

Technischer Bericht

Auftraggeber

DB AG

Projekt

ABS Berlin Frankfurt/O - Grenze D/PI, ESTW Köpenick

Projektnummer

P16-0496

Leistungsbezeichnung

EMV-Gutachten

Version

3.0 vom 06.07.2018

SIGNON Deutschland GmbH

Schützenstraße 15 – 17

10117 Berlin, Germany

T +49 30 247387-13

F +49 30 247387-11

info@signon-group.com

Commerzbank

IBAN:

DE58 2708 0060 0120 3058 00

BIC: COBADEFFXXX

Geschäftsführung

Holger Rosenberger

Sitz der Gesellschaft

Berlin | HRB: 152338 B

USt.-Id.Nr.

DE - 1 57 35 34 18

Ihre Ansprechpartner

für technische Fragen:

Herr Prof. Gerhard Hofmann

T +49 351 20589-212

F +49 351 20589-245

gerhard.hofmann@signon-

group.com

Standort

Berliner Straße 7

01067 Dresden

für kaufmännische Fragen:

Herr Gerd Hübner

T +49 30 247387-224

F +49 30 247387-11

gerd.huebner@signon-group.com



Änderungsübersicht

Version	Datum	Bearbeiter	Prüfer	Änderung
1.0	31.07.2017	Prof. Hofmann, Gerhard		Erstversion
2.0	01.08.2017	Prof. Hofmann, Gerhard		Vervollständigung und Neuformatierung Berechnungsergebnisse
3.0	06.07.2018	Prof. Hofmann, Gerhard		Einbeziehung Speisekabeltrasse für freie Strecke hinter Bf. Köpenick in Richtung Frankfurt/Oder

Inhaltsverzeichnis

1	Glossar	3
1.1	Abkürzungen	3
1.2	Begriffe	4
2	Einleitung	5
2.1	Zweck des Dokumentes	5
2.2	Zielgruppe	5
3	Allgemeine Aussagen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit	6
3.1	Bestandteile der Elektromagnetischen Verträglichkeit.....	6
3.2	Technische Beeinflussung der elektrischen und elektronischen Geräte untereinander	6
3.2.1	Begriffe	6
3.2.2	Störausendung von Fahrleitungssystemen von Vollbahnen	6
3.2.3	EMV-Richtlinie, EMV-Gesetz, Grenzwerte für Bahnsysteme	6
3.2.4	Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen	6
3.2.5	Beeinflussung von Einrichtungen der Informationstechnik.....	8
3.3	Wirkung von elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern auf Umwelt und Menschen (EMV-U).....	8
3.3.1	Allgemeines	8
3.3.2	Minimierungsgebot.....	10
4	Berechnung der elektrischen und magnetischen Felder	12
4.1	Lösungsansatz.....	12
4.2	Untersuchte geometrische Anordnung.....	12
4.3	Schaltung und Strom der Fahrleitung	13
5	Ergebnisse	15
5.1	Elektrostatiches Feld	15
5.2	Magnetisches Feld	15
6	Zusammenfassung	17

1 Glossar

1.1 Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
BImSchG	Bundesimmissionschutzgesetzes
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionschutzgesetzes
BImSCHVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionschutzgesetzes
BGBI	Bundesgesetzblatt
DKE	Deutsche Kommission für Elektrotechnik
EEA	Elektrische Energieanlagen 50 Hz
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EMVG	EMV-Gesetz
EMV-U	Wirkung von elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern auf Umwelt und Menschen
EN	Europäischer Standard
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
EU	Europäische Union
LST	Leit- und Sicherungstechnik
OLA	Fahrleitungsanlagen
PT1	Planteil 1 der Ausführungsplanung Leit- und Sicherungstechnik
ELBAS IMAFEB	Computerprogramm zur Berechnung von Impedanzen, magnetischen und elektrischen Felder von Leitungsanordnungen
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
VDE	1. Verband der Elektrotechnik und Informationstechnik 2. Standard der DKE

1.2 Begriffe

Begriff	Erläuterung
AC	Wechselstrom
AC100	Fahrdraht aus Elektrolyt-Kupfer (Cu-ETP) mit einem Bemessungsquerschnitt von 100 mm ²
AL240	Aluminiumseil mit einem Querschnitt von 240 mm ²
Bf	Bahnhof
Bz50	Bronzeseil mit einem Querschnitt von 50 mm ²
ESTW	Elektronisches Stellwerk
Re200	Regelfahrleitung der DB AG für eine Befahrgeschwindigkeit von 200 km/h
U3	Fahrleitungsschalter zur Verbindung Kettenwerk 1 mit Speiseleitung Richtung Wuhlheide
U4	Fahrleitungsschalter zur Verbindung Kettenwerk 2 mit Speiseleitung Richtung Wuhlheide

