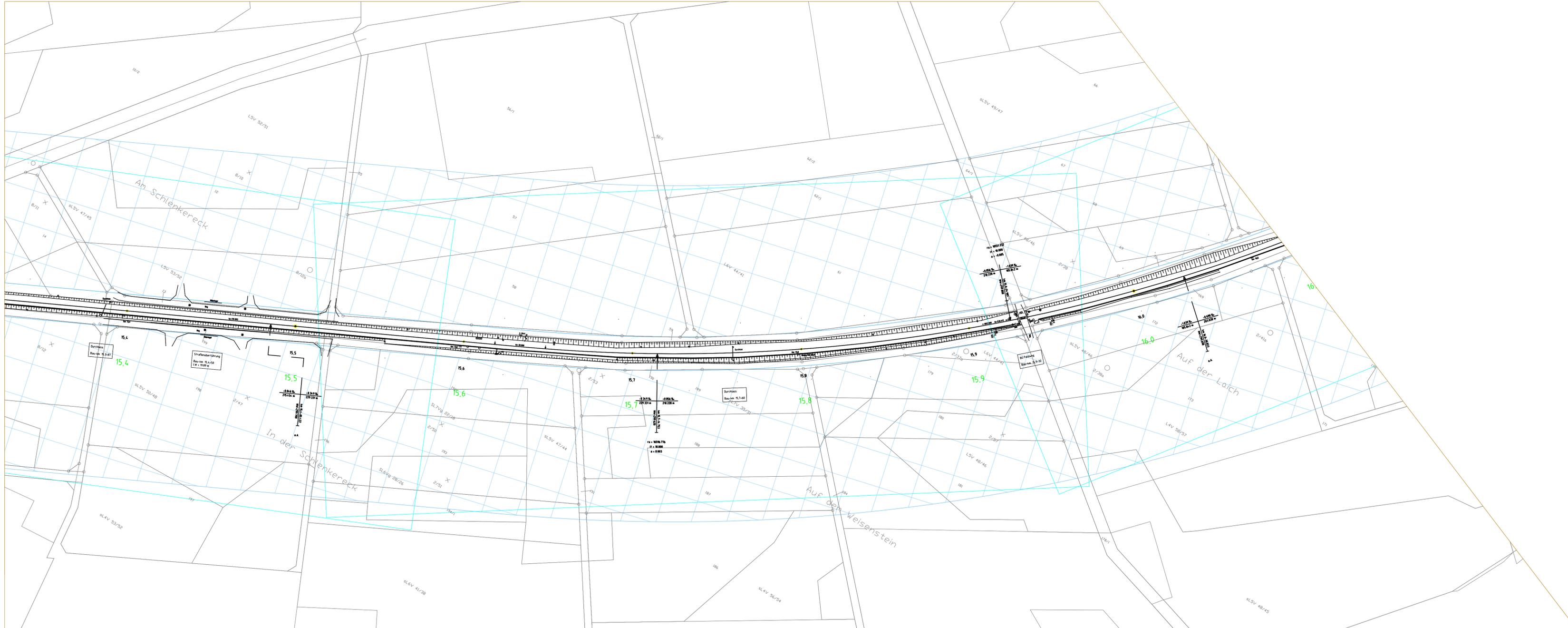


Projekt :
**Elektrifizierung Taunusbahn
von Friedrichsdorf - Usingen**

f	..	..	..	..
e	..	..	..	..
d	..	..	..	..
c	..	..	..	..
b	..	..	..	..
a	..	..	..	..
Index		Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase | Genehmigungsplanung	Plan-Nr.: 19 von 23	Index: -
Planart: EbsL	Maßstab: 1:1000	Strecke: 9374
		Km: 14,5 - 15,4
Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: Name (Druckschrift) Datum	Unterschrift:
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	bearbeitet: M. Lammert 05.2019	...
10.2020	gezeichnet: A. Ochs 05.2019	...
...	geprüft: ...	...
Bauherr / Projektleiter:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	
...	Plan genehmigt mit der Freigabe Nr. ...	
...	Bauvorlagenberechtigt / Ekt. von ...	
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift	
Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:	
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift	
Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA	
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift		
Eisenbahnbetriebsleiter (Ebl):	HLB	
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen		
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	
Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:		
Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt :
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungsanlageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase :	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	20 von 23	Index:	-
Planart :	Ebel.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374 Km: 15,4 - 16,1

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
	bearbeitet:	M. Lammer	05.2019	...
	gezeichnet:	A. Ochs	05.2019	...
	geprüft:	...	...	...
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift		

Bauherr / Projektleiter:		Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn			
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:				
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA				
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift

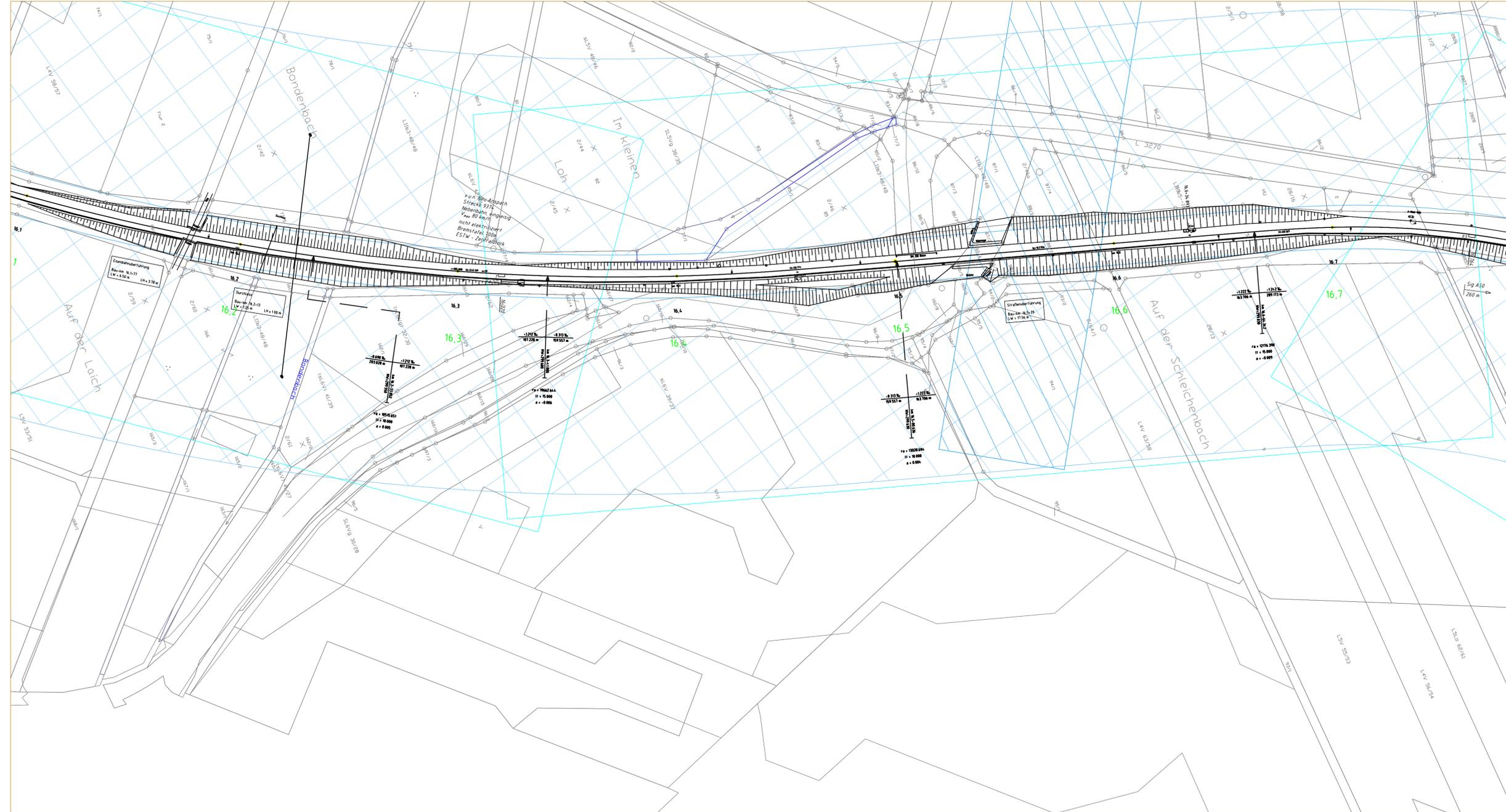
Eisenbahnbetriebsleiter (EBL):					
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen					
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
---------------------	-------	----------------------	---------------------	-------	--------------

CAD-Zeichnung,
darf nicht manuell geändert werden!

CAD-Zeichnung,
darf nicht manuell geändert werden!



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt:
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase: Genehmigungsplanung	Plan-Nr.: 21 von 23	Index: -
Planart: Ebsl.	Maßstab: 1:1000	Strecke: 9374
		Km: 16,1 - 17,0

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: M. Lammert	Name (Druckschrift): M. Lammert	Datum: 05.2019	Unterschrift: ..
	gezeichnet: A. Ochs		05.2019	..
	geprüft: ..		..	..

Bauherr / Projektierer:	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
	Plan gleichgestellt mit der .. Freigabe Nr. ..
	Bauvorlagenberechtigt / Est. vom ..

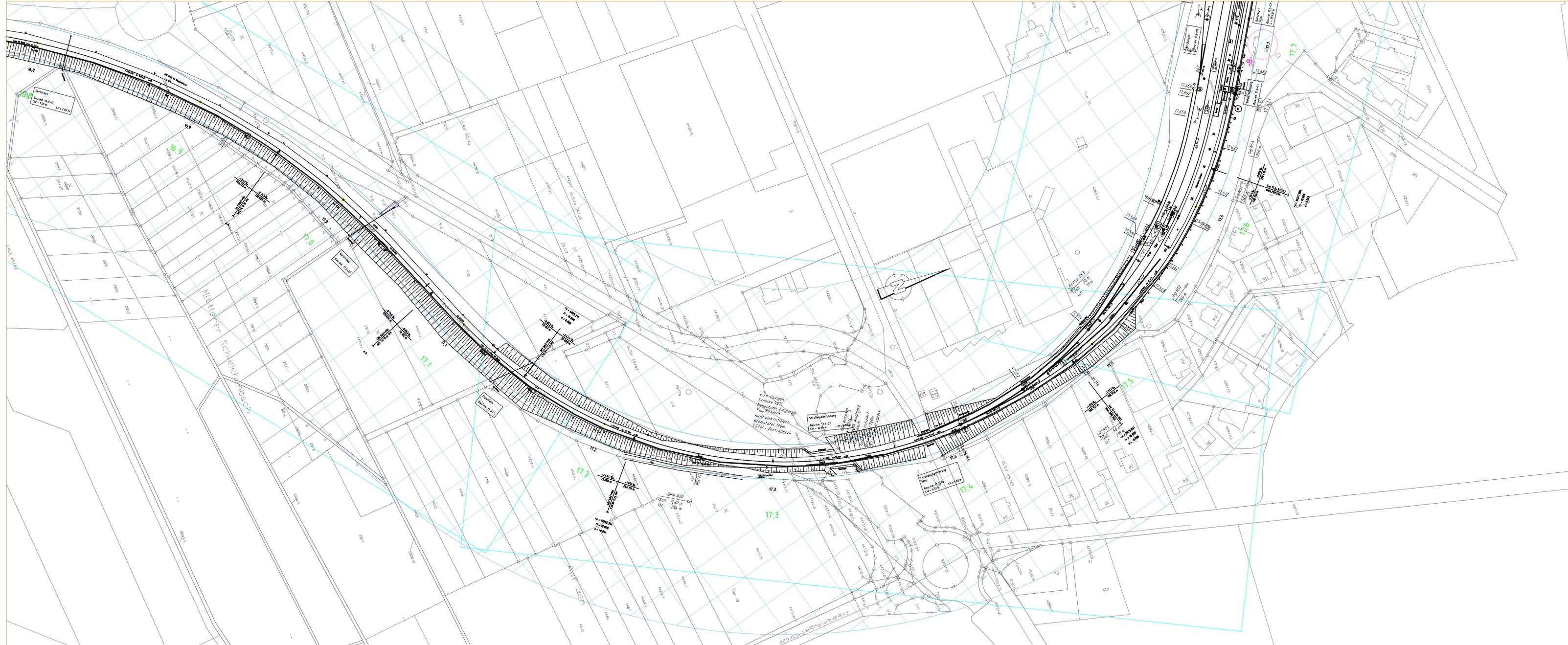
Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
..	..
..	..

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
..	..
..	..

Eisenbahnbetriebsleiter (EBL): Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	
..	..
..	..

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

..
..



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt :
Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungslageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase :	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	22 von 23	Index:	-
Planart:	Ebel.	Maßstab:	1:1000	Strecke:	9374 Km: 16,8 - 17,6

Planersteller:	PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung:	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
	PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	bearbeitet:	M. Lammert	05.2019	...
		gezeichnet:	A. Ochs	05.2019	...
		geprüft:	...	...	...

