

**Regionaltangente West**  
*Planfeststellungsabschnitt Nord*

Anlage 22.0 neu

EMV – Gutachten

**Datum:** 08.06.2020

**Auftraggeber:**



RTW GmbH  
Stiftstraße 9 -17  
60313 Frankfurt am Main

**Ersteller:**



**IfB**  
**Institut für Bahntechnik GmbH**  
Wiener Straße 114 - 116  
01219 Dresden

Planaufsteller	-	Phase	-	Gewerk	-	Planart	-	PSP-Code	-	lfd. Nr.	-	Index	Format
IFB	-	4	-	EM	-	EG	-	01_11_00_000	-	000	-	A	.pdf

## **Fachtechnische Stellungnahme EMV**

Vorhaben: PFA Nord EMV Regionaltangente West

### **Nachrichtlich**

Auftraggeber: RTW Planungsgesellschaft mbH||Frankfurt am Main  
Stiftstraße 9-17  
60313 Frankfurt am Main

Bearbeitung: IFB Institut für Bahntechnik GmbH  
Niederlassung Dresden  
Wiener Straße 114 - 116  
01219 Dresden

Bericht Nr. 2020/513240/517-11  
ersetzt Bericht Nr. 2016/515290/516-05

Datum: Dresden, 08.06.2020

gez. Dr.-Ing. Jochen Hietzge  
Projektleiter:

## Inhalt

25684679

1	Veranlassung.....	5
2	EMV-Grundsätze .....	7
2.1	EMV-Stand der Technik.....	7
2.2	Grenzwerte der EMV-Untersuchung nach 26. BImSchV.....	7
2.3	Vorsorge und Minimierungsprüfung nach 26. BImSchV VwV .....	8
2.4	Streuströme und Maßnahmen gegen elektrischen Schlag.....	9
2.4.1	Betrieb von Wechselstrombahnen .....	9
2.4.2	Betrieb von Gleichstrombahnen.....	10
2.4.3	Energieversorgungsanlagen 50 Hz .....	10
2.4.4	Blitzschutz.....	11
3	Streckenanalyse, Expositionsbereiche und Minimierungsorte .....	12
3.1	Allgemein .....	12
3.2	Bereiche Bad Homburg bis Steinbach / Weißkirchen.....	13
3.3	Bereich Gewerbegebiet Praunheim .....	14
3.4	Bereich Eschborn Ost - Mitte .....	15
3.5	Bereich Eschborn West .....	19
3.6	Bereich Eschborn Schwalbach .....	21
4	Modellierung und Berechnung .....	23
4.1	Allgemein .....	23
4.2	Berechnungstool .....	23
4.3	Modellierung .....	24
4.4	Berechnungs-Schnitte.....	24
5	Ergebnisse EMV - Untersuchungen.....	26
5.1	Erdung Rückleitung und Streustrom .....	26
5.1.1	Ergebnisse Bereiche Bad Homburg bis Steinbach / Weißkirchen.....	26
5.1.2	Ergebnisse Bereich Gewerbegebiet Praunheim .....	26
5.1.3	Ergebnisse Bereich Eschborn Ost – Mitte.....	27
5.1.4	Ergebnisse Bereich Eschborn West.....	27
5.1.5	Ergebnisse Bereich Eschborn Schwalbach.....	28
5.2	Einhaltung Grenzwerte 26. BImSchV .....	29
5.2.1	Ergebnisse Bereiche Bad Homburg bis Steinbach / Weißkirchen.....	29
5.2.2	Ergebnisse Bereich Gewerbegebiet Praunheim .....	29
5.2.3	Ergebnisse Bereich Eschborn Ost – Mitte.....	29
5.2.4	Ergebnisse Bereich Eschborn West.....	30
5.2.5	Ergebnisse Bereich Eschborn Schwalbach.....	31
5.3	Minimierungsorte nach 26. BImSchV und VwV .....	32
5.3.1	Bereiche Bad Homburg bis Steinbach / Weißkirchen.....	32
5.3.2	Ergebnisse Bereich Gewerbegebiet Praunheim .....	32
5.3.3	Ergebnisse Bereich Eschborn Ost – Mitte.....	32
5.3.4	Ergebnisse Bereich Eschborn West.....	33
5.3.5	Ergebnisse Bereich Eschborn Schwalbach.....	33
6	Zusammenfassung .....	34
7	Verwendete Unterlagen .....	36
8	Abkürzungen.....	37
	Anlage 1 .....	38 – 41

25684679

## Änderungsstand

Version	Datum	Änderungsgrund
0	02.12.2016	Erstellung
1	17.01.2017	Einfügen Punkt 2, sowie redaktionelle Überarbeitung
2	26.04.2017	Anpassung Projektbeschreibung in Punkt 1, redaktionelle Überarbeitung bezüglich Grenzwert DC in 4.1, 4.6 und 6.5 und Entfall Schnitt DC 4 in Kapitel 5.4 und im Anhang
3	09.06.2017	Ergänzungen zu Beschreibung Streustrom und Gesamt-erdungskonzept in Punkt 1 und 2.
4	10.10.2017	Ergänzungen zu Beschreibung Streustrom und Gesamt-erdungskonzept bezüglich Parallelführung Gasleitung in den Punkten 2 und 2.1. Redaktionelle Überarbeitung Gleichrichterwerk bei Praunheim in 4.6.
5	19.10.2017	Redaktionelle Überarbeitung in den Punkten 1 und 4.6.
6	15.12.2017	Redaktionelle Überarbeitung Seite 9.
7	19.10.2018	Änderungen zu Nichtverkabelung Freileitung Eschborn in den Kapiteln 4.8, 4.9, 6.7 und 6.8
8	11.09.2019	Änderungen zu 1. Änderung im Verfahren; Anpassungen PFA in Kap. 1, 4.1 u. Entfall Kap. 4.10 u. 6.9; Änderungen GUW in 4.6 und 6.5
9	19.01.2020	Neufassung Kapitel 3 bis 6
10	18.02.2020	Redaktionelle Überarbeitung Kapitel 6
11	08.06.2020	Redaktionelle Überarbeitung, Aktualisierung Lageskizzen, Änderungen zu Betriebsgebäude in den Kap. 5.1.3, 5.2.3, 5.3.3 und 6, Wegfall Schnitt AC 3.

## 1 Veranlassung

25684679

Die Regionaltangente West (RTW) ist eine neue tangentielle Schienenverbindung im Orts – und Nachbarschaftsverkehr der Metropolregion Frankfurt RheinMain zur Verbesserung des öffentlichen Schienenpersonennahverkehrs durch die Verbindung der westlichen Stadtteile der Stadt Frankfurt am Main sowie der umliegenden Kreise, Städte und Gemeinden miteinander und untereinander und zur besseren intermodalen Anbindung des Flughafens Frankfurt am Main. Durch diese Funktion der RTW wird die historisch gewachsene Verbindung über den Kopfbahnhof Frankfurt Hauptbahnhof ergänzt, was mittelbar zu einer Entlastung des Hauptbahnhofs und damit des S-Bahntunnels führt.

Für die RTW sollen dabei - insbesondere um die Eingriffe in private Grundstücksflächen bzw. in Natur und Landschaft und den Flächenverbrauch zu minimieren sowie um Kosten zu reduzieren - weitgehend vorhandene Strecken der Deutschen Bahn mitgenutzt werden, die durch neu zu bauende Teilabschnitte miteinander verknüpft werden. Soweit erforderlich werden die bestehenden Bahnstrecken und Bauwerke angepasst.

Geplant ist die Realisierung zweier Linien, die sich im Kernbereich überlagern. Diese beiden Linien sollen zum einen von Bad Homburg und zum anderen von Frankfurt-Praunheim/Gewerbegebiet jeweils über Eschborn, Frankfurt-Höchst, den Flughafen-Regionalbahnhof und Neu-Isenburg Bahnhof, zum einen nach Neu-Isenburg Birkengewann und zum anderen zum Bahnhof Dreieich-Buchsschlag verlaufen. Es ist vorgesehen, dass die beiden Linien jeweils halbstündlich verkehren und sich im Kernabschnitt zwischen Eschborn und Neu-Isenburg Bahnhof zu einem Viertelstundentakt ergänzen.

Linie 1:       Bad Homburg – Eschborn – Höchst – Flughafen –  
                  Neu-Isenburg Bahnhof - Neu-Isenburg Birkengewann

Linie 2:       Praunheim – Eschborn – Höchst – Flughafen – Neu-Isenburg  
                  Bahnhof - Dreieich-Buchsschlag

Die beiden RTW-Linien sollen an insgesamt 26 Stationen halten, von denen 13 bereits bestehende Stationen darstellen.

Aufgrund der Streckenlänge der RTW wurde diese zunächst in insgesamt vier Planfeststellungsabschnitte (Nord, Mitte, Süd 1 und Süd 2) gegliedert, für die jeweils ein eigenständiges Planfeststellungsverfahren durchgeführt wird.

Weitere Details zur Gesamtmaßnahme sind dem Erläuterungsbericht „Gesamtvorhaben Regionaltangente West“ zu entnehmen.

Die im Weiteren beschriebenen Maßnahmen sind dem PfA Nord zuzuordnen.

25684679

#### PfA Nord

Von Bad Homburg Bf bzw. Gewerbegebiet Praunheim bis einschließlich EÜ Sossenheimer Straße und der Rampenbauwerke.

Streckenlänge: ca. 16 km

Betroffene Städte und Gemeinden: Bad Homburg, Oberursel, Steinbach, Eschborn, Schwalbach, Sulzbach und Frankfurt am Main

Im EMV-Gutachten zur Einhaltung der Grenzwerte für niederfrequente elektrische und elektromagnetische Felder für die Planfeststellung wird die Betroffenheit entlang der Strecke ermittelt, die Feldbeaufschlagungen in diesen Bereichen untersucht und bei Notwendigkeit bezüglich ihrer Minimierungspotentiale betrachtet. Die Umsetzung des Minimierungsgebotes erfolgt unter Berücksichtigung der seit März 2016 geltenden Verwaltungsvorschrift zur 26. Bundesimmissionsschutzverordnung und ist für die Untersuchungen zum Gleichrichterunterwerk in Praunheim und zur Oberleitungsanlage separat dokumentiert. Die Themen Bahnerdung, Streustrom und elektrischer Schlag werden entsprechend des Planungsstands allgemeingültig betrachtet.

## 2 EMV-Grundsätze

### 2.1 EMV-Stand der Technik

Die Betrachtung der Elektromagnetischen Verträglichkeit der Elektrifizierung erfolgt hinsichtlich der Wirkungen auf Menschen, Umwelt und Technik gemäß den geltenden gesetzlichen Regularien. Die Problematik der technischen Beeinflussung und Sicherheit ist im Kapitel 2.4 beschrieben. Der Schutz von Menschen ist im Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (Elektromagnetische-Verträglichkeit-Gesetz - EMVG) festgeschrieben und findet Umsetzung in den Arbeitsschutzvorschriften. Diese werden derzeit dem aktuellen Stand angepasst. Zudem wird die Gewährleistung des Schutzes vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder gemäß der 26. BImSchV überprüft.

Hinsichtlich der Grenzwerte zu den elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern erfolgt der Nachweis nach §3 Abs. 2 und 3 der 26. BImSchV. Sie ist die restriktivste Festlegung und wird im Weiteren zur Beurteilung der Felder herangezogen.

### 2.2 Grenzwerte der EMV-Untersuchung nach 26. BImSchV

Der Nachweis zur Einhaltung der Grenzwerte der elektrischen und magnetischen Felder erfolgt nach §3 Abs. 2 und 3 gemäß Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) in der Fassung vom August 2013. Sie gilt u.a. für die Errichtung und den Betrieb von Niederfrequenzanlagen. Sie enthält Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder. Sie berücksichtigt nicht die Wirkung der elektrischen, magnetischen oder elektromagnetischen Felder auf elektrisch oder elektronisch betriebene Implantate.

Zu den Niederfrequenzanlagen gehören neben den ortsfesten Anlagen zur Umspannung und Fortleitung von Elektrizität mit einer Nennspannung von 1000 Volt und mehr ausdrücklich auch die Bahnstromfern- und Bahnstromoberleitungen und sonstige vergleichbare Anlagen im Frequenzbereich von 1 Hertz bis 9 Kilohertz.

Nähere Beschreibungen zu Vorgehen und Begrifflichkeiten sind in den Hinweisen der LAI 2014 [LAI 2014] geregelt.

Es gelten folgende Grenzwerte:

Für Niederfrequenzanlagen der Bahn mit 16,7 Hertz:

300  $\mu$ T für die magnetische Flussdichte und  
5 kV/m für die elektrische Feldstärke.

Für die Niederfrequenzanlagen mit 50 Hertz:

100  $\mu$ T für Expos. d. nicht nur vorübergehenden Aufenthalts von Menschen  
5 kV/m für die elektrische Feldstärke.

(informativ Anlagen über 2000 V für DC 0 Hz 500  $\mu$ T)

Anlagen des GSM-R Funkes liegen mit ihren Bändern von 876 Megahertz bis 925 Megahertz außerhalb dieser Betrachtung.

Weiterhin zu beachten sind Feldanteile von Hochfrequenzanlagen zwischen 9 kHz bis 10 MHz, die einer Standortgenehmigung im Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen. Die Überprüfung erfolgt auf Grundlage der Datenbank der Bundesnetzagentur. Liegt zu derartigen Anlagen ein Abstand größer 300 m vor ist keine weitere Betrachtung notwendig.

