

**Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Schiene Nr. 8**  
**Ausbaustrasse Nürnberg – Ebensfeld**  
**PFA 13 Güterzugstrasse Abzweig Kleinreuth – Eltersdorf**  
**km G 4,500 – km G 13,526**

Umbau Strecke 5950 Nürnberg Rbf – Fürth Gbf  
 Neubau Strecke 5955 Abzweig Kleinreuth - Eltersdorf

**Anlage 20.1**

**Erläuterungsbericht zur elektromagnetischen**  
**Verträglichkeit**

Genehmigungsvermerk Eisenbahn-Bundesamt		
0	Antragsfassung 4. Planänderung	30.09.2020
Index	Änderungen bzw. Ergänzungen	Planungsstand
Vorhabenträger:		
 DB Netz AG Sandstraße 38-40 90443 Nürnberg	 DB Station&Service AG Bahnhofsplatz 9 90443 Nürnberg	 DB Energie GmbH Südwestpark 48 90449 Nürnberg
Vertreter der Vorhabenträger:		Verfasser:
 DB Netz AG Großprojekt VDE 8 Äußere-Cramer-Klett-Straße 3 90489 Nürnberg  Nürnberg, den 30.09.2020  		 Planen + Beraten GmbH Burgschmietstraße 2-4  90419 Nürnberg  Nürnberg, den 30.09.2020  

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>DURCHFÜHRUNG DES PLANRECHTSVERFAHREN</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PROJEKTbeschreibung</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ELEKTROMAGNETISCHE IMMISSIONEN</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>NACHWEISVERFAHREN GEMÄSS 26. BIMSCHVVWV</b> .....	<b>6</b>
4.1	Vorprüfung.....	7
4.2	Status der Anlagen .....	8
<b>5</b>	<b>GRENZWERTEINHALTUNG</b> .....	<b>9</b>
5.1	Vorbetrachtung .....	9
5.2	Nachweis der Grenzwerteinhaltung.....	9
5.3	Weitere relevante NF-Immissionen.....	11
<b>6</b>	<b>ERMITTLUNG DER MINIMIERUNGSMASSNAHMEN</b> .....	<b>12</b>
6.1	Maßgebliche Minimierungsorte .....	12
6.2	Minimierungsmaßnahmen.....	12
<b>7</b>	<b>LITERATUR</b> .....	<b>13</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Regelquerprofil viergleisig, Speiseleitung innenliegend (km 4,5 bis km 5,5).....	9
Abbildung 2:	Regelquerprofil viergleisig, Speiseleitung außenliegend (km 5,5 bis km 6,2) ...	10
Abbildung 3:	Schematische Oberleitungskonfiguration nach RiL 997.0100A1 .....	10
Abbildung 4:	Auszug aus der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur mit Funkanlagenstandorten $\leq 10$ MHz .....	11

**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
Abt.	Abteilung
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BImSchV VwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur BImSchV
DIN	Deutsche Industrie Norm
DIN EN	Euro-Norm
EMVG	Elektro-magnetisches Verträglichkeits-Gesetz
HF	Hochfrequenz
Hz	Hertz
GHz	Gigahertz
gem.	gemäß
GS	Gleichspannung
KHz	Kilohertz
km G	Kilometer Güterzugstrecke
kV	Kilovolt
LAI	Länderausschuss für Immissionsschutz
m	Meter
MHz	Megahertz
mM	maßgeblicher Minimierungsort
MS	Mittelspannung
NF	Niederfrequenz
NN	Normal-Null
NS	Niederspannung
r	Radius
TFT	Thin Film Transistor (engl.)
UVV	Unfall-Verhütungs-Vorschriften
V	Volt
μT	Mikrotesla

## 1 DURCHFÜHRUNG DES PLANRECHTSVERFAHREN

Das Planfeststellungsverfahren „PFA 13 Güterzugstrecke“ wurde 1994 in den Grenzen von km G 4,935 bis km G 13,500 eingeleitet, öffentlich ausgelegt und erörtert. 1996 folgten drei Planänderungsverfahren, die ebenfalls erörtert wurden.

- 1. Planänderung: Rothenburger Straße
- 2. Planänderung: Befahrbarkeit des Tunnel Pegnitz
- 3. Planänderung: Verschiebung Baustelleneinrichtung Kronach

Als Vorhabenträgerin fungierte damals die Planungsgesellschaft Bahnbau Deutsche Einheit mbH (PB DE). Nach Auflösung dieser Gesellschaft wurde die

DB Netz AG  
Abteilung Großprojekt VDE 8  
Äußere Cramer-Klett-Straße 3  
90489 Nürnberg

mit der Durchführung des Vorhabens betraut.

Bei der Planung haben sich gegenüber der erörterten Planung zwischenzeitlich folgende wesentliche Änderungen ergeben:

- Verlängerung der Neubaustrecke und damit des 4-gleisigen Bahnausbaus um ca. 330 m in Richtung Nürnberg Rbf mit neuer Planfeststellungsgrenze bei km G 4,5.
- Verzicht auf die Erdmodellierungen und den Lärmschutzwall im Tiefen Feld
- Umstellung des Tunnelvortriebs auf einen Schildtunnel mit Tunnelverlängerung nach Norden über die Planfeststellungsgrenze hinaus
- Neuverortung der Notausgänge des Pegnitztunnels
- Reduzierung der Entwurfsgeschwindigkeit mit Trassierungsänderung im Abschnitt Leyher Straße bis Pegnitzquerung

Durch die Trassierungsänderung in Streckenmitte hat sich die Trasse um ca. 26 m verlängert, sodass an der lokal unveränderten Planfeststellungsgrenze zum Abschnitt 16 die neue Trassierung mit der Stationierung km G 13,526 endet.