Bauherr / Projektierer:	PG Elektrifizierung Taunusbahn	Planersteller:	PG Elektrifizierung Taunusbahn
			Plan gleichzeitig mit der Freigabe Nr. ...
			Bauvorlagenberechtiger / Est. vom ...

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA

Eisenbahnbetriebsleiter (EB):	Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen:

Auftragnehmer:	Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

CAD-Zeichnung, darf nicht manuell geändert werden!

CAD-Zeichnung,
darf nicht manuell geändert werden!



Legende

	Betroffenes Flurstück		100m-Bereich (Einwirkungsbereich)
	10m-Bereich (Bewertungsabstand)		Freileitung (Bewertungsabstand)

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt:
**Elektrifizierung Taunusbahn
von Friedrichsdorf - Usingen**

f ..	..	..	..
e ..	..	..	..
d ..	..	..	..
c ..	..	..	..
b ..	..	..	..
a ..	..	..	..
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Oberleitungsanlageplan - Elektromagnetische Verträglichkeit

Planungsphase: Genehmigungsplanung	Plan-Nr.: 23 von 23	Index: -
Planart: Ebsel.	Maßstab: 1:1000	Strecke: 9374
		Km: 17,7 - 18,5

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung: Name (Druckschrift) Datum Unterschrift
Bauherr / Projektierer: VHT	Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
	Plan gleichgestellt mit der Freigabe Nr. Bauvorlagenberechtiger / Est. vom

Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):	Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):	Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Eisenbahnbetriebsleiter (EBL): Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen	HILB
Name (Druckschrift) Datum Unterschrift	Name (Druckschrift) Datum Unterschrift

Auftragnehmer: Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:
Name (Druckschrift) Datum Stempel/Unterschrift

Dokumentation der Maßnahmen zur Feldminimierung bei Oberleitungsanlagen nach 26. BImSchV VwV, Abs. 3.2.3

Projekt: Taunusbahn

Planfeststellungsabschnitt: BF Friedrichsdorf – Bf Usingen

Strecke/Bahnhof: 9374 Frankfurt (Main) Hbf - Brandoberndorf

Km: 0,0 bis 18,3

1. Vorprüfung

1.1 Übergangsbestimmung

Ist die Übergangsbestimmung gemäß Kapitel 6 der BImSchV VwV (Übergangsregel *) relevant?

* Diese Allgemeine Verwaltungsvorschrift gilt nicht für bis zum 4. März 2016 beantragte Planfeststellungs- und Plangenehmigungsverfahren, für die zu diesem Zeitpunkt ein vollständiger Antrag vorlag

Ja (keine weiteren Maßnahmen erforderlich)

Planfeststellungsunterlagen wurden ameingereicht

Nein (weitere Dokumentation erforderlich) weiter mit Absatz 1.2.

1.2. Statusprüfung

1.2.1. Liegt ein Neubau vor?

Ja (weitere Dokumentation erforderlich) weiter mit Absatz 2.

Nein weiter mit Absatz 1.2.2.

1.2.2 Liegt eine wesentliche Änderung** (siehe LAI Absatz II.7.8) vor?

Ja (weitere Dokumentation erforderlich) weiter mit Absatz 2.

Nein (keine Dokumentation einer Minimierung erforderlich. Aber

Dokumentation/Begründung der nicht wesentlichen Änderungsmaßnahme**

**Dokumentation/Begründung der „nicht wesentlichen“ Änderungsmaßnahmen"

- Einbau zusätzlicher Weichenverbindungen in einem Bf.

- 1 zu 1 Ersatz von Masten, Stützpunkten und/oder Kettenwerken.

- keine Gleisverschiebungen nach „außen“

Projektbezogene Begründungen

.....

.....

.....

2. Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und Maßnahmenbewertung

2.1 Prüfung des Einwirkungsbereiches gemäß 26. BImSchV VwV Abs. 2.5

Befinden sich im Einwirkungsbereich (100m) des Oberleitungsprojektes „Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt“ (maßgebliche Minimierungsorte)?

Nein (**keine** weiteren Untersuchungen erforderlich)

Ja siehe Lagepläne

Lageplan 1 von 23	Streckenkilometer ca.0,0 – 0,95
Lageplan 2 von 23	Streckenkilometer ca.0,95 – 1,4
Lageplan 3 von 23	Streckenkilometer ca.1,9 – 2,64
Lageplan 4 von 23	Streckenkilometer ca.2,64 – 3,45
Lageplan 5 von 23	Streckenkilometer ca.3,45 – 3,7
Lageplan 7 von 23	Streckenkilometer ca.6,0 – 6,09
Lageplan 8 von 23	Streckenkilometer ca.6,09 – 6,73
Lageplan 9 von 23	Streckenkilometer ca.6,73 – 7,65
Lageplan 10 von 23	Streckenkilometer ca.7,65 – 8,4
Lageplan 11 von 23	Streckenkilometer ca.8,7 – 8,9
Lageplan 12 von 23	Streckenkilometer ca.8,9 – 9,7
Lageplan 13 von 23	Streckenkilometer ca.9,7 – 9,8
Lageplan 14 von 23	Streckenkilometer ca.10,9 – 11,2
Lageplan 15 von 23	Streckenkilometer ca.11,5 – 11,7 und ca.11,9 – 12,27
Lageplan 16 von 23	Streckenkilometer ca.12,27 – 12,5 und ca.12,65 – 12,92

Lageplan	17 von 23	Streckenkilometer	ca.12,92 – 13,78
Lageplan	18 von 23	Streckenkilometer	ca.13,78 – 14,5
Lageplan	19 von 23	Streckenkilometer	ca.14,5 – 14,8
Lageplan	20 von 23	Streckenkilometer	ca.16,15 – 16,25
Lageplan	21 von 23	Streckenkilometer	ca.16,25 – 16,4
Lageplan	22 von 23	Streckenkilometer	ca.16,9 – 17,75
Lageplan	23 von 23	Streckenkilometer	ca.17,75 – 18,6

Maßnahmenbewertungen nach Abs. 2.3 erforderlich

2.2 Prüfung des Bewertungsabstandes gemäß 26. BImSchV VwV

Befinden sich innerhalb des Bewertungsabstandes (10m) des Oberleitungsprojektes Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt (maßgebliche Minimierungsorte)

Nein (keine individuelle Prüfung erforderlich)

Ja siehe Lagepläne

Lageplan	9 von 23	Streckenkilometer	ca.6,85 und ca.6,97
Lageplan	12 von 23	Streckenkilometer	ca.9,25
Lageplan	17 von 23	Streckenkilometer	ca.13,26, ca.13,28, ca.13,29 und ca.13,36
Lageplan	23 von 23	Streckenkilometer	ca.17,7, ca.17,76 und ca.17,8

Individuelle Prüfung (Gutachten) für die maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes erforderlich)

2.3 Maßnahmenbewertung

2.3.1 Abstandsoptimierung nach 26. BImSchV VwV

Ja

LageplanStreckennummer/-kilometer.....

LageplanStreckennummer/-kilometer

Nein Allgemeine Begründungen:

Auf der offenen ingleisigen Strecke ist nur bei einseitig vorhandenen maßgeblichen Minimierungsorten eine Abstandsvergrößerung beim Vorhandensein von Speiseleitung SL / Umgehungsleitungen UG / Verstärkungsleitungen VL möglich, da durch einen Wechsel der Anordnung der SL / UG / VL das magnetische Feld auf der anderen Seite größer würde. (Anmerkung: Eine Maßnahme kommt nicht in Betracht (26. BImSchV VwV, Abs. 3.1), wenn sie zu einer Erhöhung der Immissionen an einem maßgeblichen Minimierungsort führen würde.)

Auf der offenen zweigleisigen Strecke ist nur bei einseitig vorhandenen maßgeblichen Minimierungsorten eine Abstandsvergrößerung beim Vorhandensein von SL / UG möglich, da durch eine einseitige Anordnung der SL / UG das magnetische Feld auf einer Seite größer würde. (Anmerkung: Eine Maßnahme kommt nicht in Betracht (26. BImSchV VwV, Abs. 3.1), wenn sie zu einer Erhöhung der Immissionen an einem maßgeblichen Minimierungsort führen würde.)

Bei wechselseitigen maßgeblichen Minimierungsorten sind wiederholte Leitungskreuzungen SL /UG erforderlich, was zu wesentlich höheren Kosten und Erschwernissen bei der Instandhaltung führt.

Das vorliegende Projekt ist kein umfangreicher Umbau/Neubau in einem Bahnhof. Eine nachträgliche Verlegung der außenliegenden Speiseleitungen innerhalb des „Betriebsgeländes“ bedeutet daher im vorliegenden Fall einen unverhältnismäßigen finanziellen Aufwand.

Projektspezifische zusätzliche Begründungen:

►

.....

2.3.2 Einsatz von Autotransformatoren nach 26. BImSchV VwV

Ja

Nein Allgemeine Begründungen:

Die Versorgung einer Strecke mit AT stellt in der Regel eine Alternative zur üblichen Bahnstromversorgungsanlage der DB dar. Sie wird in speisungstechnischen Ausnahmefällen angewandt, z. B. wenn keine Einspeisung mit Bahnstrom im erforderlichen Streckenabstand möglich ist. Bei dem vorliegenden Projekt sind bereits Bahnstromschaltanlagen mit 15kV 16,7 Hz vorhanden. Ein AT System würde daher eine Alternativuntersuchung bedeuten. Nach 26. BImSchV VwV Absatz 3.1 verlangt das Minimierungsgebot keine Alternativprüfung.

Bei der Maßnahme handelt es sich nicht um den Neubau eines kompletten Speiseabschnittes. (26. BImSchV VwV, 5.2.3.2., Abs. 2).

Die Maßnahme verursacht erhebliche Kosten (Verhältnismäßigkeit), wenn diese Versorgung räumlich begrenzt wird auf einzelne Bereiche mit maßgeblichen Minimierungsorten. Die Maßnahme hat keinen Effekt für Züge innerhalb eines Speiseabschnittes.

(Quelle: 26. BImSchV VwV 5.2.3.2 „Wirksamkeit“ u. Hinweise“)

Projektspezifische zusätzliche Begründungen:

►

2.3.3. Einsatz von Saugtransformatoren (Booster-Transformatoren) nach 26. BImSchV VwV

Ja Streckenkilometer.....
Streckenkilometer.....

Nein Allgemeine Begründungen:

Grundsätzlich ist diese Technik vor allem nur für relativ kurze Abschnitte geeignet, da durch den sogenannten „Train in Section Effekt“ eine Feldkompensation nicht für Fahrzeuge im Kompensationsbereich erreicht wird. (Quelle: 26. BImSchV VwV 5.2.3.3 „Wirksamkeit“ u. Hinweise“)

Entlang der Strecke ist eine Vielzahl von verteilten maßgeblichen Minimierungsorten vorhanden, entsprechend sind eine Vielzahl von BT Abschnitten (Anlagen) in Reihe zu schalten,

Die Kosten für eine solche Anlage sind, verursacht durch die Rückleiter, die Trafostation mit den Schalteinrichtungen, die 15 kV Kabelanlage und die erforderliche Streckentrennungen sowohl hinsichtlich Erstellung als auch Instandhaltung unverhältnismäßig hoch. Durch die Vielzahl an Anlagen vermindert sich die Verfügbarkeit der Anlage.

Auf Grund der Vielzahl von erforderlichen, in Reihe geschalteten Anlagen erhöht sich die Impedanz des Speisebezirkes mit zusätzlichen elektrischen Verlusten.

Entlang der Strecke sind zusätzliche Speiseleitungen vorgesehen. Deren Felder werden von einer klassischen BT nicht kompensiert.

Bei der Maßnahme sind Verstärkungsleitungen vorgesehen. Durch deren Integration in den Saugkreis (der Stromkreis der VL gehört zum Stromkreis des Kettenwerkes) sind umfangreiche zusätzliche Verkabelungen erforderlich.

Projektspezifische zusätzliche Begründungen:

►

2.3.4. Fahrstromreduzierung durch zweiseitige Speisung nach 26. BImSchV VwV

Ja

Nein

Allgemeine Begründungen:

Die zweiseitige Speisung wird in der Regel immer dann durchgeführt, wenn auf beiden Seiten des Streckenabschnittes eine Bahnstromschaltanlage wie Unterwerk oder Schaltposten vorhanden ist.

Im vorliegenden Projekt ist auf einer Seite des Streckenabschnittes keine Bahnstromschaltanlage vorhanden (Stichspeisung). Damit ist eine zweiseitige Speisung nur durch den Bau von zusätzlichen Einspeisungen (Bahnstromleitungen, Schaltanlagen) möglich. Die Aufwendungen hierfür sind unverhältnismäßig hoch. Durch zusätzliche Bahnstromanlagen entstehen neue bzw. zusätzliche Immissionen an anderen Orten.

Im vorliegenden Projekt ist aus schutztechnischen Gründen eine einseitige Speisung erforderlich.

