








EMV-Gutachten

Vorhabenbezeichnung: **Lückenschluss Erding – Flughafen München
und Walpertskirchener Spange,
Planfeststellungsabschnitt 4.2**

Streckennummer/Strecke: **5601 / Markt Schwaben - Flughafen München
(von Bahn-km 12,5+35 bis 18,3+00)**

**5606 / Abzw Obergeislbach – Erding
(von Bahn-km 7,0+30 bis 8,9+55)**

NUR ZUR INFORMATION

Eingereicht im Namen und Auftrag von		
Vorhabenträger  NETZE DB Netz AG Richelstraße 3 80634 München	Vorhabenträger  NETZE DB Station&Service AG Bahnhofsmanagement München Bayerstraße 10a, 80335 München	Vorhabenträger  NETZE DB Energie GmbH Richelstraße 3 80634 München
Vorhabenträger  NETZE DB Netz AG, Großprojekte Süd Richelstraße 3 80634 München	Verantwortliche Planungsgemeinschaft Ingenieurgesellschaft Östliche Schienenanbindung Flughafen München  OBERMEYER PLANEN + BERATEN GmbH OBERMEYER Planen + Beraten GmbH, Postfach 201542, 80015 München  München, den 20.03.2020, gez. ppa. Lochbihler	
Ersteller  OBERMEYER PLANEN + BERATEN GmbH		
Datum: ..20.03.2020.. Unterschrift: ..gez. i.V. Pfeifer.....		München, den 20.03.2020, gez. i.V. Kneer

Beteiligte Fachplaner und Gutachter

Ersteller des Gutachtens, Stand 04.10.2017 :

Möhler + Ingenieure AG
Beratende Ingenieure für Schallschutz und Bauphysik
Fachgutachter für EMV
Landaubogen 10, 81373 München

Redaktionelle Überarbeitung, Stand 30.10.2018

Obermeyer Planen und Beraten GmbH
Kantstraße 2
04275 Leipzig

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Aufgabenstellung	1
2	Grundlagen	2
3	Elektrische und magnetische Felder des Planvorhabens	6
3.1	Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU)	6
3.2	Einwirkung auf den Menschen	7
3.3	Einwirkung auf Geräte und Anlagen	7
3.4	Untersuchungsumfang	8
4	Ermittlung elektrischer und magnetischer Felder An Bahnstrecken	10
4.1	Beweissicherungsmessungen	10
4.2	Prognoseberechnungen	11
4.3	Referenzmessungen	14
5	PROGNOSE elektrischer und magnetischer Felder	17
5.1	Niederfrequente elektrische Feldstärken	17
5.2	Niederfrequente magnetische Flussdichten	18
5.3	Beurteilung	19
6	Grundlagenverzeichnis	20
7	Beilagen	22

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. 1	Oberleitungssysteme der Neubaustrecke (schematisch), Q 1, Bahn-km 14,0+33.....	12
Abb. 2	Oberleitungssysteme der Neubaustrecke (schematisch), Q2, Bahn-km 14,5+85.....	12
Abb. 3	Oberleitungssysteme der Neubaustrecke (schematisch), Q3, Bahn-km 7,5+85.....	13
Abb. 4	Vergleich der magnetischen Flussdichten in den drei Querschnitten.....	14
Abb. 5	Abklingverhalten der Magnetischen Flussdichte an einer zweigleisigen S-Bahnstrecke.....	15
Abb. 6	Abklingverhalten der elektrischen Feldstärke an einer zweigleisigen S- Bahnstrecke (theoretisch)	17

Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 1	Maßgebende Grenzwerte für Hochfrequenzanlagen gem. Anhang 1 b der 26. BImSchV	3
Tab. 2	Maßgebende Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen gem. Anhang 1 der 26. BImSchV	5
Tab. 3	Höchstzulässigen Effektivwerte für die elektrische Feldstärke, sowie die magnetische Flussdichte	5
Tab. 4	Anhaltswerte für die Mindeststörfestigkeiten technischer Geräte.....	8
Tab. 5	Arithmetische Mittelwerte und Spitzenwerte der Elektrischen Feldstärke E [kV/m] und der Magnetischen Flussdichte B [μ T]	10

Abkürzungsverzeichnis

A

Abb.	Abbildung
ABS	Ausbaustrecke
ABS 38	Ausbaustrecke 38 München – Mühldorf – Freilassing
Abzw	Abzweigstelle
AG	Wohnen im Außenbereich Gewerbegebiet (Nutzungsart)
AM	Wohnen im Außenbereich Mischgebiet (Nutzungsart)