In Folge dieser Planungsänderungen muss nun ein umfassendes 4. Planänderungsverfahren durchgeführt werden. Hierzu werden die Planfeststellungsunterlagen komplett durch die vorliegenden neuen Unterlagen ersetzt, nochmals ausgelegt und erörtert. Die bisherigen Einwendungen bleiben Bestandteil des Verfahrens.

## 2 PROJEKTBECHREIBUNG

Im Zuge des Verkehrsprojektes Deutsche Einheit Nr. 8 soll zur Entlastung des Knotenbahnhofes Fürth eine neue Güterzugstrecke von Nürnberg Großreuth nach Eltersdorf erstellt werden, die im Stadtbereich Nürnberg/Fürth größtenteils unterirdisch im Pegnitztunnel verläuft.

Diese neu zu erstellende Strecke Nürnberg Kleinreuth – Eltersdorf beginnt mit den Ausfädelweichen bei km G 4,5 auf der Strecke 5950 Nürnberg Rbf – Fürth Gbf im Bereich Nürnberg Großreuth zwischen den Kreuzungen mit der Bahnlinie Nürnberg – Ansbach – Schnelldorf und der Wallensteinstraße.

Da die neue Bahnlinie zuerst die Gleislage der bestehenden Strecke nutzt, müssen deren Gleise bis zum Bf Großmarkt auf die Außenseite des um ca. 20 m zu verbreiternden Bahnkörper verlegt werden. Die hier bahnparallel verlaufenden Straßen und Wege müssen in Folge entsprechend verschoben werden.

Am Ende des Gleisbogens im Tiefen Feld geht die Gradiente der Neubaustrecke in eine 12,5 ‰ steile und 1,7 km lange Südrampe zum Pegnitztunnel über. Nach einem 710 m langen Rampentrogbauwerk erreicht die Strecke so bei km G 6,2 auf Höhe des Sportvereins das Südportal des 7,5 km langen Pegnitztunnels. Dieser fädelt aus der mittigen Gleislage in eine östliche Parallellage am Fuße des Bahndammes aus, passiert den Großmarkt und löst sich nördlich der Leyher Straße aus der Bündelung mit der bestehenden Bahnlinie. Mittels einer freien S-förmigen Trassierung wird der Zwangspunkt der Kläranlage Nürnberg westlich umfahren und ab der Pegnitzquerung die Bündelung unter der rechten Fahrspur der BAB A73 aufgenommen. Die Pegnitz wird bei km G 9,15 direkt unter der BAB-Brücke gequert, wobei die Tunnelüberdeckung zur BAB ca. 16 m beträgt. In diesem Höhenabstand folgt der Tunnel der rechten BAB-Fahrspur auf einer Länge ca. 3,6 km bis zum Fürther Ortsteil Kronach. Hier fädelt der Tunnel auf die BAB-Ostseite aus und beginnt mit der 12,5 ‰ steilen Nordrampe aufzutauchen.

An der Planfeststellungsgrenze bei km G 13,526 liegt die Trasse noch in Tunnel-lage ca. 45 m nördlich des Bucher Landgrabens und ca. 174 m vor dem Nordportal.

Entlang des Pegnitztunnels werden 7 Notausgänge mit Rettungsplätzen ausgewiesen.

### 3 ELEKTROMAGNETISCHE IMMISSIONEN

Physikalisch bedingt baut sich zwischen Anlagenteilen mit unterschiedlichem elektrischem Potential ein elektrisches Feld  $E$  auf, und damit auch zwischen aktiven Teilen einer Oberleitungsanlage und den Schienen bzw. dem Erdreich. Die elektrische Feldstärke ist im Wesentlichen abhängig von der Spannung sowie von der geometrischen Anordnung und damit nur geringen Schwankungen unterworfen. Die in diesem Projekt vorgesehene Oberleitungsanlage weist eine Nennspannung von 15 kV bei 16,7 Hz auf. Unmittelbar unterhalb der Oberleitung kann die elektrische Feldstärke bis zu 2 kV/m betragen. Das Feld nimmt in Leiternähe etwa reziprok ( $E \sim r^{-1}$ ), im Freien annähernd quadratisch ( $E \sim r^{-2}$ ) mit der Entfernung  $r$  von der Quelle ab. Außerdem wird das Feld durch Hindernisse, wie beispielsweise Wände, in seiner Ausbreitung unterschiedlich stark verzerrt. Innerhalb von Gebäuden, gleichgültig aus welchen Materialien, tritt daher erfahrungsgemäß eine Abschirmwirkung um den Faktor 15-20 auf.

Sobald ein elektrischer Leiter stromdurchflossen ist, entsteht konzentrisch um ihn ein magnetisches Wechselfeld mit Netzfrequenz (16,7 Hz). Die Stärke bzw. die magnetische Flussdichte  $B$  des magnetischen Feldes eines Leiters nimmt reziprok mit der Entfernung  $r$  zum Leiter ab und ist direkt proportional zum verursachenden Strom  $I$  ( $B \sim I \cdot r^{-1}$ ). Die Felder mehrerer Leiter addieren sich vektoriell.

Bei einer Oberleitungsanlage fungieren unter anderem Fahrdrähte, Tragseile und Speiseleitungen als Hinleiter und die Schienen als Rückleiter. Durch die vektorielle Addition der Felder aus Hin- und Rückleiter werden magnetische Felder ab einer gewissen Entfernung kompensiert. Außerdem unterliegt die magnetische Flussdichte aufgrund der linearen Stromabhängigkeit den bahntypischen starken räumlichen und zeitlichen Schwankungen.