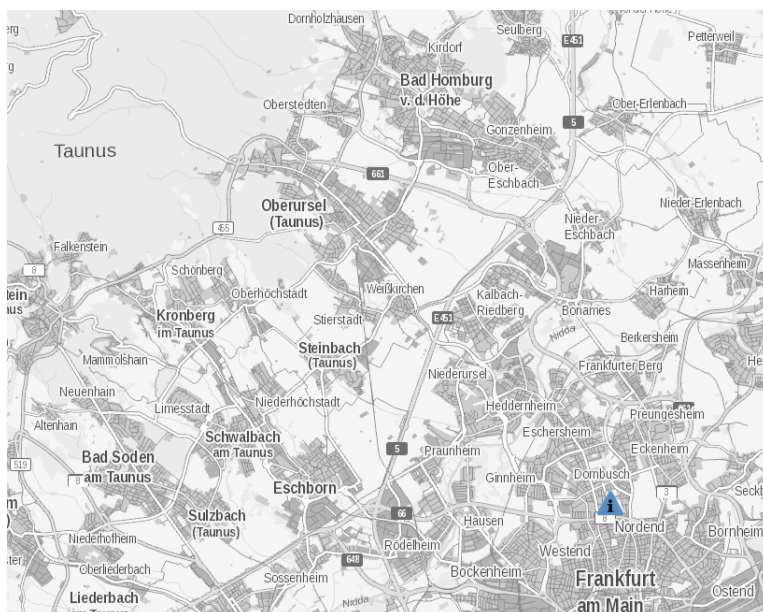


Abbildung 1: Datenbankabfrage vom 19.12.2019

### 2.3 Vorsorge und Minimierungsprüfung nach 26. BImSchV VwV

In dieser Untersuchung werden alle Grenzwerte gemäß der „Anforderungen zur Vorsorge“ (§ 4 26. BImSchV) verwendet. Dies dient dem besonderen Schutz von Bereichen mit Wohnungen, Krankenhäusern, Schulen, Kindergärten, Kinderhorten, Spielplätzen oder ähnlichen Einrichtungen.

Es ist gefordert, bei Errichtung oder maßgeblicher Änderung von Niederfrequenzanlagen oder Gleichstromanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der Anlage ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder nach dem Stand der Technik (2.1) zu minimieren. Es sind die Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu berücksichtigen. Das Vorgehen ist in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchV VwV) beschrieben.

Die Umsetzung des Minimierungsgebotes erfolgt in den Schritten:

- Vorprüfung,
- Ermittlung der Minimierungsmaßnahme,
- Bewertung der Maßnahme.

Die Durchführung und die Ergebnisse der Minimierungsprüfung werden dokumentiert und als separate Unterlagen beigelegt.



Für „maßgebliche Minimierungsorte“ innerhalb des Bewertungsabstandes erfolgt eine individuelle Minimierungsprüfung.

## **2.4 Streuströme und Maßnahmen gegen elektrischen Schlag**

Maßnahmen gegen elektrischen Schlag und Streuströme betreffen die Erdung und Rückstromführung der elektrischen Bahnenergieversorgung. Da kein zu prüfendes Gesamterdungskonzept vorliegt sind in diesem Kapitel die notwendigen Normative, Regeln und Vorgehensweisen aufgeführt, die in einem Gesamterdungskonzept für den sicheren Betrieb beachtet werden müssen. Für den vorliegenden Planungsstand sind keine Konfliktpunkte erkennbar, die im Widerspruch zu den folgenden Ausführungen stehen. Grundlage der Elektrosicherheit, Erdung und Rückleitung bilden die Normen der Reihe DIN EN 50122, die die Bahnanwendungen und deren ortsfeste Anlagen betreffen. Bahnspezifische Regelungen für Wechselstrombahnen sind in den Richtlinien der Bahn festgeschrieben.

### **2.4.1 Betrieb von Wechselstrombahnen**

Für den Betrieb des 1 AC 15 kV 16,7 Hz - Fahrleitungsnetzes von Wechselstrombahnen wird die Netzform TN-C angewendet. Dabei dienen die Fahrschienen der Wechselstrombahn sowohl als Leiter für den Triebrückstrom (Betriebsstrom - Leiter N) als auch als Schutzleiter (PE). Sie stellen somit einen PEN-Leiter dar. Aufgrund der Schutzleiterfunktion sind die Fahrschienen der Wechselstrombahn ständig nahezu widerstandslos zu erden. Das Erdreich kann als paralleler Leiter zu den Fahrschienen – abhängig von den vorliegenden Impedanzverhältnissen – Anteile des Rückstromes im Bahnstromsystem übernehmen. Durch die elektrotechnische Auslegung der Oberleitungs- und Rückleitungsanlage können die Impedanzverhältnisse zwischen der Rückleitungsanlage und dem umgebenden Erdreich gezielt beeinflusst werden, z.B. durch Rückleiterseile.

Alle ortsfesten Bahnanlagen im Bereich von Wechselstrombahnen müssen ebenfalls bahngeerdet und in den Potenzialausgleich (PA) einbezogen werden. Erdung und Potenzialausgleich der ortsfesten Bahnanlagen sind erforderlich, damit im Fahrbetrieb keine unzulässig hohen Potenzialdifferenzen zwischen Erde und den Fahrschienen auftreten. Sie können durch die Triebrückströme sowohl im Fahrbetrieb als auch im Kurzschlussfall auftreten. Im Kurzschlussfall muss eine Abschaltung des Kurzschlussstromes in den speisenden Unterwerken innerhalb vorgeschriebener kurzer Zeiten selektiv erfolgen. Daher sind alle ortsfesten elektrotechnischen Bahnanlagen und leitfähige metallische Einrichtungen mit den Fahrschienen als Bahnerde elektrisch leitend zu verbinden. Im Oberleitungs- und Stromabnehmerbereich gemäß Ril 997.0204 Bild 1 sind diese Verbindungen kurzschlussfest auszuführen, da sie zur Ableitung des Fehlerstromes dienen. Bei Verwendung von Deckenstromschienen kann der Oberleitungsbereich entfallen und es ist nur der Stromabnehmerbereich zu berücksichtigen.

Metallische Bauteile sowie die Gebäudebewehrungen im Stromabnehmer- und Oberleitungsbereich der Wechselstrombahn sind ebenfalls mit der Bahnerde zur Potenzialsteuerung zu verbinden. Durch die Verbindung mit der Bahnerde können die Bewehrungen von Stahlbetonbauteilen ebenfalls Teile des Triebrückstromes

führen. Um hierbei definierte Verhältnisse zu schaffen, wird die Rückstromführung in den Stahlbetonbauteilen durch zusätzlich in die Bewehrung eingelegte Erdungseisen beeinflusst. Die Erdungseisen sind nach DB Richtlinie (Ril 997.0205) auszuwählen, anzuordnen und zu verarbeiten. Die konstruktive Bewehrung der Stahlbetonkörper wird an diese Erdungseisen zum Zweck des Potenzialausgleichs angerödelt und kann somit auch gewisse Rückstromanteile übernehmen.

Weil alle ausgedehnten ortsfesten Bahnanlagen durch die gemeinsame Erdung bahnstromrückführend sein können, müssen Mäntel von Kabelverbindungen und metallische Leitungen, die von außen in die ortsfesten Bahnanlagen eingeführt werden, an geeigneten Übergangsgrenzen mit Potenzialtrennungen mit Isoliermuffen (und eventuell Schutzgeräten) ausgestattet werden. Kabelmäntel werden nur einseitig mit Erde verbunden. Kein Problem besteht für durchlaufende Kabel und Rohrleitungen, sofern sie gegen die Bahnanlage isoliert ausgeführt sind. Durch diese Maßnahmen wird eine Verschleppung des Bahnpotenzials nach außen verhindert.

Diese Maßnahmen sind insbesondere im Bereich der Parallelführung der Hochdruckgasleitungen im Bereich der Ausfädelung aus der Bestandsstrecke zu beachten. Durch die Ausführung als Wechselstrombahn und den Abstand zur Bahntrasse sind keine gesonderten Maßnahmen zum Streustromschutz erforderlich. Voraussetzung ist, dass der Bereich der Gasleitungstrasse sich außerhalb des Bahnpotentialbereichs befindet! Dies ist in den weiteren Planungen sicherzustellen.

## **2.4.2 Betrieb von Gleichstrombahnen**

Die elektrischen Komponenten von DC-Bahnen werden gegenüber dem Erdpotenzial als isoliertes System betrieben. Dies gilt im Besonderen auch für die Rückstromführung im DC-Bahngleis (Rückleitung). Die Fahrschienen sind einschließlich aller zur Rückleitung dienenden Komponenten gegenüber Erde und Bauwerken isoliert aufzubauen. Die Erdung von Anlagen an der Rückleitung der Stadtbahn ist generell nicht gestattet, um den Austritt von Streuströmen in das Erdreich zu verhindern.

Wegen der isoliert aufgebauten Rückleitungsanlage können sich bei langen Speiseabschnitten und hohen Fahrzeugströmen höhere Berührungsspannungen zwischen den Fahrschienen als Rückleitung und Erde aufbauen. Ursache ist die begrenzte Leitfähigkeit der Rückleitungsanlage. Das Bestehen bleiben zu hoher Berührungsspannungen, die dann z. B. von Personen von außen am Fahrzeug abgegriffen werden könnten, ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern, i.d.R. bereits in der Entwurfsphase der Bahnstromanlage. Bei historisch gewachsenen Anlagen erfordert das mitunter aufwendige Umbauten. Um das Abgreifen zu hoher Berührungsspannungen durch Personen zu verhindern, werden u.a. isolierende Bahnsteigbeläge eingebaut sowie Erdungskurzschließer (EKS) installiert, die beim Auftreten zu hoher Potenziale zwischen Bahnrückleitung und Wassererde diese für eine kurze Zeit verbinden und somit vorübergehend einen örtlich begrenzten Potenzialausgleich herbeiführen.

## **2.4.3 Energieversorgungsanlagen 50 Hz**

Zur Energieversorgung der Infrastruktur werden 50-Hz-Niederspannungssysteme (3 AC 400 V) aufgebaut. Diese können aus bahneigenen Transformatorstationen

(Mittelspannung/400 V) oder aus bahnfremden 400-V-Ortsnetzen (dann nur als TT-System) eingespeist werden. Je nach Art der Einspeisung sind spezifische Erdungs- und Schutzmaßnahmen erforderlich. Diese sind in Ril 954.0107 beschrieben.

Die Sternpunkte der Mittelspannungstransformatoren auf der 400 V-Ebene sind über die HES mit der Bahnerde bzw. bei DC-Bahnen offen über Spannungsdurchschlagsicherungen mit der Rückleitung zu verbinden.

Die 3 AC 400/230 V 50 Hz-Verbrauchernetze können in der Netzform TN-S und TT aufgebaut werden. Im Gegensatz zu den Empfehlungen des VDE sind nach dem DB-Regelwerk auch TN-C-Systeme für Verteileranlagen gefordert, so es sich um die Zusammenschaltung von Netzersatzanlagen (NEA) handelt.

#### **2.4.4 Blitzschutz**

Eine Blitzschutzanlage hat die Aufgabe, Gebäude vor direkten Blitzeinschlägen und eventuellem Brand oder vor den Auswirkungen des eingepprägten Blitzstromes zu schützen. Die Blitzschutzanlage besteht aus einem äußeren und einem inneren Blitzschutzsystem.

Das äußere Blitzschutzsystem dient der Ableitung des Blitzstromes von der Fangeinrichtung über die Ableiteinrichtungen bis zur Erdungsanlage. Für das äußere Blitzschutzsystem ist der Eigentümer der baulichen Einrichtung verantwortlich. Fahrschienen der Gleise der AC- und der DC-Bahnen dürfen nicht als Blitzschutzender verwendet werden.

Das innere Blitzschutzsystem dient der Begrenzung von Überspannungen in elektrischen Verbrauchernetzen sowie an elektrischen und elektronischen Endgeräten. Die Maßnahmen des inneren Blitzschutzes sind vom Betreiber der Netze und Endgeräte durchzuführen.

### 3 Streckenanalyse, Expositionsbereiche und Minimierungsorte

#### 3.1 Allgemein

Im Projekt der Regionaltangente West gibt es unterschiedliche Ausführungen der Bahnenergieversorgung der Trasse. Diese sind:

- 15 kV 16,7 Hz Strecke der DB nach EBO (Bestandsstrecke),
- 15 kV 16,7 Hz Strecke der RTW nach BOStrab (Neubaustrecke),
- 750 V DC Straßenbahn- bzw. Stadtbahnstrecke

Im Planfeststellungsabschnitt Nord sind alle drei Formen vorhanden.

Dabei zählen, unabhängig von der Ausführung nach EBO oder BOStrab, die Anlagen der 15 kV 16,7 Hz Bahnenergieversorgung zu den Niederfrequenzanlagen und es ist die 26. BImSchV anzuwenden. Die Bahnenergieversorgung mit 750 V DC-Versorgung zählen zu den Gleichstromanlagen kleiner 2 kV und sind nicht Gegenstand der 26. BImSchV. Ausnahmen bilden hier, wie oben beschrieben die Unterwerke.