B

BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
Bf	Bahnhof
Bft	Bahnhofsteil
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
BÜ	Bahnübergang

D

dB (A)	Dezibel (A bewerteter Schallpegel)
DB AG	Deutsche Bahn AG

E

EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EG	Erdgeschoss
ED	Straße des Landkreises Erding
EÜ	Eisenbahnüberführung

F

Fpl	Fahrplan
FMG	Flughafen München GmbH
FOK	Fahrbahnoberkante
FTO	Flughafentangente Ost (St 2580)

G

G	Gewerbegebiet (Nutzungsart) in Immissionsergebnistabellen
GG	Grundgesetz
GOK	Geländeoberkante
GVS	Gemeindeverbindungsstraße

H

Hp	Haltepunkt
Hz	Hertz (Einheit der Frequenz)

I

IO	Immissionsort
----	---------------

K

km	Kilometer
----	-----------

L

l	Länge
ldB	links der Bahn
lg	Dekadischer Logarithmus (Basis 10)
Lr	Beurteilungspegel in dB(A)

M

M	Maßstab
M	Misch-, Kern- und Dorfgebiet (Nutzungsart) in Immissionsergebnistabellen
Mio. €	Million Euro

N

NeM	Netzergänzende Maßnahme
-----	-------------------------

O

OG	Obergeschoss
OK	Oberkante
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr

P

Pbf	Personenbahnhof
PFA	Planfeststellungsabschnitt
PfG	Planfeststellungsgrenze

R

R	Radius
rdB	rechts der Bahn
ROV	Raumordnungsverfahren

S

SO	Schienenoberkante
SPFV	Schienenpersonenfernverkehr

SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SSM	Schallschutzmaßnahmen
STU	Schalltechnische Untersuchung
SÜ	Straßenüberführung
SU	Straßenunterführung
S-V	Sondergebiet Verwaltung
S-Sch	Sondergebiet Schule

T

Tab.	Tabelle
Tsd. €	Tausend Euro
TÖB	Träger öffentlicher Belange

U

UG	Untergeschoss
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung

V

v	Geschwindigkeit
ve, v	(Entwurfs-) Geschwindigkeit
vmax	Maximale Geschwindigkeit
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz

W

W	Reines bzw. Allgemeines Wohngebiet (Nutzungsart) in Immissionsergebnistabellen
---	--------------------------------------------------------------------------------

1 AUFGABENSTELLUNG

Seit der Inbetriebnahme des Flughafens München 1992 sind zum einen erhebliche Steigerungen im Passagieraufkommen zu verzeichnen, zum anderen ist für den Flughafenbereich und die angrenzenden Kommunen eine stetige Zunahme von Arbeitsplätzen kennzeichnend. Aus dieser auch für die Zukunft prognostizierten Entwicklung ergibt sich die Notwendigkeit, den bisher hohen Anteil des öffentlichen Verkehrs durch eine verbesserte Schienenanbindung des Flughafens zu halten und weiter auszubauen.

Das Vorhaben Lückenschluss Erding – Flughafen München umfasst den Neubau einer zweigleisig elektrifizierten Bahnstrecke zwischen dem Bf Erding und dem Flughafen München, eines Abzweiges für die überregionale Anbindung in Richtung Mühldorf, eines neuen Haltepunktes für den überregionalen Verkehr in Erding, die Verlegung des bestehenden Bahnhofs Erding um ca. 700 m nach Norden, eines neuen Bahnhofes in Schwaigerloh sowie einer Abstell- und Wendeanlage nördlich des Gewerbegebietes Schwaigerloh.

Der hiermit zur Planfeststellung beantragte Planfeststellungsabschnitt 4.2 umfasst den Aus- bzw. Neubau der Strecke Markt Schwaben – Bf München Flughafen Terminal vom bestehenden Bf Altenerding bei Bahn-km 12,5+35 bis zur nordwestlichen Stadtgrenze Erding bei Bahn-km 18,3+00 sowie den eingleisigen Neubau der Walpertskirchener Spange von Bahn-km 7,0+30 bis zur Einfädelung Erding Nord bei Bahn-km 8,5+58.

Der Betrieb der geplanten Bahnanlagen kann zu Umweltauswirkungen auf Menschen sowie zu Auswirkungen auf bauliche Anlagen und deren Einrichtungen durch elektrische und magnetische Felder führen.