2 Einleitung

2.1 Zweck des Dokumentes

Im Zuge der ABS Berlin-Frankfurt/Oder ist der Ausbau des Projektanschnitts 16 "Bf Berlin-Köpenick einschließlich Abzw Stadtforst" zu planen. Im Leistungsumfang von SIGNON sind dabei die Gewerke LST, EEA und OLA enthalten. Inhalt der Planungsleistungen sind die Leistungsphasen Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung. Für das Gewerk LST ist außerdem die Ausführungsplanung PT1 im Auftrag enthalten. Im Rahmen des Spurplanumbaues, der in mehreren Bauzuständen realisiert wird, sind der vollständige Neubau der Oberleitungsanlage, der Neubau einer Trafostation, der Neubau der Weichenheizung und der Gleisfeldbeleuchtung sowie die Elektroinstallation des neuen Regionalbahnsteiges zu planen. Weiterhin ist die Ablösung der vorhandenen LST-Anlagen durch ein ESTW Planungsbestandteil.

Dieses Dokument befasst sich mit den Auswirkungen der elektrischen und magnetischen Felder auf die Allgemeinbevölkerung. In Form eines Gutachtens wird die Einhaltung der entsprechenden gesetzlichen Bestimmungen der EU und der nationalen Umsetzung nachgewiesen.

2.2 Zielgruppe

Zielgruppe dieses Dokumentes ist sind alle mit der Genehmigung des unter 2.1 benannten Bauvorhabens befassten Stellen, Organisationen und betroffenen Einzelpersonen.

3 Allgemeine Aussagen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit

3.1 Bestandteile der Elektromagnetischen Verträglichkeit

Die Elektromagnetische Verträglichkeit umfasst:

- die technische Beeinflussung der elektrischen und elektronischen Geräte untereinander (EMV)
- die Wirkung von elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern auf Umwelt und Menschen (EMV-U).

3.2 Technische Beeinflussung der elektrischen und elektronischen Geräte untereinander

3.2.1 Begriffe

Die technische Beeinflussung der elektrischen und elektronischen Geräte untereinander wird als Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bezeichnet.

EMV ist die Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, eines Bauelementes, einer Baugruppe, eines Gerätes oder einer Anlage in einer vorgegebenen elektromagnetischen Umgebung in beabsichtigter Weise zu arbeiten, ohne dabei diese Umgebung durch elektromagnetische Wirkung in unzulässiger Weise zu belasten.

3.2.2 Störausendung von Fahrleitungssystemen von Vollbahnen

Die Strecke Berlin – Frankfurt/Oder DB Netz AG wird mit einer Nennspannung von AC 15 kV 16,7 Hz betrieben. Der zum Fahren erforderliche Wechselstrom setzt sich aus der dominierenden Grundsatzkomponente mit einer Frequenz von 16,7 Hz und Obersatzkomponenten abhängig von der Triebfahrzeugschaltung zusammen. Der Anteil des Obersatzstromes liegt unter 5 % vom Grundsatzanteil. Der Rückstrom fließt bei Wechselstrombahnen sowohl über die Fahrschienen als auch über das Erdreich zum Unterwerk zurück. Das resultierende Magnetfeld wird wegen der Überlagerung von Fahr- und Rückstrom abgeschwächt.

3.2.3 EMV-Richtlinie, EMV-Gesetz, Grenzwerte für Bahnsysteme

Das „Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln vom 26. Februar 2008 (BGBl. I S. 220), das durch Artikel 3 des Gesetzes vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2409) geändert worden ist“ EMV-Gesetz (EMVG) dient der Umsetzung der Richtlinie 2004/108/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit und zur Aufhebung der Richtlinie 89/336/EWG (EU Nr. L 390 S. 24).“

Für den Bahnbereich gilt die Europeanorm EN 50121:2001-05, Teil 1 bis 5 (Bahnanwendungen, Elektromagnetische Verträglichkeit). Grenzwerte für Bahnsysteme im Frequenzbereich von 9 kHz bis 1 GHz werden angegeben. Fahrzeuge und Unterwerke sind als Quelle für höherfrequente Störungen anzusehen. Der Nachweis der Einhaltung von Grenzwerten ist bei Kenntnis des Zusammenwirkens des gesamten Bahnsystems möglich.

3.2.4 Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen

Im Bereich des EMV-Gesetzes ist weiterhin die Norm DIN VDE 0228 - Maßnahmen bei Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen - zutreffend. Diese Norm schreibt im Teil 3 "Beeinflussung durch Wechselstrombahnanlagen" in ihrer gültigen Fassung vom Dezember 1987 (wird demnächst ersetzt durch DIN VDE 0845-6-3) vor, dass an Bahnanlagen folgende vorsorgliche Maßnahmen im Oberleitungsnetz und in den Anlagen zur Rückstromführung zu treffen sind:

- Begrenzung von Höhe und Dauer des Kurzschlussstromes

Um das Induzieren hoher Spannungen zu vermeiden soll der Kurzschlussstrom möglichst niedrig gehalten werden; z. B. durch Speisen der Oberleitung aus mehreren kleinen, längs der Strecke verteilten Unterwerken anstelle eines großen Unterwerkes.