Die zu erreichende Reduzierung der Immission lässt sich nicht allgemein quantifizieren, da diese fahrplan, speisungs- und ortsabhängig ist. Weiterhin ist für die Verbesserung der Abstand der Maßgeblichen Minimierungsorte von den Schaltanlagen entscheidend. Eine nachträgliche zweiseitige Speisung kann zu Immissionserhöhungen an einem Ende der Strecke führen.

Projektspezifische zusätzliche Begründungen:

.....

2.3.5 Einsatz von Rückleitungsseilen nach 26. BImSchV VwV

Nein

Ja

Streckenkilometer von ca. 0,0 bis 1,37

Streckenkilometer von ca. 1,89 bis 3,94

Streckenkilometer von ca. 6,0 bis 9,77

Streckenkilometer von ca. 10,63 bis 18,3

Allgemeine Begründungen:

- ✓ Die Immissionsreduzierung ist generell hoch (Quelle 26. BImSchV VwV Abs. 5.2.3.4)
- ✓ Es gibt keinen ausgeprägten Train in Sektion Effekt
- ✓ Die Rückleitungsseile wirken auch reduzierend auf die Emissionen aus Speiseleitungen, Verstärkungsleitungen oder Umgehungsleitungen.
- ✓ Die Kosten sind relativ gering was zu einer sehr guten Verhältnismäßigkeit führt
- ✓ Durch die Anwendung von Rückleitungsseilen reduzieren sich die Anzahl der Masterden, das Schienenpotential und die Streckenimpedanz
- ✓ Die Verfügbarkeit der Maßnahme ist sehr hoch, da keine zusätzlichen Schaltanlagen erforderlich sind.
- ✓ Die Rückleiterseilanlagen lassen sich individuell an das Vorhandensein von maßgeblichen Minimierungsorten anpassen
- ✓ Durch den möglichen Verzicht auf Masterden verringert sich der Instandhaltungsaufwand

Projektspezifische Begründungen:

.....

2.4 Festlegung und Zusammenfassung der vorgesehenen Minimierungsmaßnahmen:

Abstandsoptimierung	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Einsatz von Autotransformatoren	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Einsatz von Boostertransformatoren	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Fahrstromminimierung (Zweiseitige Speisung)	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Einsatz von Rückleitungsseilen	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>



Bericht

26. BImSchV Nachweis der Grenzwerteinhaltung an 15 kV-Standard-Oberleitungsanlagen der DB Netz AG

Dokument: 14-22168-T.TVI34(1)-BE-1901-V1.0
Datum: 29.5.2015

Fachabteilung: EMV, LST und Übertragungstechnik
T.TVI 34(1)



Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Sachverhalte. Dieser Bericht darf nicht ohne schriftliche Genehmigung des Auftraggebers veröffentlicht werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung bedarf zusätzlich der Zustimmung des im Bericht genannten Auftragnehmers

Inhaltsverzeichnis	Seite
Verzeichnis der Abkürzungen	3
Literaturverzeichnis	3
1. Angaben zum Auftrag	4
2. Allgemeines	5
3. Entstehung elektrischer und magnetischer Felder	5
4. Vorgaben der 26. BImSchV	6
5. Simulation	6
6. Bauliche Konzepte der Oberleitung	7
7. Nachweis des elektrischen Feldes	8
8. Nachweis des magnetischen Feldes	8
9. Vergleich mit den Grenzwerten und Zusammenfassung	9
10. Unterschriften	10
Verzeichnis der Anlagen	
Anlage 1: Auswirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder, die beim Betrieb von elektrischen Bahnstrecken mit Oberleitung auftreten können	11
Anlage 2: Simulation der elektrischen Feldstärke	14
Anlage 3: Simulationen des magnetischen Feldes für Standardkonfigurationen	16

Verzeichnis der Abkürzungen

BlmSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
bzw.	beziehungsweise
EMF	elektromagnetische Felder
gem.	gemäß
ggf.	gegebenenfalls
i. a.	im allgemeinen
OL	Oberleitung
S	Schiene
SK	Speisekabel
SL	Speiseleitung
Tab.	Tabelle
u. a.	unter anderem
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VL	Versorgungsleitung

Literaturverzeichnis

- [1] Stöcker, Horst; Taschenbuch der Physik, 1998
- [2] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV), BGBl. I S. 3266, 21.08.2013
- [3] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz; Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (Stand 22.10.2014)
- [4] DB-Richtlinie 997 Modul 0102; Oberleitungsanlagen; Oberleitungsanlagen planen und errichten; 1.1.2001
- [5] DB-Richtlinie 997 Modul 0201; Oberleitungsanlagen; Grundsätze für Rückstromführung, Bahnerdung, Potenzialausgleich, 1.3.2013
- [6] DB-Richtlinie 800 Modul 0130; Netzinfrastruktur Technik entwerfen; Streckenquerschnitte auf Erdkörpern; 1.2.1997
- [7] DIN EN 50182:2001-12; Leiter für Freileitungen - Leiter aus konzentrisch verseilten runden Drähten
- [8] DB-Richtlinie 819 Modul 0803; LST-Anlagen planen Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Starkstrombeeinflussung durch das Bahnsystem Induktive Beeinflussung - Berechnung; 20.12.1996

1. Angaben zum Auftrag

Aufgabenstellung:

Seit 21.8.2013 ist die novellierte 26. BImSchV veröffentlicht und gültig. Auch die Durchführungsbestimmungen zur 26. BImSchV wurden novelliert und die Amtschefkonferenz hat diese den Ländern am 23.10.2014 zur Anwendung empfohlen. Der derzeit vorhandene EMF-Standardnachweis für Oberleitungsanlagen ist für die Einhaltung der 26. BImSchV vom 16.12.1996 geschrieben und muss aufgrund der Novelle der 26. BImSchV aktualisiert werden. Die Ausführungsverordnung zu §4(2) 26. BImSchV (Minimierungsgebot) befindet sich derzeit noch in Erarbeitung. Die Nachweisführung hierzu wird im vorliegenden Standardnachweis deshalb ausgeklammert.

Auftraggeber:

DB Netz AG
Oberleitungen und Maschinentechnik
I.NPF23
Mainzer Landstraße 181
60327 Frankfurt am Main
Ansprechpartner:
Hr. Dr. Werner Krötz
Tel.: 955-45230
E-Mail: werner.kroetz@deutschebahn.com

Auftragnehmer:

DB Systemtechnik GmbH
EMV, LST und Übertragungstechnik
T.TVI 34(1)
Völckerstr. 5
80939 München
Herr Walter Gutscher
Tel.: 962-52529
E-Mail: walter.gutscher@deutschebahn.com

Verteiler des Berichtes:

DB Netz, I.NPF23 (1x gedruckt + 1x elektronisch)
DB Systemtechnik, T.TVI34 (1x gedruckt + 1x elektronisch)

2. Allgemeines

Bei elektrischen Bahnen mit Oberleitung wird den Verbrauchern (Lokomotiven, Triebzügen) die elektrische Energie über die sog. Kettenwerke, bestehend aus dem Fahrdrabt und dem Tragseil, zugeführt. Parallel dazu verlaufen oftmals Speise- und Verstärkungsleitungen. Bis zur Einspeisestelle in die Oberleitung kommen auch einpolige Kabel zur Anwendung.

Von den Verbrauchern fließt der Bahnrückstrom über die Fahrschienen, teilweise aber auch über das Erdreich (wegen der - aus Sicherheitsgründen notwendigen - „Erdfähigkeit“ des Gleisrostes) und über einpolige Rückleiterkabel zurück zum Unterwerk (vgl. Abbildung 1).

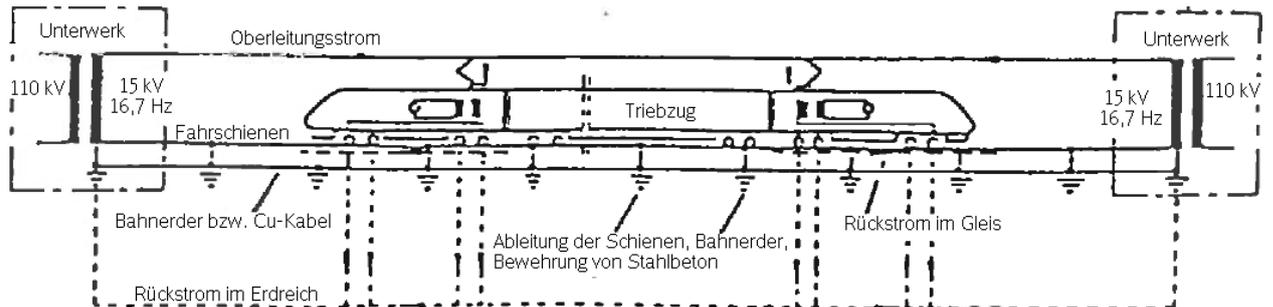


Abbildung 1: Stromkreis Unterwerk - Oberleitung - Zug - Bahnrückstrom

Der Rückstromanteil in den Fahrschienen schwankt bei OL-Anlagen ohne zusätzliche Rückleiter zwischen nahezu 100 % in unmittelbarer Unterwerksnähe und etwa 60 % in einer Unterwerksferne von mehr als etwa 3 km ([5], [8], vgl. Abbildung 2). Dabei spielt auch die Leitfähigkeit des Erdreiches eine Rolle, ebenso etwaige vorhandene Rohrleitungssysteme.

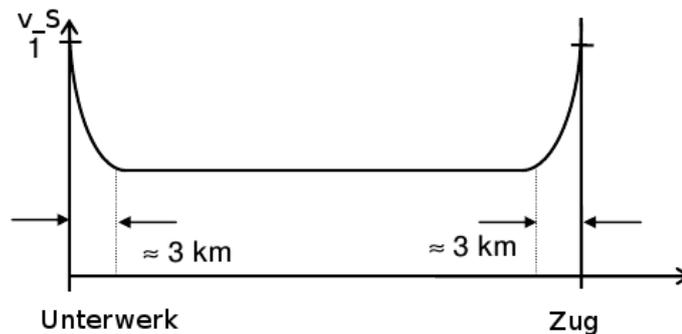


Abbildung 2: Verhältnis Schienenstrom zum Oberleitungsstrom (v_S) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Unterwerk

Durch den Abstand von Hinleiter und Rückleiter einerseits und die meist anzutreffende Ungleichheit zwischen „Hinstrom“ und „Rückstrom“ andererseits, treten „unkompensierte“ Restmagnetfelder auf, die sich um eine elektrifizierte Bahnstrecke ausbreiten.

3. Entstehung elektrischer und magnetischer Felder

Die physikalischen Zusammenhänge können der Anlage 1 entnommen werden. Anlage 1 dient gleichzeitig als allgemeinverwendbarer Erläuterungstext für eine ggf. durchzuführende Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP).

4. Vorgaben der 26. BImSchV

Die 26. BImSchV [2] enthält Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch elektrische und magnetische Felder. Gemäß §1 (2) gehören Bahnstromoberleitungen der DB mit 16,7 Hz zu den Niederfrequenzanlagen, die von der 26. BImSchV betroffen sind. Demnach dürfen Bahnstromoberleitungen, die nach dem 22. August 2013 errichtet werden, nach §3 (2) in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung den Grenzwert für das magnetische Feld von 300 μT und für das elektrische Feld von 5 kV/m nicht überschreiten. Die maßgeblichen Immissionsorte befinden sich in einem Abstand von max. 10 m von Gleismitte des elektrifizierten Gleises [3].

Eine eventuelle Vorbelastung am maßgeblichen Immissionsort durch Immissionen anderer (ortsfester) Niederfrequenzanlagen und ortsfester Hochfrequenzanlagen bis 10 MHz, die einer Standortbescheinigung bedürfen, ist dabei gemäß [2] §3 Abschn. 3 zu berücksichtigen.

Die Anforderungen für 16,7 Hz-Niederfrequenzanlagen, die vor dem 22.8.2013 errichtet wurden, sind nicht stringenter, so dass der vorliegende Standardnachweis grundsätzlich auch für ältere Standard-Oberleitungsanlagen ausreichend ist.

5. Simulation

Bei den elektrischen und magnetischen Feldern, die von Bahnoberleitungen ausgehen, handelt es sich um niederfrequente Felder mit einer Frequenz von 16,7 Hz. Für die Simulation können daher in sehr guter Näherung quasistatische Annahmen getroffen werden, und die Lösung der Differentialgleichungen für EM-Felder (Maxwell-Gleichungen) ist nicht nötig.

Die Simulation der von den verschiedenen Strecken erzeugten EM-Felder wurde mit dem validierten Programm Sitras-EMF (Hersteller: Siemens AG) in der Version 4.06 durchgeführt. Dieses Programm kann u. a. für eine gegebene Anordnung von unter Spannung stehenden und stromdurchflossenen Leitern die EM-Felder berechnen. Dafür bietet es eine graphische Oberfläche zur Eingabe der Eingangsgrößen (Geometrie- und Materialdaten der Leiter und Systemdaten). Alternativ können die Daten über eine Parameterdatei auch direkt mit einem ASCII-Editor eingegeben und bearbeitet werden.