Im Rahmen eines Gutachtens über die elektrische und magnetische Verträglichkeit (EMV-Gutachten) werden die Umwelteinwirkungen durch elektrische und magnetische Felder im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [9], welches durch die 26. BImSchV sowie der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) [20] konkretisiert werden, dargestellt und beurteilt. Ebenso werden mögliche Minimierungsmaßnahmen erläutert und auf das Vorhaben bezogen bewertet (siehe Anl. 21.1, Anhang 1).

2 GRUNDLAGEN

Rechtsgrundlage für die Beurteilung der Einwirkung elektrischer und magnetischer Felder auf Menschen ist die „Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26 BImSchV) [1] in der Fassung vom 03. März 2016). Auch der Schutz vor elektromagnetischer Strahlung unterhalb der Grenzwerte der 26. BImSchV ist abwägungserheblich, insbesondere im Sinne eines Minimierungsgebots nach § 4 Abs 2 Satz 1 der 26. BImSchV und der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV, Stand 03.03.2016) (vgl. hierzu Anlage 21.1, Anhang 1 Minimierungsmaßnahmen).

Bei Anlagen der Eisenbahn ist das Eisenbahn-Bundesamt (EBA), sofern es die bahnbrechtliche Zuständigkeit besitzt, für den Vollzug der 26.BImSchV zuständig.

Nach 26. BImSchV [1] gilt:

„1. Hochfrequenzanlagen:

ortsfeste Anlagen, die elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 9 Kilohertz bis 300 Gigahertz erzeugen, ausgenommen sind Anlagen, die breitbandige elektromagnetische Impulse erzeugen und der Landesverteidigung dienen,

2. Niederfrequenzanlagen:

ortsfeste Anlagen zur Umspannung und Fortleitung von Elektrizität mit einer Nennspannung von 1000 Volt oder mehr, einschließlich Bahnstromfern- und Bahnstromoberleitungen und sonstiger vergleichbarer Anlagen im Frequenzbereich von 1 Hertz bis 9 Kilohertz,...

3. Gleichstromanlagen: [...]“

Die Grenzwerte der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte sind in § 2 (Hochfrequenzanlagen) und § 3 (Niederfrequenzanlagen) mit dem dazugehörigen Anhang 1 festgelegt:

„§ 2 Hochfrequenzanlagen

(1) Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Hochfrequenzanlagen mit einer äquivalenten isotropen Strahlungsleistung (EIRP) von 10 Watt oder mehr so zu errichten und zu betreiben, dass in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum dauerhaften oder vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung

1. die in Anhang 1 und 1b bestimmten Grenzwerte für den jeweiligen Frequenzbereich unter Berücksichtigung von Immissionen durch andere ortsfeste Hochfrequenzanlagen sowie Niederfrequenzanlagen gemäß Anhang 2 nicht überschritten werden und
2. bei gepulsten elektromagnetischen Feldern zusätzlich die in Anhang 3 festgelegten Kriterien eingehalten werden. [...]“

Folgende Tabelle zeigt die maßgebenden Grenzwerte für Hochfrequenzanlagen gemäß Anhang 1 b der 26. BImSchV. Für das Mobilfunksystem GSM-R der Bahn ist der Frequenzbereich um 900 MHz maßgebend.

Anhang 1b (zu §2): Grenzwerte für Hochfrequenzanlagen		
Frequenz (f) in Megahertz (MHz)	Grenzwerte, quadratisch gemittelt über 6-min-Intervalle	
	Elektrische Feldstärke in Volt pro Meter (V/m) (effektiv)	Magnetische Feldstärke in Ampere pro Meter (A/m) (effektiv)
0,1 – 1	87	$0,73/f$
1 – 10	$87/\sqrt{f}$	$0,73/f$
10 – 400	28	0,073
400 – 2 000	$1,375\sqrt{f}$	$0,0037\sqrt{f}$
2 000 – 300 000	61	0,16

Tab. 1 Maßgebende Grenzwerte für Hochfrequenzanlagen gem.
Anhang 1 b der 26. BImSchV

„§ 3 Niederfrequenzanlagen

(1) Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Niederfrequenzanlagen, die vor dem 22. August 2013 errichtet worden sind, so zu betreiben, dass sie in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung die im Anhang 1 genannten Grenzwerte nicht überschreiten, wobei Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz die Hälfte des in Anhang 1 genannten Grenzwertes der magnetischen Flussdichte nicht überschreiten dürfen. Dabei bleiben, soweit nicht im Einzelfall hinreichende Anhaltspunkte für insbesondere durch Berührungsspannungen hervorgerufene Belästigungen bestehen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer für die Nachbarschaft unzumutbar sind, außer Betracht