#### 4 NACHWEISVERFAHREN GEMÄSS 26. BIMSCHVVVW

Mit der Neufassung der 26. BImSchV [1] und der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV VwV) [2] ist das Nachweisverfahren zur Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen geregelt. Weitere Einzelheiten sind im Dokument Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder des Länderausschusses für Immissionsschutz, 128. Sitzung, September 2014 (LAI) [3] festgelegt. Für die Deutsche Bahn wurde auf dieser Basis die Konzernrichtlinien 997.0100A01 [4] und 997.0100A02 [5] erarbeitet, in denen Maßnahmen zur Grenzwerteinhaltung und zur Vorsorge definiert sind. Für das Verfahren sind folgende Begriffe von Bedeutung, die in [1] und [2] definiert sind.

Der **Einwirkungsbereich** ist der Bereich, in dem sich die durch die Anlage erzeugten Immissionen signifikant von den natürlich vorkommenden Feldern abheben. Dieser Einwirkungsbereich wird für verschiedene Anlagenteile, Spannungsebenen etc. unterschiedlich festgelegt.

Als **Bewertungsabstand** gilt der Abstand, ab dem das Feld mit wachsendem Abstand kontinuierlich abnimmt.

Weiterhin werden **maßgebliche Minimierungsorte** definiert. Dabei handelt es sich um Gebäude oder Grundstücke im Sinne des § 4 Absatz 1 der 26. BImSchV sowie jedes Gebäude oder Gebäudeteil, das zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt ist.

Die Betrachtung wird für Anlagengruppen entsprechend der Charakteristik ihrer Wirkung auf Menschen geführt, die frequenzabhängig ist.

##### Gleichspannung

Im Planfeststellungsabschnitt befinden sich keine Gleichspannungsanlagen der DB AG, daher sind diese für die nachfolgende Betrachtung nicht relevant.

##### Niederfrequenzanlagen (9 Hz bis 9 kHz)

In diesem Frequenzbereich sind Niederfrequenzanlagen mit Spannungen von mehr als 1.000 V zu betrachten. Dazu gehören die 16,7 Hz-Oberleitungsanlagen, Bahnstromleitungen und der Mittelspannungsteil von 50 Hz-Trafostationen.

Kabelanlagen sind nicht relevant, weil auf Grund der Schirmwirkung der Kabelschirme die Feldwirkung auf einen Radius von 1 m um das Kabel begrenzt ist.

Für die Oberleitungsanlagen der Deutschen Bahn gilt ein Einwirkungsbereich von 100 m, der Bewertungsabstand beträgt 10 m.

#### Hochfrequenzanlagen (9 kHz bis 300 GHz)

HF-Anlagen im Frequenzbereich von 9 kHz bis 10 MHz tragen durch Überlagerungseffekte zur Gesamtmission auch im NF-Bereich bei und sind daher mit zu berücksichtigen. Die dazu relevanten HF-Anlagen können standortbezogen aus einer Datenbank der Bundesnetzagentur bezogen werden. HF-Anlagen oberhalb 10 MHz werden in einem separaten Genehmigungsverfahren behandelt.

Für die Ermittlung der erforderlichen Maßnahmen ist ein dreistufiges Verfahren vorgesehen, das aus den folgenden Stufen besteht:

#### Vorprüfung

Die Vorprüfung dient der Feststellung, ob für die jeweilige Anlage überhaupt eine Minimierung durchzuführen ist und damit eine Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen erforderlich macht.

#### Status der jeweiligen Anlage

Da das Minimierungsgebot ausschließlich für Niederfrequenz- und Gleichstromanlagen besteht, die entweder neu errichtet oder wesentlich geändert werden, ist eine weitere Prüfung nur für diese Anlagen notwendig.

#### Betrachtung des Einwirkungsbereiches

Eine Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen ist nur durchzuführen, wenn sich im Einwirkungsbereich der jeweiligen Anlage mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort befindet.

### **4.1 Vorprüfung**

Im Anhang 1 ist das Flussdiagramm (entsprechend Anhang I zu Nummer 3.2 der 26. BImSchV VwV) gemäß der hier zu führenden Vorprüfung dargestellt. Daraus ergeben sich folgende Kriterien:

- Durch die Aufweitung des Gleisbereiches ergibt sich eine wesentliche Änderung der Oberleitungsanlage. Diese erstreckt sich auf den Abschnitt vom Beginn des Planfeststellungsabschnittes bei km G 4,5 bis zum Ende des Aufweitungsbereiches ca. bei km G 6,5.
- Vom Beginn des Planfeststellungsabschnittes bis zum südlichen Tunnelportal bei km G 6,2 handelt es sich um eine viergleisige Strecke.



- Ab dem südlichen Tunnelportal bei km G 6,2 bis zum Ende des Aufweitungsbereiches etwa bei km G 6,5 ist die Strecke im Sinne dieser Betrachtung nur noch zweigleisig, allerdings gegenüber dem Bestand nach außen verlegt.
- Ab diesem Punkt verläuft die Trasse wieder wie im Bestand und die Fahrleitung einschließlich der Speiseleitungen werden im Bestand erneuert. Damit ist ab km G 6,5 bis zum Ende des Planfeststellungsabschnittes keine weitere Betrachtung erforderlich.
- Der Tunnel bleibt außer Betracht, da durch das Bauwerk eine erhebliche Abschirmung der elektromagnetischen Felder erfolgt, so dass nicht mit erhöhten Immissionen zu rechnen ist.
- In der Nähe des südlichen Tunnelportals befindet sich bahnrechts das neue Elektronische Stellwerk. In dieses ist eine Mittelspannungs-Trafostation zur Versorgung des ESTW und der Tunneleinrichtungen integriert.
- Im betrachteten Bereich befinden sich keine weiteren relevanten Niederfrequenzanlagen. Bei km G 6,7 befindet sich eine neue Niederspannungsanlage im Betonschaltheus. Diese umfasst nur Spannungen 400/230 V, so dass sie für die weitere Betrachtung nicht relevant ist.
- Es liegt mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der Anlage.

