

Regionaltangente West
Planfeststellungsabschnitt Mitte

Anlage 22.0

EMV – Gutachten

Datum: 25.08.2021

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: Fachtechnische Stellungnahme EMV PFA Mitte

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. 2020-513260-611.1

Datum: Dresden, 25.08.2021

gez. Dr.-Ing. Jochen Hietzge
Projektleiter:

Inhalt

1	Veranlassung.....	5
2	EMV – Grundsätze.....	6
2.1	EMV – Stand der Technik.....	6
2.2	Grenzwerte der EMV – Untersuchung nach 26. BImSchV.....	6
2.3	Minimierungsprüfung nach 26. BImSchV.....	7
2.4	Streuströme und Maßnahmen gegen elektrischen Schlag	8
2.4.1	Betrieb von Wechselstrombahnen	8
2.4.2	Betrieb von Gleichstrombahnen.....	9
2.4.3	Energieversorgung 50 Hz	10
2.4.4	Blitzschutz.....	10
3	Streckenanalyse (Expositionsbereiche und Minimierungsorte).....	11
3.1	Allgemein	11
3.2	Bereichsbeschreibungen	13
3.2.1	Streckenabschnitt I: PFA Nord Sulzbach – Einfädelung Strecke 3640	13
3.2.2	Streckenabschnitt II: Einfädelung Strecke 3640 – Zuckschwerdtstraße	14
3.2.3	Streckenabschnitt III: Höchst Bhf – Systemwechsel Höchst	16
3.2.4	Streckenabschnitt IV: Leunastraße – Kelsterbacher Weg.....	17
3.2.5	Streckenabschnitt V: Kelsterbach – Einschleifung Strecke 3683.....	19
4	Modellierung und Berechnung	21
4.1	Allgemein	21
4.2	Berechnungstool.....	21
4.3	Modellierung	22
4.4	Berechnungs-Schnitte.....	22
5	Ergebnisse EMV-Untersuchung.....	23
5.1	Erdung, Rückleitung und Streustrom	23
5.1.1	Erdung: I PFA Nord Sulzbach – Einfädelung Strecke 3640	23
5.1.2	Erdung: II Einfädelung Strecke 3640 – Zuckschwerdtstraße	23
5.1.3	Erdung: III Höchst Bhf – Systemwechsel Höchst.....	24
5.1.4	Erdung: IV Leunastraße – Kelsterbacher Weg	24
5.1.5	Erdung: V Kelsterbach – Einschleifung Strecke 3683.....	24
5.2	Einhaltung Grenzwert 26. BImSchV.....	25
5.2.1	Grenzwert: I PFA Nord Sulzbach – Einfädelung Strecke 3640	25
5.2.2	Grenzwert: II Einfädelung Strecke 3640 – Zuckschwerdtstraße	25
5.2.3	Grenzwert: III Höchst Bf – Systemwechsel Höchst	27
5.2.4	Grenzwert: IV Leunastraße – Kelsterbacher Weg	28
5.2.5	Grenzwert: V Kelsterbach – Einschleifung Strecke 3683.....	28
5.3	Minimierungsorte nach 26. BImSchV und VwV	28
5.3.1	Minimierungsorte: I PFA Nord Sulzbach – Einfädelung Strecke 3640	29
5.3.2	Minimierungsorte: II Einfädelung Strecke 3640 – Zuckschwerdtstraße	29
5.3.3	Minimierungsorte: III Höchst Bhf – Systemwechsel Höchst.....	31
5.3.4	Minimierungsorte: IV Leunastraße – Kelsterbacher Weg.....	31
5.3.5	Minimierungsorte: V Kelsterbach – Einschleifung Strecke 3683.....	31
6	Zusammenfassung	32

28885843

7	Verwendete Unterlagen	34
8	Abkürzungen.....	35
9	Anlage.....	36
9.1	Validierungsbescheinigung Software-Validierung.....	36
9.2	Anlage 1 Feldbilder	37

Änderungsstand

Version	Datum	Änderungsgrund
0	30.09.2020	Erstellung
1	20.05.2021	Überarbeitung nach Planänderung 5.11_LP_Kelsterbach_Einschleifung
2	25.08.2021	Redaktionelle Änderungen

1 Veranlassung

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 Teilabschnitten miteinander verknüpft werden. Soweit erforderlich werden die bestehenden Bahnstrecken und Bauwerke angepasst.

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 Mitte zuzuordnen.

Betroffene Städte und Gemeinden sind Sulzbach, Frankfurt am Main und Kelsterbach. Im EMV-Gutachten zur Einhaltung der Grenzwerte für niederfrequente elektrische und elektromagnetische Felder für die Planfeststellung wird die Betroffenheit entlang der Strecke ermittelt. Es werden die Grenzwerte der elektrischen und magnetischen Felder 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 zu Grunde gelegt. Dafür werden die Feldbeaufschlagungen in den Bewertungs- und Einwirkungsbereichen 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 zu den Gleichrichterunterwerken 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 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 in [LAI 2014] geregelt.

Es gelten folgende Grenzwerte:

Für Niederfrequenzanlagen der Bahn mit 16,7 Hertz:

300 μT für die magnetische Flussdichte und
5 kV/m für die elektrische Feldstärke.

Für die Niederfrequenzanlagen mit 50 Hertz:

100 μT 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 μT)

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 18.09.2020

2.3 Minimierungsprüfung nach 26. BImSchV

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

28885843 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 PLEDOC Gasleitung im Bereich der Ausfädelung aus der Bestandsstrecke 3640 (ca. km 7 bis km 7,5) 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

28885843 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 Potentiale zwischen Bahnrückleitung und Wassererde diese für eine kurze Zeit verbinden und somit vorübergehend einen örtlich begrenzten Potenzialausgleich herbeiführen.

2.4.3 Energieversorgung 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 Haupterdungsschiene (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 Blitzschutzleiter 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 Mitte 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 Mitte mit Bestands- und Neubaustrecke

Von den Bestandsstrecken werden im PFA Mitte die Strecken 3640 und 3683 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 Neubaustrecken zwischen Sulzbach und Bf Höchst und Kelsterbach – Einschleifung in Strecke 3683 werden als solche nach 26. BImSchV untersucht.

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

Die Untersuchungen betreffen die EBO-Bestandsstrecke in den Bereichen

- Strecke 3640 km 2,3+0,0 – 2,5+47

und die Neubaustrecke mit allen Anlagen der Bahnenergieversorgung in den Wechselstromabschnitten. Im Gleichspannungsabschnitt entfallen die DC-Anlagen bei den Betrachtungen zur 26. BImSchV. Hier sind die Schaltanlagen zur Bahnenergieversorgung zu betrachten. Dies betrifft den Abschnitt:

- Leunastraße – Kelsterbacher Weg

Die Neubaustrecke ist in die nachfolgenden 4 Abschnitte aufgeteilt:

- PFA-Nord Sulzbach – Einfädelung Strecke 3640
- Einfädelung Strecke 3640 – Zuckschwerdtstraße
- Höchst Bhf – Systemwechsel Höchst
- Kelsterbach – Einschleifung Strecke 3683

Die Untersuchungen und Ergebnisse der Minimierungsprüfung sind für die Gleichrichterunterwerke Höchst und Kelsterbach und für die 15 kV 16,7 Hz Oberleitungsanlage in:

- IFB-2-EM-EG-01_11_00_000-002-A Dokumentation der Maßnahmen zur Feldminimierung bei Gleichrichterunterwerken nach 26. BImSchV VwV (Doc_Feldmin_UW_Mitte) und
- IFB-2-EM-EG-01_11_00_000-001-A Dokumentation der Maßnahmen zur Feldminimierung bei Oberleitungsanlagen nach 26. BImSchV VwV (Doc_Feldmin_OL_Mitte)

als Anlagen 22.1 und 22.2 beigestellt.

3.2 Bereichsbeschreibungen

3.2.1 Streckenabschnitt I: PFA Nord Sulzbach – Einfädelung Strecke 3640

Dieser Streckenabschnitt verläuft von der Planfeststellungsgrenze PFA Nord/PFA Mitte auf einer Neubaustrecke 15 kV Wechselstrombahn nach BOStrab mit 3 m Gleisabstand bis zur Einfädelung auf die Bestandsstrecke 3640 der DB Netz AG (nach EBO). Die Kilometrierung für diesen Bereich erfolgt nach Bau-Kilometrierung und verläuft entlang Bau-km 7,0 – 7,9+60. Die Anlage hat den Status Neubau, damit ist die Durchführung einer Minimierungsprüfung relevant. Sie wird in der Anlage 22.1 und 22.2 dokumentiert. In den nachfolgend skizzierten Untersuchungsbereichen sind jeweils die Bewertungsabstände und Einwirkungsbereiche dargestellt. Die Überprüfung der Grenzwerte aus §3 26. BImSchV erfolgt für die zweigleisige Strecke nach BOStrab mittels Geometrie AC 2. In diesem Abschnitt befinden sich keine Expositionen des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts und keine maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb oder außerhalb des Bewertungsbereichs.



Abbildung 3: PFA Wechsel Nord / Mitte – Sulzbach – BAB 66, Skizze nach EMV_22.1_Blatt10_LP_Sulzbach-BAB66.pdf



Abbildung 4: BAB 66 – Einfädelung Strecke 3640 Skizze nach EMV_22.2_Blatt20_LP_Sossenheim-Dunantring.pdf

In diesem Streckenabschnitt werden die EÜ Sulzbach und A66 (km 7,5+65 – 7,8+21) und anschließend eine Lärmschutzwand „Auf die Zeil“ (km 7,8+31 – 7,9+52) bahnlinks neu errichtet.

3.2.2 Streckenabschnitt II: Einfädelung Strecke 3640 – Zuckschwerdtstraße

Der II. Untersuchungsabschnitt beinhaltet die neu zu errichtende Anbindung an die eingleisige Bestandsstrecke 3640 nach Bad Soden (Strecken-km 2,3+0,0 – 2,5+47) und den zweigleisigen Neubau ab Einfädelung in die Strecke 3640 bis zur eingleisigen Querung der Zuckschwerdtstraße (Bau-km 7,9+60 – 9,5+42).

In den skizzierten Untersuchungsbereichen sind jeweils die Bewertungsabstände und Einwirkungsbereiche mit Minimierungsorten dargestellt.

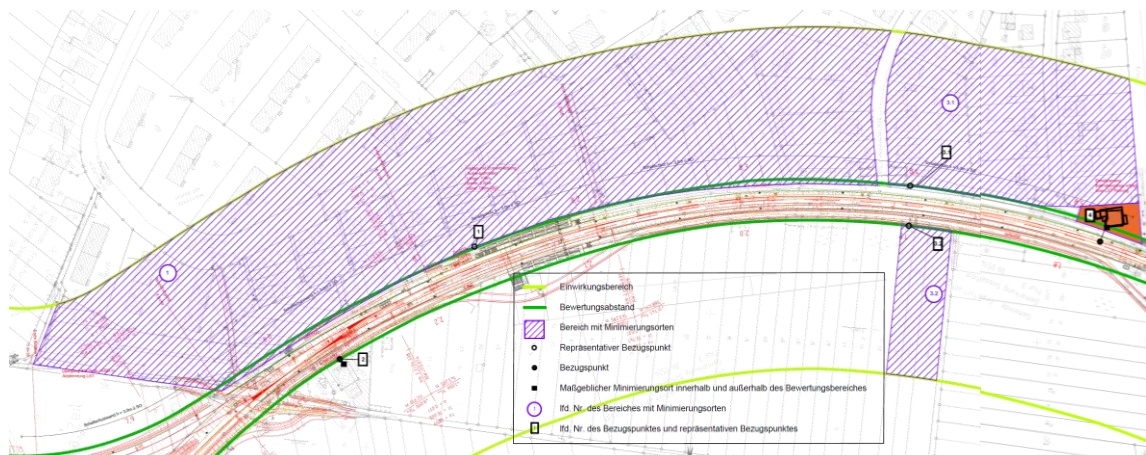


Abbildung 5: Einfädelung Strecke 3640 – HP Dunantsiedlung, Skizze nach EMV_22.2_Blatt20_LP_Sossenheim-Dunantring.pdf und EMV_22.3_Blatt30_LP_HöchstStadtpark.pdf