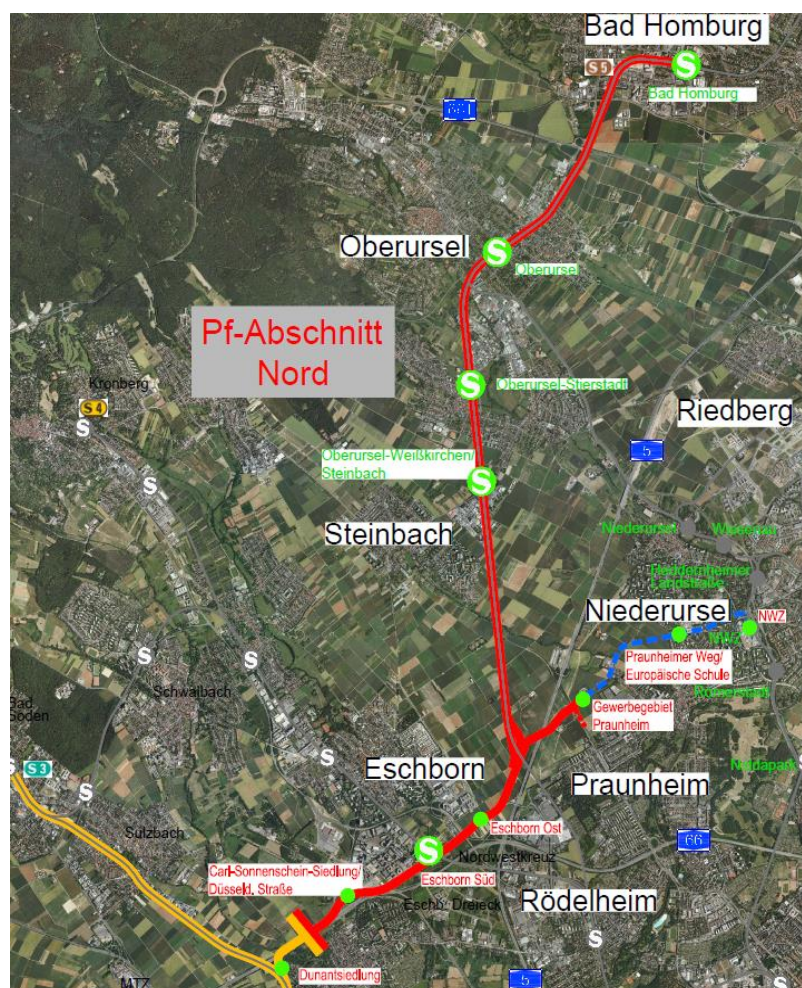


Abbildung 2: Bereich der Planung PFA Nord mit Bestands- und Neubaustrecke (durchgehende rote Linie)



Von den Bestandsstrecken werden im PFA Nord die Strecken 3611, 3615 und 3640 direkt als Trasse oder zur Energiespeisung von der RTW genutzt. Für diese Strecken wird festgestellt, ob es eine wesentliche Änderung bei der Anpassung zur Nutzung im Rahmen der RTW gibt.

Die Neubaustrecke zwischen Praunheim und Schwalbach wird als solche nach 26. BImSchV untersucht.

In Abbildung 2 ist der Planfeststellungs-Abschnitt Nord skizziert. Im Rahmen der EMV-Untersuchung werden alle Neubau-, Umbau- und Änderungsmaßnahmen betrachtet.

Die Untersuchungen betreffen die EBO-Bestandsstrecke in den Bereichen

- Bad Homburg bis Steinbach / Weißkirchen

und die Neubaustrecke mit allen Anlagen der Bahnenergieversorgung in den Wechselstromabschnitten. Im Gleichspannungsabschnitt entfallen die DC-Anlagen bei den Betrachtungen zur 26. BImSchV.

Die Neubaustrecke ist in die nachfolgenden 4 Abschnitte aufgeteilt:

- Gewerbegebiet Praunheim
- Eschborn Ost - Mitte
- Eschborn West
- Eschborn Schwalbach

Die Untersuchungen und Ergebnisse der Minimierungsprüfung sind für das Gleichrichterunterwerk in Praunheim und für die 15 kV 16,7 Hz Oberleitungsanlage in:

- IFB-4-EM-EG-01\_11\_00\_000-002-A Dokumentation der Maßnahmen zur Feldminimierung bei Gleichrichterunterwerken nach 26. BImSchV VwV (Doc\_Feldmin\_UW) und
- IFB-4-EM-EG-01\_11\_00\_000-001-A Dokumentation der Maßnahmen zur Feldminimierung bei Oberleitungsanlagen nach 26. BImSchV VwV (Doc\_Feldmin\_OL)

als Anlagen 22.1 und 22.2 beige stellt.

### **3.2 Bereiche Bad Homburg bis Steinbach / Weißkirchen**

Im Bahnhof Bad Homburg werden die Gleisanlagen der DB für die RTW genutzt. Zur Optimierung der Ausfädelung wird im Bahnhof die Anbindung der Bahnsteiggleise im Bereich km 18,5 bis 18,9 optimiert. Es erfolgt der Einbau einer Weiche. Für diesen Bereich wird die bestehende Oberleitungsanlage umgebaut. Hinsichtlich der Betrachtungen zum Minimierungsgebot wurde eine Statusprüfung durchgeführt. Diese Baumaßnahme stellt keine wesentliche Änderung dar. Das Ergebnis ist in der

Dokumentation der Maßnahmen zur Feldminimierung bei Oberleitungsanlagen (Doc\_Feldmin\_OL) dokumentiert.

In den weiterführenden Abschnitten bis in den Bereich Steinbach/Weißkirchen wird die Bestandsstrecke 3611 der Bahn genutzt. Es erfolgen keine Änderungen, Erweiterungen oder Neuinstallationen im Rahmen des RTW-Projektes. Deshalb erfolgt auch keine Betrachtung im Rahmen der Untersuchungen zur 26. BImSchV.

### 3.3 Bereich Gewerbegebiet Praunheim

Im Bereich des Gewerbegebiets Praunheim erfolgt die Prüfung des Gleichrichterunterwerks. Hier ist die Einspeisung aus dem öffentlichen Netz als Mittelspannungs-Umspannanlage relevant.

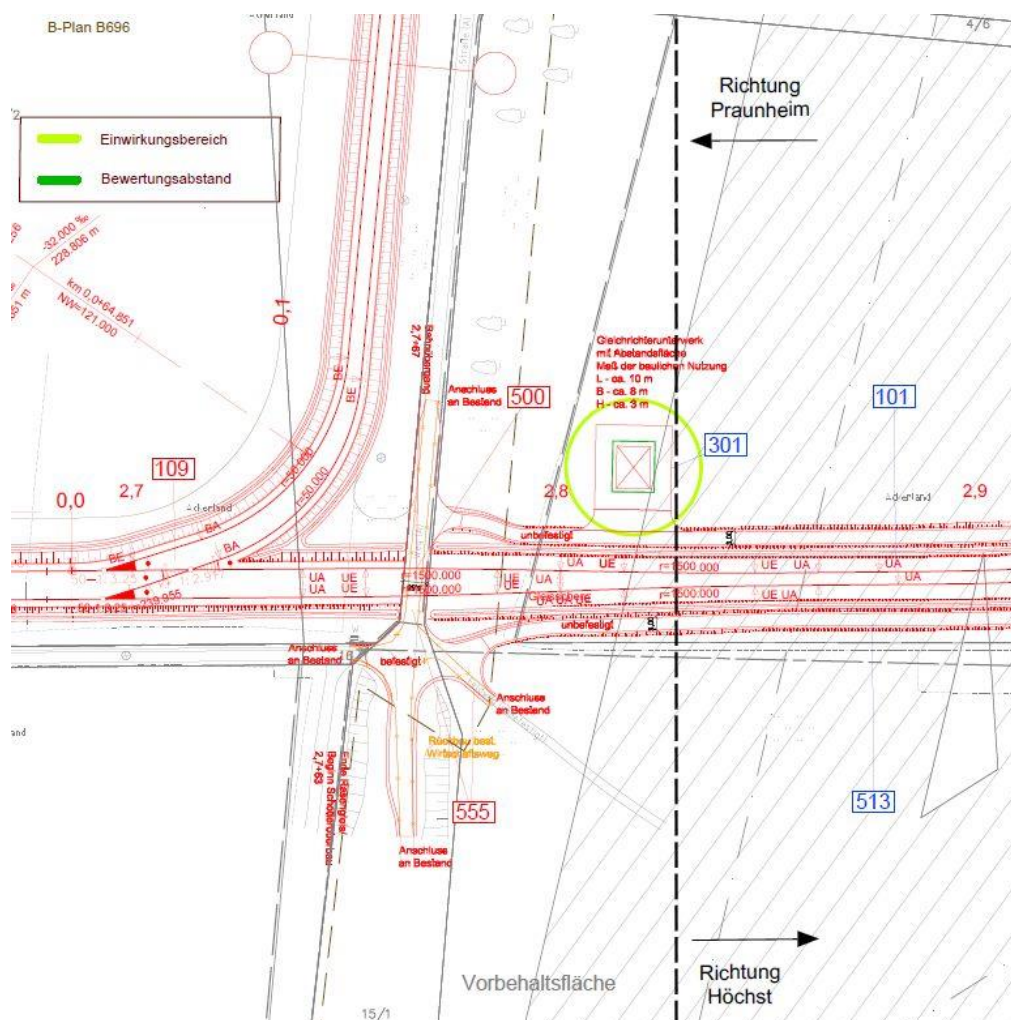


Abbildung 3: Untersuchungsbereich Gleichrichterunterwerk

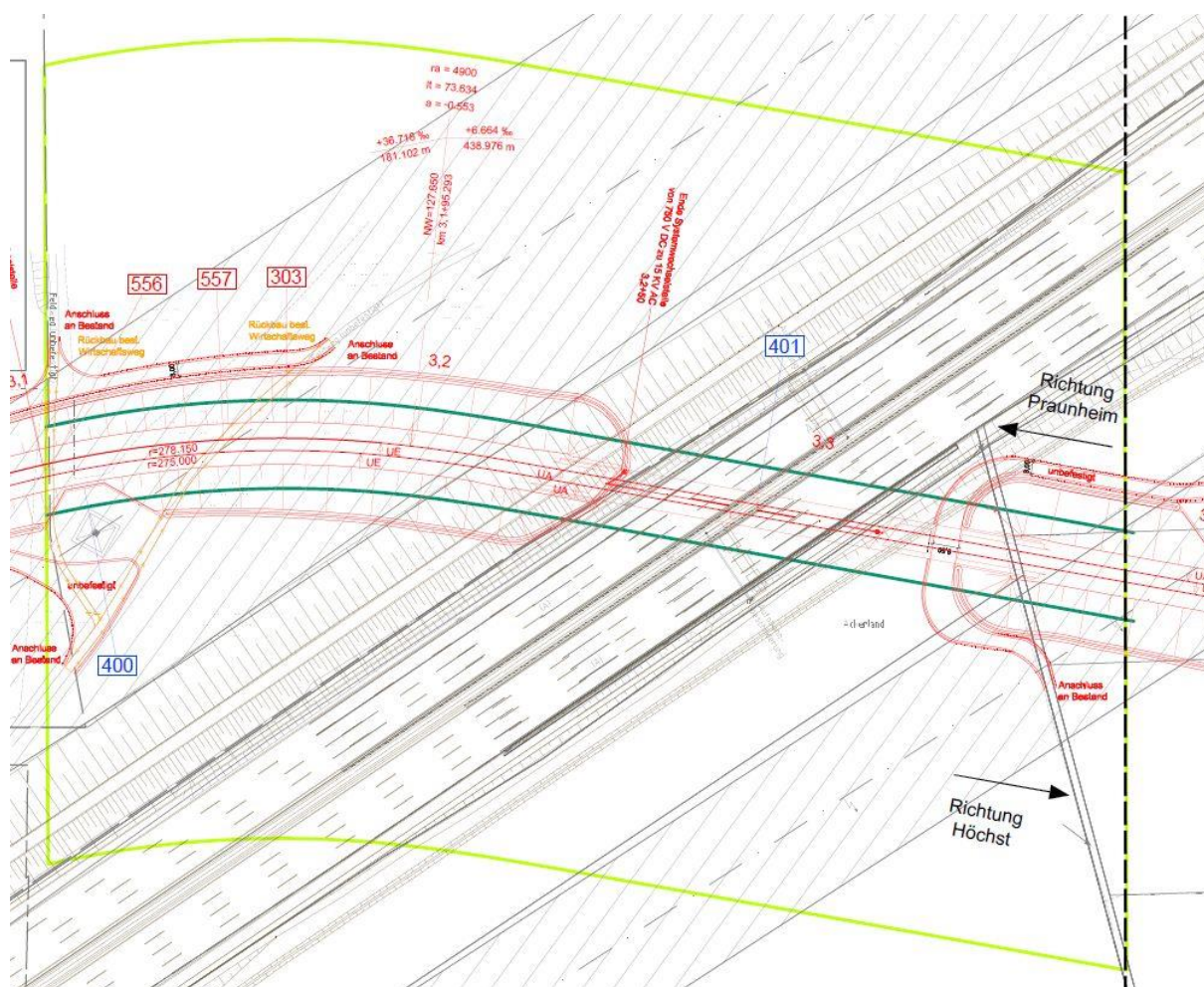
Die Untersuchung der Anlagen der Oberleitung ab der Systemtrennstelle, beginnend ab km 3,1, werden im folgenden Bereich mit betrachtet.

### 3.4 Bereich Eschborn Ost - Mitte

Die Oberleitungsanlage wird ab Bau km 3,1 als AC-Bahn nach BOStrab errichtet. Sie ist durchgehend bis km 5,3 +16 mit 3 m Gleismittenabstand geplant. Die Anlage hat den Status Neubau, damit ist die Durchführung einer Minimierungsprüfung relevant. In den nachfolgend skizzierten Untersuchungsbereichen sind jeweils die Bewertungsabstände und Einwirkungsbereiche dargestellt.

Im Bereich der BAB A 5 – Querung erfolgt die Ein- Ausfädelung zur Bestandsstrecke (Abbildung 5) und es liegen die Winkelstützwände und die Eisenbahnüberführung der BAB A 5 (Bauwerke 400 bis 402) mutmaßlich im Bahn-Bereich. Entlang der Strecke mit Wechselstrom-Elektrifizierung von der Systemtrennstelle (km 3,1) Abbildung 4 bis zum Haltepunkt Eschborn Ost (ca. km 4,4) Abbildung 6 befinden sich weder Expositionen des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts als auch Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Oberleitungsanlage. Weiterhin liegen in diesem Bereich auch keine für Dauerexpositionen relevanten B-Pläne vor.

Die Überprüfung der Grenzwerte aus §3 26. BImSchV erfolgt für die eingleisigen Ausfädelungen gemäß Geometrie AC 1 und für die zweigleisige Strecke nach



BOStrab mittels Geometrie AC 2.