Bei Betrachtung der oben aufgeführten Kriterien ergibt die Vorprüfung, dass Minimierungsmaßnahmen im Abschnitt von der Planfeststellungsgrenze bei km G 4,5 bis zum Ende des Aufweitungsbereiches etwa bei km G 6,5 zu untersuchen sind.

## 4.2 Status der Anlagen

### Bahnoberleitung

Es handelt sich um Niederfrequenzanlagen mit Wechselspannung 15 kV bei 16,7 Hz. Dafür gelten folgende zulässige Werte nach 26. BImSchV:

- Elektrisches Feld:  
5 kV/m
- Magnetisches Feld:  
300  $\mu$ T.

## 5 GRENZWERTEINHALTUNG

### 5.1 Vorbetrachtung

Innerhalb des Bewertungsabstandes (10 m) liegt kein maßgeblicher Minimierungs-ort. Es ist daher gemäß [2] keine individuelle Betrachtung erforderlich.

Da mindestens ein maßgeblicher Minimierungs-ort im Einwirkungsbereich der Anlage liegt, erfolgt die Betrachtung gemäß [2] an einem Bezugspunkt, der im Bewertungsabstand (10 m) auf einer Geraden liegt, die von einem maßgeblichen Minimierungs-ort rechtwinklig zur Gleisachse des äußersten Gleises läuft. Wenn der Nachweis an diesem Bezugspunkt erfüllt ist, dann ist er für alle weiter entfernten Punkte ebenfalls erfüllt, da die Felder mit wachsender Entfernung abnehmen.

### 5.2 Nachweis der Grenzwerteinhaltung

Zum Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte für das elektrische und magnetische Feld aus der 16,7 Hz-Oberleitung wurde durch die DB AG ein Standardgutachten (Anhang 3) erarbeitet, das für verschiedene Oberleitungs-Standardkonfigurationen anwendbar ist und durch das Eisenbahn-Bundesamt anerkannt ist.

Die Oberleitungsanlage im Planfeststellungsabschnitt 13 ist gekennzeichnet durch eine viergleisige Strecke. Im Abschnitt vom Beginn des PFA bei km G 4,5 bis zum Beginn der Rampe bei km G 5,5 verlaufen zwei Mastgassen zwischen dem ersten und zweiten sowie zwischen dem dritten und vierten Gleis gemäß Abbildung 1. An den Masten wird je eine Speiseleitung mitgeführt.

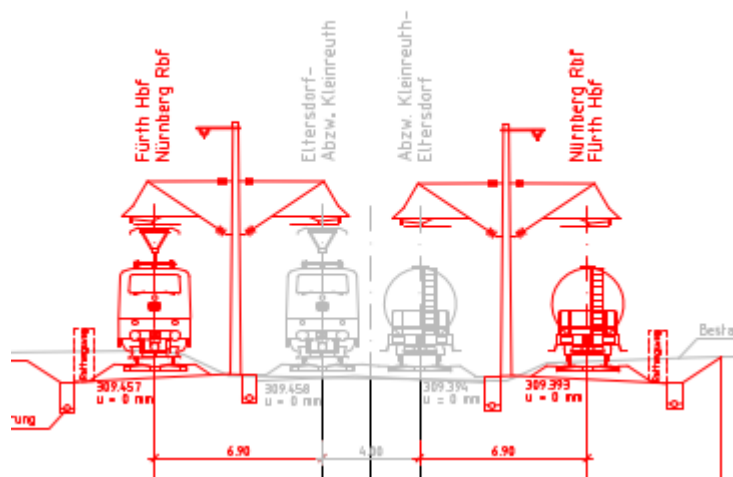


Abbildung 1: Regelquerprofil viergleisig, Speiseleitung innenliegend (km 4,5 bis km 5,5)

Zwischen dem Beginn der Rampe bei km G 5,5 und dem südlichen Tunnelportal bei km G 6,2 ist die Oberleitungsanordnung wie in der Abbildung 2 dargestellt. Diese Anordnung entspricht der Standardkonfiguration nach Abbildung 3, der Höhenversatz der innen liegenden Fahrleitungen spielt EMV-technisch keine Rolle.

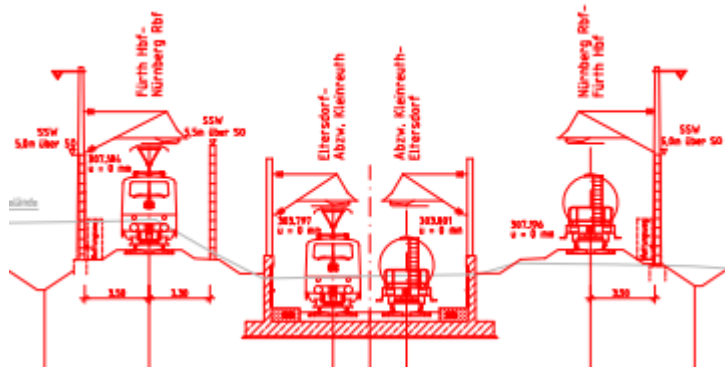


Abbildung 2: Regelquerprofil viergleisig, Speiseleitung außenliegend (km 5,5 bis km 6,2)

Im Vergleich dieser Anordnungen mit der Standardkonfiguration nach Abbildung 3 zeigt sich, dass sich die gesamte Anlagenbelastung in beiden Konfigurationen nicht unterscheidet (vier Kettenwerke, zwei Speiseleitungen) und durch die Führung der Speiseleitungen zwischen den Oberleitungen die elektromagnetischen Verhältnisse günstiger sind.

Zur Bewertung des viergleisigen Abschnittes kann daher die durch das Gutachten erfasste Standardkonfiguration (Schematische Darstellung siehe Abbildung 3) herangezogen werden.