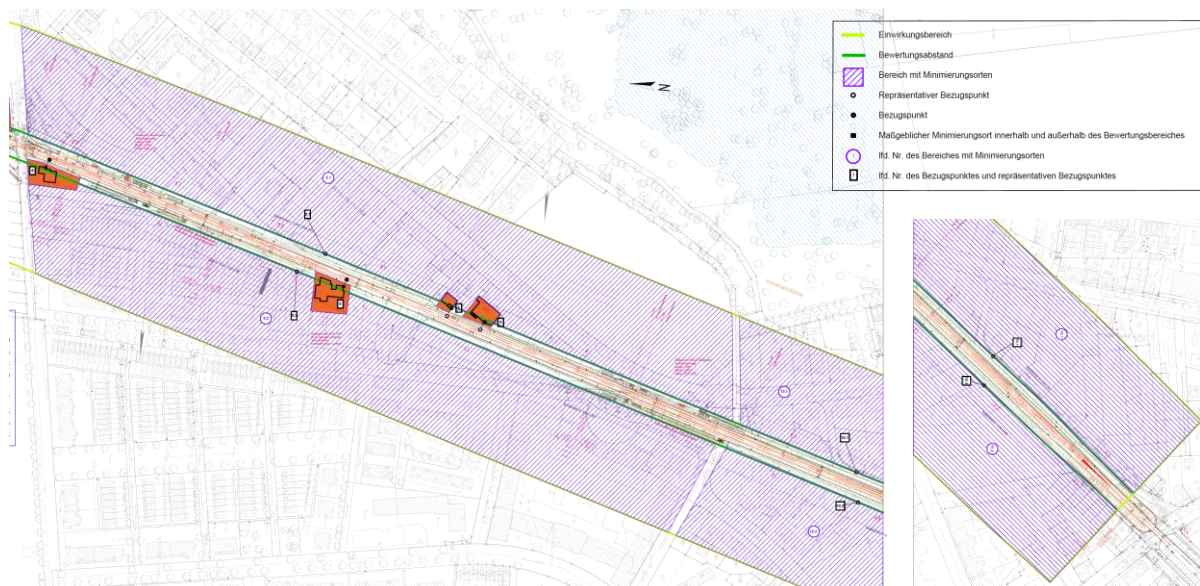


Abbildung 6: Untersuchungsraum Höchst Stadtpark - Zuckschwerdtstraße, Skizzen nach EMV_22.3_Blatt30_LP_HöchstStadtpark.pdf und EMV_22.4_Blatt40_LP_HöchstBahnhof.pdf

Die Überprüfung der Grenzwerte aus §3 26. BImSchV erfolgt für die zweigleisige Strecke (nach EBO) mittels Geometrie AC 3 und den eingleisigen Neubau zum Anschluss an den Bestand nach AC 1.

Im Abschnitt befinden sich mehrere maßgebende Immissionsorte, die einer individuellen Prüfung bedürfen (Expositionen des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts innerhalb des Bewertungsabstands). Weiterhin befinden sich mehrere

größere Bereiche mit Expositionen des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts außerhalb des Bewertungsabstand.

individuelle Grenzwertprüfung:

Entlang der Strecke des zweigleisigen Ausbaus der Strecke 3640 befinden sich zwischen den Haltestellen „Frankfurt Dunantsiedlung“ und „Höchst Stadtpark“ Expositionen des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts zwischen der Oberleitungsanlage und Bewertungsabstand. Im Folgenden sind die wesentlichen Angaben zu Lage an und zur Strecke zusammengestellt. Der Abstand zur nächst gelegenen Gleisachse wurde den Planunterlagen entnommen.

Lfd. Nr	Strecken km	Querschnitt	Bezugspunkt	Beschreibung	Abstand (zur Anlage)	Lage (zur Strecke)
4	8,5+19	AC 3	8,5+19	Wohnhaus Finthener Weg 17	9,7 m	östlich
5	8,5+85	AC 3	8,5+85	Wohnhaus Sossenheimer Weg 170	7,6 m	westlich
6	8,8+74	AC 3	8,8+74	Wohnhaus Karl-Blum-Allee 22	6,8 m	westlich
7	8,9+70	AC 3	8,9+70	Wohnhaus Däumling 5	7,3 m	östlich
8	9,0	AC 3	9,0	Gebäude Kurmainzer Straße 71	7,25 m	östlich

Tabelle 1: Liste der Orte zwischen Niederfrequenzanlage und Bewertungsabstand

Für diesen Abschnitt erfolgt ebenso die Überprüfung der Feldminimierung. Die maßgebliche Minimierungsorte befinden sich entsprechend auch innerhalb und außerhalb des Bewertungsbereichs in diesem Abschnitt. Die Untersuchungen werden in der Anlage 22.1 dokumentiert.

Hinsichtlich Erdung, Rückstrom und elektrischer Schlag sind zu betrachten:

Errichtung von Lärmschutzwänden („Dunant Ost und West“) bahnlinks und -rechts bis zur Haltestelle Frankfurt Dunantsiedlung. Errichtung einer Haltestelle „Frankfurt Dunantsiedlung“ mit Neubau von zwei Außenbahnsteigen mit Bahnsteigzugängen bestehend aus je einer niveaugleichen Zuwegung und einer Treppe zuzüglich Personenunterführung „Frankfurt Dunantsiedlung“ und weiteren Lärmschutzwänden und Bauwerken am Haltepunkt.

Errichtung einer Lärmschutzwand „Dunantsiedlung“ einschließlich Gründung und Weiterführung Stützbauwerk „Dunant West“. Errichtung einer Haltestelle „Frankfurt Bf Sossenheim“. Erneuerung bzw. Neubau von zwei Außenbahnsteigen mit Bahnsteigzugängen bestehend aus je einer Rampenanlage und einer Treppe (Fahrtrichtung Süd) bzw. einer Zuwegung (Fahrtrichtung Nord), sowie einer

Personenunterführung Frankfurt Bf Sossenheim“ und Lärmschutzwänden im Bahnhofsbereich.

Errichtung von Lärmschutzwänden „Kurmainzer Straße“ bahnlinks und „Paul Wempe-Allee/Karl-Blum-Allee“ bahnrechts in Teilstücken bis Haltestelle Höchst Stadtpark.

Errichtung der Haltestelle „Höchst Stadtpark“ mit Neubau von zwei Außenbahnsteigen mit Bahnsteigzugängen bestehend aus je einer Rampenanlage und je zwei Treppen Fahrtrichtung Süd Fahrtrichtung Nord. Errichtung einer Personenunterführung „Höchst Stadtpark“.

Errichtung von Lärmschutzwänden „Billtalstraße“ bahnlinks und „Geh-/Radweg Zuckschwerdtstraße“ bahnrechts in Teilstücken bis Zuckschwerdtstraße.

3.2.3 Streckenabschnitt III: Höchst Bhf – Systemwechsel Höchst

Dieser Abschnitt von Bau-km 9,5+42 – 10,5+80 gliedert sich in die Bereiche

- der nördlichen Einbindung,
- Neubau östliches Abstellgleis Bf Höchst,
- des Wechsellspannungs-Abschnitt RTW,
- der Umbauten der DB-Bahnanlage,
- des Gleichspannungs-Abschnitt RTW.

Der Bereich der nördlichen Einbindung betrifft die eingleisige Bestandsstrecke 3640 zum Bahnhof Höchst Bau-km 9,5+42 – 10,0+37.

Der Wechsellspannungs-Abschnitt der RTW folgt der angepassten Bestandstrasse 3640 bis zu Weiche 143. Die Anpassungen bedeuten eine Verschiebung der Gleise mit Oberleitungsüberspannung nach Süden, also in Richtung Anlagenmitte. Damit wird der Abschnitt km 10,0+37 bis 10,1+60 nicht als wesentliche Änderung eingestuft.

Der Gleichspannungsabschnitt der RTW beginnt mit der Neuelektrifizierung ab Bau-km 10,1+60 mit 750 V DC nach BOStrab entlang der Bahnsteige und führt durch die Querung bis zur Südseite der Bahnhofsgleise Bf Höchst (km 10,1+60 – 10,5+80).

Im Bereich des Bahnhofs werden die Anlagen der DB geändert. Die Änderungen an den Niederfrequenzanlagen erstrecken sich entlang der Strecke 3603 im Bahnhof Höchst in einer Länge von ca. 850 m. Dies betrifft im östlichen Einfahrbereich die Neuerrichtung eines Abstellgleises mit Einspeisung. Im Weiteren werden Bestandstrassen verschwenkt um die RTW-Gleise nach BOStrab von den verbleibenden Gleisen nach EBO zu entkoppeln und die Querung der RTW Trasse zu ermöglichen. Der Umbau der Bestandsanlagen im Bahnhof Höchst erfolgt derart, dass die Änderungen zu keinen Verschiebungen der Anlagen nach außen führen. Deshalb werden die Änderungen nicht als wesentliche Änderung gewertet.

In den skizzierten Untersuchungsbereichen sind jeweils die Bewertungsabstände und Einwirkungsbereiche dargestellt. Die Überprüfung der Grenzwerte aus §3 26. BImSchV erfolgt für alle neu zu errichtenden Anlagen.

Dies bedeutet für die einzelnen Bereiche:

- nördlichen Einbindung keine Betrachtung, da Bestand
- Wechsellspannungs-Abschnitt RTW keine Beachtung, da Verschiebung zur Anlagenmitte,
- Gleichspannungs-Abschnitt RTW ohne Betrachtung,
- Neubau östliches Abstellgleis Bf Höchst,
- Umbauten der DB-Bahnanlage (keine wesentliche Änderung nach 26. BImSchV).

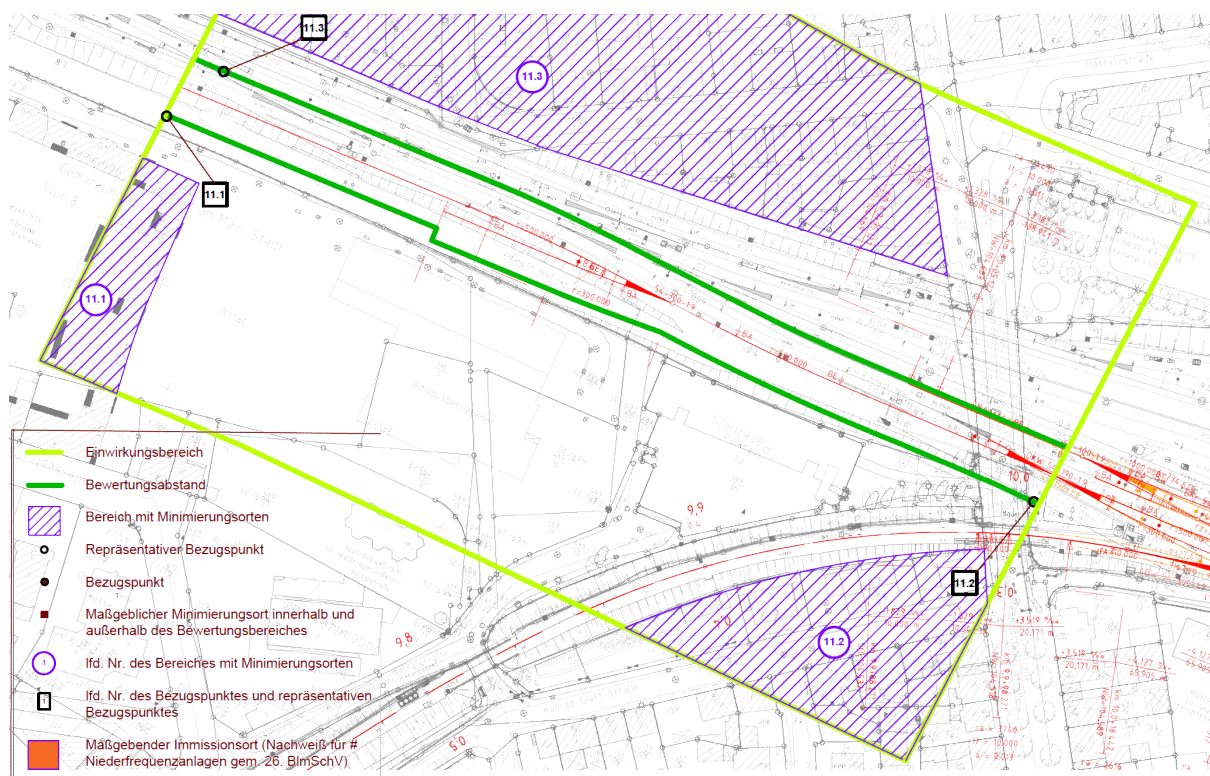


Abbildung 7: Untersuchungsraum Abstellgleis Bf Höchst, Skizze nach EMV_22.4_Blatt40_LP_HöchstBahnhof.pdf

3.2.4 Streckenabschnitt IV: Leunastraße – Kelsterbacher Weg

Dieser Bereich umfasst die Führung als Stadtbahn mit DC-Stromversorgung von der Südseite des Bahnhof Höchst bis zur Systemtrennstelle an der B40/43 (Bau-km 10,5+80 –13,6). Im Abschnitt befinden sich zwei Gleichrichterunterwerke mit einer Mittelspannungseinspeisung. Für die Untersuchungen zur 26. BImSchV sind die Mittelspannungseinspeisungen der Unterwerke relevant, während die Anlagen der Gleichspannungsoberleitung mit einer Systemspannung kleiner 2000 V nicht betrachtet wird.