Abbildung 4: Untersuchungsabschnitt Praunheim mit 15 kV-Oberleitung km 3,1–3,4



25684679

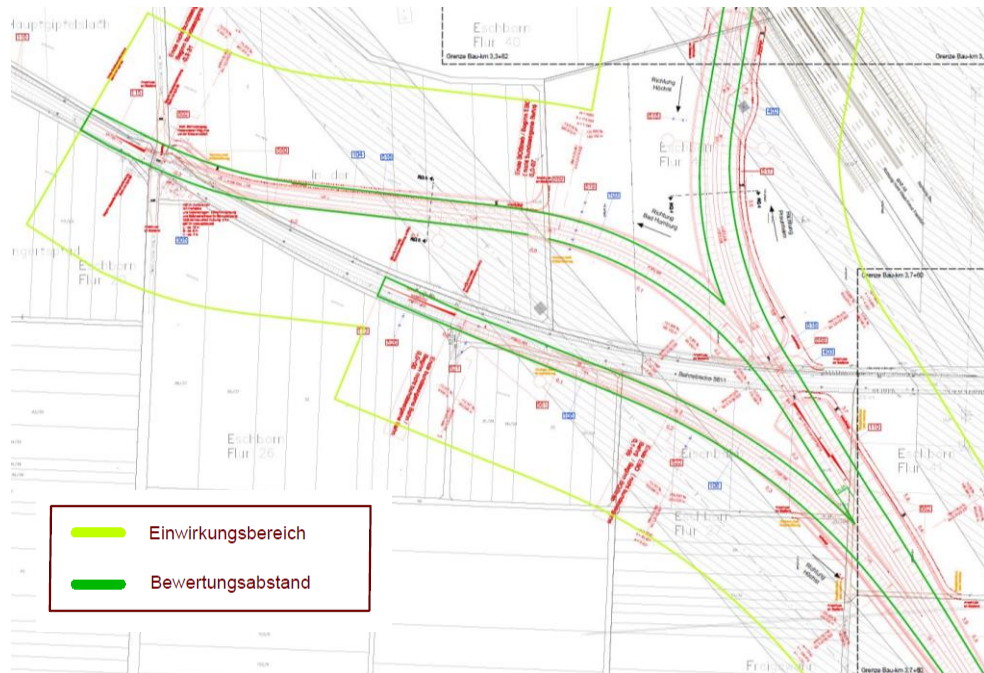


Abbildung 5: Untersuchungsabschnitt Ausfädelung aus Bestandsstrecke bei Eschborn km 3,4 – 3,9



Abbildung 6: Untersuchungsabschnitt km 3,9 – 4,6 Hp Eschborn Ost

Im Bereich Bau km 4,3 +65 – 4,6 +00 liegt der zweigleisige Haltepunkt „Eschborn Ost“ mit Außenbahnsteigen sowie dreigleisiger Abstellanlage. Der Haltepunkt selbst und eine Eisenbahnüberführung (Ingenieurbauwerk 404) liegen im weiteren Trassenverlauf im Bahn-Erde-Bereich. Zwischen dem jeweils äußeren Leiter Oberleitungsanlage und dem Bewertungsabstand liegen keine Bereiche mit



Expositionen des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts von Menschen. Weiterhin liegen in diesem Bereich keine für Dauerausstellungen relevanten B-Pläne vor.

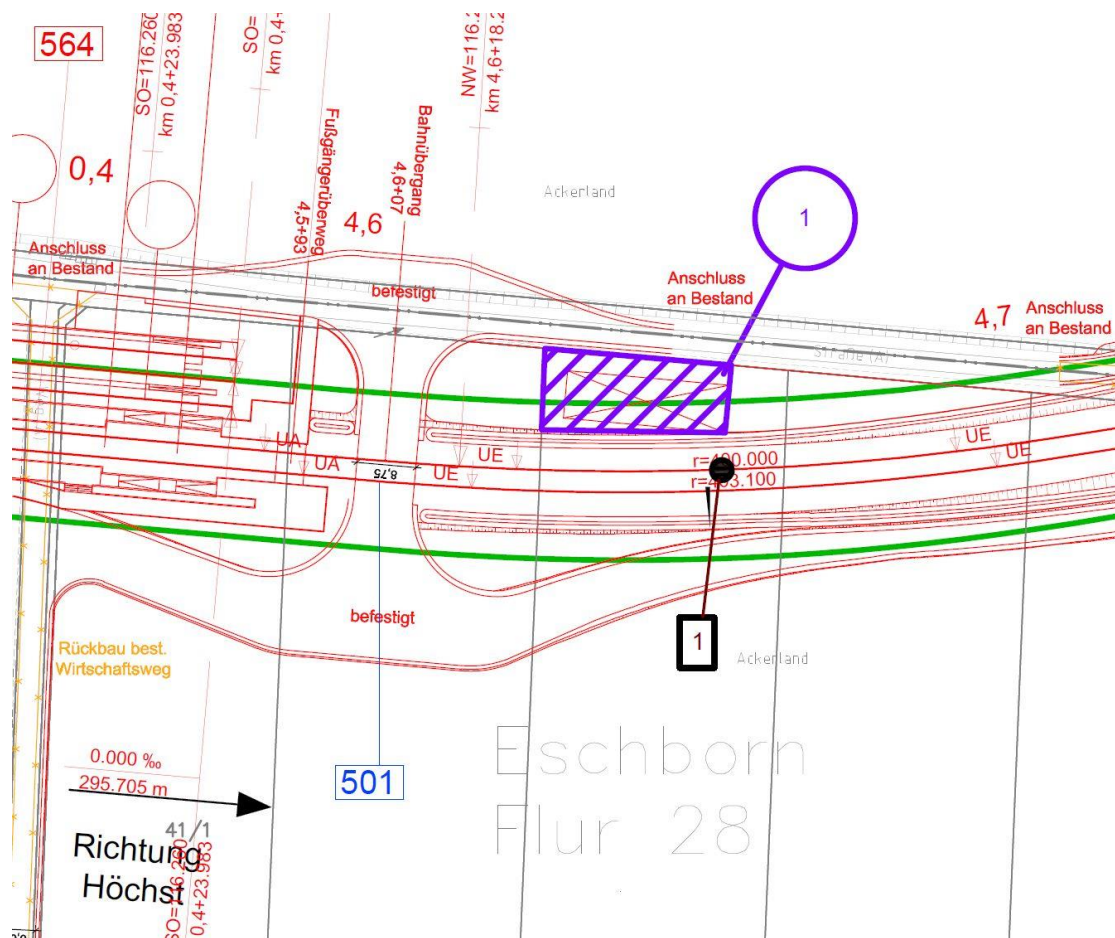


Abbildung 7: Betriebsgebäude km 4,6 +50

Im Bereich km 4,6 +50 ist der Neubau eines Betriebsgebäudes geplant. Dieses soll als Sitz des Fahrdienstleiters BOStrab dienen. Dieser Bereich wird als „Exposition des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts“ eingestuft. Durch die Lage am Gleis stellt das Betriebsgebäude einen maßgeblichen Immissionsort (LAI) dar. Es ist als Minimierungsort 1 mit Bezugspunkt 1 (Abbildung 7) dargestellt.

Die Überprüfung der Grenzwerte aus §3 26. BImSchV erfolgt für die Geometrie AC 2. Hintergrundbelastungen Dritter werden den Leitungsplänen entnommen. Ein Ausschnitt der Leitungslagen für diesen Bereich ist in Abbildung 8 dargestellt. Es liegen keine Überschneidungen der Bewertungsabstände (maßgeblicher Nachweisbereich nach LAI) zwischen der 380 kV-Freileitung (20 m) und der Bahnoberleitung (10 m) vor. Weitere Leitungen sind im Bereich nicht vorhanden. Somit wird für den Bezugspunkt 1 von keine zusätzliche Hintergrundbelastungen ausgegangen.

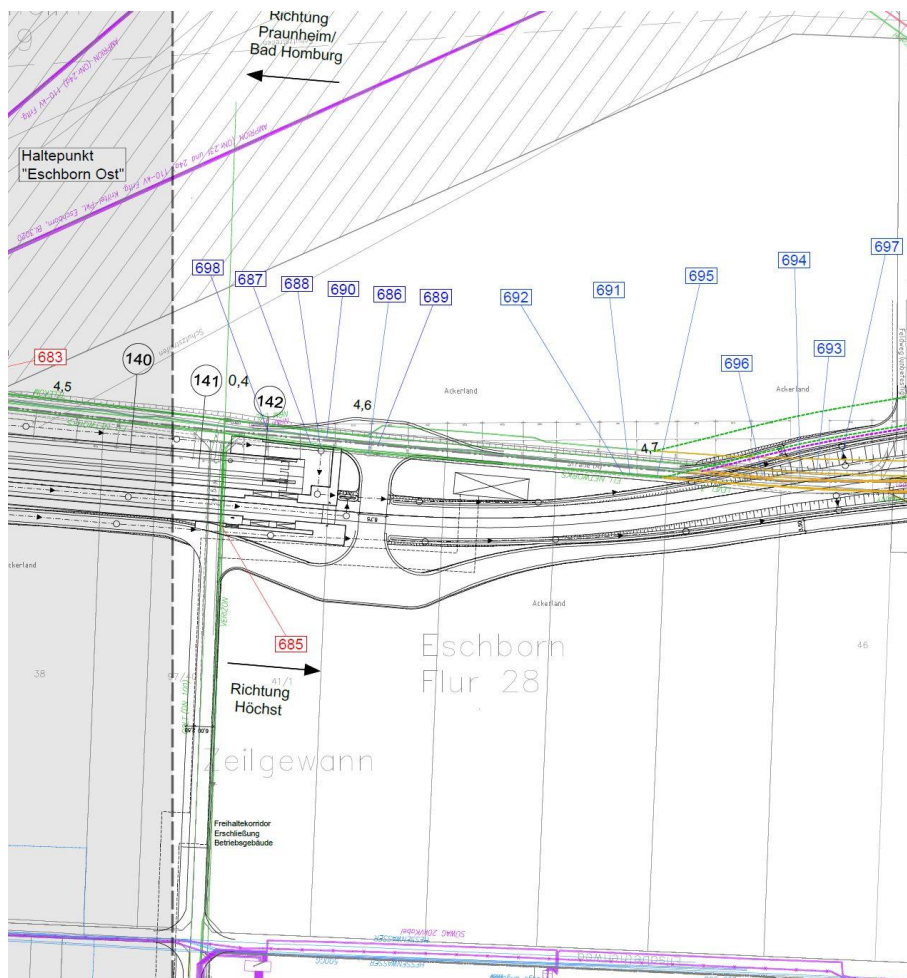


Abbildung 8: Ausschnitt Leitungsplan 1-SPI-4-SM-LL-01\_02\_00\_000-005-A\_17.5\_LP\_Trassen\_Eschborn\_Mitte2

An der Bereichsgrenze des Abschnitt Eschborn Mitte liegen die Bahnsteiganlagen des Haltepunkt Eschborn Süd. Dieser wird im folgenden Abschnitt „Eschborn West“ betrachtet. Weitere Bebauungen / Minimierungsorte sowie relevante Bebauungspläne liegen nicht vor.



Abbildung 9: Untersuchungsabschnitt Eschborn Mitte km 4,5 – 5,3

25684679

### 3.5 Bereich Eschborn West

Im Bereich West von Bau km 5,3+16 - 6,0+94 wird die Oberleitungsanlage ebenfalls nach BOStrab mit 3 m Gleismittenabstand errichtet.



Abbildung 10: Untersuchungsgebiet Eschborn West km 5,3 - 6,1

In diesem Bereich befindet sich der Haltepunkt Eschborn Süd in zwei Ebenen als Kreuzung mit der Bestandsstrecke 3615, diverse Rampenbauwerke und die aufgeständerte Trasse im Bahn-Erde-Bereich. Zwischen dem jeweils äußeren Leiter der Oberleitungsanlage und dem Bewertungsabstand liegen keine Bereiche mit Expositionen des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts von Menschen. Die Oberleitungsanlage hat den Status Neubau, damit ist die Durchführung einer Minimierungsprüfung relevant.

Die Überprüfung der Grenzwerte aus §3 26. BImSchV erfolgt für die Anlagen-Geometrie AC 2. Hintergrundbelastungen Dritter werden den Leitungsplänen entnommen. Ein Ausschnitt der Leitungslagen für diesen Bereich ist in Abbildung 11 dargestellt. Relevant als Hintergrundbelastung sind die Freileitungen mit einem Bewertungsabstand von bis zu 20 m bei 380 kV. Alle anderen Kabel haben einen Bewertungsabstand von einem Meter und sind unter Wegen bzw. Straßen verlegt. Damit liegt keine Überschneidung mit untersuchungsrelevanten Grundstücken und Bebauungen vor. Kabel der Straßenbeleuchtung fallen wegen der Spannungshöhe nicht in die Betrachtung.





Abbildung 11: Ausschnitt Leitungsplan 1-SPI-4-SM-LL-01\_02\_00\_000-006-A\_17.6\_LP\_Trassen\_Eschborn\_Westpdf

In diesem Bereich befinden sich die B-Pläne 110, 98 und 233 in Eschborn und der Plan 341 Ä in Frankfurt. Damit liegen maßgebliche Minimierungsorte vor. Diese wurden zu Siedlungsstrukturen mit Minimierungsorten 2/1, 2/2, 3/1, 3,2 und 4 zusammengefasst. Jeder Struktur ist ein repräsentativer Bezugspunkt mit gleicher Nummer zugeordnet. Für die Bezugspunkte der Bereiche 3/2 und 4 liegt eine Überlagerung mit 50 Hz-Feldern der 380 kV/110 kV-Amprion/Süwag-Leitung vor.

Die Hintergrundbelastung entsteht durch das Spannungsfeld zwischen den Masten 20 und 21 der Gemeinschaftsleitung Kriftel – Eschborn Bl. 4228. Die Leitung hat einen minimalen Abstand zum Boden von 12 m, die zugehörigen Mastskizzen sind in Abbildung 12 dargestellt. Die maximalen Ströme sind mit 680 A für das 110 kV System und mit 2760 A für das 380 kV System angegeben.