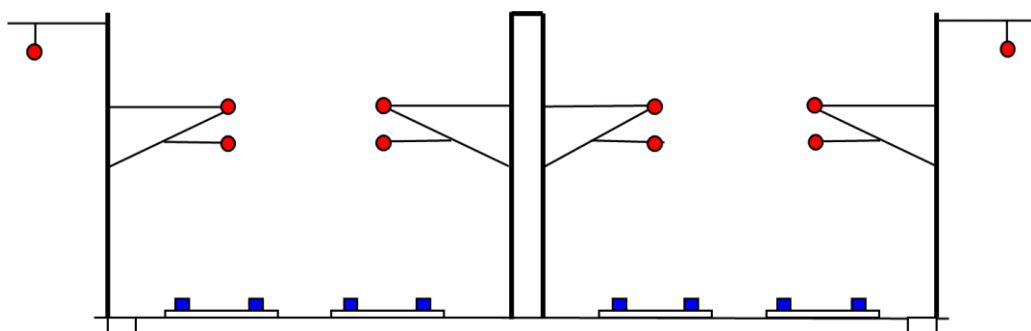


Abbildung 3: Schematische Oberleitungskonfiguration nach RiL 997.0100A1

Mit der Anwendbarkeit des Standardgutachtens ist der Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte für die 16,7-Hz-Anlage erbracht.

### 5.3 Weitere relevante NF-Immissionen

Gemäß [1] sind bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte alle Immissionen zu berücksichtigen, die durch andere Niederfrequenzanlagen sowie für ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz entstehen.

Immissionen durch andere Niederfrequenzanlagen tragen in der Regel nur an den maßgeblichen Immissionsorten relevant zur Vorbelastung bei. Diese Anlagen müssen dabei zugleich im Einwirkungsbereich um diese Anlagen liegen [3, S. 20].

Hochfrequenzanlagen tragen nach [3, S. 19f] ab einem Abstand von 300 m nicht relevant zur Vorbelastung bei. Funkanlagen mit einer Frequenz zwischen 9 kHz und 10 MHz zur sind im maßgeblichen Abstand von 300 m nicht vorhanden (siehe Abb. 3). Die in der Übersicht dargestellte Funkanlage (Fernsehturm) liegt von der Planfeststellungsgrenze ca. 1000 m entfernt und ist damit nicht relevant.

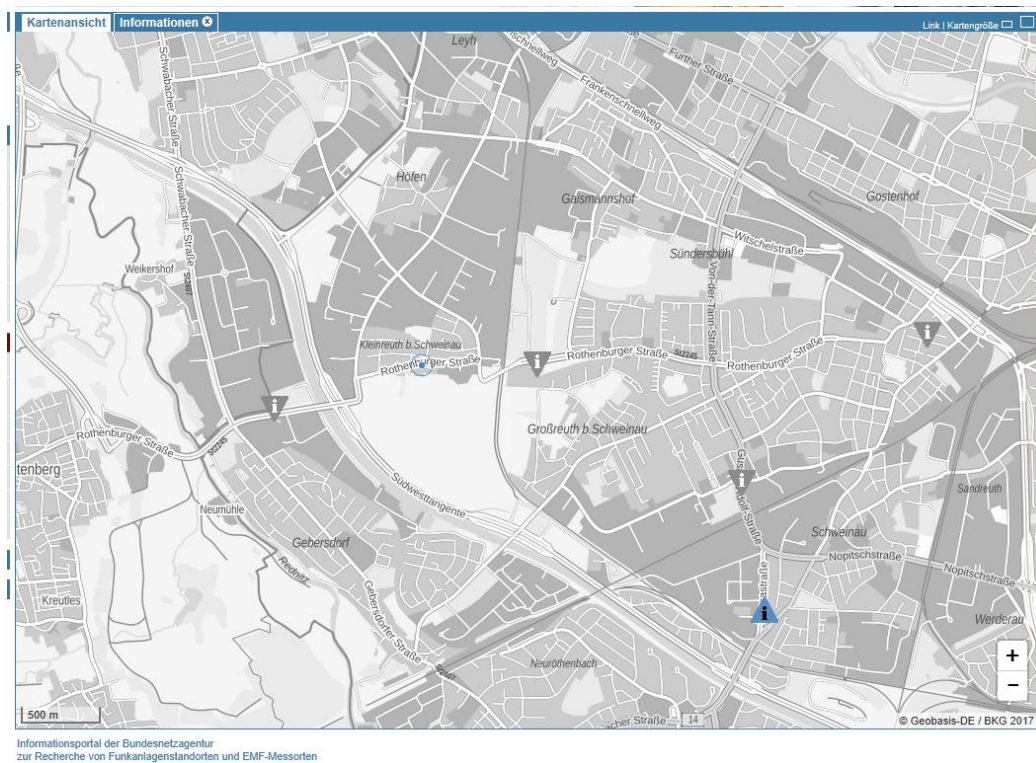


Abbildung 4: Auszug aus der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur mit Funkanlagenstandorten  $\leq 10$  MHz

Niederspannungsanlagen unter 1000 V tragen nach [3, S. 20] nicht relevant zur Vorbelastung bei und können bei der Betrachtung außer Acht gelassen werden.

Bei Trafostationen (Netzstationen), die in Gebäude eingebaut sind, ist nur in einem Abstand von 1 m zu erwarten, dass es zusammen mit der Vorbelastung zu einer Grenzwertüberschreitung kommen könnte [3, S. 20]. Im Planfeststellungsabschnitt

ist eine Trafostation innerhalb des neuen Stellwerks Kleinreuth geplant. In deren Bewertungsabstand befindet sich jedoch kein maßgeblicher Immissionsort, so dass diese Trafostation in der Betrachtung nicht berücksichtigt werden muss. Weitere relevante Niederfrequenzanlagen sind im Planfeststellungsabschnitt nicht vorhanden.