Hinsichtlich Erdung, Rückstrom und elektrischer Schlag sind im Abschnitt die Regeln für Gleichspannungsbahnen zu betrachten (siehe 2.4.2). Als Bauwerke sind im Bereich die Errichtung einer Geh- und Radwegrampe Leunabrücke km 11,6+90 – 11,7+84 und

die Weiterführung der Stützwände bis zur Haltestelle Industriepark Süd vorgesehen. Weiterhin wird am km 12,9+07 – 13,0+15 die Haltestelle „Industriepark Süd“ als Neubau von zwei Außenbahnsteigen mit Bahnsteigzugängen bestehend aus je einer Rampenanlage geplant.



Abbildung 8: Untersuchungsraum DC-Strecke Leunastraße Nord, Skizze nach EMV_22.5_Blatt50_LP_Leunastraße Nord.pdf

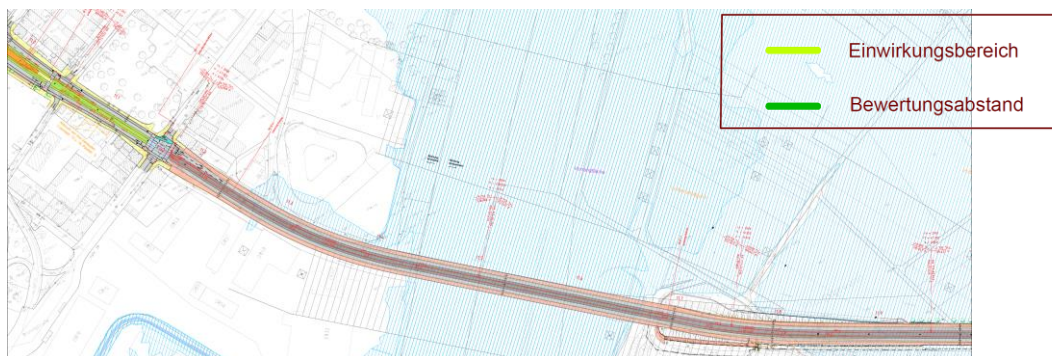


Abbildung 9: Untersuchungsraum DC-Strecke Leunastraße Süd, Skizze nach SPI-2-OV-LP-02_03_03_000-003--_5.6_Blatt60_LP_Leunabrücke.pdf



Abbildung 10: Untersuchungsraum, Skizze nach SPI-2-OV-LP-02_03_03_000-004--_5.7_Blatt70_Leunastraße_Süd.pdf



Abbildung 11: Untersuchungsraum DC-Strecke Kelsterbacher Weg, Skizze nach EMV_22.8_Blatt80_LP_KelsterbacherWeg.pdf

3.2.5 Streckenabschnitt V: Kelsterbach – Einschleifung Strecke 3683

Dieser Bereich führt von der Systemwechselstelle Bau-km 13,6 bis km 16,3 zur Einfädelung in die Bestandsstrecke 3683 als zweigleisige Strecke mit 3 m Gleismittenabstand nach BOStrab.

Der Überprüfung der Grenzwerte 26. BImSchV unterliegt der Abschnitt als Neubau ebenso wie der Überprüfung der Möglichkeiten zur Feldminimierung. Die Felder werden mit Querschnitt AC 2 modelliert. Im Bereich km 15,1+83 befinden sich westlich der Strecke Sportanlagen mit Sportplatz im Einwirkungsbereich. Gleichzeitig liegen hier Hintergrundfelder durch eine 220 kV Freileitung von Amprion vor. Die größte Annäherung an die Oberleitungsanlage erfolgt bei km 15,1+83 mit 46,8 m. Weitere Minimierungsorte liegen nicht vor.

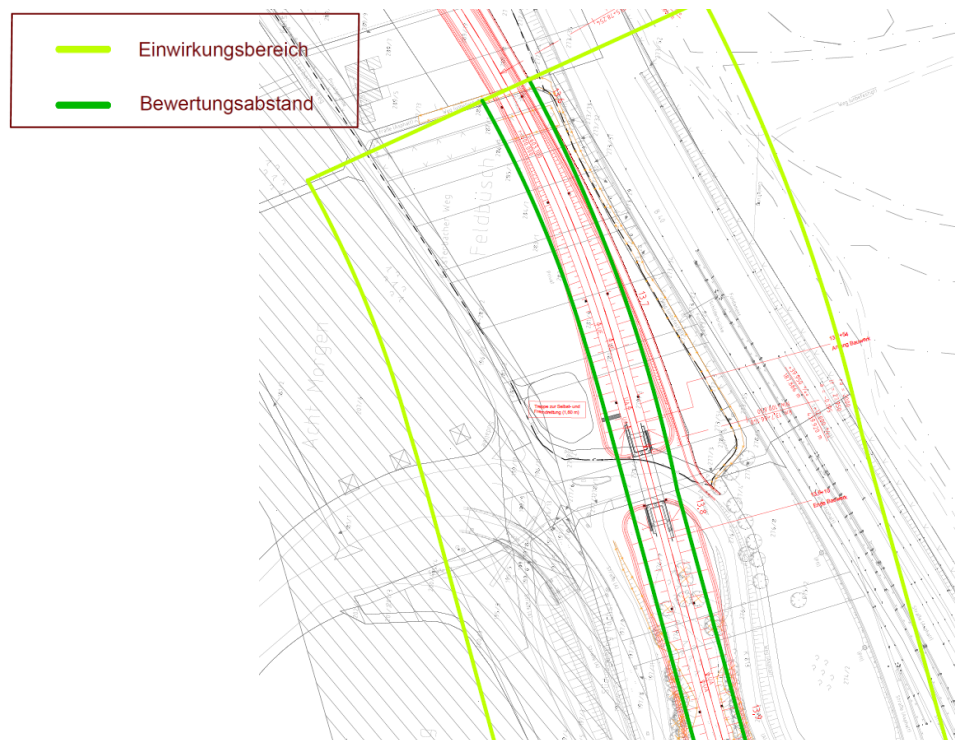


Abbildung 12: Untersuchungsraum, Skizze nach EMV_22.8_Blatt80_LP_KelsterbacherWeg.pdf