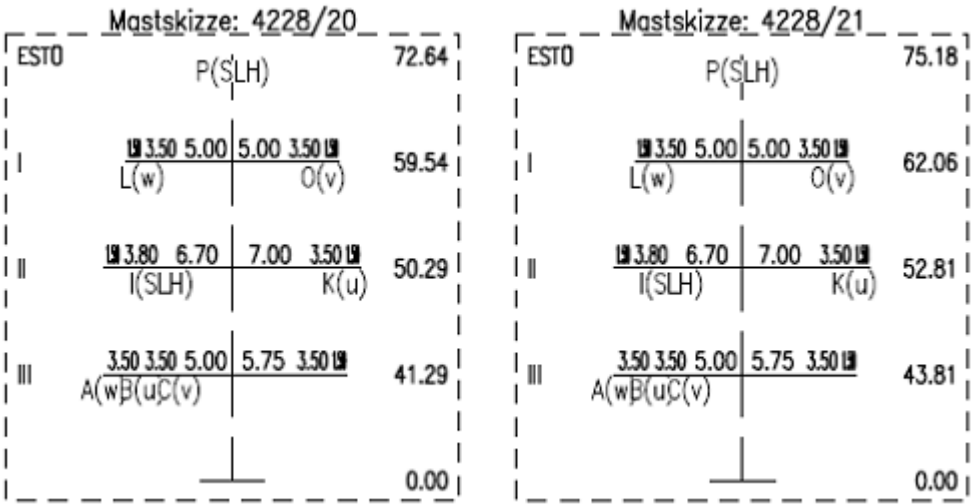


Abbildung 12: Mastskizzen Mast 20 und 21

### 3.6 Bereich Eschborn Schwalbach

Auch im letzten Bereich im PFA Nord, Bau km 6,0 +94 – 7,0 +00, wird die Oberleitungsanlage nach BOStrab mit 3 m Gleismittenabstand errichtet.

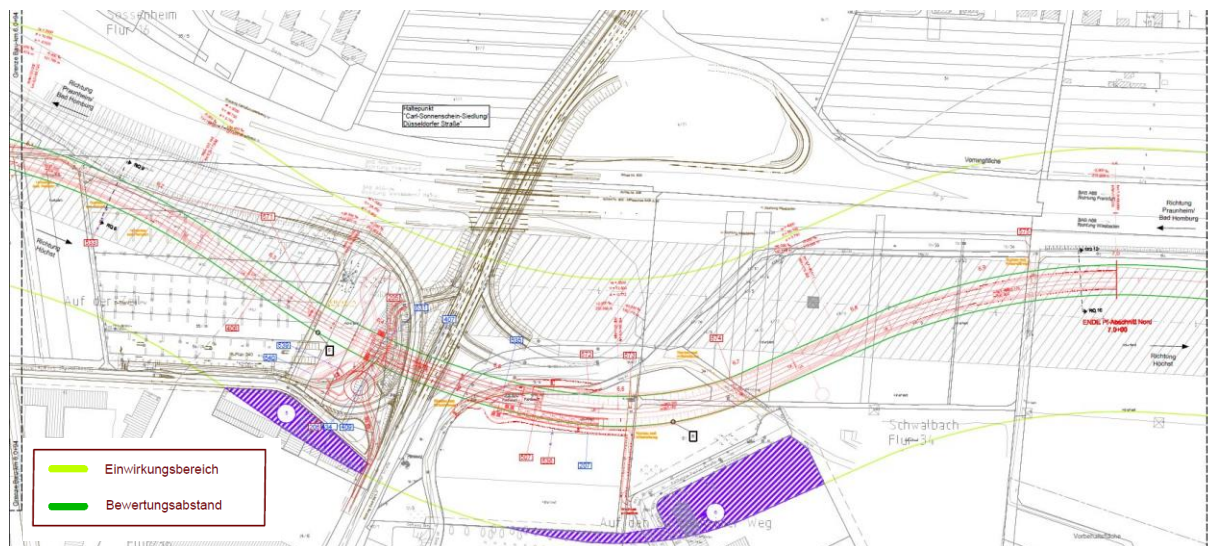
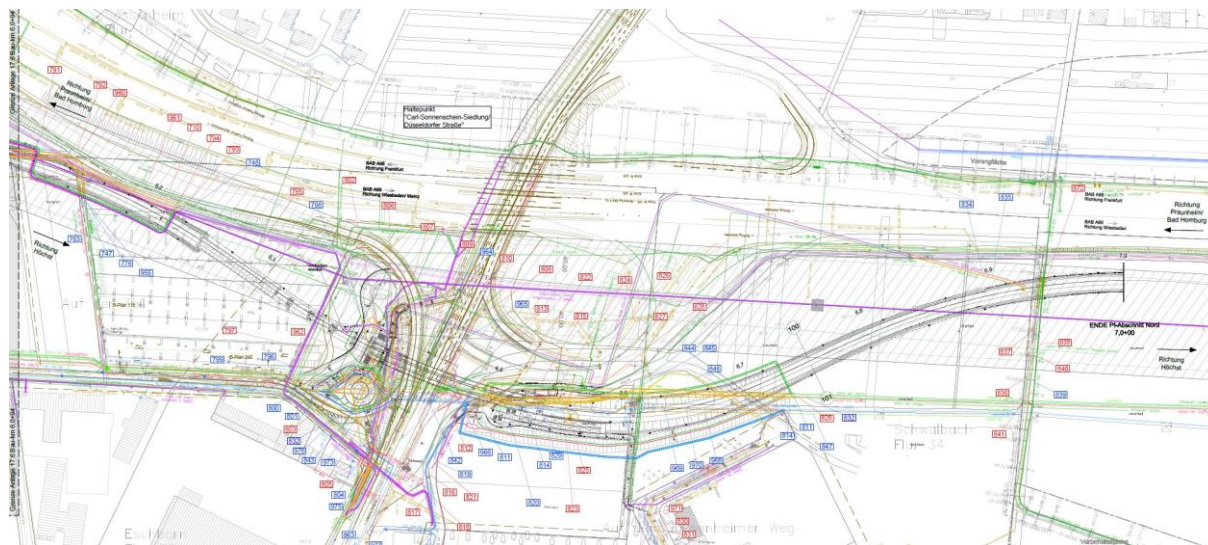


Abbildung 13: Untersuchungsgebiet Eschborn Schwalbach, km 6,1 - PFA-Grenze

Hier befindet sich der Haltepunkt „Carl Sonnenschein Siedlung/Düsseldorfer Straße“



als Ingenieurbauwerk 407, bei dem die Bahnerdung zu berücksichtigen ist.

Abbildung 14: Auszug Leitungsplan 1-SPI-4-SM-LL-01\_02\_00\_000-007-A\_17.7\_LP\_Trassen\_Eschborn\_Schwalbach

Die Oberleitungsanlage hat den Status Neubau, damit ist die Durchführung einer Minimierungsprüfung relevant. Die Überprüfung der Grenzwerte aus §3 26. BImSchV erfolgt für die Anlagen-Geometrie AC 2. Hintergrundbelastungen Dritter werden den Leitungsplänen entnommen. Ein Ausschnitt der Leitungslagen für diesen Bereich ist

25684679

in Abbildung 14 dargestellt. Die Freileitungen mit einem Bewertungsabstand von bis zu 20 m bei 380 kV haben keine Überschneidungen mit den vorliegenden repräsentativen Bezugspunkten und sind damit als Hintergrundbelastungen nicht relevant. Alle anderen Kabel haben einen Bewertungsabstand von einem Meter und sind unter Wegen bzw. Straßen verlegt, sodass keine Überschneidung mit untersuchungsrelevanten Grundstücken und Bebauungen vorliegen. Kabel der Straßenbeleuchtung fallen wegen der Spannungshöhe nicht in die Betrachtung.

In diesem Bereich liegen die B-Pläne 233 (Beachtung im vorherigen Bereich Eschborn West) 116, 240, 98 und 216(233). Es liegen maßgebliche Minimierungsorte vor. Diese wurden zu den Siedlungsstrukturen mit Minimierungsorten 5 und 6 zusammengefasst. Ihnen sind die repräsentativen Bezugspunkte 5 (km 6,3 +60) und 6 (km 6,6 +30) zugeordnet.



## 4 Modellierung und Berechnung

### 4.1 Allgemein

Die Untersuchungen nach 26. BImSchV betrachten die niederfrequenten elektrischen und elektromagnetischen Felder ortsfester Anlagen zur Fortleitung von Energie mit 1000 V und mehr in einem Frequenzbereich von 1 Hz bis 9 kHz.

Die Arbeitsfrequenzen der Anlagen des GSM-R mit 876 - 880 MHz bzw. 921 - 925 MHz liegen deutlich oberhalb des Betrachtungsbereichs und es erfolgt keine Einbeziehung der GSM-R-Anlagen in die Berechnungen.

Als niederfrequente Anlagen zählen die Bahnenergieversorgungsanlagen mit 16,7 Hz und die örtliche Energieversorgung der DC-Bahn mit 50 Hz.

### 4.2 Berechnungstool

Die Berechnungen der elektromagnetischen Felder erfolgen mit einem IfB-eigenen EMV-Tool. Es dient der Berechnung niederfrequenter elektromagnetischer und elektrischer Felder. Im Niederfrequenzbereich sind die magnetischen Felder nur vom Strom und nicht von der Spannung abhängig. Andersherum beim elektrischen Feld, dieses ist nur von der Spannung und nicht vom Strom abhängig.

Die Berechnung des elektromagnetischen Feldes erfolgt analytisch und basiert auf dem Gesetz von Biot-Savart mit Vereinfachungen für lange gerade Leiter. Die resultierenden Gleichungen stimmen mit der in EN 50413 Anhang A geforderten Abhängigkeit  $1/R$ , mit  $R$  als Abstand zum Leiter „(Amperesches Gesetz)“ überein (Nachweis von numerischen Berechnungen und oder Messungen).

Die Berechnung des elektrischen Feldes erfolgt ebenfalls in Übereinstimmung mit EN 50413 (Anhang A.1.1.1). Der Methode basiert auf der Lösung der Laplace'schen Gleichungen unter Nutzung der Vereinfachungen gerader paralleler Leitungen. Wegen der Anwendung der Spiegelladungsmethode dürfen keine Leiter auf Höhe Null liegen. Deshalb werden die Schienen standardmäßig auf Höhe 1 m gelegt.

Der Algorithmus des Feldberechnungsprogramms wird auch im Netzwerksimulator OpenPowerNet des IFB verwendet. Dieses Simulationstool ermittelt die Betriebsströme und ihre Aufteilungen zwischen den Leitern. Zum Nachweis der Plausibilität der Ergebnisse wurde die Leistungsfähigkeit anhand eines Vergleiches zwischen Rechnung und Messung bei einer komplexen Anforderung gezeigt. [Link] Hier konnte das Maximum der Magnetischen Feldstärke auf einem Baufeld neben einer stark befahrenen Bahnstrecke in Berlin rechnerisch und messtechnisch gegenübergestellt werden. Das Ergebnis zeigte eine sehr gute Übereinstimmung.

Für die Anwendung der Feldberechnung für die 26. BImSchV werden keine Betriebsströme mit OPN ermittelt, sondern die Anlagenströme und Stromverteilungen gemäß der Bauart und den Richtlinien der Bahn verwendet [Ril 997].

### 4.3 Modellierung

Parameter für die Regel-Oberleitung AC im Projekt sind:

- Fahrdrathöhe: 5,50 m
- Systemhöhe: Einzelmaste: 1,80m
- keine Speiseleitung/Verstärkungsleitung;

Die für die AC-Speiseabschnitte relevanten Querschnitte sind der Neubauabschnitt Praunheim – Eschborn Schwalbach mit den Regelquerschnitten:

- eingleisige EBO-Strecke
  - (Regelquerschnitt im Dammbereich Überleitung Strecke 3611 zur Straßenbahn)
- zweigleisige Station mit Außenbahnsteigen sowie dreigleisige Abstellanlage
  - (Regelquerschnitt im Bereich des Haltepunktes „Eschborn-Ost“ Bau km 4,3 +65 – 4,6 +00)
- zweigleisige BOStrab-Strecke mit Außenmasten
  - Regelquerschnitt im Dammbereich Bau km 2,7 +70 – 4,1 +75; 4,6 +50 – 5,2 +00; 6,2 +30 – 6,6 +00
  - Regelquerschnitt im Einschnittsbereich Bau km 4,1 +75 – 4,3 +65; 4,6 +00 – 4,6 +50; 6,0 +40 – 6,2 +30
  - Regelquerschnitt im Dammbereich mit einseitigem Wirtschaftsweg Bau km 5,6 +80 – 6,0 +40
  - Regelquerschnitt im Bereich Elisabethenstraße Bau km 6,6 +00 – 7,0 +00

Für die Berechnung der Elektromagnetischen Felder ergeben sich somit die Querschnitte:

- AC 1 eingleisige EBO-Strecke (Ausfädelungen)
- AC 2 zweigleisige BOStrab-Strecke mit Außenmasten (3 m Gleisabstand)

Für Felder bei Einsatz von Rückleitern werden diese durch Rückleiterzahl in Klammern gekennzeichnet (AC 2(2) ist ein Regelquerschnitt zweigleisig mit zwei Rückleiterseilen).

### 4.4 Berechnungs-Schnitte

#### AC 1 eingleisige EBO-Strecke (Ausfädelungen)

Geometriedaten:            1 Gleis, AC-Kettenwerk Ausfädelungen Strecke 3611  
                                      keine Speiseleitungen  
                                      1 entfernte Erde

Annahme der Ströme und deren Verteilungen:

1 Streckenstrom 560 A, 40 % Rückstrom Gleis  
 Erdstrom entfernt 60 %.



**AC 2 zweigleisige BOStrab-Strecke mit Außenmasten**

25684679

Geometriedaten:            2 Gleise, AC-Kettenwerk Neubaustrecke ab km 3,1  
                                 Gleismittenabstand 3,0 m  
                                 keine Speiseleitungen  
                                 keine, eine oder zwei Rückleiter a 15 % Gesamtückstrom  
                                 1 entfernte Erde

Annahme der Ströme und deren Verteilungen:

                                 2 Streckenströme a 560 A, 40 % Rückstrom Gleis  
                                 Erdströme entfernt 50 %, 40 % bei 1xRL, 30 % bei 2xRL.