## **6 ERMITTLUNG DER MINIMIERUNGSMASSNAHMEN**

### **6.1 Maßgebliche Minimierungsorte**

Anhand der Lagepläne wurden maßgebliche Minimierungsorte (mM) im Einflussbereich (100 m) ermittelt. Der größte Teil des zu betrachtenden Abschnittes ist durch unbebautes Gelände und gewerbliche Nutzung geprägt.

Sehr trassennah und damit von besonderer Bedeutung sind das Schulgebäude (mM 3) an der Rothenburger Straße (ca. km G 5,85) und Wohngebäude zwischen ca. km G 4,9 (mM 1) und km G 5,2 (mM 2) jeweils bahnrechts. Im weiteren Verlauf befinden sich einige Gewerbeeinrichtungen und Sportplätze. Das Schulgebäude und ein Wohngebäudeneubau bei km G 5,2 (mM 2) sind nicht anspruchsberechtigt, der Vollständigkeit halber aber mit aufgeführt.

Bahnlinks befinden sich im Einwirkungsbereich nur Gewerbeeinheiten, z. T. mit Büronutzung.

Den geringsten Abstand zur äußersten Gleisachse weist das Wohnhaus auf dem Flurstück 304 (mM 2) etwa bei km G 5,15 mit 12.43 m auf. Damit befinden sich im Bewertungsabstand keine maßgeblichen Minimierungsorte, so dass eine Einzelbetrachtung der Minimierungsmaßnahmen entfallen kann.

### **6.2 Minimierungsmaßnahmen**

Die im Bereich von Bahnüberleitungen möglichen Minimierungsmaßnahmen sind in der 26. BImSchV VwV [5] aufgeführt. Deren Anwendung im vorliegenden Planfeststellungsabschnitt sind im Anhang 2 dargestellt und dokumentiert.

Dabei haben sich zwei Minimierungsmaßnahmen zur Anwendung herauskristallisiert. Im Abschnitt von km G 4,5 bis etwa km G 5,5 stellt die Abstandsoptimierung der Speiseleitungen eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Lösung dar und wurde in der Oberleitungsplanung bereits umgesetzt.

Im Bereich der Tunnelrampe (km G 5,5 bis etwa km G 6,2) ist eine Abstandsoptimierung auf Grund der Trassierungsverhältnisse nicht wirtschaftlich realisierbar. Hier wird als Minimierungsmaßnahme die Anwendung von Rückleitungsseilen empfohlen.

## 7 LITERATUR

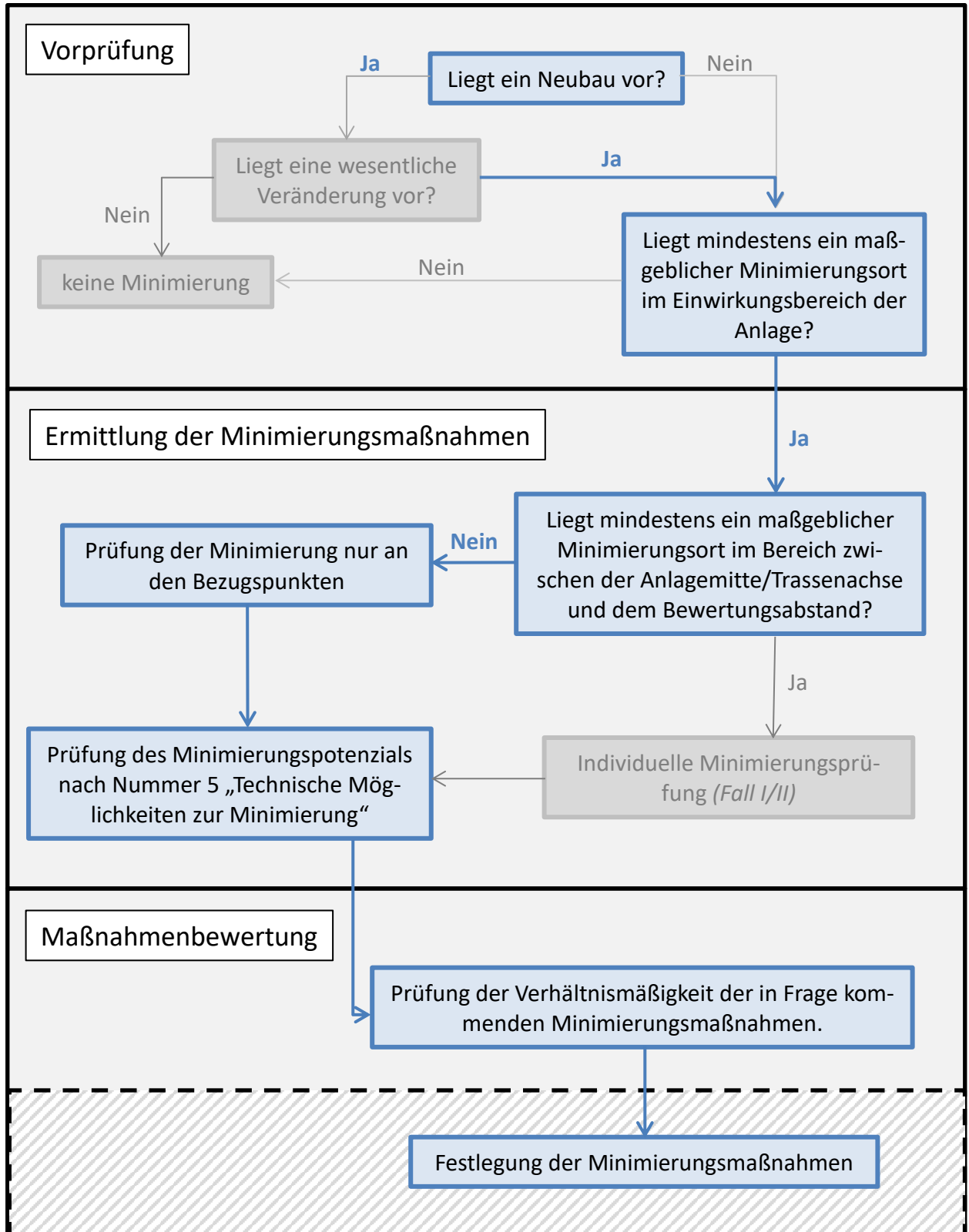
- [1] 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV), 14.08.2013
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV), 26.02.2016
- [3] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder des Länderausschusses für Immissionsschutz, 128. Sitzung, September 2014 (LAI)
- [4] DB AG, Konzernrichtlinie 997.0100A01 Oberleitungen; Arbeitsanweisung 26. BImSchV §3 Grenzwerteinhaltung, 01.04.2020
- [5] DB AG, Konzernrichtlinie 997.0100A02 Oberleitungen; Arbeitsanweisung 26. BImSchV §3 Vorsorgemaßnahmen, 01.04.2020