Skizze

nach

28885843

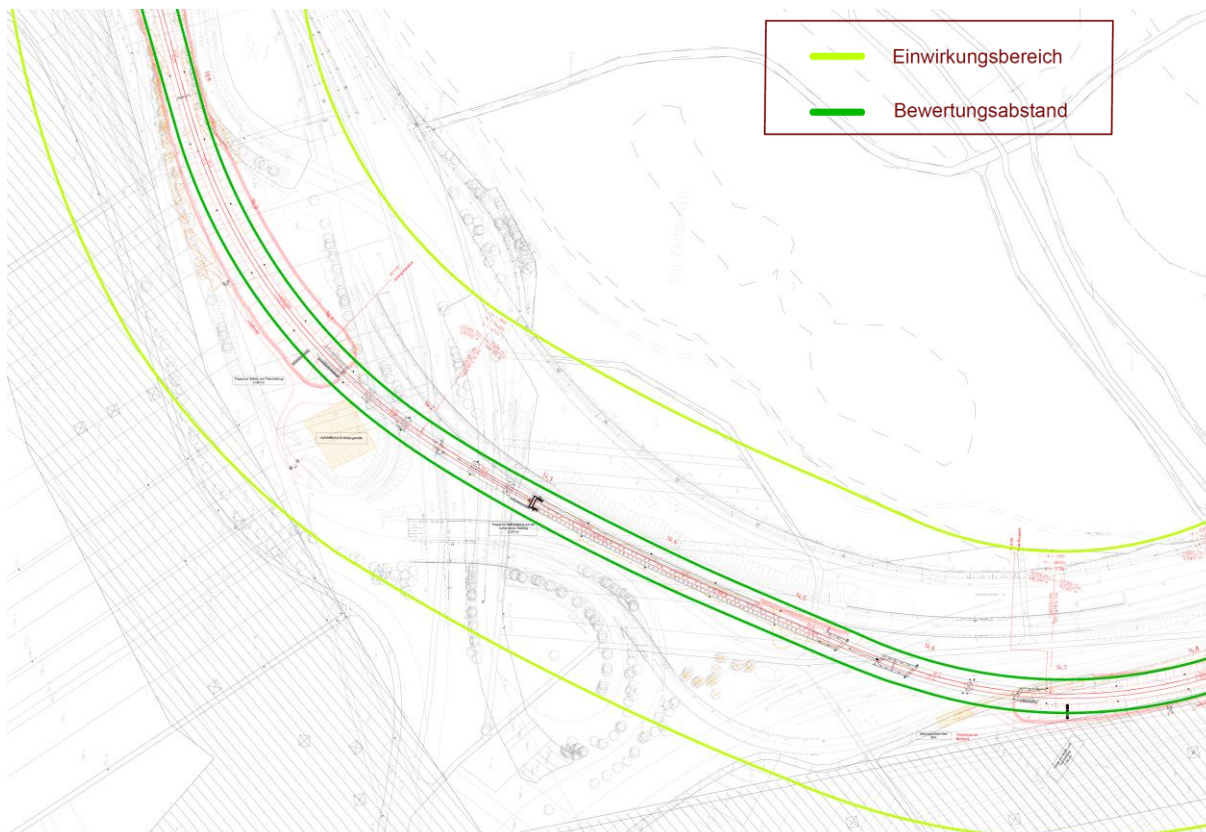


Abbildung 13: Untersuchungsraum,
EMV_22.9_Blatt90_LP_SchwanheimerKnoten.pdf

Skizze

nach

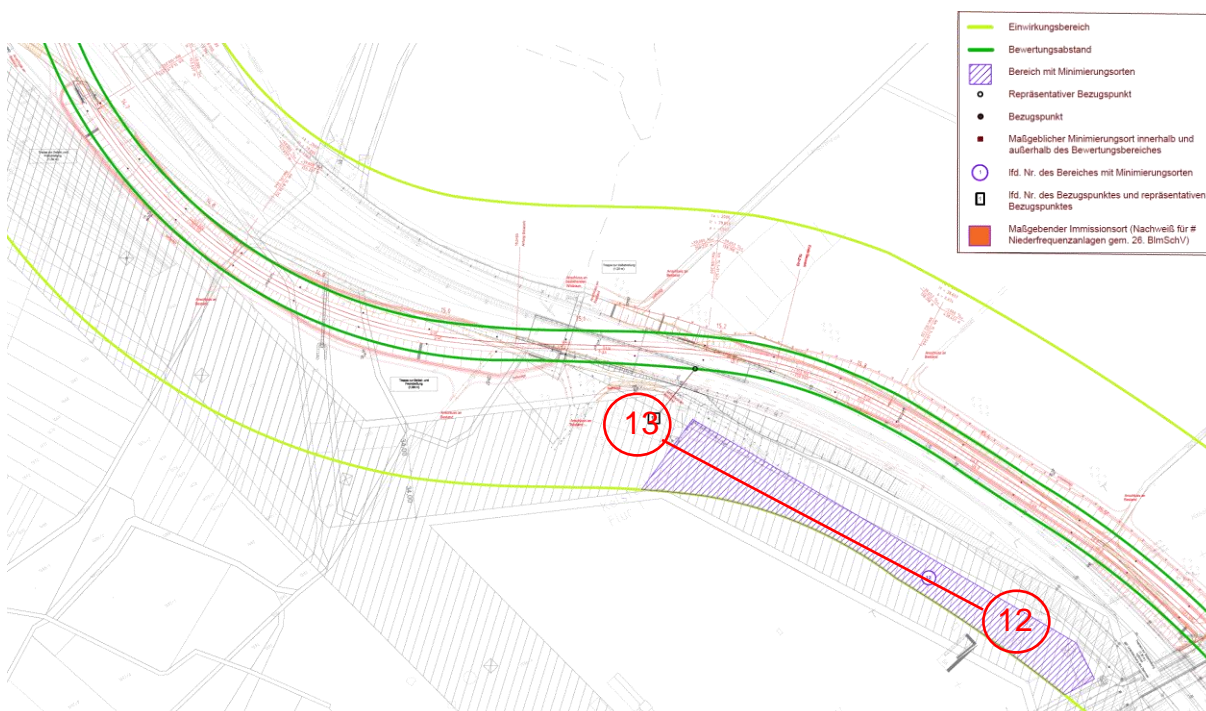


Abbildung 14: Querspange Kelsterbach mit Freileitung Amprion Mast 12 bis 13,
Skizze nach EMV_22.10_Blatt100_LP_Querspange_Kelsterbach.pdf

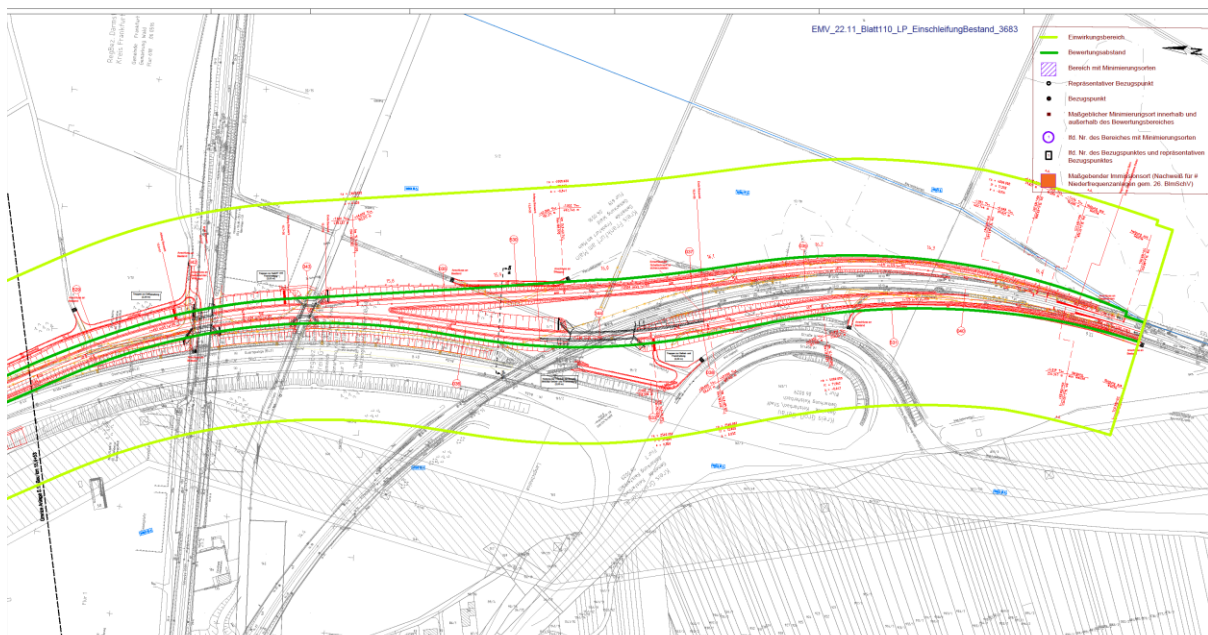


Abbildung 15: Untersuchungsraum Einfädelung Bestandsstrecke 3683, Skizze nach EMV_22.11_Blatt110_LP_EinschleifungBestand_3683_neu.pdf

Hinsichtlich Streuströme und Maßnahmen gegen elektrischen Schlag sind die Ingenieurbauwerke Stützwände, Rampen Über- und Unterführungen mit dem Erdungskonzept der Bahn in Einklang zu bringen.

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. Die Berechnung der elektrischen und magnetischen Felder erfolgt unter Einhaltung der Anforderungen der 26. BImSchV und EN 50413. Das Programm wurde hinsichtlich seiner Genauigkeit validiert (siehe 9.1).

Für die Feldberechnungen werden 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 Aufteilung der Rückströme werden nach Ril 997.0201 verwendet.

Die Dauerstrombelastbarkeit der Oberleitungsanlage wird nach Ril 997.0102 für den Temperaturbereich 100 K mit Fahrdraht und Tragseilströmen nach EN 50119:2006 verwendet.

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

- eingleisige EBO-Strecke
 - (Regelquerschnitt im Dammbereich Überleitung Strecke 3640 zur Straßenbahn)
- zweigleisige BOStrab-Strecke mit Außenmasten
 - Regelquerschnitt Bau km 7,0 – 7,9+ 60; 13,6 – 16,2+ 25
- zweigleisige EBO-Strecke mit Außenmasten km 7,9+ 60 – 9,5+ 42

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)
- AC 3 zweigleisige EBO-Strecke mit Außenmasten (4 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
 keine Speiseleitungen
 Kein oder ein Rückleiter a 15 % Gesamtrückstrom
 1 entfernte Erde

Annahme der Ströme und deren Verteilungen:

- 1 Streckenstrom 560 A, 50 % Rückstrom Gleis
- Erdstrom entfernt 50 %, 40 % bei 1xRL.

AC 2 zweigleisige BOStrab-Strecke mit Außenmasten

- Geometriedaten:
- 2 Gleise, AC-Kettenwerk Neubaustrecke
 - 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, 50 % Rückstrom Gleis (ohne RL)
- Erdströme entfernt 50 %, 40 % bei 1xRL, 30 % bei 2xRL.

AC 3 zweigleisige EBO-Strecke mit Außenmasten

- Geometriedaten:
- 2 Gleise, AC-Kettenwerk Neubaustrecke
 - Gleismittenabstand 4,0 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, 50 % Rückstrom Gleis (ohne RL)
- Erdströme entfernt 50 %, 40 % bei 1xRL, 30 % bei 2xRL.

5 Ergebnisse EMV-Untersuchung

5.1 Erdung, Rückleitung und Streustrom

5.1.1 Erdung: I PFA Nord Sulzbach – Einfädelerung Strecke 3640

Die Bahnstromversorgung erfolgt mit einem 15 kV 16,7 Hz Bahnstromsystem in der Ausführung nach BOStrab im Abschnitt Bau-km 7,0 – 7,9 +60 bis Einfädelerung Bestandsstrecke 3640. In diesem Streckenabschnitt werden die EÜ Sulzbach und A66 (km 7,5+65 – 7,8+21) und anschließend eine Lärmschutzwand „Auf die Zeil“ (km 7,8+31 – 7,9+52) bahnlinks neu errichtet. Für sie sind die Bahnrichtlinien bei der Ausführung der (kurzschlussfesten) Erdung der betroffenen Ingenieurbauwerke anzuwenden, inklusive der Erdungs-Prüfung vor Betonierfreigabe.

5.1.2 Erdung: II Einfädelerung Strecke 3640 – Zuckschwerdtstraße

Die Bahnstromversorgung erfolgt mit einem 15 kV 16,7 Hz Bahnstromsystem nach EBO im Abschnitt Bau-km 7,9+60 – km 9,5+42. Damit sind die Regelwerke der Bahn anzuwenden. Im Abschnitt werden die Haltestellen „Frankfurt Dunantsiedlung“,

„Frankfurt Bf Sossenheim“ und „Höchst Stadtpark“ neu errichtet. Hierbei sind die elektrischen Bahnsteigausrüstungen entsprechend der Bahnrichtlinien auszuführen.

Es müssen die Systeme:

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

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. Dies beinhaltet eine Erdungs-Prüfung vor Betonierfreigabe. Ebenfalls ist die Einhaltung der Bahnbestimmungen für die Erdung beim Neubau von Stützwänden, Treppen und Zugängen, Lärmschutzwänden und Personenunterführungen zu prüfen.

5.1.3 Erdung: III Höchst Bhf – Systemwechsel Höchst

Dieser Abschnitt von Bau-km 9,5+42 – 10,5+80 beinhaltet Bereiche unterschiedlicher Traktionsspannungssysteme.

Im Norden des Bahnhof Höchst erfolgt die Einfädelung der RTW-Strecke mit 15 kV 16,7 Hz Bahnstromsystem nach EBO.

Bei Bau-km 10,1+60 erfolgt der Systemwechsel zu DC 750 V. Damit sind die Regelwerke der Bahn für den AC-Bereich und die Isolation gemäß EN 50122-2 für den DC-Bereich umzusetzen. Es sind besondere Maßnahmen für Parallel- und Gemeinschaftsbetrieb von Gleichstrombahnen mit Wechselstrombahnen mit der Bahn abzustimmen. Dabei ist sowohl die Bahnsteigausführung als auch die Querung zur Einfädelung in die Leunastraße hinsichtlich Erdung als Gemeinschaftsbauwerk zu prüfen und mit den beteiligten Betreibern und Errichtern abzustimmen.

5.1.4 Erdung: IV Leunastraße – Kelsterbacher Weg

Im Bereich Bau-km 10,5+80 – km 13,6 (Leunastraße bis Kelsterbacher Weg) ist eine DC-Bahnstromversorgung für Straßenbahn vorgesehen. Hier sind die Schienen und andere Komponenten der Rückleitungsanlage isoliert nach EN 50122-2 aufzubauen. Eine Erdung anderer Anlagen an der Rückleitung der DC-Bahn ist nicht gestattet. Anlagen mit (öffentlicher) 50 Hz -Stromversorgung sind isoliert auszuführen. Die Gleis-Erde-Spannungen sind zu beachten und die Verwendung von Erdungskurzschließern auf Bahnsteigen der Haltestelle „Industriepark Süd“ ist zu prüfen.

5.1.5 Erdung: V Kelsterbach – Einschleifung Strecke 3683

Dieser Bereich beginnt mit der Systemwechselstelle bei ca. Bau-km 13,6. Ab hier sind die Regularien für Wechselstrombahnen anzuwenden. Dabei ist im Stromabnehmer- und Oberleitungsbereich (siehe DB Ril 997.0204) auf eine kurzschlussfeste Erdung zu achten. Dies betrifft insbesondere die Bauwerke der Eisenbahnüberführungen am

Schwanheimer Knoten bis km 16,3 zur Einfädelung in die Strecke 3683. Reichen die Bauwerke in den Oberleitungs- bzw. Stromabnehmerbereich, so ist die Erdung kurzschlussfest mit einer Erdungs-Prüfung vor Betonierfreigabe auszuführen.

5.2 Einhaltung Grenzwert 26. BImSchV

5.2.1 Grenzwert: I PFA Nord Sulzbach – Einfädelung Strecke 3640

Die Felder der Oberleitungsanlage entlang Bau-km 7,0 – 7,9+60 vom PFA-Beginn bis Einfädelung Bestandsstrecke 3640 sind im Berechnungsschnitt AC2 modelliert, ermittelt und in Abschnitt 9 dargestellt. Für die Untersuchung der Grenzwerte nach §3 26.BImSchV im Bewertungsabstand ergeben sich für die Felder:

B-Feld: < 13 μ T, dies entspricht < 4,3 % Grenzwertausnutzung,

E-Feld: < 0,4 kV/m, dies entspricht < 8 % Grenzwertausnutzung

und bedeutet eine weite Unterschreitung der Grenzwerte.