## 5 Ergebnisse EMV - Untersuchungen

Im folgenden Kapitel sind die Ergebnisse der oben beschriebenen Abschnitte und Bereiche bezüglich der Untersuchungen zu:

- Erdung, Rückleitung, Streustrom und Schutz vor elektrischem Schlag,
- Einhaltung der Grenzwerte für elektrische und elektromagnetische Felder nach 26. BImSchV und
- Minimierung elektrischer Felder nach 26. BImSchV VwV dargestellt.

### 5.1 Erdung Rückleitung und Streustrom

Für diese Anlagen gilt es den Schutz vor zu hohen Berührungsspannungen zu realisieren. Dies kann sichergestellt werden indem die Installationen nach geltenden Richtlinien von Bahn und VDV realisiert werden. Dabei ist u.a. die Behandlung bahnfremder Einspeisungen, die Sicherung/Einhaltung des Handbereiches an den Zugängen und die Vermeidung von Potenzialverschleppungen nach außen zu beachten.

Unabhängig von der Art der Ausführung sind bei der Ausführungsplanung keine zwingend kritischen Zustände bezüglich Streustrom und Berührungsschutz zu erwarten, da eine abgestimmte normkonforme Ausführung möglich ist.

#### 5.1.1 Ergebnisse Bereiche Bad Homburg bis Steinbach / Weißkirchen

Im Bereich Bad Homburg sind eine Verlängerung des Bahnsteigs und eine Ergänzung der Beleuchtung vorgesehen. Es ist die Anwendung der Bahnrichtlinien bei der Ausführung der (kurzschlussfesten) Erdung zu beachten. Die zusätzliche Beleuchtung des Bahnsteigs ist gemäß des Erdungskonzepts des Bahnhofs Bad Homburg auszuführen und die Übereinstimmung mit den Bahnnormen muss sichergestellt sein.

Der anschließende Verlauf der Bestandsstrecke bis zum Bereich Steinbach / Weißkirchen bleibt unverändert. So sind keine zusätzlichen Aktionen notwendig.

#### 5.1.2 Ergebnisse Bereich Gewerbegebiet Praunheim

Im Bereich Gewerbegebiet Praunheim ist eine DC-Bahnstromversorgung für Straßenbahn bis ca. Bau-km 3,1 vorgesehen. Hier sind die Schienen und die anderen Komponenten der Rückleitungsanlage isoliert aufzubauen gemäß EN 50122-2. Eine Erdung anderer Anlagen an der Rückleitung der DC-Bahn ist nicht gestattet. Geräte und Anlagen mit (öffentlicher) 50 Hz -Stromversorgung sind isoliert auszuführen. Die Gleis-Erde-Spannungen sind zu beachten und die Verwendung von Erdungskurzschließen für die Bahnsteige im Haltepunkt „GE Praunheim“ ist zu prüfen.

Weiterhin beginnt bei ca. Bau-Km 3,1 die Systemwechselstelle zwischen DC- und AC-Bahnenergieversorgung. Ab hier sind die Regularien für Wechselstrombahnen

anzuwenden. Dabei ist im Stromabnehmer- und Oberleitungsbereich (siehe DB Rili 997.0204) auf eine kurzschlussfeste Erdung zu achten. Dies betrifft insbesondere die Bauwerke 400 bis 401. Reichen die Bauwerke in den Oberleitungs- bzw. Stromabnehmerbereich, so ist die Erdung kurzschlussfest mit einer Erdungs-Prüfung vor Betonierfreigabe auszuführen.

### 5.1.3 Ergebnisse Bereich Eschborn Ost – Mitte

In diesem Bereich erfolgt die Bahnstromversorgung ausschließlich mit einem 15 kV 16,7 Hz Bahnstromsystem. Unabhängig der Ausführung nach EBO oder BOStrab sind die technischen Regeln zur Bahnerdung von Wechselstrombahnen einzuhalten. Dies betrifft insbesondere das Bauwerk 402, den Haltepunkt „Eschborn Ost“ und die Ingenieurbauwerke 404 (Neubau einer Eisenbahnüberführung über die Landesstraße L3005 „Lorscher Straße“ und einen Wirtschaftsweg) und 405 (Neubau einer Eisenbahnüberführung über den Westerbach, die DB-Strecke 3615 und die Stadtstraße „Wilhelm-Fay-Straße“ einschließlich Neubau des Troges an der Elisabethenstraße) auf der Grenze zum folgenden Bereich Eschborn West (Betrachtung im nachfolgenden Abschnitt). Im Bereich des neu zu errichtenden Betriebsgebäudes im Bereich km 4,6 +50 und dessen Einzäunung ist auf saubere Potenzialtrennung zu achten und eine Potenzialverschleppung auszuschließen.

Erdungstechnisch sind bei der Neuerrichtung der beiden Außenbahnsteige des HP „Eschborn Ost“ einer möglichen Potenzialverschleppung in die Außenwelt (der Bahnerde) entgegenzuwirken. Anwendung der Bahnrichtlinien bei der Ausführung der (kurzschlussfesten) Erdung aller betroffenen Ingenieurbauwerke inklusive der Erdungs-Prüfung vor Betonierfreigabe. Im Bereich des Haltepunktes sind die elektrischen Bahnsteigausrüstungen der neuen Außenbahnsteige entsprechend der Bahnrichtlinien auszuführen. Es müssen die Systeme:

- Beleuchtung Bahnsteig und Zuwegung,
- Beschallungsanlagen,
- Fahrkartenautomaten und
- Videoanlagen

bezüglich der Erdung koordiniert werden und die Übereinstimmung mit den Bahnnormen sichergestellt sein.

### 5.1.4 Ergebnisse Bereich Eschborn West

In diesem Bereich erfolgt die Bahnstromversorgung ausschließlich mit einem 15 kV 16,7 Hz Bahnstromsystem in der Ausführung nach BOStrab. Es sind die technischen Regeln zur Bahnerdung von Wechselstrombahnen einzuhalten. Dies betrifft das im vorrangegangenen Kapitel beschriebene Bauwerk 405 (Neubau einer Eisenbahnüberführung über den Westerbach, die DB-Strecke 3615 und die Stadtstraße „Wilhelm-Fay-Straße“ einschließlich Neubau des Troges an der Elisabethenstraße) und insbesondere den Haltepunkt „Eschborn Süd“ als Verbindung der Haltepunkte zweier Strecken. Durch die Vereinigung mit den Anlagen der Bahn (Bestandsstrecke 3615) ist eine Abstimmung mit dem

Erdungskonzept der Bahn erforderlich. Es sind die elektrischen Bahnsteig-ausrüstungen entsprechend der Bahnrichtlinien auszuführen. Es müssen die Systeme:

- Beleuchtung Bahnsteig und Zuwegung,
- Beschallungsanlagen,
- Fahrkartenautomaten,
- Videoanlagen,
- Treppenanlagen und
- Aufzüge

bezüglich der Erdung koordiniert werden und die Übereinstimmung mit den Bahnnormen sichergestellt sein. Es gilt die Anwendung der Bahnrichtlinien bei der Ausführung der (kurzschlussfesten) Erdung aller betroffenen Ingenieurbauwerke inklusive der Erdungs-Prüfung vor Betonierfreigabe.

#### **5.1.5 Ergebnisse Bereich Eschborn Schwalbach**

Auch in diesem Abschnitt erfolgt die Bahnstromversorgung ausschließlich mit einem 15 kV 16,7 Hz Bahnstromsystem in der Ausführung nach BOStrab. Ein wesentliches Ingenieurbauwerk im Bahnbereich in diesem Abschnitt ist der Haltepunkt „Carl Sonnenschein-Siedlung/Düsseldorfer Straße“. Hier sind die elektrischen Bahnsteig-ausrüstungen entsprechend der Bahnrichtlinien auszuführen. Es müssen die Systeme:

- Beleuchtung Bahnsteig und Zuwegung,
- Beschallungsanlagen,
- Fahrkartenautomaten,
- Videoanlagen,
- Treppenanlagen und
- Aufzüge

bezüglich der Erdung koordiniert werden und die Übereinstimmung mit den Bahnnormen sichergestellt sein. Es gilt die Anwendung der Bahnrichtlinien bei der Ausführung der (kurzschlussfesten) Erdung aller betroffenen Ingenieurbauwerke inklusive der Erdungs-Prüfung vor Betonierfreigabe. Ebenfalls ist die Einhaltung der Bahnbestimmungen für die Erdung bei den Ingenieurbauwerken 406 (Neubau einer Stützwand) und 407 (Neubau einer Eisenbahnüberführung über die Landesstraße L3006 „Sossenheimer Straße“, die Zu- und Abfahrten der Bundesautobahn A66 und einen Wirtschaftsweg) zu prüfen.

## 5.2 Einhaltung Grenzwerte 26. BImSchV

Die Untersuchung zur Grenzwerteinhaltung beinhaltet auch die Überprüfung ob Hochfrequenzanlagen, die einer Standortgenehmigung bedürfen, mit Frequenzen von 9 kHz bis 10 MHz in einem Umkreis von 300 m vorhanden sind. Diese Überprüfung verlief negativ. Es liegen für den gesamten Untersuchungsraum keine zu berücksichtigenden meldepflichtigen Anlagen im Frequenzbereich bis 10 MHz gemäß Auskunftsportal der deutschen Netzagentur vor. Der Auskunftsstand ist der 19.12.2019 (siehe 2.2).

### 5.2.1 Ergebnisse Bereiche Bad Homburg bis Steinbach / Weißkirchen

Im Bereich Bad Homburg stellen die Bauarbeiten keine wesentliche Änderung der Niederfrequenzanlage dar. Auch im weiteren Verlauf bis Steinbach / Weißkirchen erfolgen an der DB-Bestandsstrecke 3611 durch das Projekt RTW keine Änderungen, Neu- oder Umbauten. Damit erfolgt keine nochmalige Prüfung der vorhandenen Anlagen.

### 5.2.2 Ergebnisse Bereich Gewerbegebiet Praunheim

Die Untersuchung der Grenzwerte nach §3 26.BImSchV betrifft die Einspeisung durch einen Mittelspannungsanschluss aus dem öffentlichen 50 Hz-Netz. Es liegen keine maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Stromrichteranlagen des GUW vor, so dass keine Betroffenheiten bestehen.

Die Beeinflussungen durch die AC-Oberleitungsanlage im Bereich Gewerbegebiet Praunheim werden im nachfolgenden Abschnitt mit betrachtet.

### 5.2.3 Ergebnisse Bereich Eschborn Ost – Mitte

Im Bereich liegt der Bezugspunkt 1 am km 4,6 +50 für den Minimierungsort 1 Betriebsgebäude. Nach 3.4 liegen keine zusätzlichen Hintergrundbelastungen vor. Der Bereich des Betriebsgebäudes ist ein maßgeblicher Immissionsort nach LAI 2014 und es erfolgt eine separate Untersuchung. Hierfür wird der Feldberechnungsschnitt AC 2 herangezogen. Die Berechnungsparameter entsprechen dem Querschnitt am km 4,6 +55. Für die Bestimmung der elektrischen und elektromagnetischen Felder am Bezugspunkt 1 gilt ebenfalls der Feldschnitt AC 2. Die Verhältnisse am maßgebenden Immissionsort km 4,6 +55 sind nachfolgend visualisiert.

Die Untersuchung Grenzwerte nach §3 26.BImSchV im Bewertungsabstand ergibt:

E-Feld: keine Grenzwertüberschreitung bei < 15 % Grenzwertausnutzung

B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen bei < 10 % Grenzwertausnutzung.

Untersuchung für maßgeblichen Immissionsort Betriebsgebäude am km 4,6 +50.

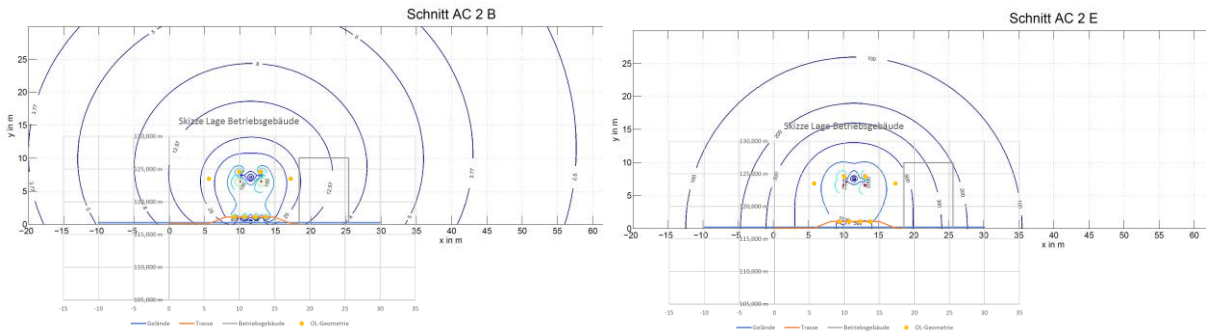


Abbildung 15: Visualisierung des Bauraumes der Betriebszentrale vor den Bildern der magnetischen Induktion und des elektrischen Feldes (vergl. Anlage 1)

5.2.4 Ergebnisse Bereich Eschborn West

Im Bereich Eschborn West liegen verschiedene Siedlungsstrukturen als maßgebliche Minimierungsorte vor. An den repräsentativen Bezugspunkten 3/2 und 4 liegen Hintergrundbelastungen durch Leitungen Dritter vor (siehe 3.5).