## Anhänge

Anhang 1: Flussdiagramm zur Vorprüfung nach 26. BImSchV VwV

Anhang 2: Dokumentation der Maßnahmen zur Feldminimierung bei Oberleitungsanlagen nach 26. BImSchV VwV, Abs. 3.2.3, RiL 997.0100A2, Anlage 7

Anhang 3: Standardgutachten Niederfrequente elektrische und magnetische Felder bei elektrifizierten Bahnstrecken – Betrachtung zur Umweltverträglichkeit, Dokument 14-22168-T.TVI34(1)-1903-V2.0



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

Projekt: VDE 8.1, Ausbaustrecke Nürnberg - Ebensfeld.....

Planfeststellungsabschnitt: 1.3 Güterzugstrecke Abzweig Kleinreuth – Eltersdorf .....

Strecke/Bahnhof: Umbau Str 5950 Nürnberg Rbf - Fürth Gbf mit Südkopf Bf Großmarkt km G 4,5 - km G 6,5; Neubau Str 5955 Abzweig Kleinreuth - Eltersdorf km G 4,5 - km G 13,516.....

Km: 4,5 bis 6,5.....

### 1. Vorprüfung

---

#### 1.1 Übergangsbestimmung

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

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

Ja  (keine weiteren Maßnahmen erforderlich)

Planfeststellungsunterlagen wurden am .....eingereicht

Nein  (weitere Dokumentation erforderlich) weiter mit Absatz 1.2.

#### 1.2. Statusprüfung

##### 1.2.1. Liegt ein Neubau vor?

Ja  (weitere Dokumentation erforderlich) weiter mit Absatz 2.

Nein  weiter mit Absatz 1.2.2.

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

Ja  (weitere Dokumentation erforderlich) weiter mit Absatz 2.

Nein  (keine Dokumentation einer Minimierung erforderlich. Aber

Dokumentation/Begründung der nicht wesentlichen Änderungsmaßnahme\*\*



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

- Einbau zusätzlicher Weichenverbindungen in einem Bf.
  
- 1 zu 1 Ersatz von Masten, Stützpunkten und/oder Kettenwerken.
  
- keine Gleisverschiebungen nach „außen“

Projektbezogene Begründungen

.....

.....

.....

## 2. Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und Maßnahmenbewertung

---

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

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

Nein  (keine weiteren Untersuchungen erforderlich)

Ja  siehe Lagepläne

Lageplan 1 ..... Streckenkilometer 5,15.....

Lageplan 2.....Streckenkilometer 5,85.....

Lageplan 3..... Streckenkilometer 6,0 – 6,15.....

Maßnahmenbewertungen nach Abs. 2.3 erforderlich

### 2.2 Prüfung des Bewertungsabstandes gemäß 26. BImSchV VwV

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

Nein  (keine individuelle Prüfung erforderlich)

Ja  siehe Lagepläne

Lageplan..... Streckenkilometer .....

Lageplan .....Streckenkilometer .....

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

## 2.3 Maßnahmenbewertung

### 2.3.1 Abstandsoptimierung nach 26. BImSchV VwV

Ja

Lageplan 1, 2.....Streckennummer/-kilometer 4,55 bis km 5,5.....

Lageplan .....Streckennummer/-kilometer .....

Nein  Allgemeine Begründungen:

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

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

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

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

#### Projektspezifische zusätzliche Begründungen:

► Durch die Anordnung der Maste in einer Mastgasse zwischen den Gleisen ergibt sich eine beidseitige Abstandsvergrößerung der Speiseleitungen .....

### 2.3.2 Einsatz von Autotransformatoren nach 26. BImSchV VwV

Ja

Nein  Allgemeine Begründungen:

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

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

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

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

#### Projektspezifische zusätzliche Begründungen:

► .....

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

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

Nein  Allgemeine Begründungen:

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

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

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

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

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

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

#### Projektspezifische zusätzliche Begründungen:

► .....

#### 2.3.4. Fahrstromreduzierung durch zweiseitige Speisung nach 26. BImSchV VwV

Ja

Nein

Allgemeine Begründungen:

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

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

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

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

Projektspezifische zusätzliche Begründungen:

.....

### 2.3.5 Einsatz von Rückleitungsseilen nach 26. BImSchV VwV

Nein

Ja

Streckenkilometer von ca. 5,5.....bis ca. 6,2.....

Streckenkilometer von .....bis.....

Streckenkilometer von .....bis.....

Allgemeine Begründungen:

- ✓ Die Immissionsreduzierung ist generell hoch (Quelle 26. BImSchV VwV Abs. 5.2.3.4)

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

Projektspezifische Begründungen:

.....