5.2.2 Grenzwert: II Einfädelung Strecke 3640 – Zuckschwerdtstraße

Die Felder der Oberleitungsanlage im II. Untersuchungsabschnitt betreffen die neu errichtete Anbindung an die Eingleisige Bestandsstrecke nach Bad Soden nach Schnitt AC 1. Für die Untersuchung der Grenzwerte nach §3 26.BImSchV im Bewertungsabstand ergeben sich für die Felder:

B-Feld: < 8 μ T, dies entspricht < 2,7 % Grenzwertausnutzung,

E-Feld: < 0,3 kV/m, dies entspricht < 6 % Grenzwertausnutzung

und bedeutet eine weite Unterschreitung der Grenzwerte. Expositionen des nicht nur Vorübergehenden Aufenthalts liegen weder im Bewertungsabstand noch im Einwirkungsbereich des Anlagenabschnitts vor.

Wesentlicher Untersuchungsabschnitt ist die zweigleisige Neubaustrecke nach EBO entsprechend Schnitt AC 3 entlang Bau-km 7,9+60 – 9,5+42. Für die Untersuchung der Grenzwerte nach §3 26.BImSchV am Bezugspunkt 2 und an den repräsentativen Bezugspunkten 1, 3.1, 3.2, 9.1, 9.2, 10.1 und 10.2 ergeben sich für die Felder im Bewertungsabstand:

B-Feld: < 13 μ T, dies entspricht < 4,3 % Grenzwertausnutzung,

E-Feld: < 0,4 kV/m, dies entspricht < 8 % Grenzwertausnutzung

und bedeutet eine weite Unterschreitung der Grenzwerte.

Für die Untersuchungsorte zwischen Anlage und Bewertungsabstand erfolgt eine **individuelle Grenzwertprüfung**.

Hierbei werden die Feldwerte am Punkt der größten Annäherung an die Anlage ermittelt. Zu den Feldwerten wird ebenfalls der Ausnutzungsgrad des Grenzwertes angegeben. Das Ergebnis der Grenzwertüberprüfung zeigt die Einhaltung und weite

Unterschreitung der Grenzwerte für das magnetische und das elektrische Feld auf. Nachfolgend sind die Gebäude in Bezug auf die Trassenlagen und die resultierenden Felder der Niederfrequenzanlage dargestellt. Für die Visualisierung wurden die Gebäudebreiten und -höhen abgeschätzt.

Lfd. Nr	Strecken km	Quer-schnitt	Beschreibung	Abstand (zur Anlage)	Feldwert B-Feld Wert / Ausnutzungsgrad	Feldwert E-Feld Wert / Ausnutzungsgrad
4	8,5+19	AC 3	Wohnhaus Finthener Weg 17	9,7 m	13 μ T / 4,3 %	0,4 kV / 8 %
5	8,5+85	AC 3	Wohnhaus Sossenheimer Weg 170	7,6 m	17 μ T / 5,7 %	0,5 kV / 10 %
6	8,8+74	AC 3	Wohnhaus Karl-Blum-Allee 22	6,8 m	19,5 μ T / 6,5 %	0,6 kV / 12 %
7	8,9+70	AC 3	Wohnhaus Däumling 5	7,3 m	18 μ T / 6,0 %	0,5 kV / 10 %
8	9,0	AC 3	Gebäude Kurmainzer Straße 71	7,25 m	18 μ T / 6,0 %	0,5 kV / 10 %

Tabelle 2: Feldwerte bei individueller Prüfung

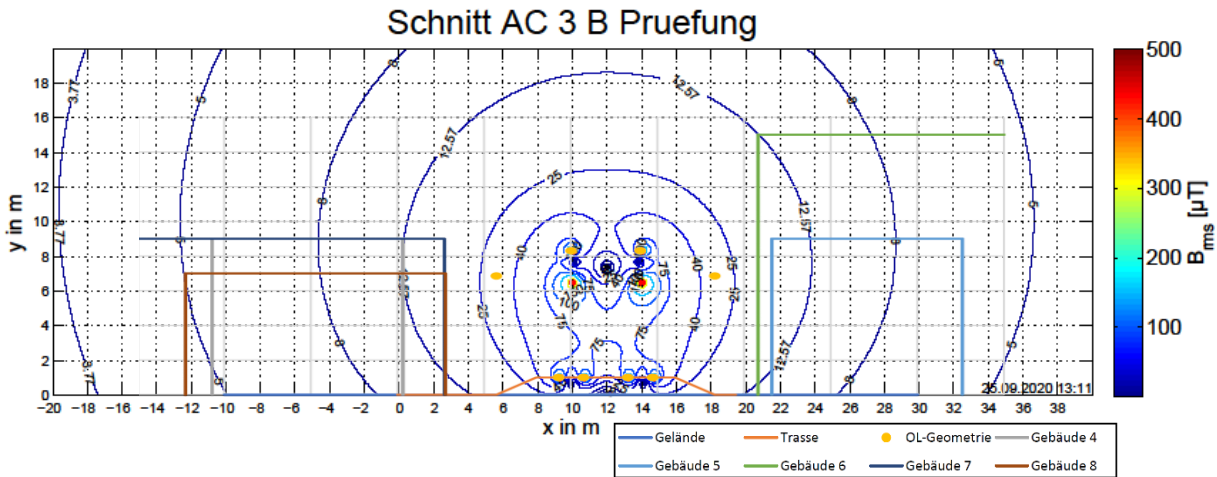


Abbildung 16: Individuelle Prüfungen elektromagnetische Induktion an den km 8,5+19, 8,5+85, 8,8+74, 8,9+70 und 9,0

28885843

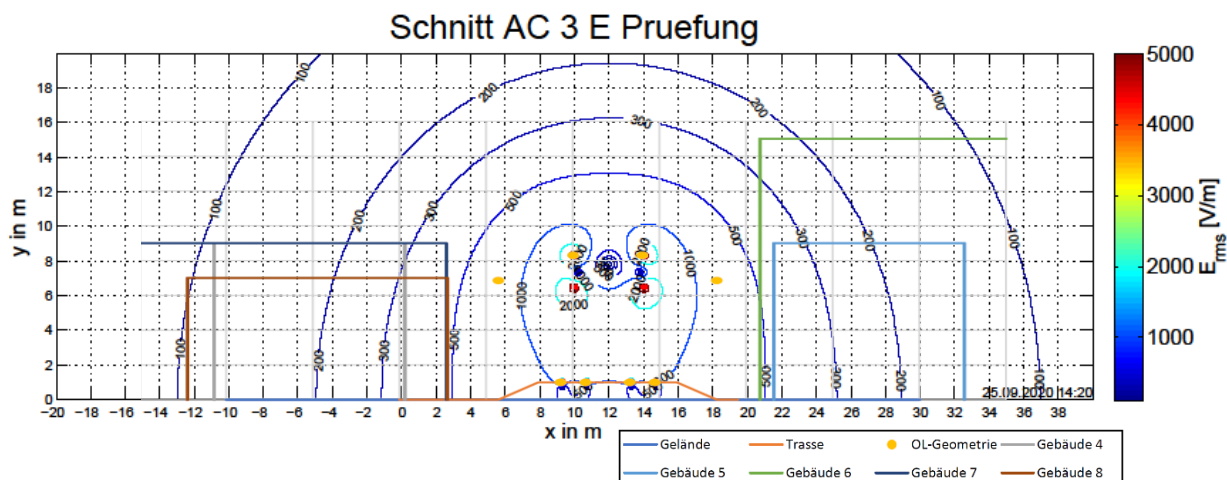


Abbildung 17: Individuelle Prüfungen Elektrisches Feld an den
km 8,5+19, 8,5+85, 8,8+74, 8,9+70 und 9,0

In der Darstellung sind die Gebäude auf Höhe Null und die Gleislage auf Höhe 1 m gesetzt. Die Felder der Anlage entsprechen denen des Schnitt AC 3. Die Blickrichtung liegt in Richtung der aufsteigenden Kilometrierung der RTW Bau-Kilometrierung. Blickrichtung ist hier also Süd mit links der östlichen und rechts der westlichen Bebauung an der Strecke.

5.2.3 Grenzwert: III Höchst Bf – Systemwechsel Höchst

Der Abschnitt entlang Bau-km 9,5+42 – km 10,5+80 ist in mehrere Bereiche untergliedert. Für die Bereiche

- der nördlichen Einbindung,
- des Wechsellspannungs-Abschnitts der RTW.
- der Umbauten der DB-Bahnanlage,
- des Gleichspannungs-Abschnitt RTW

erfolgt keine Ermittlung der Felder, da es sich um Bestandsanlagen oder nicht zu betrachtende Anlagen und Anlagenteile handelt.

Die Ermittlung der Grenzwerte erfolgt für die magnetischen und elektrischen Felder der Oberleitungsanlage

- des Neubaus des östlichen Abstellgleises im Bf Höchst.

Für das Abstellgleis mit Einspeisung erfolgt die Darstellung mit Schnitt AC 1. Für die Untersuchung der Grenzwerte nach §3 26.BImSchV im Bewertungsabstand ergeben sich für die Felder:

B-Feld: < 8 μ T, dies entspricht < 2,7 % Grenzwertausnutzung,

E-Feld: < 0,3 kV/m, dies entspricht < 6 % Grenzwertausnutzung

und bedeutet eine weite Unterschreitung der Grenzwerte. Expositionen des nicht nur Vorübergehenden Aufenthalts liegen nicht zwischen Anlage und Bewertungsabstand vor.

5.2.4 Grenzwert: IV Leunastraße – Kelsterbacher Weg

Die Untersuchung der Grenzwerte nach §3 26.BImSchV entlang km 10,5+80 – 3,6 betrifft die Einspeisungen der Gleichrichterunterwerke am Bahnhof Höchst und Kelsterbacher Weg durch einen Mittelspannungsanschluss aus dem öffentlichen 50 Hz-Netz. Es liegen keine maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Stromrichteranlagen des GUV vor, so dass keine Betroffenheiten bestehen.

5.2.5 Grenzwert: V Kelsterbach – Einschleifung Strecke 3683

Die Felder der Oberleitungsanlage entlang Bau-km 13,6 bis km 16,3 zur Einfädelung in die Bestandsstrecke 3683 sind im Berechnungsschnitt AC 2 modelliert, ermittelt und in Abschnitt 9.2 dargestellt. Am km 15,1+83 sind Sportanlagen als Gebiet mit maßgeblichen Minimierungsorten berücksichtigt. Dieses Gebiet wird durch eine Freileitung überspannt deren maßgeblicher Nachweisbereich sich nicht mit dem maßgeblichen Nachweisbereich der Oberleitungsanlage überschneidet. Deshalb werden die Felder Dritter nicht in die Feldberechnung einbezogen. Die Bewertung erfolgt am repräsentativen Bezugspunkt 12 im Bewertungsabstand. Für die Untersuchung der Grenzwerte des Abschnitts nach §3 26.BImSchV (am Bewertungsabstand) ergeben sich für die Felder:

B-Feld: < 13 μ T, dies entspricht < 4,3 % Grenzwertausnutzung,

E-Feld: < 0,4 kV/m, dies entspricht < 8 % Grenzwertausnutzung

und bedeutet eine weite Unterschreitung der Grenzwerte.

5.3 Minimierungsorte nach 26. BImSchV und VwV

Im Bereich des PFA Mitte sind nicht alle in der Verwaltungsvorschrift benannten Minimierungsmaßnahmen zielführend. Die Maßnahmen, die in allen folgenden Unterabschnitten gleich bewertet werden sind im Folgenden aufgeführt.

Einsatz von Autotransformatoren

Nein

Begründung: 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.

BlmSchV VwV Absatz 3.1 verlangt das Minimierungsgebot keine Alternativprüfung.