Um die Auswirkungen der Kurzschlussströme zu verringern, sollen die Abschaltzeiten möglichst kurz (kleiner 1 s) sein.

- Speisung

Die Art der Speisung kann von großem Einfluss auf die Höhe der induzierten Spannung sein:

a) Die zweiseitige Speisung ist der einseitigen Speisung immer vorzuziehen, da sich im Normalbetrieb bei zweiseitiger Speisung die von den Teilströmen der Grundschwingung induzierten Spannungen je nach Lage der Näherung besonders im Grenzbereich der Speiseabschnitte teilweise kompensieren

b) trifft nur bei 50-Hz-Bahnen zu: Beim Speisen einer Bahnanlage aus verschiedenen Leitern eines Drehstromnetzes entfallen die Vorteile der zweiseitigen Speisung wegen der notwendigen Phasentrennstelle. Vielmehr addieren sich die in den Teilabschnitten induzierten Spannungen vektoriell.

c) Die Oberleitungen sollen nur von den planmäßig vorgesehenen Unterwerken gespeist werden. Störungen im Oberleitungsnetz, die zu einer vorübergehend anderweitigen Speisung Anlass geben, sind so schnell wie möglich zu beseitigen.

- Spannungskurve und Oberschwingungen

Obgleich Generatoren und rotierende Umformer der Bahnkraftwerke lässt sich ein Verzerren der Kurvenform der Oberleitungsspannung hauptsächlich durch nichtlineare Verbraucher nicht vermeiden. Die dadurch erzeugten Oberschwingungen des Fahrstromes können Geräuschstörungen in Fernmeldeanlagen mit Erdunsymmetrie verursachen:

a) Bei Triebfahrzeugen mit Hochspannungsstufenschaltwerk entstehen vorwiegend Harmonische von niedriger Ordnungszahl. Die Nutenüberschwingungen der Fahrmotoren sind unbedeutend. Geräuschstörungen in Fernmeldeanlagen sind deshalb praktisch nicht feststellbar.

b) Bei Triebfahrzeugen mit Phasenanschnittsteuerung, Sektorsteuerung oder Vierquadrantenstellersteuerung können zusätzliche Oberschwingungen im Bereich von 1000 Hz erzeugt und durch Oberleitungsresonanzen verstärkt werden; ihre Wirkung kann z. B. durch Optimierung der Antriebssteuerung und den Einbau von Störstromfiltern auf dem Triebfahrzeug gemindert werden.

- Das Einwirken des magnetischen Feldes der Oberleitungsströme auf benachbarte Fernmeldeleitungen kann durch Leitungen, die einen Teil des Rückstromes führen, gemindert werden. Für das Ausmaß der Kompensation ist es gleichgültig, ob der Rückstrom direkt in die Kompensationsleitung übertritt oder durch Induktion in der Leitung entsteht.

- Die wichtigste Kompensationsleitung an elektrischen Bahnen ist die Fahrschiene. Der Schienenstrom soll deshalb durch Verringern des Übergangswiderstandes an den Schienenstößen möglichst hochgehalten werden.

- Das Verwenden einer zusätzlichen, mit den Schienen verbundenen Kompensationsleitung ist nur wirkungsvoll, wenn deren Widerstand im Verhältnis zum Schienenwiderstand klein ist und eine enge Kopplung entweder zur Oberleitung oder zur Fernmeldeleitung sichergestellt ist.

- In besonderen Fällen kann der Strom in einer Kompensationsleitung durch Saugtransformatoren erhöht werden, deren Primärwicklung vom Fahrstrom durchflossen wird und deren Sekundärwicklung in der Kompensationsleitung liegt, in die der Schienenstrom gesaugt wird. Wenn solche Transformatoren in kurzen Abständen (2 bis 5 km) eingebaut werden, kann die Induktionswirkung der Grundschwingung des Fahrstromes weitgehend, die der Oberschwingung dagegen nur

zum Teil kompensiert werden. Ob die Anwendung von Saugtransformatoren wirtschaftlich gerechtfertigt ist, muss von Fall zu Fall untersucht werden.

- Das Schienenpotential wird durch zusätzliche Kompensationsleitungen herabgesetzt.

Bei Verwendung hochisolierender Schwellen genügt auch ein parallel zur Bahnstrecke mit mindestens einer Schiene regelmäßig verbundener, im Erdboden verlegter Bahnerder.

3.2.5 Beeinflussung von Einrichtungen der Informationstechnik

In DIN VDE 0228 Teil 6 "Beeinflussung von Einrichtungen der Informationstechnik - Elektrische und magnetische Felder von Starkstromanlagen im Frequenzbereich von 0 bis 10 kHz" in der Fassung als Entwurf vom Dezember 1992 werden Aussagen zur Berechnung der Felder gemacht.