Die elektromagnetischen Felder durch die Oberleitungsanlage der RTW ergeben sich gleichermaßen für alle repräsentativen Bezugspunkte nach Schnitt AC 2. Für die Untersuchung der Grenzwerte nach §3 26.BlmSchV an den Bezugspunkten 2/1, 2/2 und 3/1 ergeben sich für die Felder:

E-Feld: keine Grenzwertüberschreitung bei < 10 % Grenzwertausnutzung

B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen bei < 5 % Grenzwertausnutzung.

Für die maßgeblichen Minimierungsorte 3/2 und 4 liegt eine Überschneidung mit dem Bewertungsabstand der 380 kV/110 kV Freileitung vor. Damit ist die Summenbildung nach Anhang 2a der 26. BlmSchV gemäß Formel 1 und

Formel 2 anzuwenden. Verwendet werden die in

	Felder 16,7 Hz	Felder 50 Hz
Magnetische Induktion B	< 12,57 µT	< 17,5 µT
Grenzwert 26. BlmSchV	< 300 µT	< 100 µT
Elektrisches Feld E	< 0,4 kV/m	< 2,26 kV/m
Grenzwert 26. BlmSch	< 5 kV/m	< 5 kV/m

Tabelle 1 zusammengestellten Maximalwerte der 16,7 Hz und 50 Hz Feldimmissionen für die repräsentativen Bezugspunkte 3/2 (km 5,9 +70) und 4 (km 6,0 +80). Die Feldwerte für 16,7 Hz sind im Bewertungsabstand in 1m über Schienenoberkannte bestimmt. Für Werte der 50 Hz-Felder wurden für 12 m Seilhöhe in 1 Meter über Boden die Maximalwerte unter den Seilen verwendet.

## Formel 1: Summengleichung Feldermittlung Elektrisches Feld

$$\sum_{1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{I_{E,i}}{G_{E,i}} \leq 1$$

## Formel 2: Summengleichung Feldermittlung Magnetisches Feld

$$\sum_{1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{I_{M,i}}{G_{M,i}} \leq 1$$

	Felder 16,7 Hz	Felder 50 Hz
Magnetische Induktion B	< 12,57 µT	< 17,5 µT
Grenzwert 26. BlmSchV	< 300 µT	< 100 µT
Elektrisches Feld E	< 0,4 kV/m	< 2,26 kV/m
Grenzwert 26. BlmSch	< 5 kV/m	< 5 kV/m

Tabelle 1: Maxima der Feldwerte

Die Grenzwertausschöpfung der E-Feld-Summe beträgt  $0,53 \leq 1$ .

Die Grenzwertausschöpfung der B-Feld-Summe beträgt  $0,22 \leq 1$ .

Für die repräsentativen Bezugspunkte 3/2 und 4 liegen folgende Bewertungen vor:

E-Feld: keine Grenzwertüberschreitung bei < 55 % Grenzwertausnutzung

B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen bei < 25 % Grenzwertausnutzung.

### 5.2.5 Ergebnisse Bereich Eschborn Schwalbach

Im Bereich Eschborn Schwalbach liegen verschiedene Siedlungsstrukturen als maßgebliche Minimierungsorte vor. An den repräsentativen Bezugspunkten 5 und 6 liegen keine Hintergrundbelastungen durch Leitungen Dritter vor (siehe 3.6).

Die elektromagnetischen Felder durch die Oberleitungsanlage ergeben sich gleichermaßen für beide repräsentativen Bezugspunkte nach Schnitt AC 2. Für die Untersuchung der Felder nach §3 26.BlmSchV an den Bezugspunkten 5 und 6 ergeben sich für die Felder:

E-Feld: keine Grenzwertüberschreitung bei < 10 % Grenzwertausnutzung

B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen bei < 5 % Grenzwertausnutzung.



### 5.3 Minimierungsorte nach 26. BlmschV und VwV

Für die RTW-Strecke ohne zusätzliche Leitungen (z.B. Verstärkungs- oder Speiseleitung) und mit vorhandener 15 kV 16,7 Hz Versorgung bleibt als technische Möglichkeit zur Minimierung der Einsatz von Rückleiterseilen (vergleiche Doc\_Feldmin\_OL).

#### 5.3.1 Bereiche Bad Homburg bis Steinbach / Weißkirchen

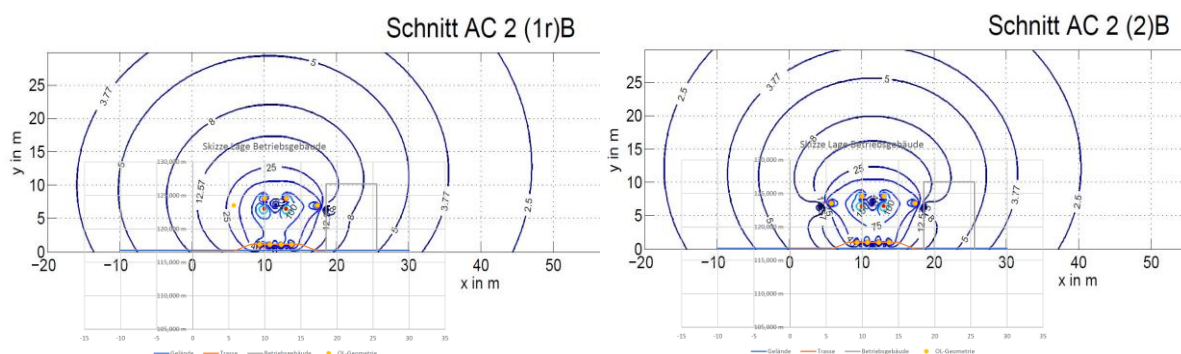
In diesem Bereich sind nur im Bahnhofsbereich Bad Homburg Umbaumaßnahmen an der Oberleitung im Rahmen eines Weicheneinbaus geplant. Diese Umbauten stellen keine wesentliche Änderung der Anlage dar (vergleiche Doc\_Feldmin\_OL). Damit erfolgt keine Anwendung der 26. BlmSchV VwV.

#### 5.3.2 Ergebnisse Bereich Gewerbegebiet Praunheim

Die Untersuchung im Bereich Gewerbegebiet Praunheim betreffen die Einspeisung des Gleichrichterunterwerks aus dem öffentlichen 50 Hz-Netz. Nach 3.3 liegen keine maßgeblichen Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Einspeisung des GUW vor. Damit entfallen weitere Untersuchungen (vergleiche Doc\_Feldmin\_UW).

#### 5.3.3 Ergebnisse Bereich Eschborn Ost – Mitte

In diesem Abschnitt liegt der maßgebliche Minimierungsort 1 mit dem Bezugspunkt 1 bei km 4,6 +50. Dieser Minimierungsort liegt zwischen Anlagenmitte und Bewertungsabstand, sodass eine individuelle Minimierungsprüfung erfolgt. Dazu sind im Folgenden die Felder der magnetischen Induktion bei Anwendungen der wirksamen Minimierung mit einem oder zwei Rückleiterseilen dargestellt (Vergleiche mit 5.2.3).



Hier könnte die Grenzwertausnutzung von 8,5 % am Punkt des Maximalen Feldes durch Einsatz von Rückleiterseilen bei idealer Verlegung um ca. 2,4 % Grenzwertausnutzung gesenkt werden. Diese technische Option muss über mindestens eine Abspannlänge angewendet werden und ist auf Bahnsteigen und in



25684679

Bahnhöfen nicht immer möglich. Damit kann das reale Minimierungspotenzial unter dem der Berechnung liegen. Die Ergebnisse durch den Einsatz der Rückleiterseile sind unterschiedlich innerhalb der Gebäudeausdehnung und reichen von mittel bis hoch in ihrer Wirkung, so dass die Minimierungsmaßnahme an diesem Bezugspunkt empfohlen wird. Diese Betrachtung ist in der Doc\_Feldmin\_OL dokumentiert.

#### **5.3.4 Ergebnisse Bereich Eschborn West**

Im Bereich Eschborn West liegen mehrere Siedlungsgebiete mit maßgeblichen Minimierungsorten (2/1, 2/2, 3/1, 3/2 und 4). Als technische Möglichkeit zur Minimierung wird die Verwendung von Rückleiterseilen beidseitig der Strecke empfohlen. In Anlage1 Ergebnisse sind die Berechnungsergebnisse für die Variantenauswahl als Feldbild und Verlauf 1 m über Schienenoberkante (SOK = 1 m) dargestellt. Der AC 2 ist die Grundvariante. Die Variante AC 2(1) ist mit einem, die Variante AC 2(2) mit zwei Rückleiterseilen ausgeführt. Die Auswahl der Minimierungsmöglichkeiten ist in Doc\_Feldmin\_OL dargelegt.

#### **5.3.5 Ergebnisse Bereich Eschborn Schwalbach**

Im Bereich Eschborn West liegen zwei Siedlungsgebiete mit maßgeblichen Minimierungsorten (5 und 6). Wegen der geringen Felddausbildung des Bahnfeldes am Minimierungsort werden keine technischen Möglichkeiten zur Minimierung vorgeschlagen. Die Auswahl der Minimierungsmöglichkeiten ist in Doc\_Feldmin\_OL dargelegt.

## 6 Zusammenfassung

Der Planfeststellungsabschnitt Nord besteht ab Bad Homburg Bf aus der Bestandsstrecke 3611 bis zur Ausfädelung Richtung Eschborn und der Neubaustrecke von Praunheim nach Eschborn Schwalbach. Die EMV-Untersuchungen erfolgten für Abschnitte mit wesentlichen Änderungen und die Neubaustrecke.

Im Untersuchungsbereich liegt mit dem Betriebsgebäude ein maßgeblicher Immissionsort. Hierfür konnte in einer separaten Untersuchung die Einhaltung der Grenzwerte nach §3 26. BImSchV mit einer Grenzwertauslastungen von < 15 % bei der magnetischen Induktion und < 10 % beim elektrischen Feld gezeigt werden. Im Weiteren werden die Grenzwerte in allen Abschnitten an den Bezugspunkten für das elektrische Feld mit kleiner 10 % und für die magnetische Induktion mit kleiner 5 % Grenzwertausnutzung eingehalten. Im Bereich des Planfeststellungsbereiches Nord liegen keine zu berücksichtigenden meldepflichtigen Anlagen im Frequenzbereich bis 10 MHz gemäß Auskunftsportal der deutschen Netzentur. Der Auskunftsstand ist der 19.12.2019.

Im Bereich Eschborn West gibt es an zwei repräsentativen Bezugspunkten Hintergrundbelastungen durch Felder der Amprion-Energieversorgungsleitung. Die resultierenden Feldbeaufschlagungen der Überlagerungen bleiben in der Grenzwertauslastung kleiner 50 %.

Die Anlagen für den Zugfunk GSM-R müssen den Vorgaben der DIN EN 50121 entsprechen. Da sie mit Frequenzen deutlich oberhalb des Betrachtungsbereiches der 26. BImSchV für niederfrequente elektromagnetische Felder arbeiten, sind sie in den Betrachtungen nicht berücksichtigt.

Bei den Untersuchungen zum Minimierungsgebot nach Verwaltungsvorschrift wurden Untersuchungen zur Speisung des Gleichrichterunterwerks aus dem öffentlichen Mittelspannungsnetz durchgeführt. Des Weiteren wurde die 15 kV 16,7 Hz Oberleitungsanlage bezüglich Minimierung untersucht. Hinsichtlich der Maßnahmen zur Feldminimierung ergibt sich folgender Sachverhalt:

- Die Umbaumaßnahmen im Bf Bad Homburg und die Oberleitungen der Bestandsstrecke sind keine Neubauten bzw. wesentliche Änderungen und bewirken keine weiteren Untersuchungen.
- Die Speisung des Gleichrichterunterwerks in Praunheim aus dem Mittelspannungsnetz ist ein Neubau. Die Untersuchung des Einwirkungsbereich der Anlage ergab keine Betroffenheiten in Form von Maßgeblichen Minimierungs-orten
- Das neu zu errichtende Betriebsgebäude im Bereich km 4,6 +50 stellt einen maßgeblichen Immissionsort dar. Hierfür erfolgte eine individuelle Minimierungsprüfung (Kapitel 5.3.3).

25684679

- An der 15 kV 16,7 Hz Neubaustrecke nach BOStrab liegen maßgebliche Minimierungsorte. Sie sind als Siedlungsstrukturen zusammengefasst und werden an repräsentativen Bezugspunkten bewertet. Von den Minimierungsmaßnahmen ist die Rückleiterführung im Bereich Eschborn West als anwendbar und wirksam bewertet.

Die Ergebnisse der Minimierungsprüfung befinden sich in den Unterlagen „Dokumentation zur Feldminimierung bei Oberleitungsanlagen / Gleichrichterunterwerken nach 26. BImSchV VwV“ Anlagen 22.1 und 22.2).