Einsatz von Saugtransformatoren (Booster-Transformatoren) Nein

Begründung: 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. BlmSchV VwV 5.2.3.3 „Wirksamkeit“ u. Hinweise“)

Fahrstromreduzierung durch zweiseitige Speisung Nein

Begründung: Eine Mehrfachanspeisung liegt vor, es erfolgt keine Alternativen-Prüfung (siehe AT)

Abstandsoptimierung Nein

Begründung: Es liegen keine Speise-, Umgehungs- bzw. Verstärkungsleitungen im Querschnitt der Anlage

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_Mitte).

5.3.1 Minimierungsorte: I PFA Nord Sulzbach – Einfädelung Strecke 3640

In Bereich Bau-km 7,0 – 7,9+60 (bis Einfädelung Bestandsstrecke 3640) liegen keine maßgeblichen Minimierungsorte vor.

5.3.2 Minimierungsorte: II Einfädelung Strecke 3640 – Zuckschwerdtstraße

Für die Bewertung der Minimierungsoption Rückleiterseil(e) 26.BlmSchV VwV an Bezugspunkt 2 und den repräsentativen Bezugspunkten 1, 3.1, 3.2, 9.1, 9.2, 10.1 und 10.2 ergeben sich an den Bezugspunkten folgende Feld-Wirkungen:

B-Feld: Senkung von 12,5 μT auf 7,5 μT , dies entspricht einer Absenkung der Grenzwertausnutzung um 1,8 % von 4,3 % auf 2,5 %.

Sowohl Felder und Wirkung der Minimierung sind in ähnlicher Größe z.T. an den Minimierungsorten wirksam. Dies liegt an der Annäherung an den Bewertungsabstand. Zur Umsetzung dieser feldmindernden Wirkung wird die Minimierungsmaßnahme der Rückleiterseile empfohlen.

Für die Untersuchungsorte der individuellen Grenzwertprüfung erfolgt eine **individuelle Minimierungsprüfung**. Auch hierbei werden die Feldwerte am Punkt der größten Annäherung an die Anlage ermittelt. Zu den Feldwerten wird ebenfalls der Ausnutzungsgrad des Grenzwertes angegeben. Die Wirkung der Rückleiterseile auf

den Feldverlauf in der Umgebung der Untersuchungsorte ist nachfolgend dargestellt.
Die Lage der Rückleiterseile ist beispielhaft gewählt.

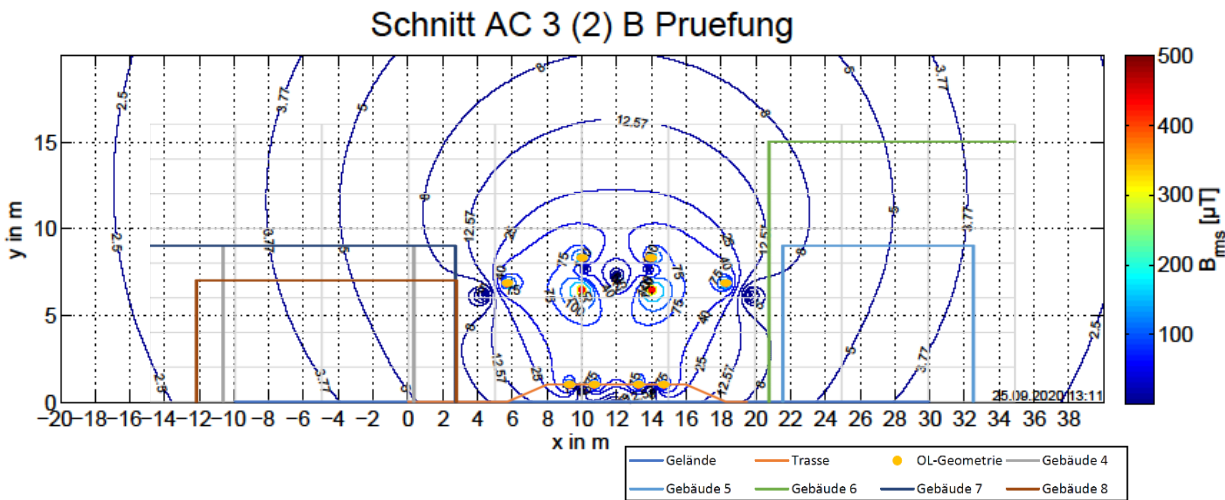


Abbildung 18: Wirkung Rückleiterseile auf die Felder der elektromagnetischen Induktion an km 8,5+19, 8,5+85, 8,8+74, 8,9+70 und 9,0

Lfd. Nr	Strecken km	Beschreibung	Abstand (zur Anlage)	Feldwert B-Feld Wert / Ausnutzungsgrad	Feldwert B-Feld Wert / Ausnutzungsgrad
4	8,5+19	Wohnhaus Fintthener Weg 17	9,7 m	13 µT / 4,3 %	7,5 µT / 2,5 %
5	8,5+85	Wohnhaus Sossenheimer Weg 170	7,6 m	17 µT / 5,7 %	10,5 µT / 3,5 %
6	8,8+74	Wohnhaus Karl-Blum-Allee 22	6,8 m	19,5 µT / 6,5 %	12 µT / 4,0 %
7	8,9+70	Wohnhaus Däumling 5	7,3 m	18 µT / 6,0 %	11 µT / 3,6 %
8	9,0	Gebäude Kurmainzer Straße 71	7,25 m	18 µT / 6,0 %	11 µT / 3,6 %

Tabelle 3: Feldreduktion an maßgeblichen Minimierungsorten (individuelle Prüfung)

Die Untersuchung zur Feldminimierung durch Rückleiterseile zeigt bei den maßgeblichen Minimierungsorten innerhalb des Bewertungsabstand Reduktionen der Grenzwertausnutzung von bis zu 2,5 %. Auch für diese Minimierungsorte hat die Maßnahme Rückleiterseile positive Auswirkungen. Für den zweigleisigen Abschnitt km 7,9+60 – 9,5+42 wird die Minimierungsmaßnahme Rückleiterseile empfohlen.

5.3.3 Minimierungsorte: III Höchst Bhf – Systemwechsel Höchst

In diesem Abschnitt (Bau-km 9,5 +50 – km 10,4) ist für die Untersuchung von Minimierungsmaßnahmen nur das neu zu errichtende Abstellgleis im Gleisvorfeld Ost relevant.

Durch die Oberleitungsanlagen des Abstellgleises ergeben sich Feldbeaufschlagungen in den Bereichen 11.1, 11.2 und 11.3. An den relativen Bezugspunkten bewirken die magnetischen Felder eine Grenzwertausnutzung von 2,7 %. Durch die Anwendung eines Rückleiterseiles kann die Grenzwertausnutzung am Bezugspunkt um weitere 1,8 % gesenkt werden. Für die Bereiche mit maßgeblichen Minimierungsorten sind die magnetischen Felder durch den Abstand zur Strecke weiter reduziert. So wirken in den Bereichen 11.1 und 11.3 nur 30 % der Felder am Bezugspunkt und im Bereich 11.2 nur 14 %. In den Bereichen selbst ist von einem weiteren Abfall der Feldstärken auszugehen. Die resultierenden vorliegenden Feldbeaufschlagungen werden als gering bewertet.

Es werden keine Maßnahmen mit Rückleiterseil zur Minimierung vorgeschlagen.

5.3.4 Minimierungsorte: IV Leunastraße – Kelsterbacher Weg

In Bereich Bau-km 10,5+80 – km 13,6 liegen keine maßgeblichen Minimierungsorte vor.

5.3.5 Minimierungsorte: V Kelsterbach – Einschleifung Strecke 3683

Die Sportanlagen im Bereich Kelsterbach ragen in den Einwirkungsbereich der Oberleitungsanlage der RTW. Sie sind am repräsentativen Bezugspunkt 12 (km 15,1+83) als Gebiet mit maßgeblichen Minimierungsorten ermittelt worden. Die Minimierungsorte haben einen Abstand zum Bezugspunkt ab 46,8 m. Die Werte für die magnetische Induktion am Bezugspunkt liegen bei kleiner 13 μT mit 4,3 % Grenzwertausnutzung. Die Grenzwertausnutzung kann durch die Verwendung von 2 Rückleiterseilen um 1,7 % gesenkt werden. Aufgrund des großen Abstands zwischen Bezugspunkt und Minimierungsorten ist nur $\frac{1}{4}$ der magnetischen Felder und deren Reduktion vor Ort wirksam. Auf der Sportanlage als Minimierungsort nehmen die Felder der Bahnstromanlage weiter ab. Die resultierenden Felder und die Minimierungsanteile sind gering gegenüber den Feldern der Leitungen Dritter (Hochspannungsleitung).

Es wird die Minimierung durch Rückleiterseile an dieser Stelle nicht empfohlen.

6 Zusammenfassung

Der Planfeststellungsabschnitt Mitte besteht ab der Grenze zum PFA Nord aus einer Neubaustrecke nach BOStrab mit 15 kV AC Energieversorgung die nach Querung der BAB A66 in die Strecke 3640 einfädelt. Die Bestandsstrecke 3640 wird in Richtung Bad Soden an die zweigleisige Einfädung angepasst und Richtung Bf Höchst bis km 9,5+42 rückgebaut und zweigleisig neu errichtet. Bis zum Bf Höchst erfolgt die Nutzung der eingleisigen Bestandsstrecke. Im Bf Höchst erfolgt die Separierung der RTW-Strecke als DC-Strecke. Dieses erfolgt durch Gleisverschwenkungen und Verschiebungen in Richtung der Bestehenden Bahnanlagen. Damit besteht hier keine wesentliche Änderung im Sinne der 26. BImSchV. Einzig relevant ist der Neubau eines Abstellgleises im Bahnhofsbereich. Die RTW quert als DC-Strecke den Bf Höchst und führt entlang der Leunastraße bis Kelsterbacher Weg. Bei km 13,6 befindet sich eine zweite Systemtrennstelle. Hier verläuft die RTW Trasse weiter als BOStrab Trasse mit 15 kV AC Bahnenergieversorgung bis zur Einfädung auf die Bestandsstrecke 3683 nach Kelsterbach.

Die EMV-Untersuchungen erfolgten für 15 kV AC Abschnitte mit wesentlichen Änderungen, die Neubaustrecken und die Energieversorgung (Mittelspannung) der Gleichrichterunterwerke.

Im Untersuchungsabschnitt befinden sich zwischen km 7,9+60 und 9,5+42 mehrere maßgebliche Immissionsorte. Hierfür konnten die Untersuchungen die Einhaltung der Grenzwerte nach §3 26. BImSchV mit einer Grenzwertauslastungen von < 7 % bei der magnetischen Induktion und < 12 % beim elektrischen Feld gezeigt werden.

Es werden die Grenzwerte in allen Abschnitten an den (repräsentativen) Bezugspunkten für das elektrische Feld mit kleiner 10 % und für die magnetische Induktion mit kleiner 5 % Grenzwertausnutzung eingehalten. Im Bereich des Planfeststellungsbereiches Mitte liegen keine zu berücksichtigenden meldepflichtigen Anlagen im Frequenzbereich bis 10 MHz gemäß Auskunftsportal der deutschen Netzagentur. Der Auskunftsstand ist der 18.09.2020.

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 der Gleichrichterunterwerke aus dem öffentlichen Mittelspannungsnetz durchgeführt. Des Weiteren wurde die 15 kV 16,7 Hz Oberleitungsanlagen bezüglich Minimierung untersucht. Hinsichtlich der Maßnahmen zur Feldminimierung ergibt sich folgender Sachverhalt:

- Die Oberleitungen der Bestandsstreckenabschnitte 3640 sind keine Neubauten bzw. wesentliche Änderungen und bewirken keine weiteren Untersuchungen.
- Die Umbaumaßnahmen im Bf Höchst, sowohl die Verschwenkungen der Trassen 3640 und 3603, als auch der Wechselstromabschnitt der RTW bis zur Systemtrennstelle Bf Höchst sind „Verschiebungen in Richtung Anlagenmitte“ und

28885843

keine Neubauten bzw. wesentliche Änderungen und bewirken keine weiteren Untersuchungen.