Außerdem wird im Punkt 7 auf Schirmwirkungen eingegangen. "Die Schirmung ist eine wichtige Maßnahme im Bereich der EMV gegen elektromagnetische Felder. Eine EMV-Planung kann Schirme unter Berücksichtigung sowohl von Quellen als auch von Senken für Gebäude, Räume und Geräte getrennt oder in einer auf die Gesamtwirkung abzielende Kombination vorsehen." Im Punkt 7.6.1 der VDE 0228 Teil 6 wird weiter ausgeführt: "Starre Schirmgehäuse mit Wanddicken von 1 mm bis 2 mm werden auch zur Abschirmung von Bildröhren bzw. Monitoren verwendet.

Als Grenzwert für die Beeinflussung von Monitoren durch magnetische Felder kann mit guter Reproduzierbarkeit die Wahrnehmbarkeitsschwelle gewählt werden. Der Grenzwert liegt bei einem rotierenden Magnetfeld (worst-case) und üblicher Ausführung der Monitore bei etwa 0,5 μT ." Das entspricht einer Feldstärke von 0,42 A/m. Ausgehend von dieser Überlegung schreibt die Norm für einen Frequenzbereich von 15 bis 150 Hz einzuhaltende Feldstärkegrenzwerte von 1 A/m vor. Die Beeinflussung durch Gleichfelder (0 Hz) ist nicht von der Norm erfasst.

Da es nach EMV-Gesetz offenbar keine spezielle produktbezogene Norm für Computer-Bildschirme gibt, müssen die so genannten Fachgrundnormen (Generic Standards) herangezogen werden. In der Fachgrundnorm EN 61000-6-1:2002-08 "Elektromagnetische Verträglichkeit - Fachgrundnorm Störfestigkeit" wird im Teil 1 für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe die Mindeststörfestigkeit beschrieben. Für Magnetfelder mit 15 bzw. 60 Hz ist als Prüfstörgröße für 50 Hz eine Feldstärke von 3 A/m festgelegt. Für ein magnetisches Gleichfeld erfolgen keine Aussagen.

Von der physikalischen Wirkungsweise einer Elektronenstrahlröhre her ist zu erwarten, dass ein magnetisches Wechselfeld zu Bildschirmflimmern führt. Für ein magnetisches Gleichfeld erfolgt eine Verschiebung des Elektronenstrahls, der zu einer Farbverfälschung führt. Dafür sind besonders Lochmaskenbildröhren empfindlich. Bei modernen Bildröhren wird durch die innere Konstruktion eine Kompensation von Strahlverschiebungen in vertikaler Richtung erreicht, die für die Kompensation des Erdmagnetfeldes (Größenordnung ca. 40 μT) erforderlich ist.

Aus diesen verschiedenen Festlegungen wird abgeleitet im Gutachten einen Grenzwert von 1 μT zu Grunde zu legen.

3.3 Wirkung von elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern auf Umwelt und Menschen (EMV-U)

3.3.1 Allgemeines

Die Internationale Kommission für den Schutz vor Nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) hat Empfehlungen in Bezug auf die Wirkung von elektrischen, magnetischen und elektro magnetischen Feldern auf Umwelt und Menschen (EMV-U) erarbeitet.

Für den Bau oder die Änderung von Anlagen der Eisenbahn des Bundes, die einer Planfeststellung nach dem Allgemeinen Eisenbahngesetz bedürfen, ist nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen (§ 3 und An-

lage zu § 3). Zur Sicherung einer wirksamen Umweltvorsorge nach einheitlichen Grundsätzen (§ 1) sind bei dem geplanten Vorhaben die Auswirkungen durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder auf die Schutzgüter Menschen und sonstige Sachgüter einschließlich möglicher Wechselwirkungen zu ermitteln und zu beschreiben (§ 2), zusammenfassend darzustellen (§ 11) und zu bewerten (§§ 2, 12). Maßnahmen, mit denen erhebliche Beeinträchtigungen vermieden, vermindert oder soweit möglich ausgeglichen werden, sind darzulegen (§ 6). Ergänzend hierzu regelt das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG 1990) in Verbindung mit der Sechszwanzigsten Verordnung zur Durchführung des BImSchG (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV 2013) den vorbeugenden Schutz des Menschen und sonstiger Sachgüter vor schädlichen Umweltauswirkungen (§ 1) durch den Bau von Eisenbahnen (§ 2).

Die Ermittlung und Beschreibung der projektbedingt zu erwartenden niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder erfolgt auf der Grundlage von Berechnungen, die vom Forschungs- und Technologiezentrum der Deutschen Bahn AG an ausgesuchten Querschnitten durchgeführt wurden.

Berechnungen zu elektrischen Feldstärken sind nicht erforderlich, da elektrische Felder durch Materialien und Gebäude gut abgeschirmt werden und relevante Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen bzw. auf Sachgüter nicht zu erwarten sind.

Die Bewertung der magnetischen Wechselfelder der Bahnstrecken im Hinblick auf den Menschen erfolgt anhand der 26. BImSchV. Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Niederfrequenzanlagen demnach so zu errichten und zu betreiben, dass in ihrem Einwirkungsbereich in Gebäuden oder auf Grundstücken, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind die Grenzwerte der 26. BImSchV nicht überschritten werden.