1. *kurzzeitige Überschreitungen der Grenzwerte nach Satz 1 in Verbindung mit Anhang 1 um nicht mehr als 100 Prozent mit einer Dauer von nicht mehr als 5 Prozent eines Beurteilungszeitraumes von einem Tag und*

2. *kleinräumige Überschreitungen der Grenzwerte der elektrischen Feldstärke nach Satz 1 in Verbindung mit Anhang 1 um nicht mehr als 100 Prozent außerhalb von Gebäuden.*

(2) *Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Niederfrequenzanlagen, die nach dem 22. August 2013 errichtet werden, so zu errichten und zu betreiben, dass sie bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, die im Anhang 1 genannten Grenzwerte nicht überschreiten, wobei Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz die Hälfte des in Anhang 1 genannten Grenzwertes der magnetischen Flussdichte nicht überschreiten dürfen. Bestehende Genehmigungen und Planfeststellungsbeschlüsse bleiben unberührt.*

(3) *Bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte nach Absatz 1 und Absatz 2 sind alle Immissionen zu berücksichtigen, die durch andere Niederfrequenzanlagen sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz, die einer Standortbescheinigung nach §§ 4 und 5 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen, gemäß Anhang 2a entstehen.*

(4) *Wirkungen wie Funkenentladungen auch zwischen Personen und leitfähigen Objekten sind zu vermeiden, wenn sie zu erheblichen Belästigungen oder Schäden führen können.“*

Folgende Tabelle zeigt die maßgebenden Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen gemäß Anhang 1 der 26. BImSchV:

Anhang 1 (zu §3): Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen		
Frequenz (f) in Hertz (Hz)	Grenzwerte	
	Elektrische Feldstärke in Kilovolt pro Meter (kV/m) (effektiv)	Magnetische Flussdichte in Mikrottesla (µT) (effektiv)
0	-	500
1 - 8	5	40 000/f ²
8 - 25	5	5 000/f
25 – 50	5	200

50 – 400	250/f	200
400 – 3 000	250/f	80 000/f
3 000 – 10 000 000	0,083	27

Tab. 2 Maßgebende Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen gem.
Anhang 1 der 26. BImSchV

Die o.g. Grenzwerte $G_{E,16,67} = 5 \text{ kV/m}$ und $G_{M,16,67} = 300 \text{ } \mu\text{T}$ sind für den hier betrachteten Frequenzbereich von 16,7 Hz gegenüber der bisherigen Fassung der 26.BImSchV (1996) bzw. den Empfehlungen der Strahlenschutzkommission für Grenzwerte zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern [7] mit 10 kV/m und 300 μT lediglich im Bereich des elektrischen Feldes geringer. Eine gewisse Verschärfung der Beurteilung ergibt sich allerdings aus der notwendigen Summenbetrachtung von NF und HF-Grenzwertanteilen zur Berücksichtigung der Gesamtbelastung.

Zu der Grenzwertbildung im Bereich der niederfrequenten Felder wird auf das Hintergrundpapier des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) vom November 2015 verwiesen [11].

Die Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit [8] hat in den Unfallverhütungsvorschriften (UVV) für elektromagnetische Felder für eine dauerhafte Exposition (Expositionsbereich 2) folgende höchstzulässigen Effektivwerte für die elektrische Feldstärke, sowie die magnetische Flussdichte definiert:

Frequenzbereich f / Hz	Effektivwert der elektrischen Feldstärke in kV/m	Effektivwert der magnetischen Flussdichte in mT ⁽¹⁾
0 -- 1	20	21,22
1 -- 16,67	20	21,22/f
16,67 -- 1 000	333,3/f	21,22/f

⁽¹⁾ Über Flächenelemente von 100 cm² zu mitteln

Tab. 3 Höchstzulässigen Effektivwerte für die elektrische Feldstärke, sowie die magnetische Flussdichte

Die in der UVV [8] enthaltenen Grenzwerte sind bei 16,7 Hz sowohl für das elektrische Feld mit 20 kV/m als auch für die magnetische Flussdichte mit 1.270 μT deutlich über den Grenzwerten der 26.BImSchV [1].