- Die Speisung der Gleichrichterunterwerke am Bf Höchst und Kelsterbacher Weg aus dem Mittelspannungsnetz sind Neubauten. Die Untersuchung des Einwirkungsbereichs der Anlagen ergab keine Betroffenheiten in Form von maßgeblichen Minimierungsorten.
- An der 15 kV 16,7 Hz Neubaustrecke nach EBO liegen sowohl maßgebliche Minimierungsorte als auch maßgebliche Immissionsorte. Die maßgeblichen Minimierungsorte sind zumeist als Bereiche mit Siedlungsstrukturen zusammengefasst und werden an repräsentativen Bezugspunkten bewertet. Von den Minimierungsmaßnahmen ist die Rückleiterführung im Bereich zweigleisiger Neubau Strecke 3640 km 7,9+60 – 9,5+42 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

28885843

- 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)
- Ril 997 Bahnrichtlinie Elektrotechnische Anlagen Bahnstrom
- EN 50119 Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Oberleitungen für den elektrischen Zugbetrieb;

8 Abkürzungen

28885843

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
μ T:	Mikro Tesla, Einheit der magnetischen Induktion
VL:	Verstärkungsleitung
RL:	Rückleiter
PFA:	Planfeststellungsabschnitt
Ril:	Richtlinie der Bundesbahn
HES:	Haupterdungsschiene
VDE:	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik

9 Anlage

9.1 Validierungsbescheinigung Software-Validierung



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“ Professur für Elektrische Bahnen



Validierungsbescheinigung

Die Software **IFB-Feldberechnungstool (Version 1.0)** der IFB – Institut für Bahntechnik GmbH wurde von der Professur für Elektrische Bahnen der TU Dresden im Hinblick auf deren Eignung für die Berechnung von magnetischen und elektrischen Feldern ausgehend von Fahr- und Rückleitungsanlagen elektrischer Bahnen validiert. Dabei wurde sowohl die von IFB verwendeten Berechnungsmethodiken als auch deren softwaretechnische Implementierung validiert.

Die Ergebnisse der Validierung können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die von IFB zur Berechnung der von Fahr- und Rückleitungsanlagen ausgehenden magnetischen und elektrischen Felder verwendeten Berechnungsmethodiken erfüllen die gesetzlichen und normativen Anforderungen aus 26. BImSchV und DIN EN 50413.
2. Die softwaretechnische Implementierung der o. g. Berechnungsmethodiken im IFB-Feldberechnungstool liefert korrekte Berechnungsergebnisse.
3. Die Ergebnisunsicherheit der Feldberechnung hängt wesentlich nur von den Eingangsdaten der Berechnung ab. Durch konservatives Ansetzen der Eingangsdaten kann ein zur unsicheren Seite abweichendes Berechnungsergebnis ausgeschlossen werden.

Die Software IFB-Feldberechnungstool in der Version 1.0 ist somit geeignet für die Berechnung der magnetischen und elektrischen Felder ausgehend von Fahr- und Rückleitungsanlagen elektrischer Bahnsysteme.

Dresden, den 23.09.2020



Prof. Dr.-Ing. Arnd Stephan
(Lehrstuhlinhaber)

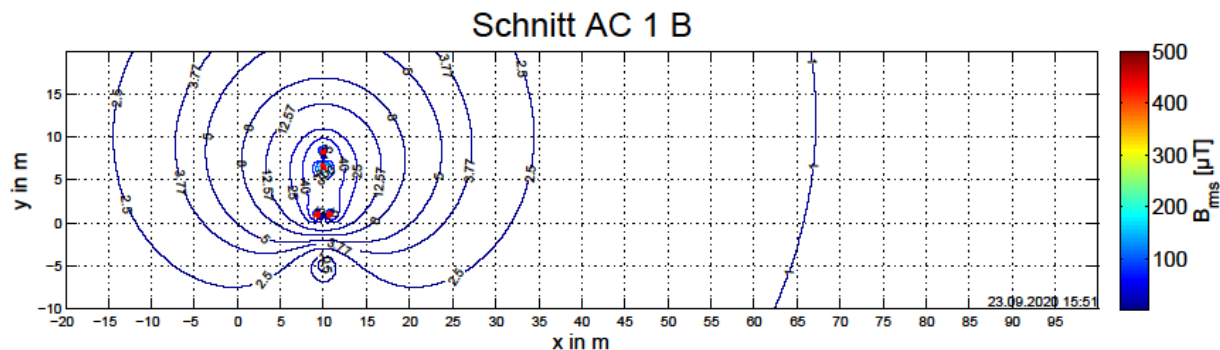


Dipl.-Ing. Jan Pape
(Wissenschaftlicher Mitarbeiter)