Gemäß § 3 der 26. BImSchV sind Niederfrequenzanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass in ihrem Einwirkungsbereich in Gebäuden oder auf Grundstücken, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung und unter Berücksichtigung von Immissionen durch andere Niederfrequenzanlagen, die in der folgenden Tabelle aufgeführten Grenzwerte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte nicht erreicht oder überschritten werden.

Tabelle 1 Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen aus Anhang 1a der 26. BImSchV, Ausgabe 2013-08-14		
Frequenz (Hz)	Effektivwert der elektrischen Feldstärke in Kilovolt pro Meter	Effektivwert der magnetischen Flussdichte in Mikrottesla
50-Hz-Felder	5 kV/m	100 µT
16 ² / ₃ -Hz-Felder	5 kV/m	300 µT

Diese Werte korrespondieren mit der Richtlinie 2004/40/EG.

Zum Zwecke der Vorsorge haben entsprechend § 4 dieser Verordnung bei der Errichtung oder wesentlichen Änderung von Niederfrequenzanlagen in der Nähe von Wohnungen, Krankenhäusern, Schulen, Kindergärten, Kinderhorten, Spielplätzen oder ähnlichen Einrichtungen bzw. auf diesen Grundstücken auch die maximalen Effektivwerte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte den Anforderungen hinsichtlich der Grenzwerte zu entsprechen. Den oben genannten Einrichtungen kommt somit eine besondere Schutzbedürftigkeit zu.

3.3.2 Minimierungsgebot

3.3.2.1 Grundlage

Die 26. BImSchV verweist im §4 (Anforderungen zur Vorsorge) Absatz (2) auf ein Minimierungsgebot niederfrequenter elektromagnetischer Felder nach einer Verwaltungsvorschrift gemäß § 48 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Diese Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) wurde am 26. Februar 2016 beschlossen.

Nach der 26. BImSCHVVwV sind folgende Betrachtungen anzustellen: Vorprüfung, Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen sowie Maßnahmenauswahl und Maßnahmenbewertung.

3.3.2.2 Vorprüfung

1. Liegt ein Neubau vor?

Nein

2. Liegt eine wesentliche Änderung vor?

Ja

3. Liegt mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der Anlage (± 100 m von Gleistrassenmittenachse)?

Ja

Daraus ergibt sich, dass Minimierungsmaßnahmen erforderlich sind.

3.3.2.3 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen:

1. Liegt mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Bereich zwischen Anlagenmitte/Trassenachse und dem Bewertungsabstand (± 10 m von Gleistrassenmittenachse)?

Nein

2. Deshalb nur Prüfung der Minimierung nur an den Bezugspunkten (liegen im Bewertungsabstand ± 10 m von Gleistrassenmittenachse) erforderlich.

3. Prüfung des Minimierungspotenzials nach Nummer 5 „Technische Möglichkeiten der Minimierung“ hier 5.2.3 Bahnstromoberleitungen mit den Unterpunkten

5.2.3.1 Abstandsoptimierung

5.2.3.2 Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Einsatz von Auto-Transformatoren

5.2.3.3 Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Einsatz von Booster-Transformatoren ohne Isolierstöße

5.2.3.4 Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Installation eines Rückleiterseils ohne Isolierstöße

5.2.3.5 Minimieren des Fahrstroms

3.3.2.4 Maßnahmenauswahl

1. Prüfung der Verhältnismäßigkeit der in Frage kommenden Minimierungsmaßnahmen

Nach dieser Prüfung kommt nur die Minimierungsmaßnahme 5.2.3.1 Abstandsoptimierung und 5.2.3.4 in Frage. Für die anderen Möglichkeiten sind umfangreiche Änderungen auch außerhalb

des Planfeststellungsabschnitts erforderlich (5.2.3.2 und 5.2.3.3) bzw. wegen Begrenzung des Zugverkehrs im Falle von 5.2.3.5 nicht möglich.

2. Festlegung der Minimierungsmaßnahmen

Als Minimierungsmaßnahme wird das Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Installation von Rückleiterseilen ohne Isolierstöße festgelegt. Es war Bestandteil vorangegangenen Planungsschritte.

3.3.2.5 Maßnahmenbewertung

Aus der Sicht des Gutachters wurde damit die wirksamste Maßnahme (neben der technisch unsinnigen Verringerung der Fahrleitungsströme) gewählt.

Sie hat den großen Vorteil gleichzeitig die Beeinflussung der Signal- und Fernmeldeleitungen zu minimieren und die zulässigen Berührungsspannungen im Bereich der Fahrleitungsanlage abzusenken.

Violett sind die Gleise der neuen Trassierung dargestellt. Von Interesse sind nur die drei Gleise im unteren Bildteil. Das sind von unten: Gleis 6, Gleis 1 und Gleis 2. Die beiden oberen Gleise sind der S-Bahn zuzuordnen und hier nicht relevant.