3 ELEKTRISCHE UND MAGNETISCHE FELDER DES PLANVORHABENS

Innerhalb des Planfeststellungsabschnittes 4.2 sind zum einen der Ausbau der S-Bahn-Strecke Markt Schwaben - Erding ab etwa 1 km südlich des Bahnhofs Erding bis zur Gemeindegrenze von Eitting so- wie zum anderen der Anschluss der Strecke Walpertskirchener Spange von Ammersdorf (ca. 400 m westlich) bis zum Anschluss an die südliche Strecke der Tröge nördlich des Tunnels Sempt geplant.

Vom südöstlichen Ortsrand der Stadt Erding bis Langengeisling verlaufen die Strecken durch mäßig verdichtet bebautes Stadtgebiet. Im Rahmen des EMV-Gutachtens wurden die Umweltauswirkungen durch elektrische und magnetische Felder des Planvorhabens auf den Menschen untersucht (gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse).

Nördlich der Wohnbebauung am Wiesenweg der Stadt Erding, etwa bei Bahn-km 14,9+00 der Strecke Markt Schwaben - Flughafen München kommend in Richtung Flughafen, sind die Abstände der nächstgelegenen Bebauung entlang der Strecke meist deutlich größer als 100 m, so dass in diesem Streckenabschnitt keine Nachbarn von relevanten elektrischen und magnetischen Feldern i. S. des BImSchG betroffen sein werden.

Neben den Grenzwerten der 26. BImSchV für Einwirkungen auf Menschen ist insbesondere an Gewerbenutzungen, die gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern empfindlich sind (z.B. Labor- und Forschungseinrichtungen, Konstruktionsbüros, Betriebe der Halbleitertechnik) eine negative Beeinflussung elektrischer Geräte nicht auszuschließen. Gerade bei baulichen Anlagen mit geringen Abständen ist eine Erhöhung kurzzeitiger Spitzenwerte des niederfrequenten Magnetfeldes zu prüfen, zusätzliche Speiseleitungen und Umspanneinrichtungen sowie weitere Abstandsverringerungen sind im Rahmen der EMV-Untersuchung zu bewerten und im Einzelfall ggf. zu kompensieren.

3.1 Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU)

Im Zuge des Planfeststellungsabschnittes 4.2 zwischen Altenerding und Eitting werden u. a. neue elektrotechnische Anlagen (z.B. Oberleitungen) errichtet sowie vorhandene Anlagen erweitert. Da der genannte Streckenabschnitt in Teilbereichen durch bebaute Gebiete verläuft, in den sich gegenüber magnetischen und elektrischen Feldwirkungen empfindliche Nutzungen befinden, wurden im Rahmen der Untersuchung die Abschnitte mit einer möglichen relevanten Beeinflussung identifiziert. Der Einwirkungsbereich im Sinne von § 3 der 26.BImSchV [1] ist nach II.3.1 der LAI-Durchführungshinweise für Bahnoberleitungen auf einen Abstand von 10 m beidseits der Gleismitte von elektrifizierten Bahnstrecken festgelegt. In der Regel sind an schutzbedürftigen Nutzungen in

einem Abstand von weniger als 100 m zu S- Bahnstrecken noch Feldstärkebeiträge feststellbar und wurden für eine Beurteilung auf der sicheren Seite im Rahmen der weiteren Planungen detaillierter betrachtet (Untersuchungsbereich).

Im Streckenverlauf des Vorhabens befinden sich betroffene Nutzungen nach BImSchG. Ausgehend von den Erfahrungen von vergleichbaren Strecken und der Trassenkenntnis sowie auf Grund der ermittelten Emissionswerte sind im vorliegenden Fall keine relevanten Beeinflussungen zu erwarten.

In einem Teilabschnitt erfolgt ein Umbau der vorhandenen einseitigen Speisung auf eine zweiseitige Speisung. Eine negative Auswirkung auf das vorhandene Leitungssystem (Erhöhung der Magnetfeldbelastung auf der Bestandsstrecke) ist jedoch nicht zu erwarten, da die zukünftig eingesetzten Züge voraussichtlich keine höhere Strom-/Leistungsaufnahme aufweisen, als die bereits heute im Bestand zulässigen Bahnfahrzeuge.

3.2 Einwirkung auf den Menschen

Die Beurteilung der Einwirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf die Allgemeinheit und die Nachbarschaft erfolgt nach der „Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) in der aktuellen Fassung [1].