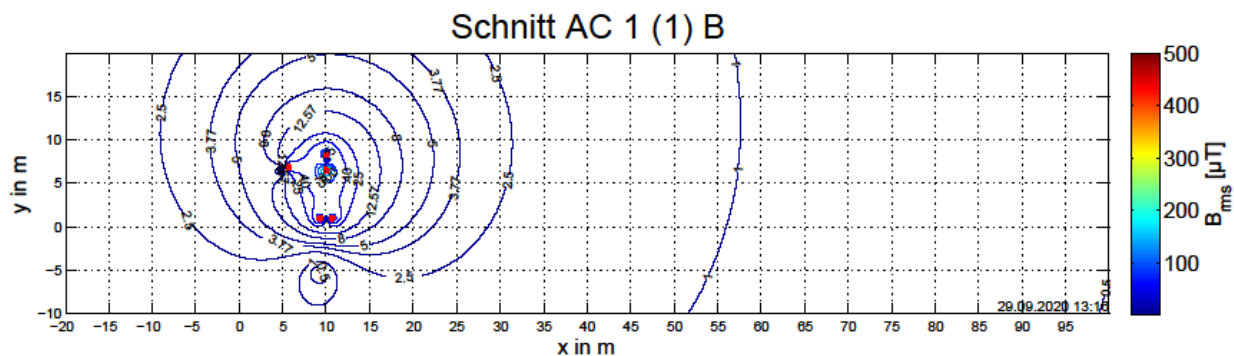
9.2 Anlage 1 Feldbilder

28885843

Schnitt AC 1 magnetische Induktion

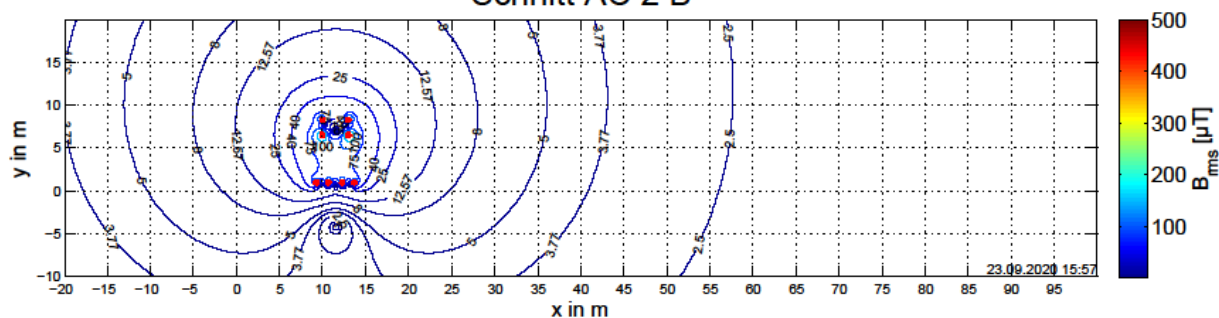


Schnitt AC 1 (1) magnetische Induktion



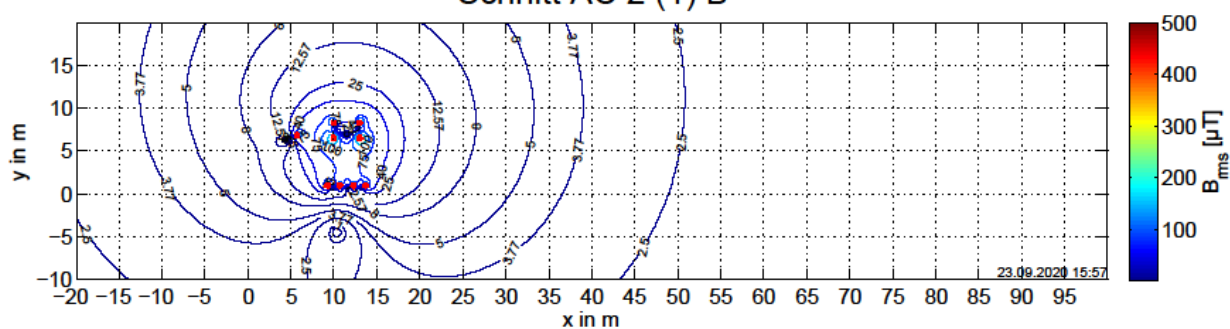
Schnitt AC 2 magnetische Induktion

Schnitt AC 2 B



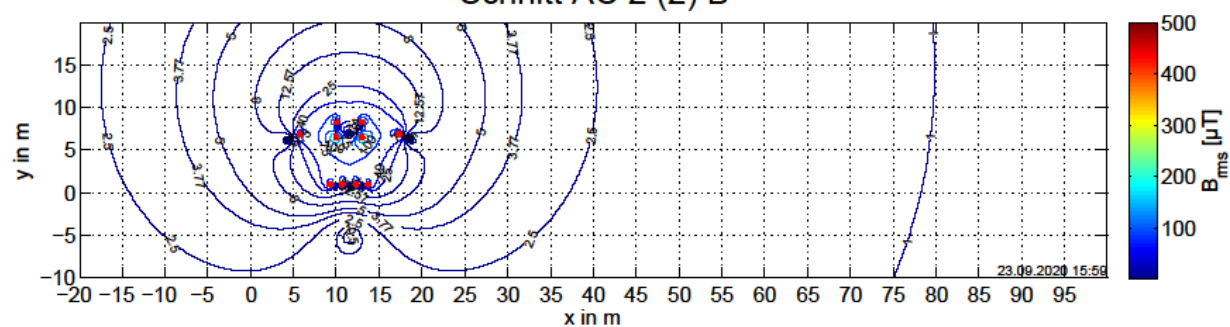
Schnitt AC 2 (1) magnetische Induktion

Schnitt AC 2 (1) B



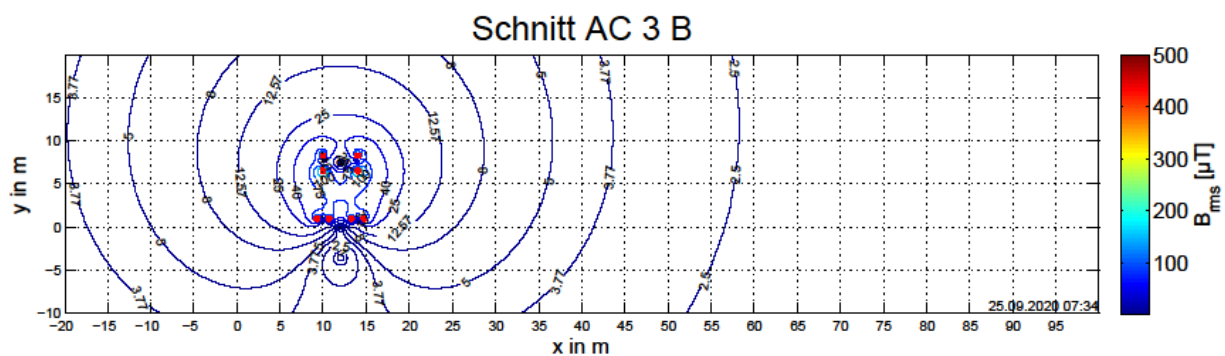
Schnitt AC 2 (2) magnetische Induktion

Schnitt AC 2 (2) B

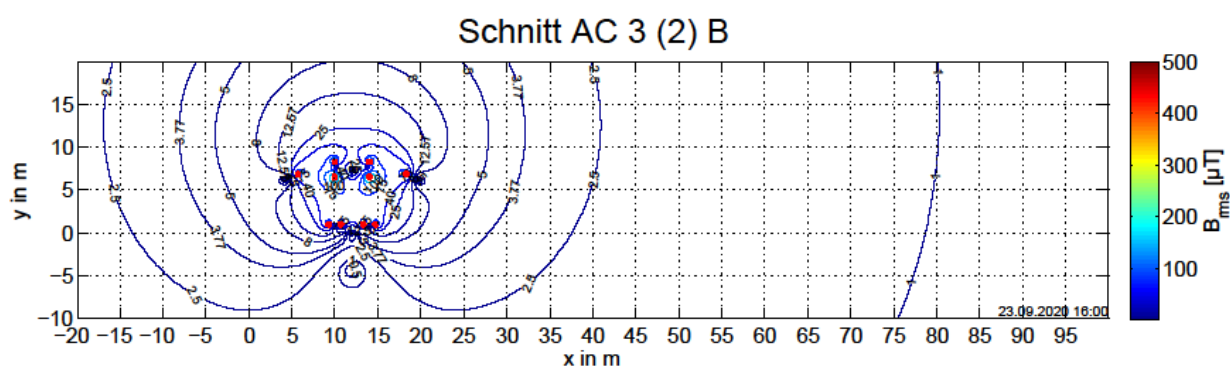


Schnitt AC 3 magnetische Induktion

28885843

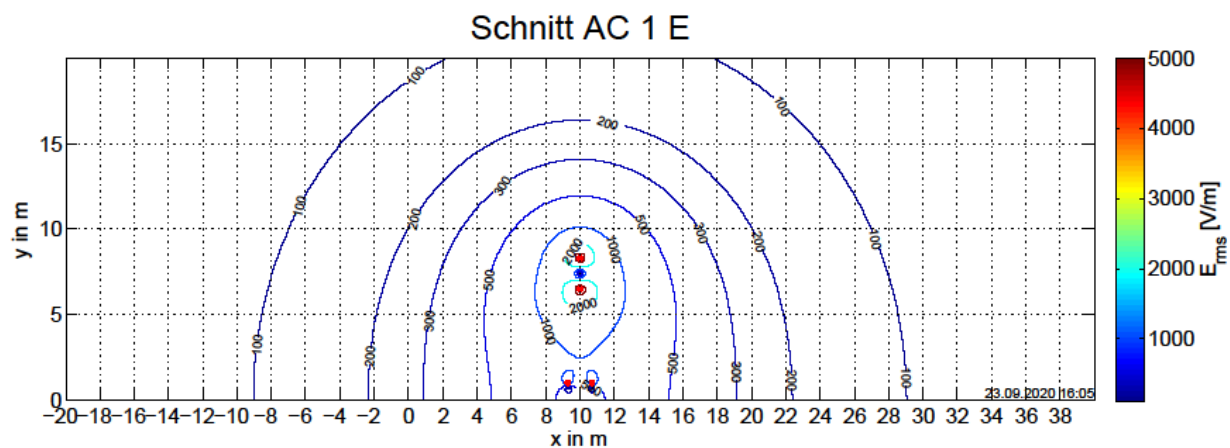


Schnitt AC 3 (2) magnetische Induktion

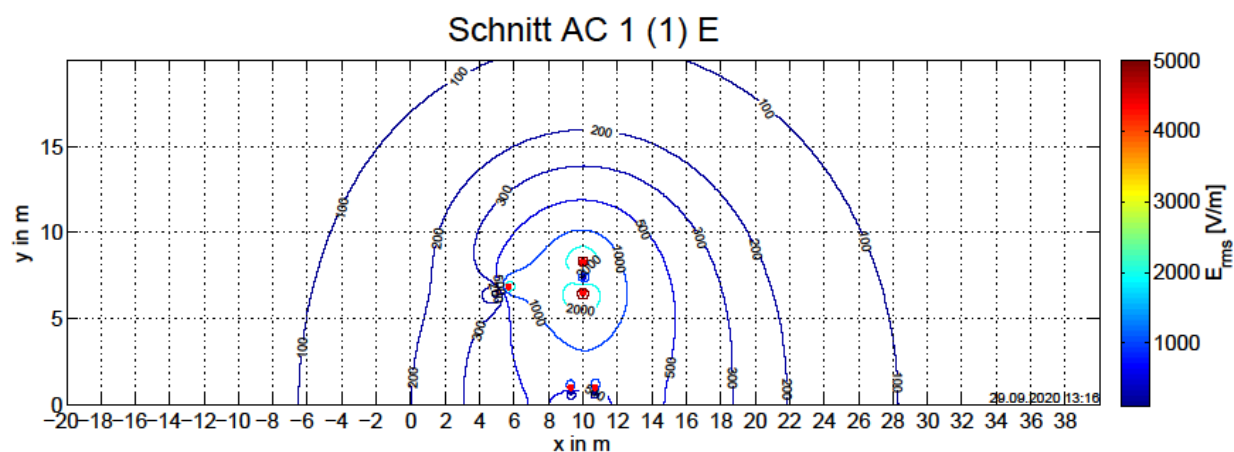


Schnitt AC 1 elektrisches Feld

28885843

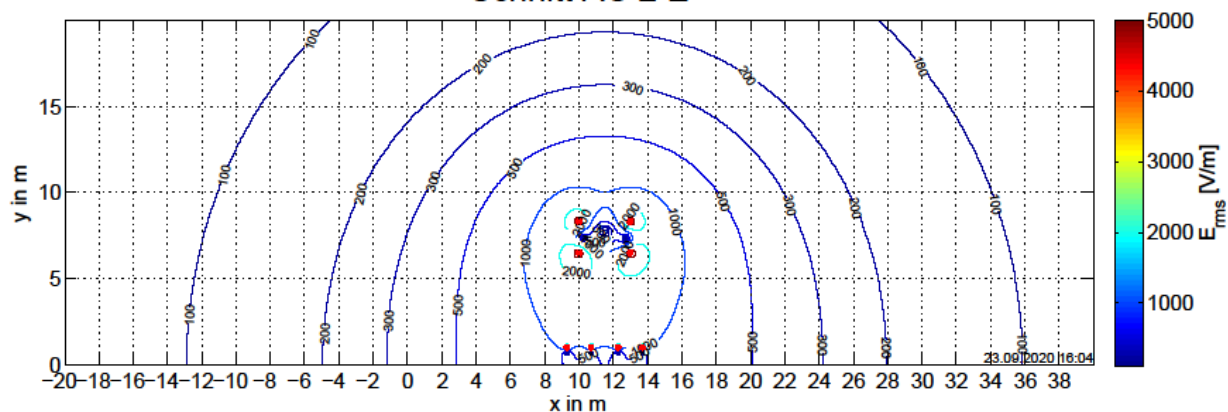


Schnitt AC 1 (1) elektrisches Feld



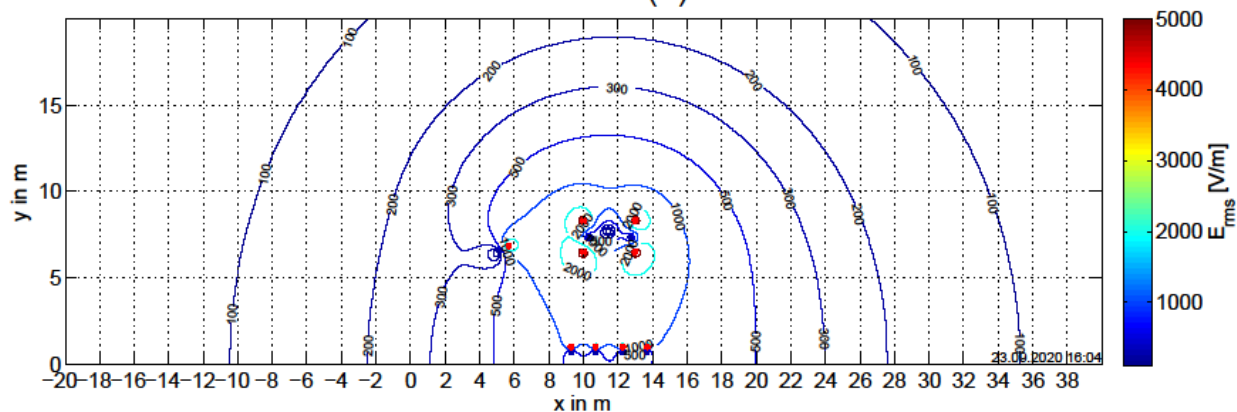
Schnitt AC 2 elektrisches Feld

Schnitt AC 2 E



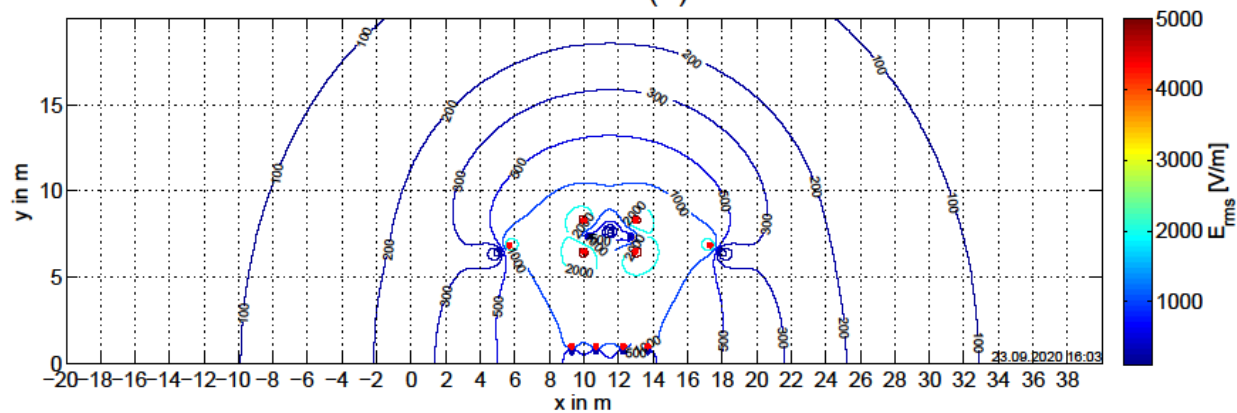
Schnitt AC 2 (1) elektrisches Feld

Schnitt AC 2 (1) E



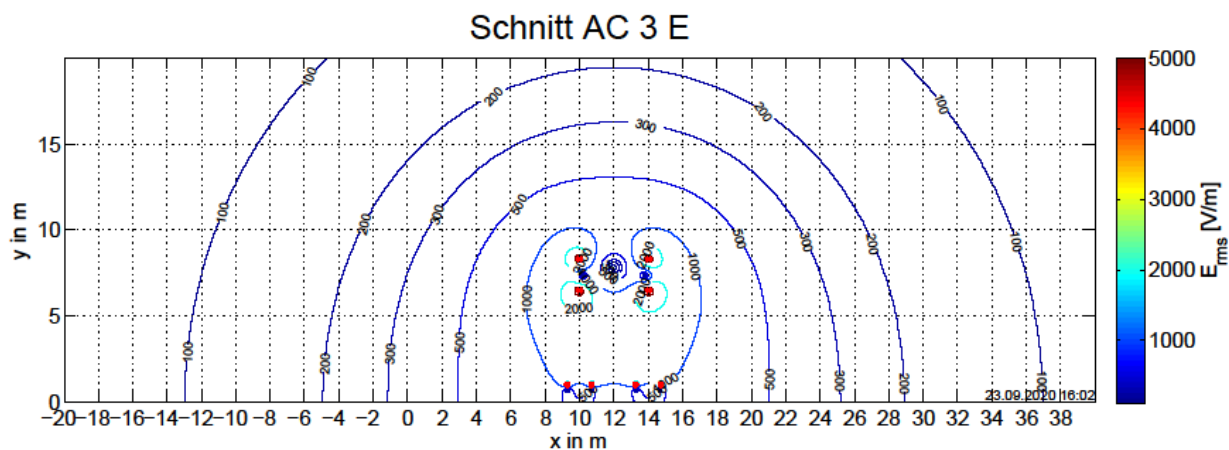
Schnitt AC 2 (2) elektrisches Feld

Schnitt AC 2 (2) E



Schnitt AC 3 elektrisches Feld

28885843



Schnitt AC 3 (2) elektrisches Feld