Die folgende Tabelle 2 zeigt die aus den Unterlagen ermittelten geometrischen Eingabegrößen in einem rechtwinkligen Koordinatensystem. Das Koordinatensystem ist wie folgt definiert:

- X: Waagerechte Achse mit Nullpunkt in der Gleis-Mittelnachse von Gleis 6 positive Werte in Blickrichtung Wuhlheider Kreuz.
- Y: Höhenachse mit Nullpunkt Schienenoberkante

Die Positionen der Rückleiter und Speiseleiter sind mit den Fahrleitungsmasten identisch. Sie entsprechen den Positionen aus der Fahrleitungsplanung.

Tabelle 2: Geometrische Koordinaten der Anordnung		Werte in m					
Koordinate		Fahrdraht	Tragseil	Schiene 1	Schiene 2	Speiseleitung	Rückleiter
Mast 1	X					-5,00	-5,00
	Y					9,00	6,00
Gleis 6	X	0,00	0,00	-0,72	0,72		
	Y	5,50	8,00	0,05	0,05		
Gleis 1	X	5,00	5,00	4,28	5,72		
	Y	5,50	8,00	0,05	0,05		
Gleis 2	X	13,45	13,45	12,73	14,17		
	Y	5,50	8,00	0,05	0,05		
Mast 2	X					18,45	18,45
	Y					9,00	6,00
Kabel 1	X					45,00	
	Y					0,05	
Kabel 2	X					45,20	
	Y					0,05	

4.3 Schaltung und Strom der Fahrleitung

Für die der elektromagnetische Beeinflussung zugrundeliegende Strombelastung der Fahrleitung wurden folgende Sachverhalte berücksichtigt:

- Im untersuchten Bereich wird die Fahrleitungsbauart Re 200 eingesetzt. Der für die Berechnungen zu Grunde gelegte Fahrdraht ist AC100 – 10 % Abnutzung, das Tragseil ist Bronze Bz 50. Die Rückleiterseile und die Speiseleitungsseile werden mit AL240 modelliert. Für die Schienen der Gleise wurde UIC 65 berücksichtigt.
- Der Fahrleitungsstrom in der Gleisschleife wird für beide Gleise mit der Höhe der Dauerstrombelastbarkeit von 1 200 A angesetzt. Damit wird der Berechnung von höheren Stromwerten Rechnung getragen, die nur kurzzeitig anzutreffen sind. Die beiden Verstärkungsleitungen sind den Fahrleitungen parallel geschaltete. Für die Speiseleitungen wird eine Strombelastung von 600 A angenommen. Das wären Fahrleitungsströme, die von den Schaltern U3 und U4 von Kuppelstelle Fürstenwalde/Spree her kommend aufgenommen werden. Damit wird eine gute Nachbildung der maximalen Ströme erzielt. Es sind insgesamt 3 600 A. Das entspricht bei der Nennspannung von 15 kV einer Scheinleistung von 54 MVA.
- Die Ströme in den Schienen bzw. im Erdreich werden durch ELBAS IMAFEB selbsttätig berechnet, da die elektromagnetische Verkopplung von Leiter-Erde-Schleifen zu Grunde gelegt ist.

- Auf die Berechnung der Verhältnisse von Oberschwingungsmagnetfeldern wird verzichtet, da deren Effektivwerte um mindestens zwei Größenordnungen niedriger als die Ströme der Grundschwingung 16,7 Hz sind.

5 Ergebnisse

5.1 Elektrostatisches Feld

Die Untersuchung des elektrostatischen Feldes ergab für die untersuchte Anordnung folgendes Feldbild:

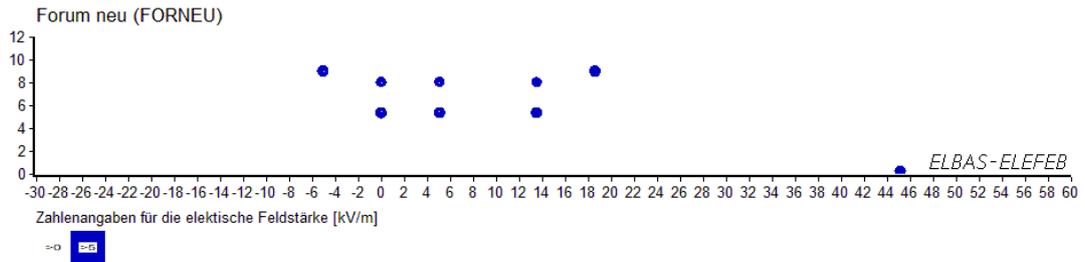


Bild 2: Elektrostatisches Feld – Überschreitungsbereiche des Grenzwertes von 5 kV/m

Man sieht nur im Zentimeter-Bereich um die Fahrdrähte, die Tragseile, die Verstärkungsleitung und die Speisekabel eine Überschreitung des Grenzwertes der 26. BImSchV von 5 kV/m. Dort ist jeweils der dauerhafte Aufenthalt von Personen nicht möglich.