## 7 Verwendete Unterlagen

25684679

- LAI 2014: Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder 17. Und 18. September 214 Landshut
- EN 50121-2: Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit Teil 2: Störaussendungen des gesamten Bahnsystems in die Außenwelt
- EN 50122-2: Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung - Teil 2: Schutzmaßnahmen gegen Streustromwirkungen durch Gleichstrombahnen
- EN 50413: Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz)
- [Link] (Link Presentation about the calculation of magnetic flux density in [www.openpowernet.de /references.html](http://www.openpowernet.de/references.html) )
- [Ril 997] Bahnrichtlinie Elektrotechnische Anlagen Bahnstrom
- [50 Hz ] „Elektrische und magnetische Felder“ Strom im Alltag, Ausgabe 2011, Herausgegeben von der Forschungsstelle für Elektropathologie, München

## 8 Abkürzungen

25684679

B-Feld:	Feld der magnetischen Induktion
BImSchV:	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BOStrab:	Straßenbahn-Bau und Betriebsordnung
VwV:	Verwaltungsvorschrift
EMF:	Elektromagnetische Felder
EMV:	Elektromagnetische Verträglichkeit
E-Feld:	Elektrisches Feld
AC:	Wechselstrom-
DC:	Gleichstrom-
SÜ:	Straßenüberführung
EÜ:	Eisenbahnüberführung
EÜ(F)	Eisenbahnüberführung über Fußgängertunnel
IfB:	Institut für Bahntechnik
GSM-R:	Zugfunksystem
MHz:	Megahertz, Frequenz
Hz:	Hertz
kV:	Kilovolt
$\mu$ T:	Mikro Tesla, Einheit der magnetischen Induktion
VL:	Verstärkungsleitung

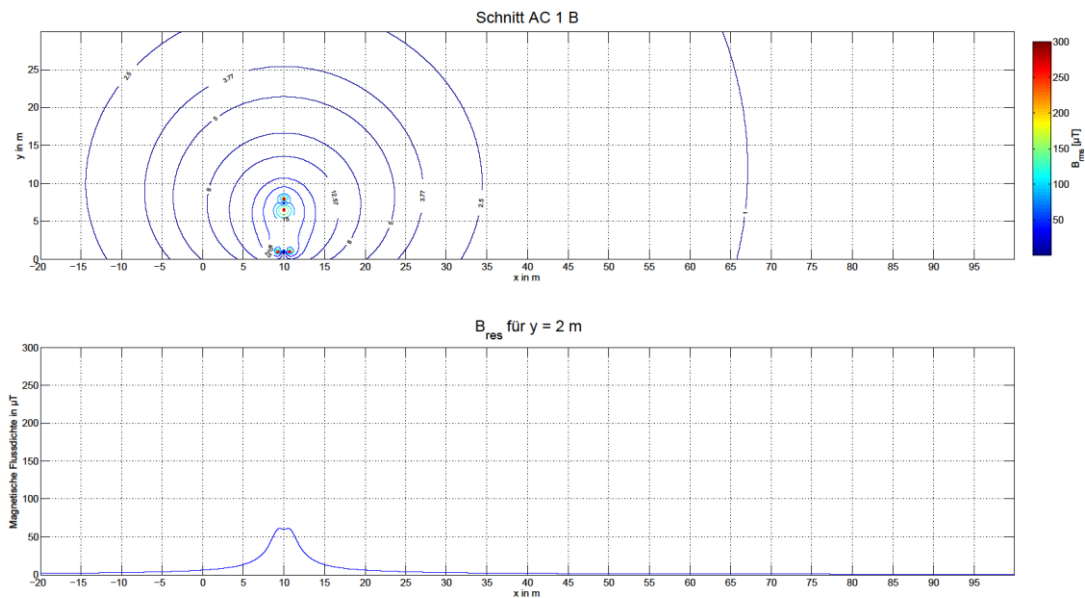
- Ende Dokument -

08.06.2020 gez. Dr.-Ing. Jochen Hietzge

## Anlage1 Ergebnisse

25684679

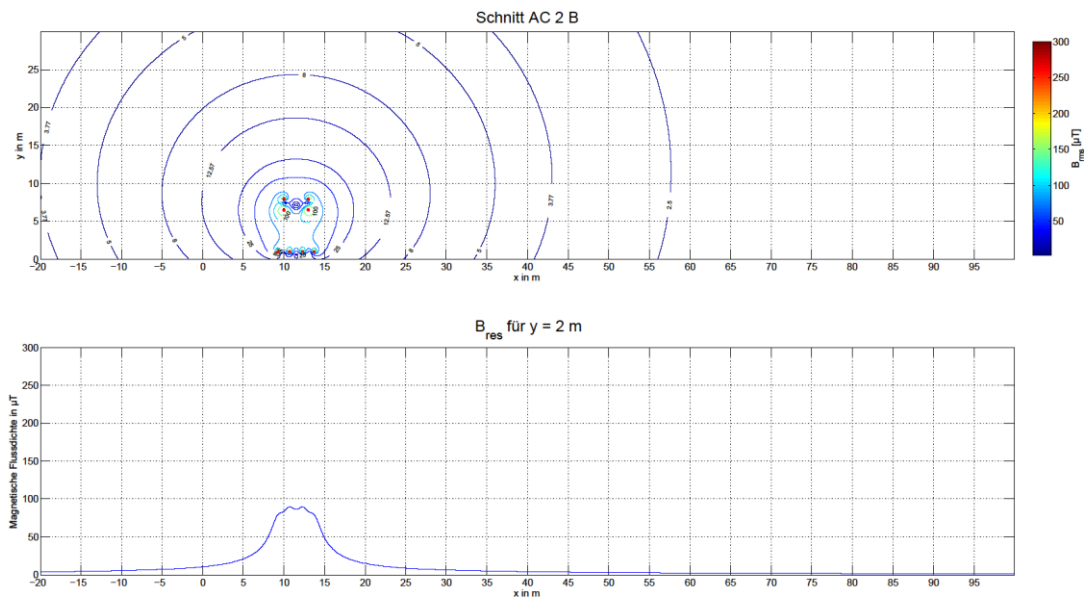
### Magnetische Induktion Schnitt AC 1



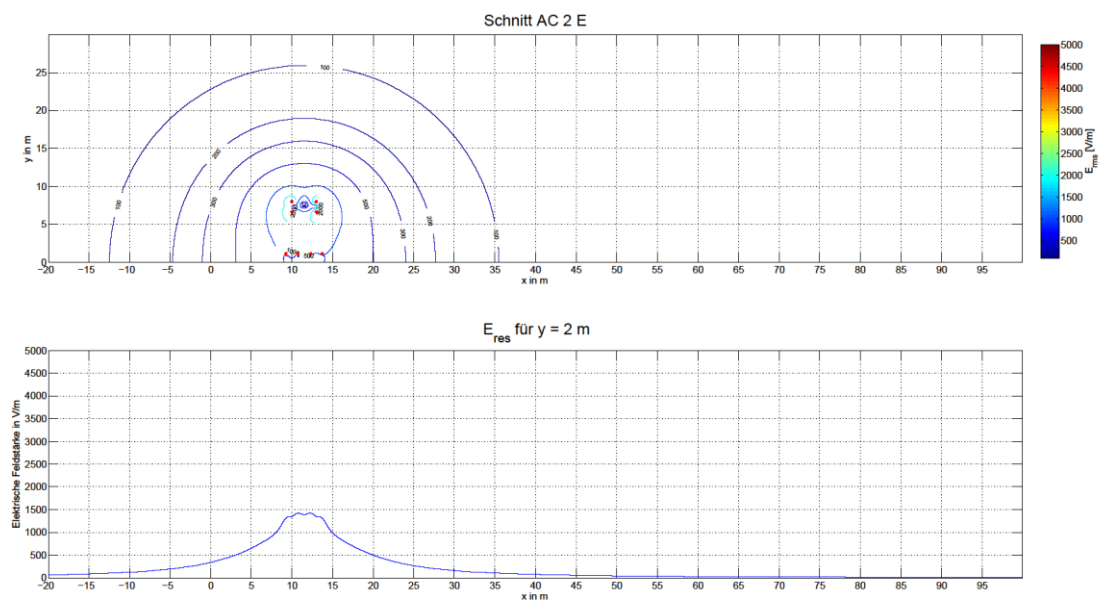
## Anlage1 Ergebnisse

25684679

### Magnetische Induktion Schnitt AC 2



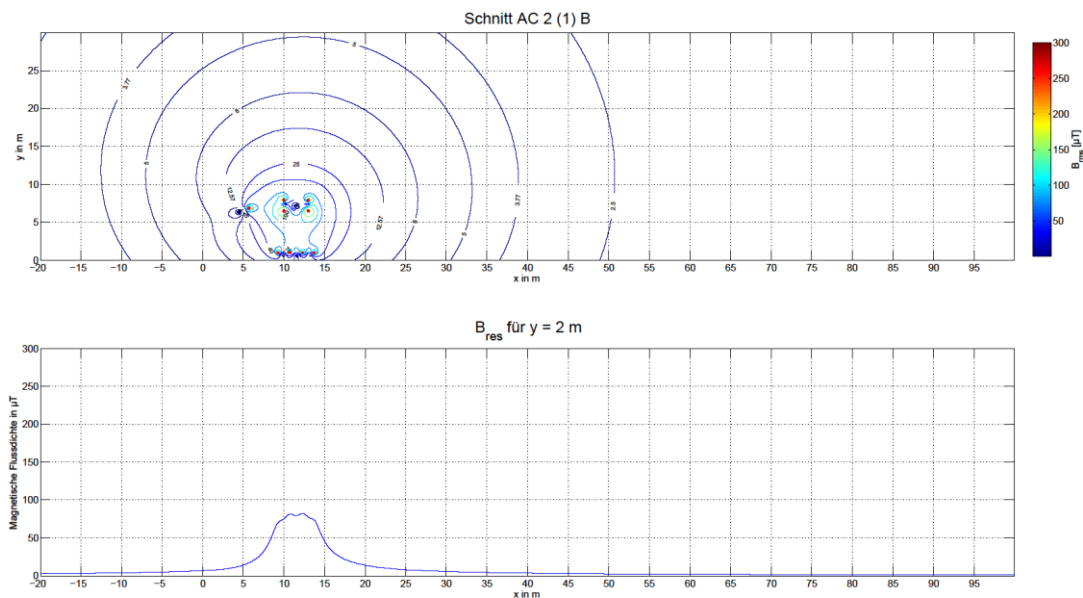
### Elektrisches Feld Schnitt AC 2



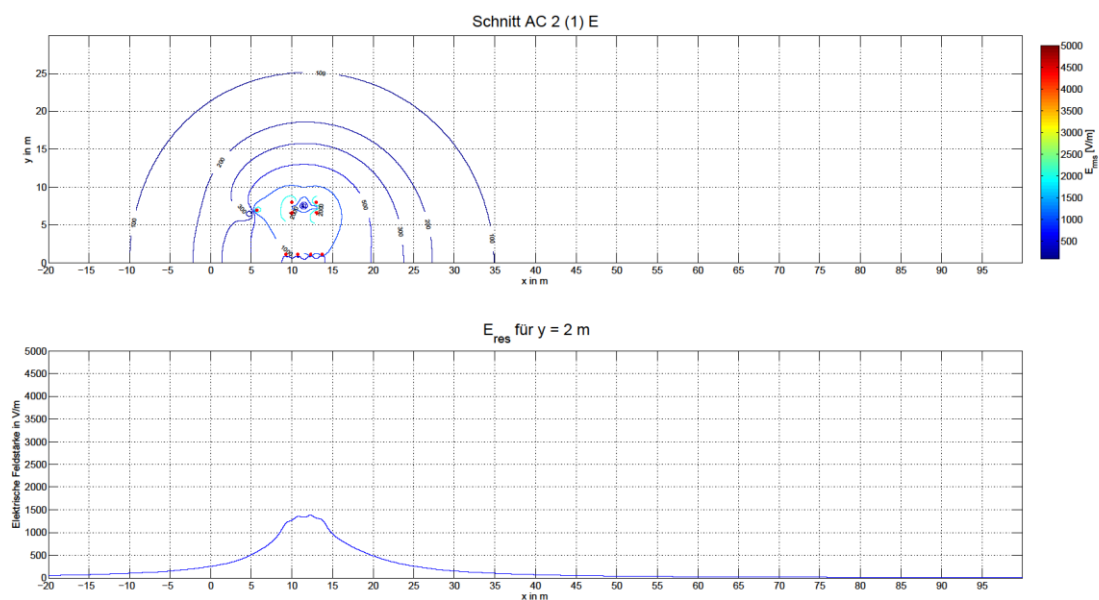
## Anlage1 Ergebnisse

25684679

### Magnetische Induktion Schnitt AC 2 mit einem Rückleiterseil



### Elektrisches Feld Schnitt AC 2 bei einem Rückleiterseil

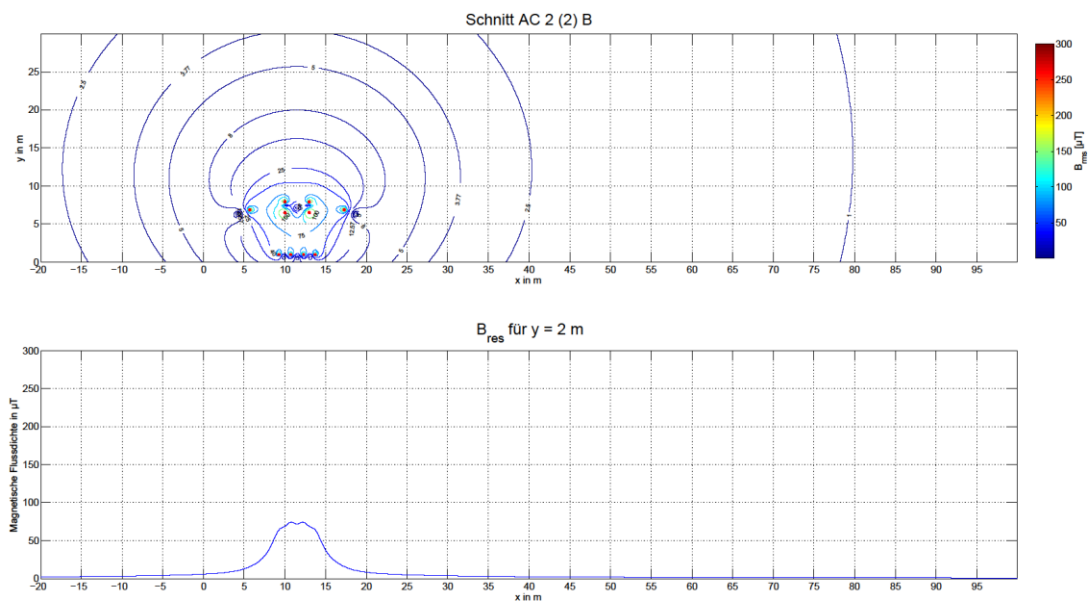




## Anlage1 Ergebnisse

25684679

### Magnetische Induktion Schnitt AC 2 mit zwei Rückleiterseilen



### Elektrisches Feld Schnitt AC 2 bei zwei Rückleiterseilen