Die wichtigsten Parameter sind für EMF-Berechnungen:

- die Spannungen in kV (E-Feld)
- die Ströme in A (B-Feld)
- Geometrie der Leitungsseile (Anzahl, Höhe, Abstände)
- Querschnitt der Leitungen (E-Feld)
- Anzahl der Fahrschienen

Des Weiteren bietet das Programm die Möglichkeit, Ebenen und Strecken im Raum zu definieren, und in diesen Rasterpunkte festzulegen, an denen die elektromagnetischen Felder zu berechnen und auszugeben sind.

Die graphische Visualisierung der erzeugten Ergebnisdatei geschieht mit Hilfe von FlexPro der Firma Weisang in jeweils einer Isoliniendarstellung für jede in der Simulation berücksichtigte Oberleitungsausführungsform. Die Isoliniendiagramme finden sich in Anlage 2 (E-Feld) und

Anlage 3 (B-Feld) zusammen mit einer Skizze zur Geometrie der OL-Anlage und den verwendeten Eingangsparametern für die Berechnung

In den Schnittdiagrammen in Anlage 2 und 3 sind zusätzlich die maßgeblichen 10 m-Bereiche gekennzeichnet (zur besseren Ermittlung der Feldwerte aus den Diagrammen wurden zusätzlich 4 m-Linien eingezeichnet). Falls außenliegende Versorgungs-/Speiseleitungen vorhanden sind, wird um diese ein 5 m-Meter-Bereich berechnet, welcher den maßgeblichen 10 m-Bereich evtl. noch vergrößert. In einem solchen Fall wird statt der 10 m-Linie eine „VL+5 m“-Linie im Diagramm eingezeichnet.

6. Bauliche Konzepte der Oberleitung

Dem Nachweis der Grenzwerteinhaltung gemäß 26. BImSchV liegen einige charakteristische und häufig vorkommende Oberleitungsausführungsformen zugrunde (Regelzeichnungen gemäß [6], siehe auch Tab. 1).

Es sind dies:

- eingleisige Strecke ohne und mit Speise- bzw. Verstärkungsleitung(en) (Situationen Nr. 1, 2 und 3 in Anlage 2 und 3)
- zweigleisige Strecke ohne und mit Speise- bzw. Verstärkungsleitungen (Situationen Nr. 4 und 5 in Anlage 3)
- zweigleisige Strecke des Hochgeschwindigkeitsverkehrs (HGV) mit Verstärkungsleitungen (Situation Nr. 8 in Anlage 2 und 3)
- viergleisige Strecke ohne und mit Speise- bzw. Verstärkungsleitungen (Situationen Nr. 6 und 7 in Anlage 3)
- viergleisige parallelaufende Fern- und Nahverkehrsstrecke mit Speiseleitungen (Situation Nr. 9 in Anlage 3)

und ergänzend

- Kabeltrasse parallel zu den Gleisen, jedoch ohne Oberleitung (Situation Nr. 11 in Anlage 3).

Mit dieser Klassifizierung in Standardanlagen sind alle häufig vorkommenden Fälle dargestellt. Außerdem wurde für einen Extremfall mit vielen Speiseleitungen - wie er ausnahmsweise gegeben sein kann - eine weitere Auslegung von OL-Anlagen berücksichtigt:

- viergleisige Strecke mit mehreren (bis zu sechs) außenliegenden Speise-/Verstärkungsleitungen (Situation Nr. 10 in Anlage 3)

Basierend auf den Standardvarianten (Situationen 1 - 9 und 11) sowie Situation 10 können auch Nachweise für andere Varianten/Anlagenauslegungen abgeleitet werden, so dass es kaum mehr erforderlich sein wird, noch spezielle Einzelnachweise zu liefern. Vielgleisige Bahnhofsanlagen können ebenfalls mit den untersuchten Fällen abgedeckt werden, da für Anlieger nur die außenliegenden, mit Oberleitung überspannten Gleise von Bedeutung sind.

Parameter	Ril-Nr. / Zeichnung-Nr., Version, Datum
Lagegeometrie der Leiter	3Ebs02.03.22, Änd. 1 vom 16.10.14 3 Ebs 02.05.20 Bl.11, Änd. 2 vom 29.10.13
Gleisabstände, Streckenquerschnitte	[6]

Tab. 1: Referenztabelle der verwendeten Geometrie

7. Nachweis des elektrischen Feldes

Das elektrische Feld in der ungestörten Umgebung zweier Oberleitungsstrecken mit 15 kV Nennspannung ist in Anlage 2 dargestellt.

Unmittelbar unter der Oberleitung beträgt das E-Feld in einem Abstand von 1 m mit einem Feldwert von ca. 2,3-2,7 kV/m bereits nur noch etwa der Hälfte des nach der 26. BImSchV zulässigen Grenzwertes von 5 kV/m. Da das Feld entfernungsabhängig rasch abnimmt, außerdem Wälle und Bepflanzungen feldschwächend, Gebäude sogar abschirmend wirken (Faradayscher Käfig), spielt das elektrische Feld einer Oberleitung eher eine untergeordnete Rolle. Da der Grenzwert von 5 kV/m nur in ohnehin lebensgefährlicher unmittelbarer Nähe von ca. 30 cm am Fahrdrabt erreicht wird und die Spannung an jeder Strecke der hier betrachteten Oberleitungsanlagen gleich ist, erübrigen sich Einzelfallberechnungen.

Die in der Regel über Erde bzw. Schienen höher hängenden Speiseleitungen führen, für sich alleine betrachtet, zu noch niedrigeren elektrischen Feldbeiträgen als der Fahrdrabt einer Oberleitung.

In der Umgebung von erdverlegten 15 kV-Speisekabeln tritt praktisch kein elektrisches Feld auf, da die eingearbeiteten Kabelschirme i. a. geerdet sind und damit stark abschirmend wirken.

8. Nachweis des magnetischen Feldes

Für verschiedene Auslegungsvarianten von Oberleitungsanlagen (vgl. Abschnitt 6) wurde die Magnetfeldverteilung in der Umgebung der Oberleitungen berechnet und graphisch dargestellt (siehe Anlage 3).

Unter dem Gesichtspunkt einer worst-case-Betrachtung wurde allen Berechnungen zu Grunde gelegt, dass in den zu berücksichtigenden Leitungen und Kabeln die betrieblich maximal zulässigen Dauerströme (vgl. Tab. 2) gleichzeitig auftreten.

Je größer der Rückstromanteil ist, der in den Schienen fließt, umso besser ist die Kompensation des Magnetfeldes der Oberleitung nach außen. Im Sinne einer worst-case-Abschätzung wurde für die Simulationen der Standardkonfigurationen ein Schienenrückstrom-Anteil von (typischerweise) 60 % angenommen, wie er in unterwerksfernen Streckenabschnitten anzutreffen ist.

Die im Sinne einer Klassifizierung berechneten elf Varianten sind in den Anlagen 3.1 bis 3.11 dargestellt. Die dabei zugrundeliegenden Parameter sind jeweils in den zugehörigen Legenden angegeben.

Es bedeuten:

I_{OL} = maximal zulässiger Dauerstrom eines OL-Kettenwerkes (Fahrdraht + Tragseil)

I_{SL} = maximal zulässiger Dauerstrom einer Speise- oder Verstärkungsleitung

I_{SK} = maximal zulässiger Dauerstrom eines Speisekabels

I_S = Schienenrückstrom

Die Darstellung der Magnetfeldausbreitung mittels Isolinien-Diagrammen ermöglicht es, für beidseits horizontale Abstände bis 30 m und eine maximale Höhe von 20 m die jeweils auftretenden worst-case-Werte abzulesen. Für Standorte unter einer elektrifizierten Bahnstrecke (z. B. unter Brücken oder in Bauwerken) lassen sich für eine hinreichend genaue Aussage die Isolinien graphisch verlängern.

Bei Strecken in unterirdischen Bauwerken bzw. Tunneln kommt es durch die Kompensationswirkung der Bewehrung in der Umgebung der Anlage zu geringeren magnetischen Feldern, so dass zum Nachweis der Grenzwerteinhaltung gemäß 26. BImSchV keine gesonderten Berechnungen erforderlich sind.

Parameter	Wert	Ril-Nr. / Zeichnung-Nr., Version, Datum
Dauerstrombelastbarkeit OL Re200 (Ri100 und BZ II 50 mm ²)	560 A	[4]
Dauerstrombelastbarkeit SL/VL 243 mm ²	625 A	Ebs 20.01.01 Bl. 1; Änd. 2 aus 11.2012; [7]
Rückstromanteil Schiene (alle Fälle ohne RL - Standardanlage)	60%	[5]
Dauerstrombelastbarkeit OL Re330	810 A	[4]
Dauerstrombelastbarkeit Speisekabel	805 A	Ebs 09.41.11 Bl. 1

Tab. 2: Referenztabelle der verwendeten Parameter

Hinweis

Die Berechnung unter Zugrundelegung gleichzeitig auftretender, maximal zulässiger Dauerströme dient unter worst-case-Gesichtspunkten nur zum Nachweis der Grenzwerteinhaltung gemäß 26. BImSchV. Die in Tab. 2 angegebenen Werte sind nicht heranzuziehen für Aussagen zur Beeinflussung technischer Einrichtungen (parallellaufende Kabel, EDV-Anlagen und Monitore, medizinische und wissenschaftliche Apparate etc.).

9. Vergleich mit den Grenzwerten und Zusammenfassung

Ein spezieller Nachweis des **elektrischen** Feldes ist im Einzelfall nicht erforderlich. Es genügt der pauschale, allgemeingültige Nachweis nach Anlage 2.1 und 2.2.

Vergleicht man die in allen charakteristischen Einzelfällen berechneten Spitzenwerte der **magnetischen** Flussdichte mit dem nach 26. BImSchV [2] für 16,7 Hz Betriebsfrequenz zulässigen Immissionsgrenzwert von 300 µT so kann gefolgert werden, dass es an keinem maßgeblichen Immissionsort zu einer Überschreitung durch 16,7 Hz Felder kommt.

Beim Zusammentreffen mit anderen Niederfrequenzanlagen bzw. ortsfesten Hochfrequenzanlagen bis 10 MHz, die unter die 26. BImSchV [2] fallen (Überlappung der maßgeblichen Immis-

sionsorte), kann aus den Diagrammen die prozentuale Grenzwertausschöpfung abgeleitet werden und durch arithmetische Addition der jeweiligen Grenzwertausschöpfungen der anderen zu berücksichtigenden Anlagen im Überlappbereich der Nachweis im Einzelfall geführt werden. Darüber hinaus kann in begründeten Einzelfällen die andere Anlage auch in die Simulation mit einbezogen werden, indem auch für diese andere Anlage die EM-Felder örtlich aufgelöst berechnet werden und mit den Feldern der OL-Anlage (unter Berücksichtigung der Frequenzabhängigkeit des Grenzwerts) überlagert werden.

10. Unterschriften



Dr. Walter Gutsche



Dr. Wilhelm Baldauf

Anlage 1

DB Systemtechnik GmbH
EMV, LST und Funk
T.TVI 34(1)
Völckerstr. 5
80939 München

Auswirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder, die beim Betrieb von elektrischen Bahnstrecken mit Oberleitung auftreten können

Betrachtungen zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)

Allgemeines

Physikalisch bedingt, baut sich um eine unter Spannung stehende Oberleitung (bei der DB beträgt die Spannung i. a. 15 kV / 16,7 Hz) gegenüber Schiene bzw. Erde ein elektrisches Feld auf (vgl. Abbildung 3). In unmittelbarer Nähe eines Leiters nimmt die Feldstärke reziprok mit der Entfernung zum Leiter ab ($E \sim r^{-1}$) und ist in einem Abstand von 1 m von einem in Regelhöhe gespannten Fahrdrabt schon auf einen Wert, der etwa der Hälfte des Vorsorgegrenzwerts von 5 kV/m entspricht, abgefallen. Im Gleisbereich direkt unter der Oberleitung kann das elektrische Feld bis zu etwa 2 kV/m betragen, unabhängig von der Anzahl der Leiter im darüber befindlichen Kettenwerk und solange keine 110 kV-Bahnstromleitungen mitgeführt werden. Nach außen nähert sich das Abstandsgesetz für das unbeeinflusste Feld in größerer Entfernung einer quadratischen Abnahme ($E \sim r^{-2}$), da die durch Influenz im Erdboden hervorgerufene gegenpolige Ladung bei größeren Abständen eine Kompensation bewirkt. Das elektrische Feld wird jedoch durch in ihm befindliche Hindernisse (z. B. Wände, Wälle, Bewuchs) mehr oder weniger stark verzerrt bzw. abgeschirmt. Innerhalb von Bauwerken tritt erfahrungsgemäß eine beträchtliche Abschirmwirkung um den Faktor ca. 20 auf.