Die Grenzwerte für das elektrostatische Feld von 5 kV/cm werden damit im für Personen zugänglichen Bereich deutlich unterschritten.

5.2 Magnetisches Feld

Die Untersuchung des Magnetfeldes hinsichtlich der Einhaltung der 26. BImSchV ergab folgendes Resultat.

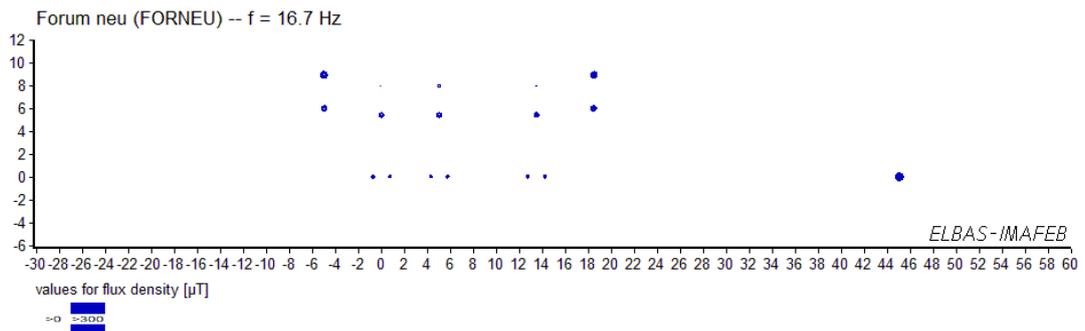


Bild 3: Magnetfeld – Überschreitungsbereiche des Grenzwertes von 300 µT

Man sieht eine Überschreitung des Grenzwertes von 300 µT im Zentimeter-Bereich um die Fahrdrähte, Tragseile, Verstärkungsleitungen und Speisekabel. Auch dort ist jeweils der dauerhafte Aufenthalt von Personen nicht möglich. Weiter entsteht eine Überschreitung des Grenzwertes von 300 µT im Zentimeter-Bereich an allen Fahrschienen. Dort ist der dauerhafte Aufenthalt von Personen nicht gestattet.

Die Gesamtfeldbilder im 16- bzw. 256-Farbendarstellung zeigen Bilder 3 und 4.

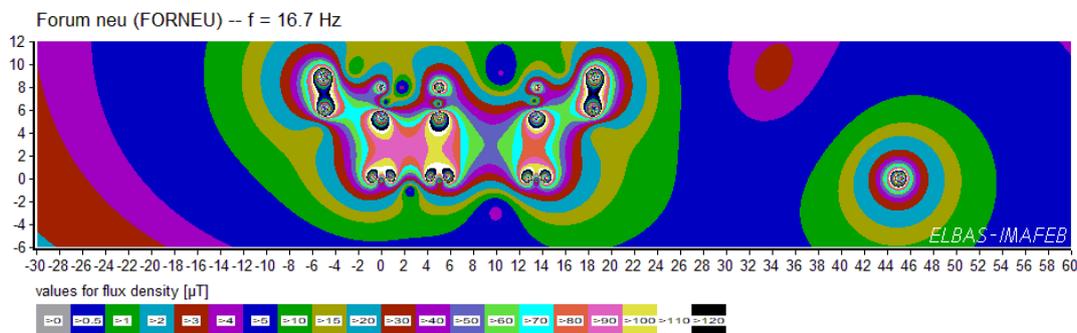


Bild 4: Magnetfeld – Gesamtfeldbild (16-Farben-Darstellung)

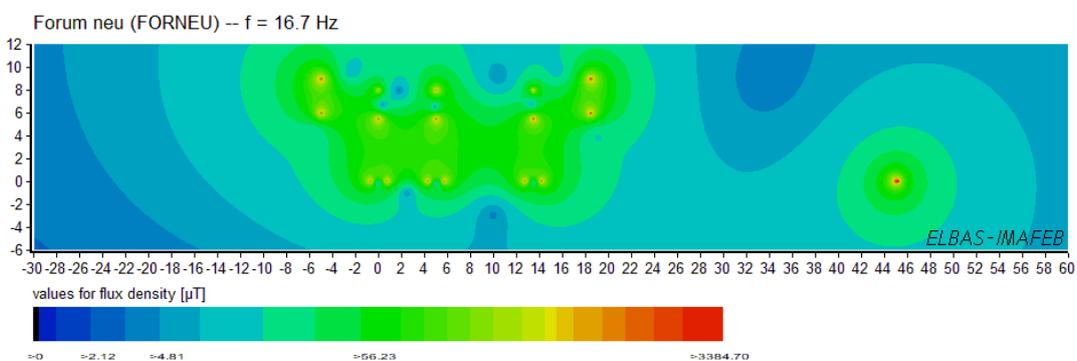


Bild 5: Magnetfeld – Gesamtfeldbild (256-Farben-Darstellung)

Für die Außenwand des Forums Köpenick mit dem geringsten Abstand zur Eisenbahnanlage wurde ein vertikaler Schnitt des Magnetfeldes angefertigt. Das Diagramm zeigt auf der Ordinate die Höhe über Schienenoberkante in m und auf der Abszisse den Wert der zugehörigen magnetischen Flussdichte in μT . Der Maximalwert wird mit 15,449 μT (das sind 5,14 % des zulässigen Grenzwertes aus der 26. BImSchV) in einer Höhe von 8,80 m erreicht.