## 2.4 Festlegung und Zusammenfassung der vorgesehenen Minimierungsmaßnahmen:

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





# Niederfrequente elektrische und magnetische Felder bei elektrifizierten Bahnstrecken - Betrachtungen zur Umweltverträglichkeit

Dokument: 14-22168-T.TVI34(1)-1903-V2.0  
Datum: 18.11.2015

Fachabteilung: EMV, LST und Übertragungstechnik



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

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines</b>	<b>3</b>
<b>2 Auswirkungen auf Personen</b>	<b>4</b>
<b>3 Unterschriften</b>	<b>5</b>

### **Angaben zum Auftrag**

Aufgabenstellung:

Die Entstehung der niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder, die beim Betrieb einer elektrifizierten Bahnstrecke mit Oberleitung, entstehen, sowie deren mögliche Auswirkungen auf die Umwelt sollen allgemeinverständlich dargestellt werden.

Auftraggeber:

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

Auftragnehmer:

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

Verteiler des Berichtes:

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

## 1 Allgemeines

Physikalisch bedingt, baut sich um eine unter Spannung stehende Oberleitung (bei der DB beträgt die Spannung i. a. 15 kV / 16,7 Hz) gegenüber Schiene bzw. Erde ein elektrisches Feld auf (vgl. Abbildung 1). In unmittelbarer Nähe eines Leiters nimmt die Feldstärke reziprok mit der Entfernung zum Leiter ab ( $E \sim r^{-1}$ ) und ist in einem Abstand von 1 m von einem in Regelhöhe gespannten Fahrdrabt schon auf einen Wert, der etwa der Hälfte des Vorsorgegrenzwerts der 26. BImSchV von 5 kV/m (26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 21.08.2013) entspricht, abgefallen. Im Gleisbereich direkt unter der Oberleitung kann das elektrische Feld bis zu etwa 2 kV/m betragen, unabhängig von der Anzahl der Leiter im darüber befindlichen Kettenwerk und solange keine 110 kV-Bahnstromleitungen mitgeführt werden. Nach außen nähert sich das Abstandsgesetz für das unbeeinflusste Feld in größerer Entfernung einer quadratischen Abnahme ( $E \sim r^{-2}$ ), da die durch Influenz im Erdboden hervorgerufene gegenpolige Ladung bei größeren Abständen eine Kompensation bewirkt. Das elektrische Feld wird durch in ihm befindliche Hindernisse (z. B. Wände, Wälle, Bewuchs) mehr oder weniger stark verzerrt bzw. abgeschirmt. Innerhalb von Bauwerken tritt erfahrungsgemäß eine beträchtliche Abschirmwirkung um etwa den Faktor 20 auf.

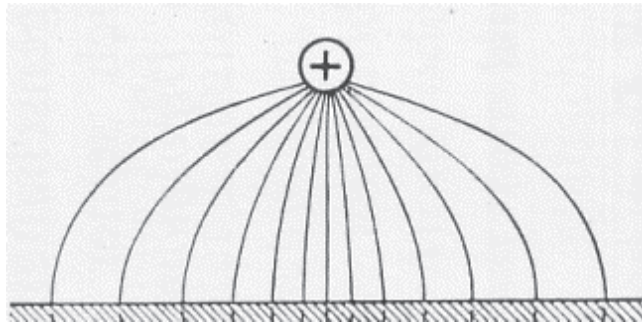


Abbildung 1: Feldlinien des elektrischen Feldes zwischen einem unter Spannung stehenden Leiter und Erde

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

Sobald ein Oberleitungssystem, bestehend aus dem Oberleitungskettenwerk als Hinleiter und den Fahrschienen als Rückleiter, stromdurchflossen ist, entstehen konzentrisch um die einzelnen Leiter magnetische Wechselfelder mit Netzfrequenz (bei der DB mit 16,7 Hz). Die Stärke des magnetischen Feldes eines Leiters fällt reziprok mit der Entfernung zum Leiter ab ( $B \sim r^{-1}$ ) (vgl. Abbildung 2). Sie ist proportional zum Strom und folgt somit in gleichem Maße den bahntypisch kurzzeitigen Stromschwankungen.

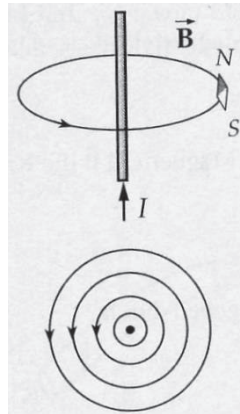


Abbildung 2: Feldlinien des magnetischen Feldes um einen stromdurchflossenen Leiter

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

## 2 Auswirkungen auf Personen

(unter Berücksichtigung besonders schutzbedürftiger Personen)

Die Influenz von elektrischen Ladungen auf der Körperoberfläche durch das E-Feld bewirkt einen Stromfluss im Körper. Auch durch Magnetfeldänderungen werden im menschlichen Körper Ströme induziert. Durch die in der 26. BImSchV festgelegten Vorsorgewerte wird sichergestellt, dass die Schwellenstromdichten, ab denen eine Reizung bzw. Beeinträchtigung auftritt oder gar eine Gefahr zu befürchten ist, nicht überschritten werden.

Ein Vergleich mit den festgelegten Grenzwerten der 26. BImSchV (5 kV/m für das E-Feld und 300  $\mu$ T für das B-Feld) zeigt, dass selbst unmittelbar unter der Oberleitung – auch auf stark frequentierten Strecken – diese noch deutlich unterschritten werden.

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

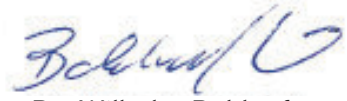
Aus Sicht des Personenschutzes vor den Wirkungen von elektromagnetischen Feldern ist eine Ausweitung der aus anderen Gründen ohnehin erforderlichen Mindestabstände von Oberleitungsanlagen/Gleisen nicht erforderlich

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

### 3 Unterschriften



Dr. Walter Gutscher



Dr. Wilhelm Baldauf