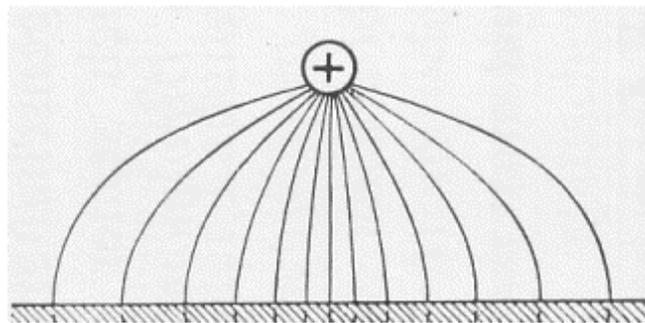


Abbildung 3: Feldlinien des elektrischen Feldes zwischen einem unter Spannung stehenden Leiter und Erde

Unter diesen Gesichtspunkten kann das elektrische Feld einer Oberleitung folglich im Hinblick auf die Einhaltung des Grenzwerts von 5 kV/m bei 16,7 Hz (26. BImSchV) vernachlässigt werden.

Sobald ein Oberleitungssystem (bestehend aus dem Oberleitungskettenwerk als Hinleiter und den Fahrschienen als Rückleiter) stromdurchflossen ist, entsteht konzentrisch um diese Leitungskonfiguration ein magnetisches Wechselfeld mit Netzfrequenz (bei der DB mit 16,7 Hz). Die Stärke des Feldes eines Leiters fällt reziprok mit der Entfernung zum Leiter ab ($B \sim r^{-1}$) (vgl.

Abbildung 4). Sie ist proportional zum Strom und folgt somit in gleichem Maße den bahntypisch kurzzeitigen Stromschwankungen.

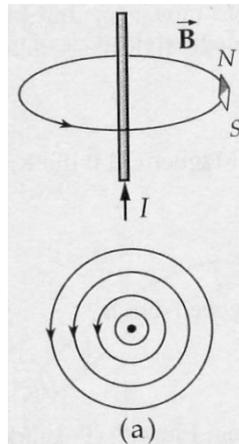


Abbildung 4: Feldlinien des magnetischen Feldes um einen stromdurchflossenen Leiter

Die Felder mehrerer Leiter addieren sich vektoriell, wobei sich ab einer gewissen Entfernung von der Oberleitungsanlage die Felder durch den „Hinstrom“ und den „Rückstrom“ teilweise kompensieren.

Bezogen auf den örtlich möglichen, maximalen thermischen Dauerbetriebsstrom (abhängig von der Oberleitungsbauart) wird das magnetische Feld in einem universell verwendbaren Isolinien-Diagramm dargestellt.

Auswirkungen auf Personen

(unter Berücksichtigung besonders schutzbedürftiger Personen)

Die Influenz von elektrischen Ladungen auf der Körperoberfläche durch das E-Feld bewirkt einen Stromfluß im Körper. Auch durch Magnetfeldänderungen werden im menschlichen Körper Ströme induziert. Durch die in [2] festgelegten Vorsorgewerte wird sichergestellt, daß die Schwellenstromdichten, ab denen eine Reizung bzw. Beeinträchtigung auftritt oder gar eine Gefahr zu befürchten ist, nicht überschritten werden.

Ein Vergleich mit den festgelegten Grenzwerten zeigt, dass selbst unmittelbar unter der Oberleitung - auch auf stark frequentierten Strecken - diese noch deutlich unterschritten werden.

Durch die entfernungsabhängige Abnahme sind in der Nachbarschaft einer elektrifizierten Strecke die magnetischen Felder schon so stark abgesunken, dass sie nach derzeitiger Erkenntnislage auch für schutzbedürftige Personengruppen (z. B. HSM-Träger) keine Beeinträchtigung darstellen.

Aus Sicht des Personenschutzes vor den Wirkungen von elektromagnetischen Feldern ist eine Ausweitung der aus anderen Gründen ohnehin erforderlichen Mindestabstände von Oberleitungsanlagen/Gleisen nicht erforderlich

Nach dem heutigen internationalen, medizinisch-wissenschaftlichen Erkenntnisstand sind durch magnetische Felder dieser Größenordnung keine Stimulanzen und gesundheitlichen Beeinträchtigungen oder gar Gefahren zu befürchten.

Auswirkungen auf Sachgüter

Physikalisch bedingt, können magnetische Felder den Kathodenstrahl einer Bildröhre (insbesondere eines Röhrenmonitors) sowie medizinische Diagnosegeräte (z. B. EEG/EKG) und wissenschaftliche Instrumente bzw. andere empfindliche Geräte beeinflussen.

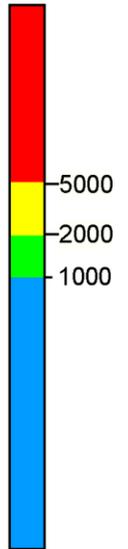
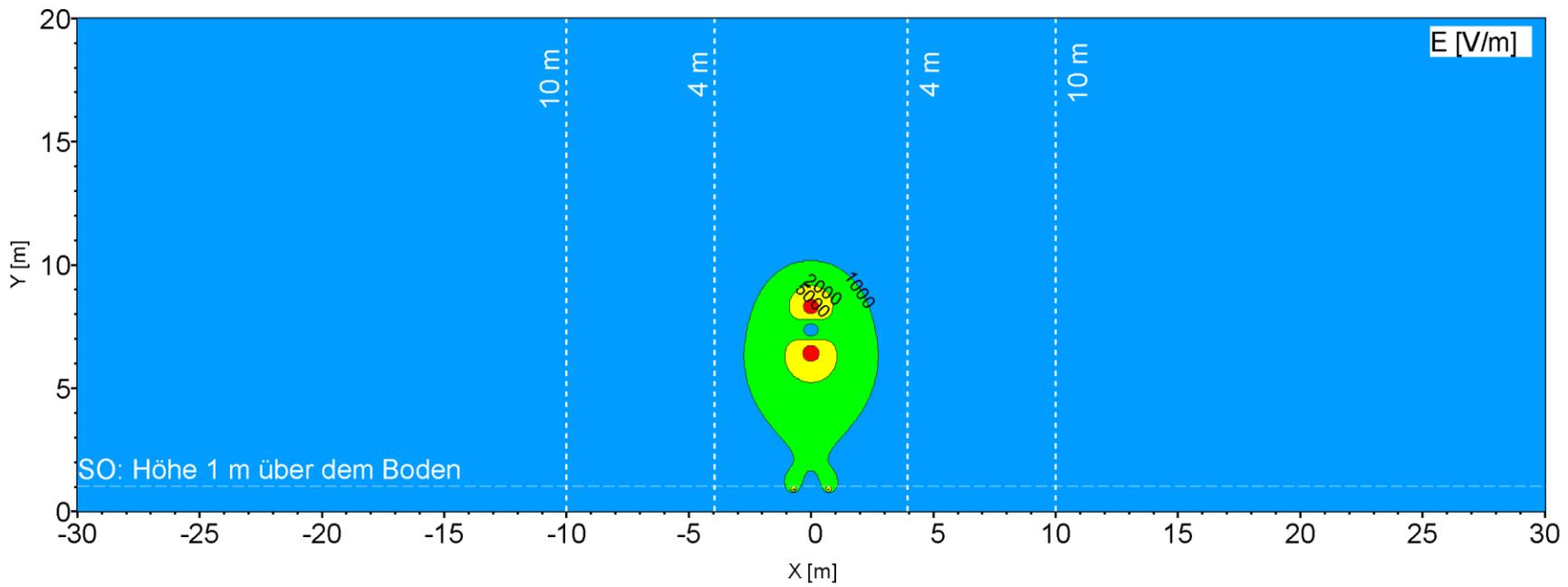
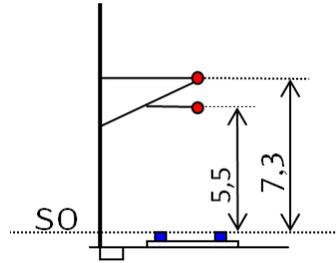
Störungen können hier schon bei deutlich kleineren Feldstärken und Flussdichten auftreten als bei Personen. Da am Bahnstromversorgungssystem selbst bzw. an der Leitungsgeometrie nur in relativ geringem Umfang Vorkehrungen getroffen werden können (z. B. in Form von Rückleitern), sind technische Abhilfemaßnahmen in der Regel nur beim Beeinflussten selbst möglich.

Die DB AG gibt hierzu auf Wunsch nähere technische Auskünfte.

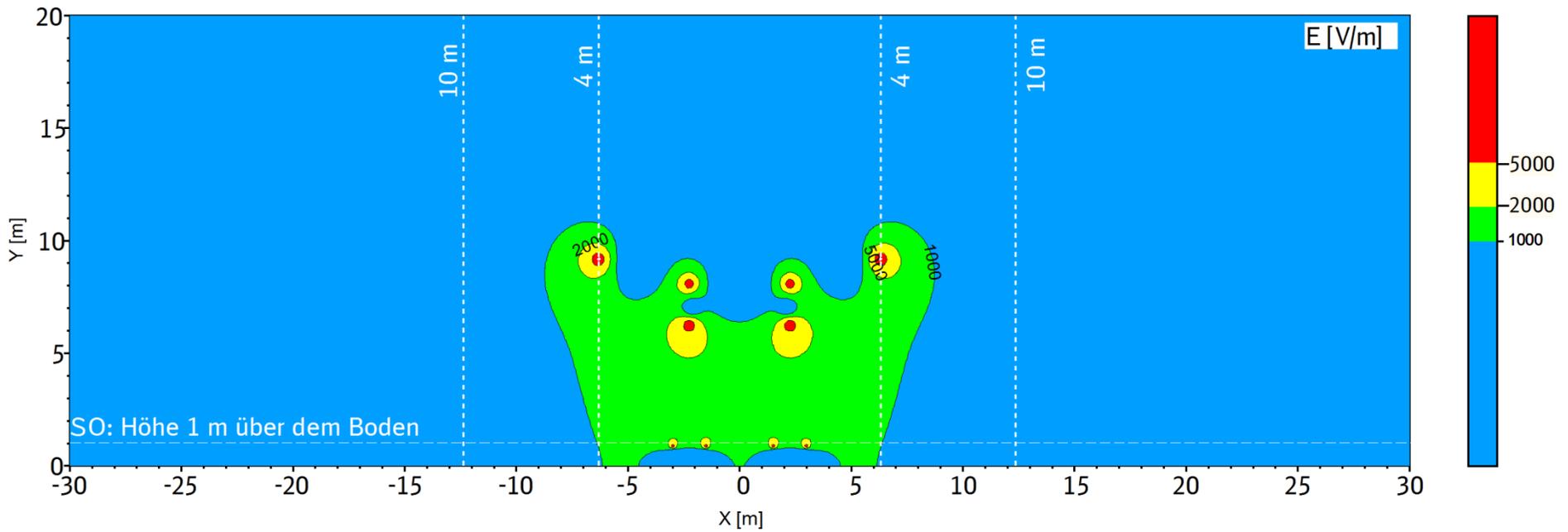
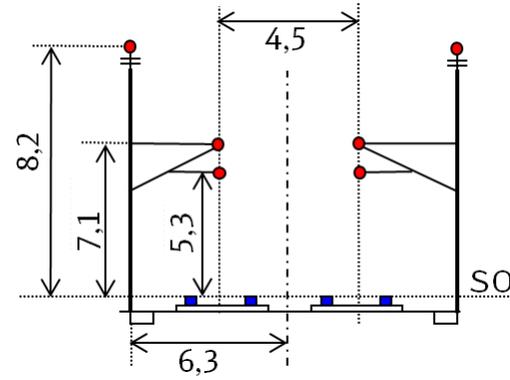
Stand: März 2015

Anlage 2.1

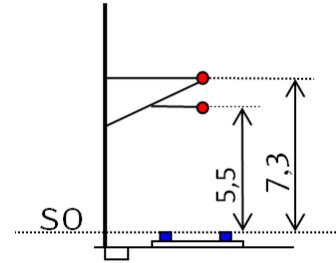
Simulation E-Feld zu Situation
Nr. 1
1-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 200
Bezeichnung: N1GL