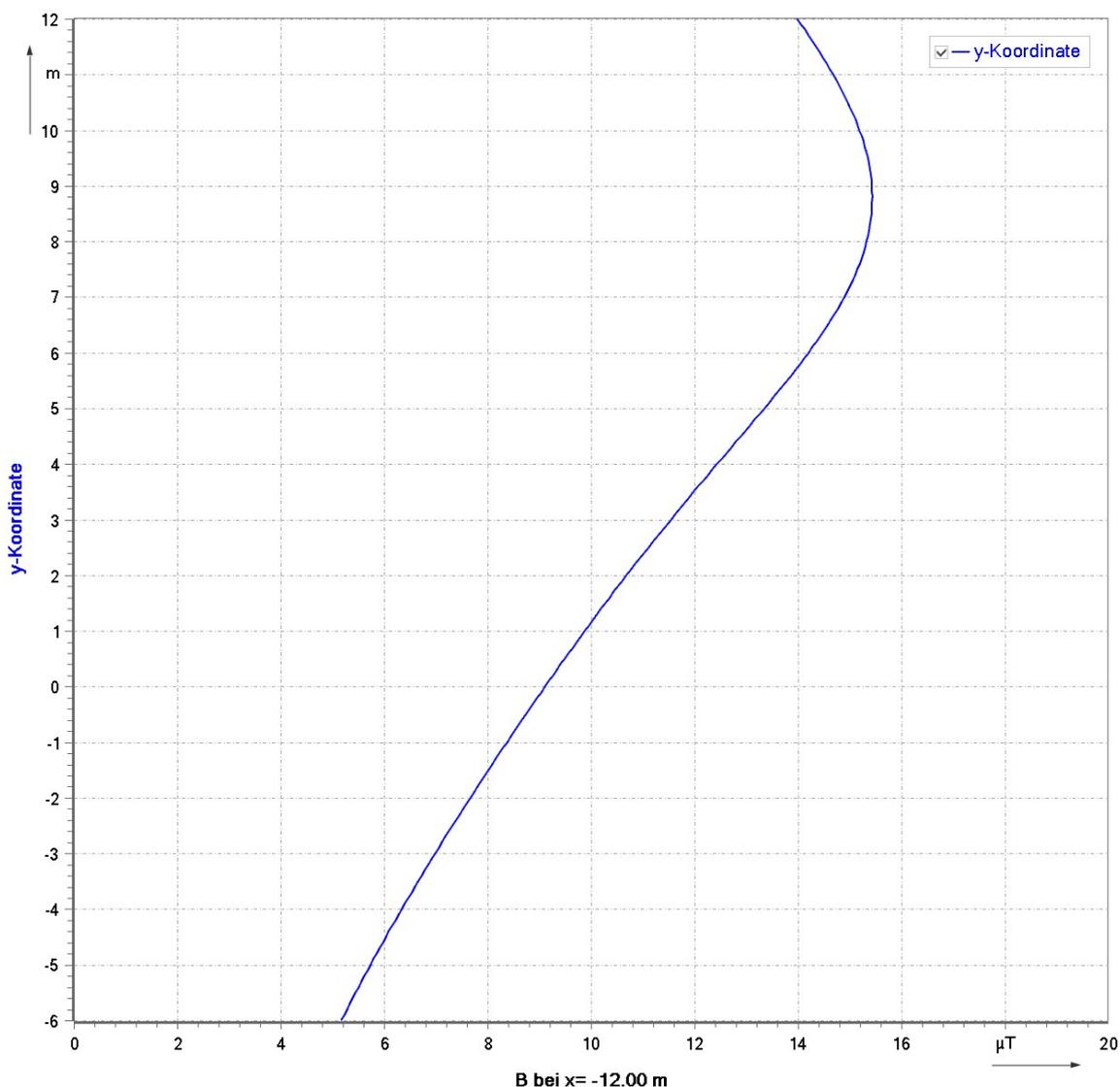


Bild 6: Magnetfeld – Vertikalschnitt bei $x = -12$ m (Außenwand Köpenick Forum)

6 Zusammenfassung

Im Resultat des EMV-Gutachtens kann festgestellt werden, dass die elektromagnetische Störaussendung durch niederfrequente elektromagnetische Felder die Grenzwerte der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionschutzgesetzes (26. BImSchV) für ständigen Aufenthalt deutlich unterschreitet.

Das Minimierungsgebot der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionschutzgesetzes (26. BImSchVVwV) wird durch den Einsatz von Rückleiterseilen erfüllt.

---Ende des Dokumentes---