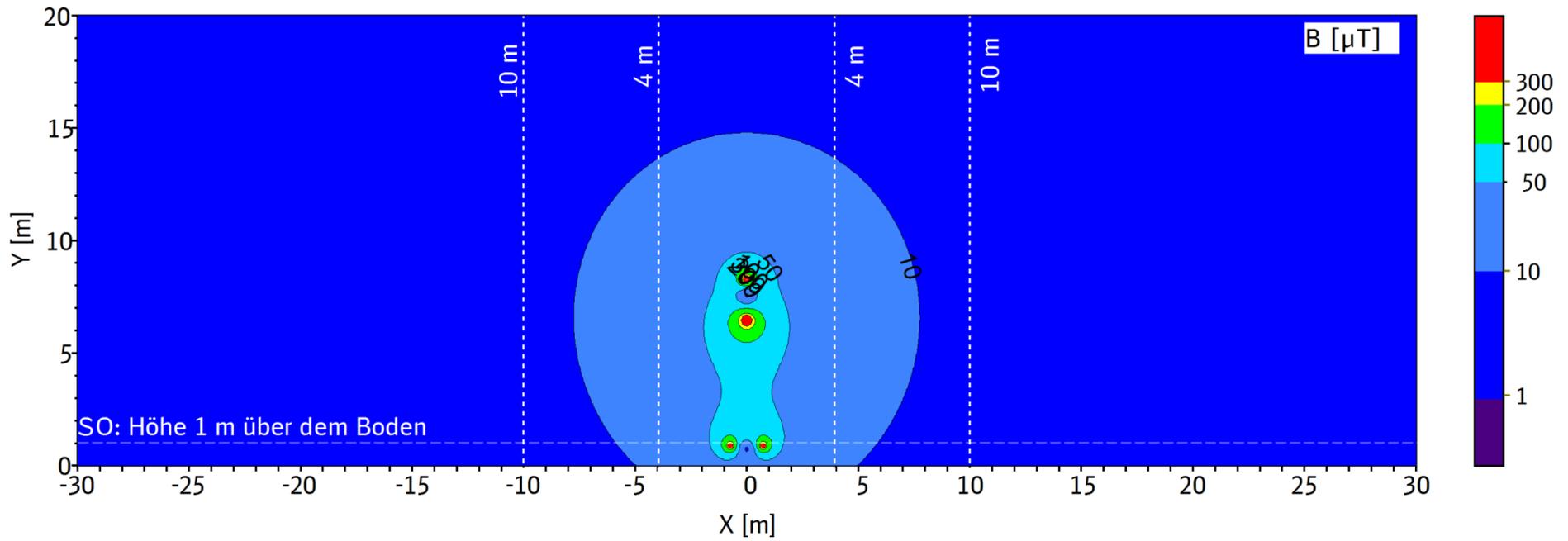
Simulation E-Feld zu Situation
 Nr. 8
 2-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 330
 und 2 SL/VL 243 mm² AL
 Bezeichnung: N2GL2VLMS



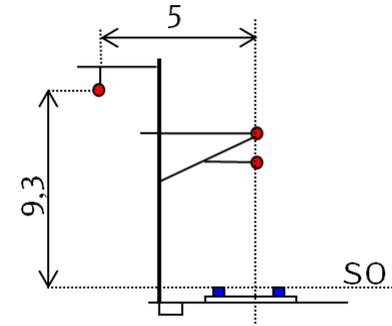
Anlage 3.1



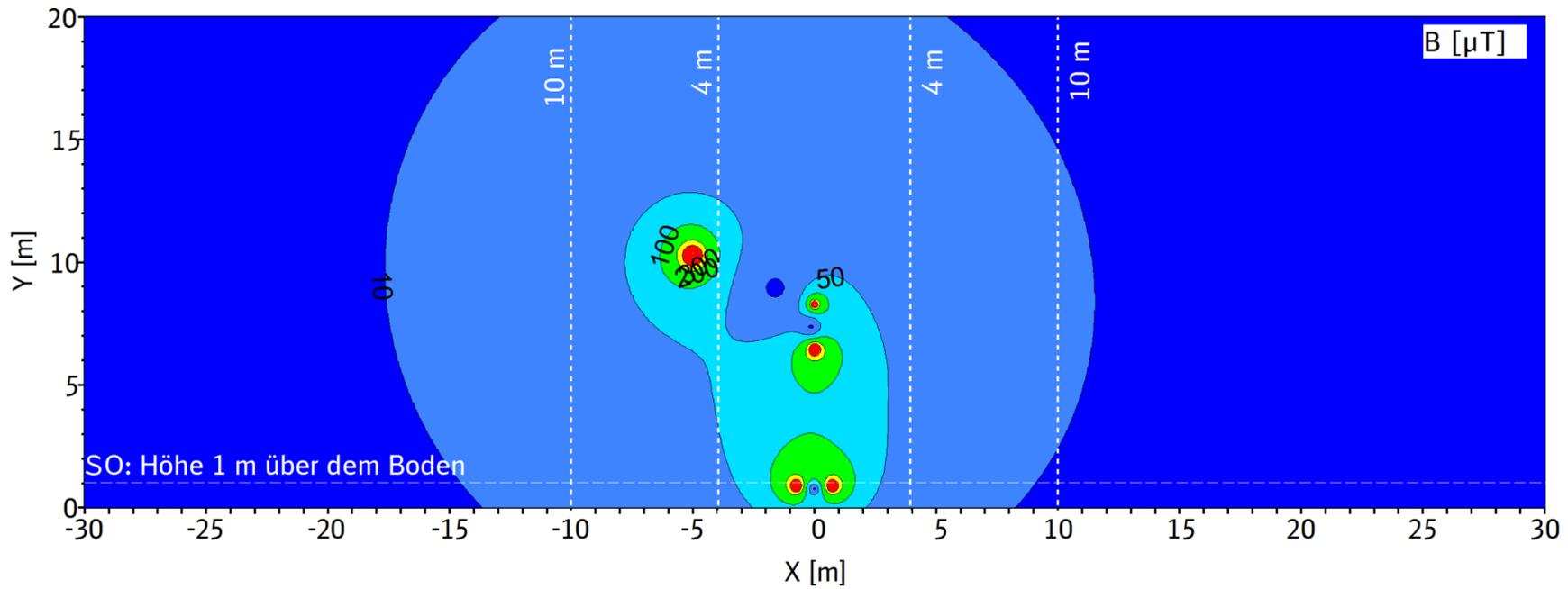
Simulation B-Feld zu Situation
Nr. 1
1-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 200
Bezeichnung: N1GL
 $I_{OL} = 560 \text{ A}$
 $I_S = 2 \times 168 \text{ A}$



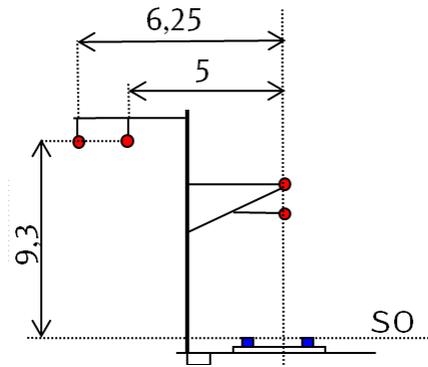
Anlage 3.2



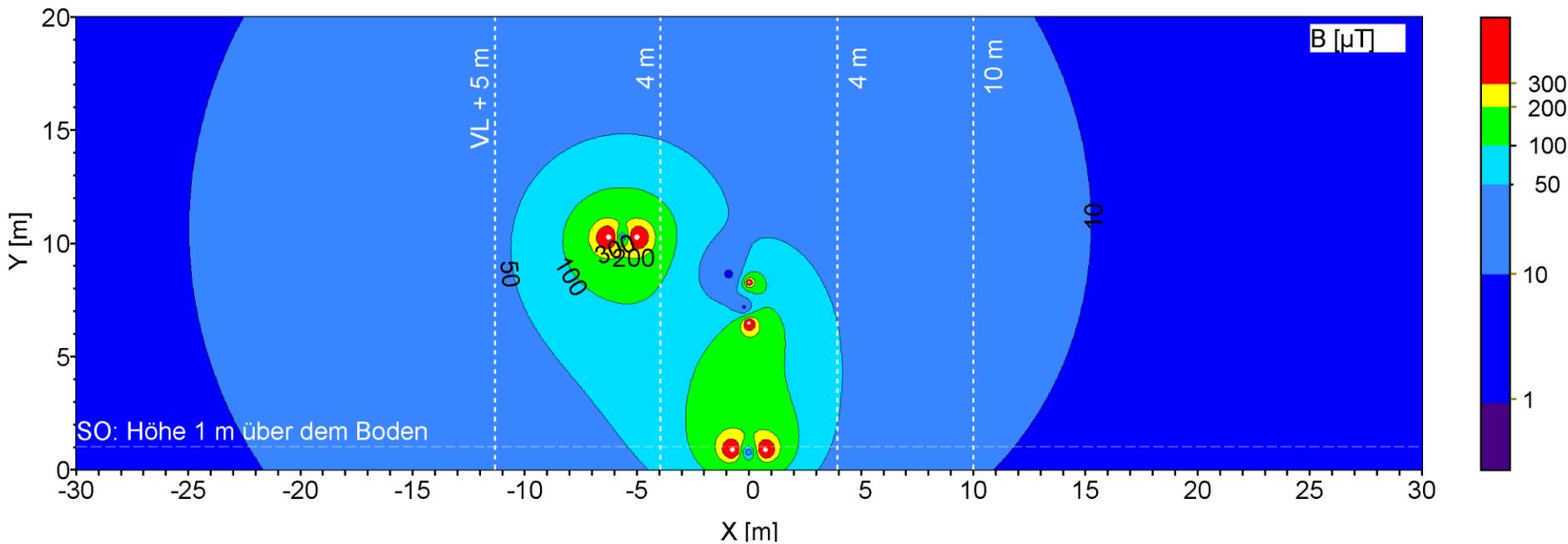
Simulation B-Feld zu Situation
 Nr. 2
 1-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 200
 und 1 SL/VL 243 mm² AL
 Bezeichnung: N1GLVL
 $I_{OL} = 560 \text{ A}$
 $I_{SL} = 625 \text{ A}$
 $I_S = 2 \times 356 \text{ A}$



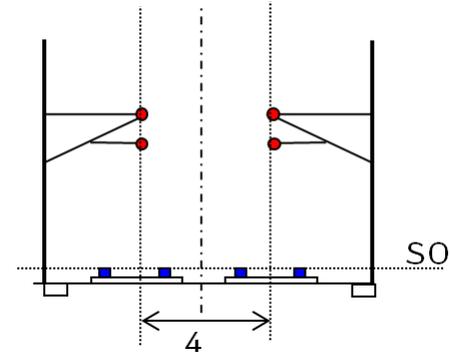
Anlage 3.3



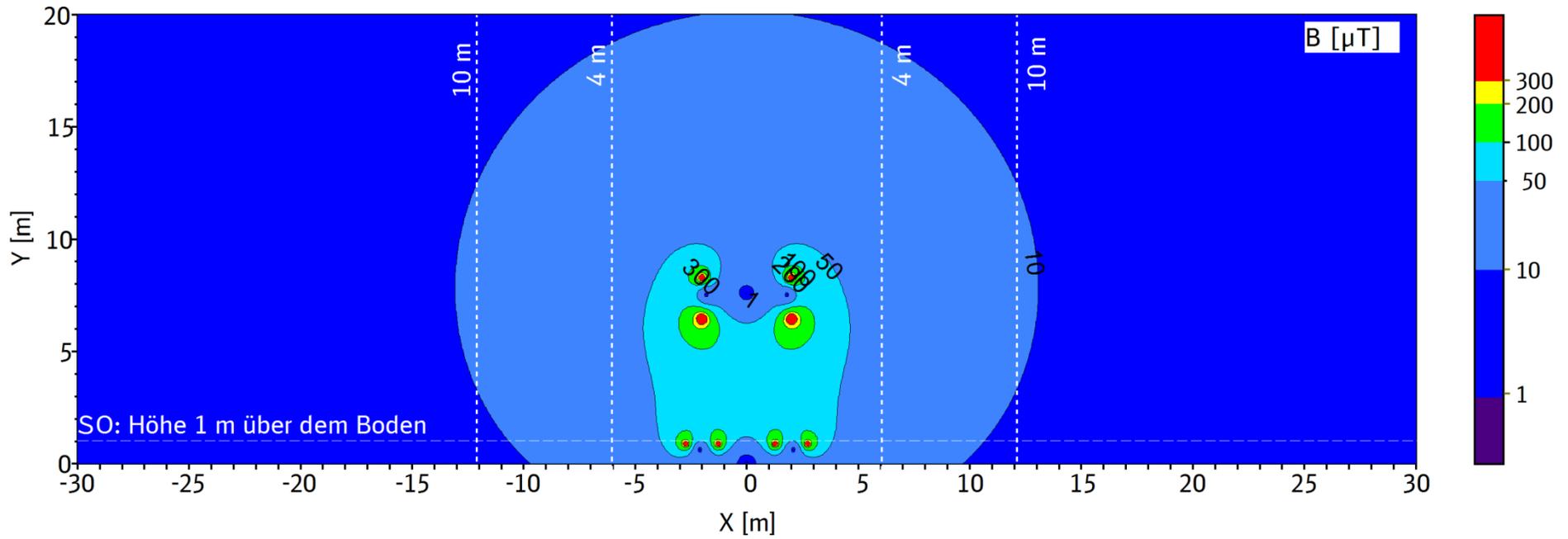
Simulation B-Feld zu Situation
Nr. 3
1-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 200
und 2 SL/VL 243 mm² AL
Bezeichnung: N1GL2VL
 $I_{OL} = 560 \text{ A}$
 $I_{SL} = 2 \times 625 \text{ A}$
 $I_S = 2 \times 543 \text{ A}$



Anlage 3.4

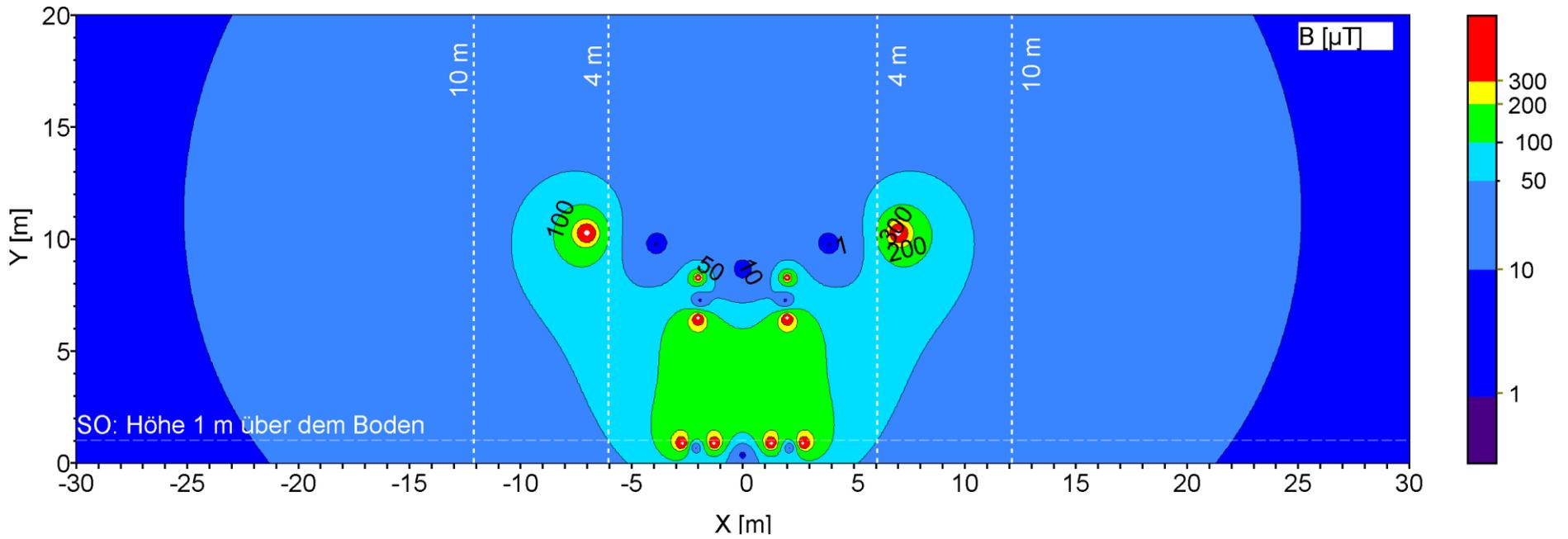
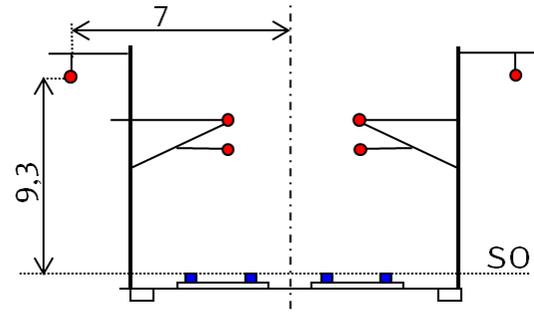


Simulation B-Feld zu Situation
Nr. 4
2-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 200
Bezeichnung: N2GL
 $I_{OL} = 2 \times 560 \text{ A}$
 $I_S = 4 \times 168 \text{ A}$



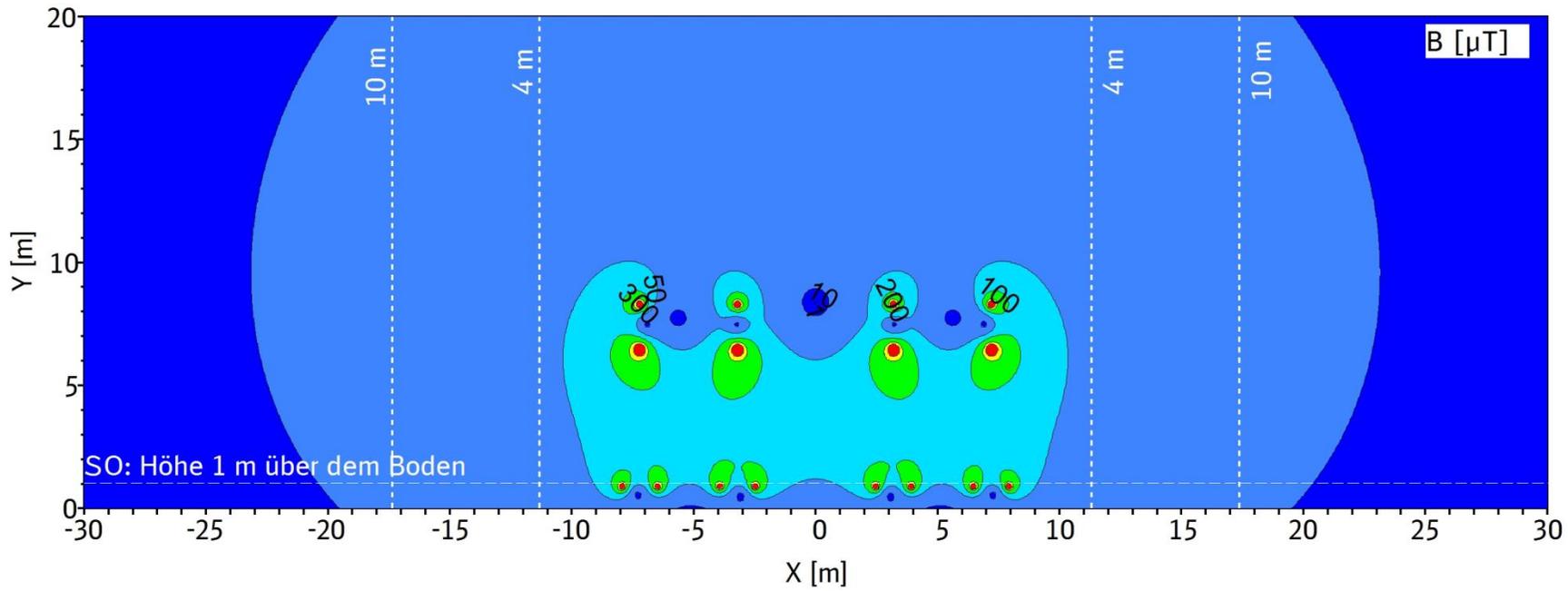
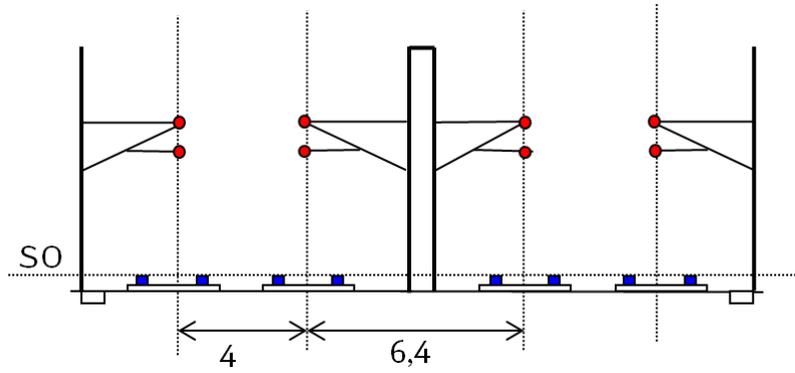
Anlage 3.5

Simulation B-Feld zu Situation
 Nr. 5
 2-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 200
 und SL/VL 243 mm² beidseitig
 Bezeichnung: N2GL2VL
 $I_{OL} = 2 \times 560 \text{ A}$
 $I_{SL} = 2 \times 625 \text{ A}$
 $I_S = 4 \times 356 \text{ A}$



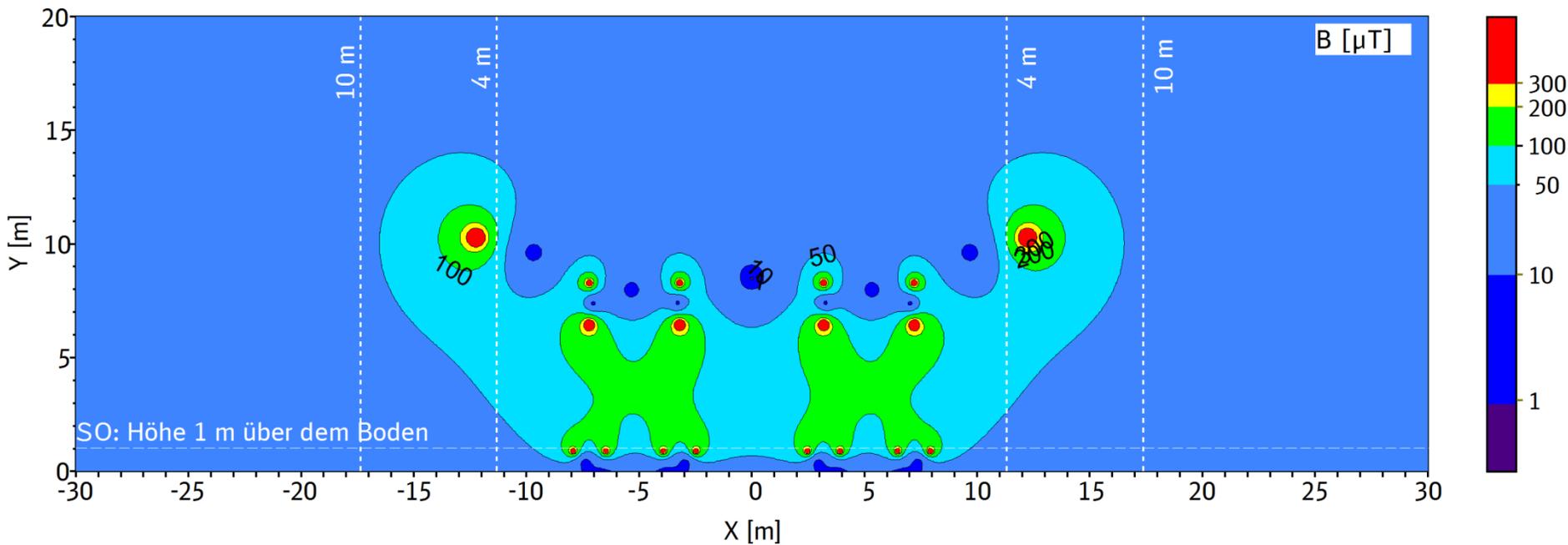
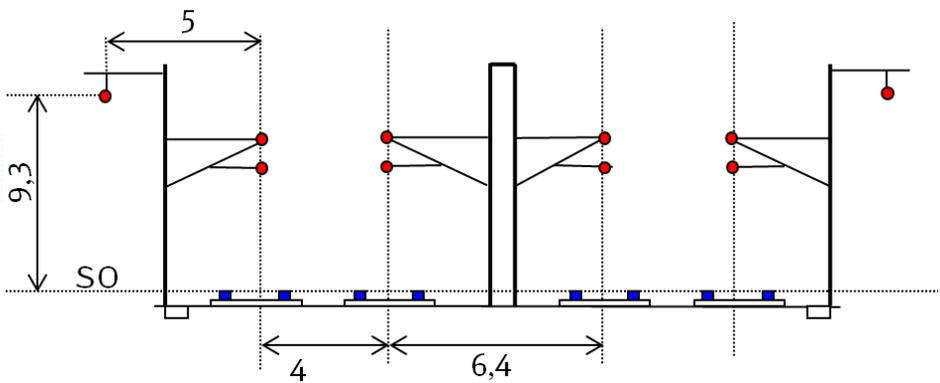
Anlage 3.6

Simulation B-Feld zu Situation
Nr. 6
4-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 200
Bezeichnung: N4GL
 $I_{OL} = 4 \times 560 \text{ A}$
 $I_S = 8 \times 168 \text{ A}$

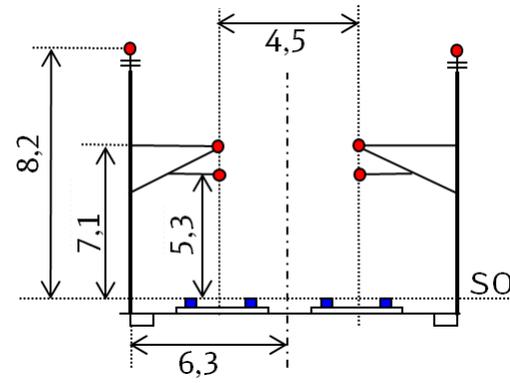


Anlage 3.7

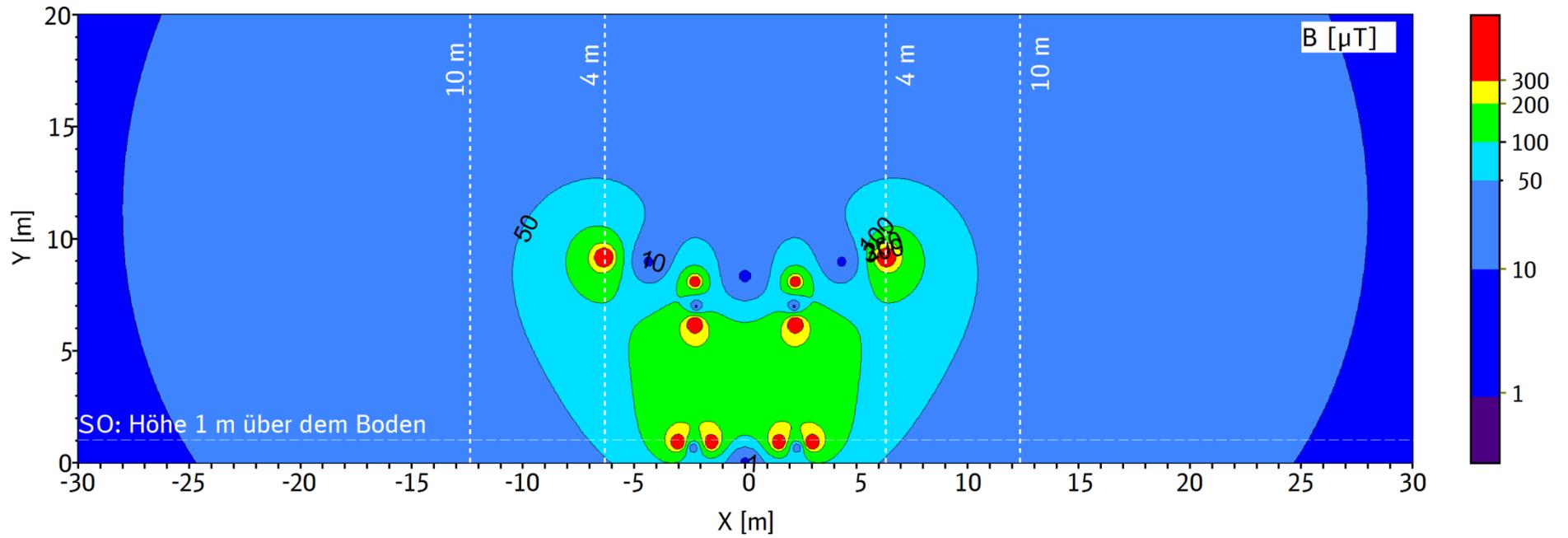
Simulation B-Feld zu Situation
 Nr. 7
 4-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 200
 und 2 VL/SL außen
 Bezeichnung: N4GL2VL
 $I_{OL} = 4 \times 560 \text{ A}$
 $I_{SL} = 2 \times 625 \text{ A}$
 $I_S = 8 \times 262 \text{ A}$



Anlage 3.8

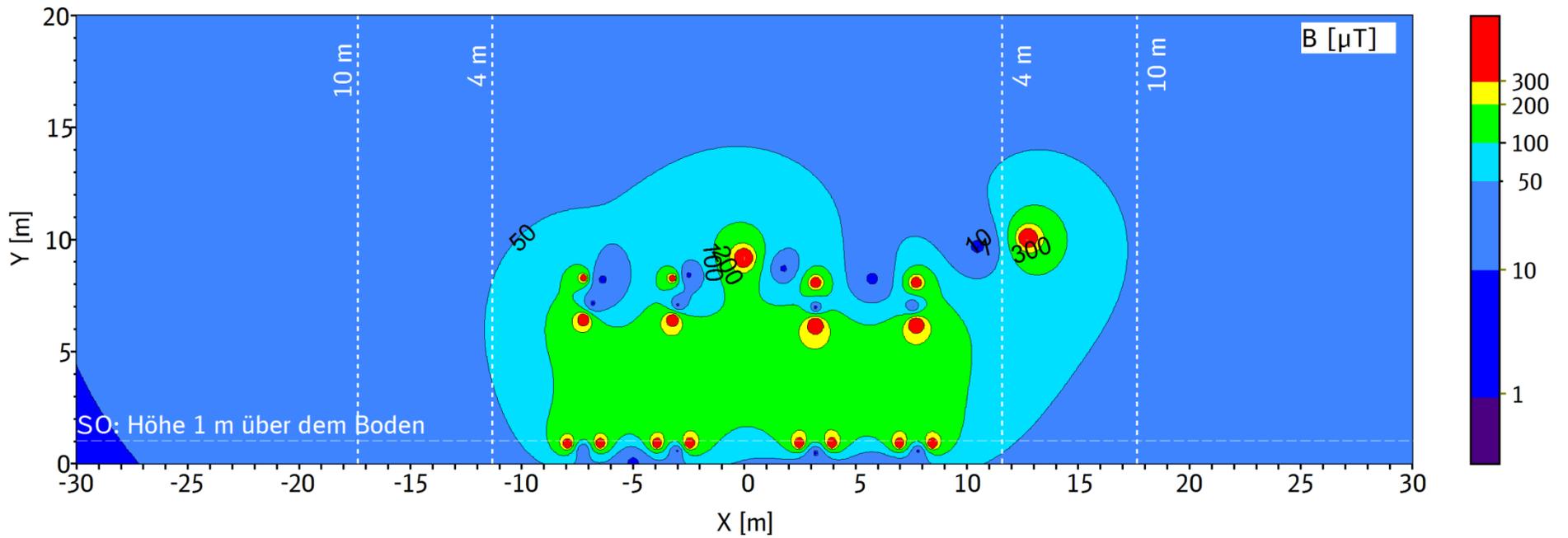
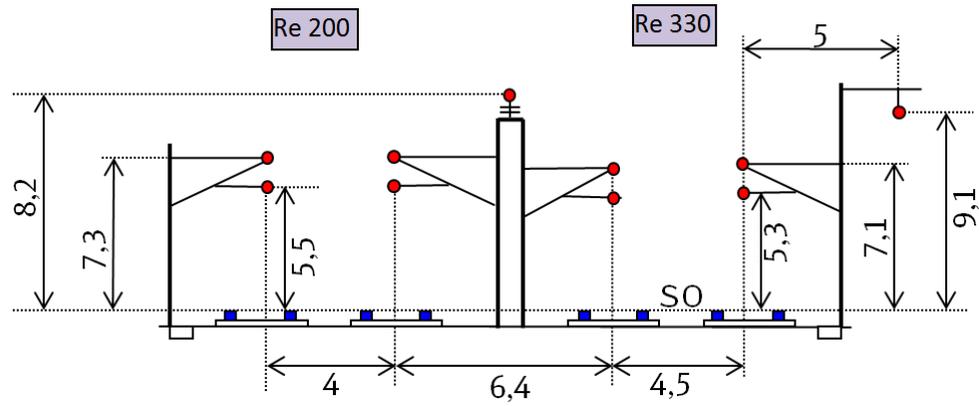


Simulation B-Feld zu Situation
 Nr. 8
 2-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 330
 und 2 VL/SL
 Bezeichnung: N2GL2VLS
 $I_{OL} = 2 \times 810 \text{ A}$
 $I_{SL} = 2 \times 625 \text{ A}$
 $I_S = 4 \times 430 \text{ A}$



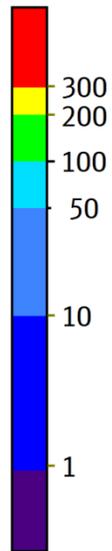
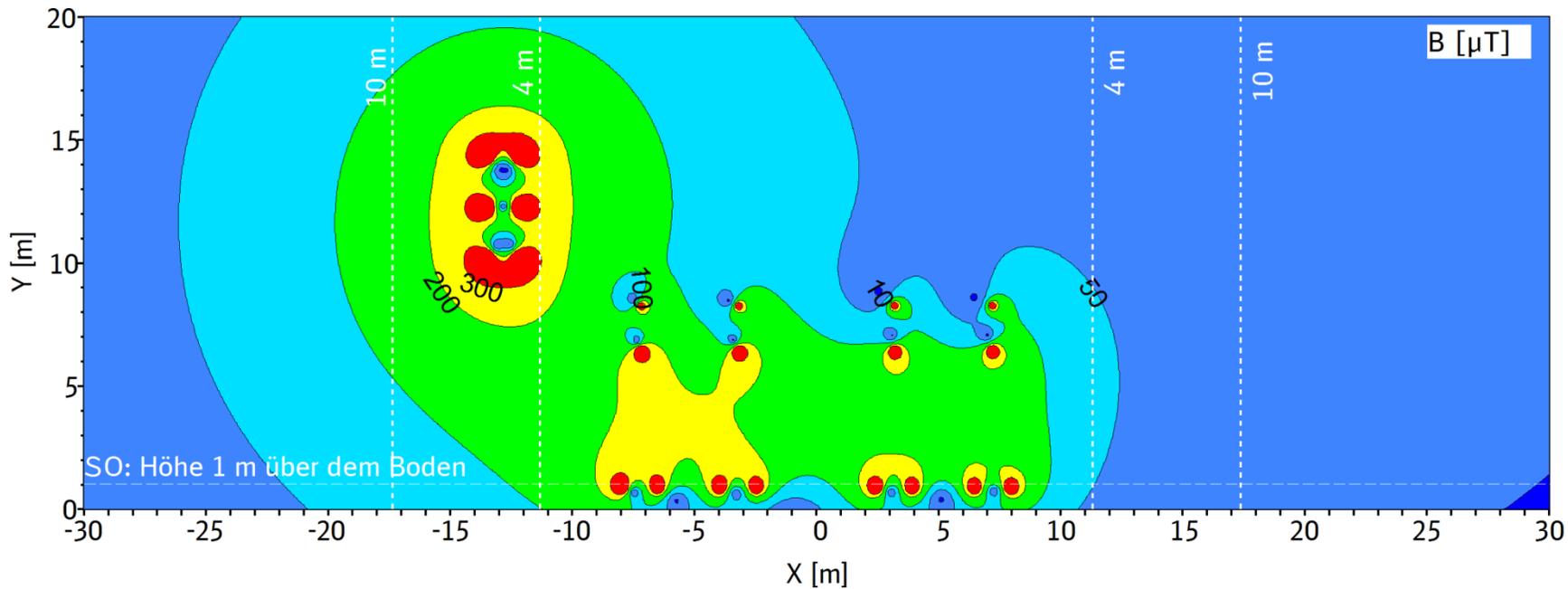
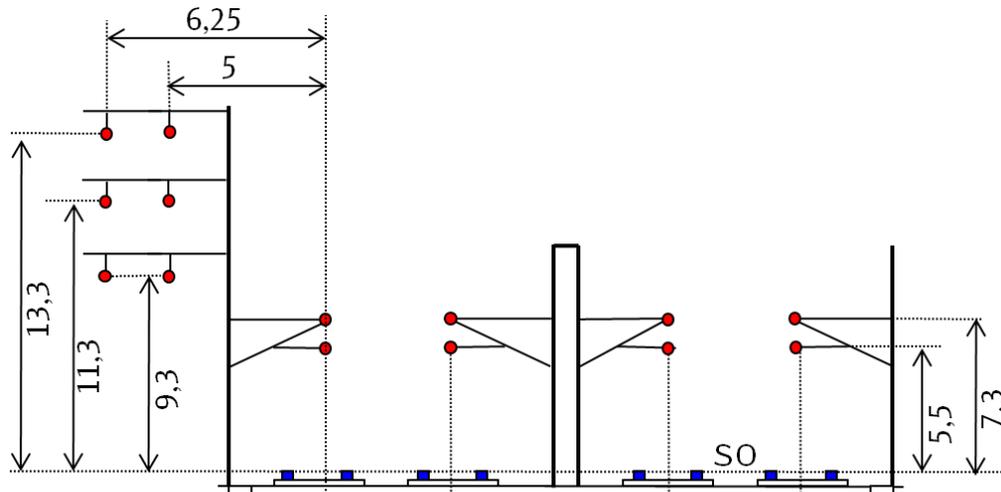
Anlage 3.9

Simulation B-Feld zu Situation
 Nr. 9
 4-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 200
 und OL Re 330 und 2 VL/SL
 Bezeichnung: N4GL2VLHO
 $I_{OL} = 2 \times 560 \text{ A} + 2 \times 810 \text{ A}$
 $I_{SL} = 2 \times 625 \text{ A}$
 $I_S = 8 \times 299 \text{ A}$



Anlage 3.10

Simulation B-Feld zu Situation
 Nr. 10
 4-gleisige Bahnstrecke mit OL Re 200
 und 6 SL
 Bezeichnung: N4GL6SL
 $I_{OL} = 4 \times 560 \text{ A}$
 $I_{SL} = 6 \times 625 \text{ A}$
 $I_S = 8 \times 449 \text{ A}$



Anlage 3.11

Simulation B-Feld zu Situation
Nr. 11
1-gleisige Bahnstrecke ohne OL mit 1
SK
N1GL1SKAB
 $I_{SK} = 805 \text{ A}$
 $I_S = 2 \times 242 \text{ A}$