Im Einwirkungsbereich des Planvorhabens gemäß II.3.1 der LAI-Hinweise [2] wurden keine relevanten Vorbelastungen durch Niederfrequenzanlagen festgestellt; Funkanlagenstandorte mit kleiner/ gleich 10 MHz sind nicht vorhanden.

Im Rahmen der EMV-Untersuchung wurde nachgewiesen, dass an keinem maßgebenden Immissionsort in der Nachbarschaft der geplanten Bahnanlagen, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung unter Berücksichtigung etwaiger Vorbelastung, die Grenzwerte der 26. BImSchV überschritten werden, d.h. schädliche Umwelteinwirkungen durch elektrische und magnetische Felder ausgeschlossen werden können. Bei dem Planvorhaben handelt es sich um den Ausbau (bis zum bestehenden Bahnhof Erding) bzw. Neubau einer konventionell gespeisten zweigleisigen S-Bahntrasse (Strecke 5601) sowie einer eingleisigen Trasse für den überregionalen Verkehr (Walpertskirchener Spange) von Erding zum Flughafen München. Zusätzliche Verstärkungsleitungen sind nicht geplant.

3.3 Einwirkung auf Geräte und Anlagen

Die 26. BImSchV gilt zum Schutz von Menschen vor elektromagnetischen Feldern. In der Nachbarschaft der Neubaustrecke kann es überdies zu einer negativen Beeinflussung von Geräten und Anlagen und deren Nutzung kommen.

Allgemeingültige Grenzwerte für elektromagnetische Einwirkung auf Geräte und Anlagen existieren nicht. Anhaltspunkte für die Störfestigkeit technischer Geräte können dem technischen Regelwerk für spezifische elektromagnetisch empfindliche Geräte und Betriebsmittel entnommen werden. Dies sind zum Beispiel Kathodenstrahlröhren, Fernmeldeeinrichtungen, Labor- und Diagnosegeräte, wissenschaftliche und medizinische Diagnosegeräte usw.; die besonders empfindlichen Geräte können bereits ab Spitzenwerten des Effektivwertes der magnetischen Flussdichte von $0,4 \mu\text{T}$ beeinflusst werden.

Nachfolgende Tabelle zeigt einige typische Anhaltswerte für die Mindeststörfestigkeiten technischer Geräte (beispielhaft).

Technische Geräte/Anlagen	Störschwelle B-Feld, NF
Feldemissions-Raster-Elektronenmikroskop	$0,3 \mu\text{T}$
PC-Kathodenstrahlmonitor (21 Zoll)	$0,4 \mu\text{T}$
PC-Kathodenstrahlmonitor (17 Zoll)	$0,6 \mu\text{T}$
Medizintechnik: EEG, EKG-Geräte	$1,0 \mu\text{T}$
Medizintechnik: Röntgenröhre	$10 \mu\text{T}$
Raster-Elektronenmikroskop	$10 \mu\text{T}$
ältere aktive Implantate (Herzschrittmacher), Defibrillatoren	20 bis $30 \mu\text{T}$
neuere aktive Implantate (mit CE-Konformität)	$100 \mu\text{T}$
Magnetische Speicher, Disketten	$1.000 \mu\text{T}$

Tab. 4 Anhaltswerte für die Mindeststörfestigkeiten technischer Geräte

3.4 Untersuchungsumfang

Die Prognose zukünftiger elektrischer und magnetischer Felder durch die niederfrequenten Bahnanlagen erfolgt auf Grundlage der Planunterlagen durch Messung, Berechnung und Prognoseabschätzung. Die Messungen wurden mit isotropen Sensoren nach den Vorgaben der DIN EN 50413 [12] durchgeführt, dabei wurden die Elektrischen Feldstärken E [V/m] und die Magnetischen Flussdichten B [μT] frequenzselektiv an repräsentativen Querschnitten aufgezeichnet. Für die geplanten Bahnstromanlagen erfolgten die Messungen an Referenzobjekten. Als Referenz für den S-Bahnverkehr in Tunnellage wurden Feldstärkemessungen am bestehenden S-Bahntunnel der Stammstrecke an der Orleansstraße/ Rosenheimer Straße durchgeführt.

Die Prognose der projektbedingten elektrischen und magnetischen Felder basiert auf Berechnungen, die unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen (maximaler Traktionsstrom/ Kurzschlussfall) – bei höchster betrieblicher Auslastung i.S. der 26.BImSchV – an ausgewählten Querschnitten vorgenommen wer-

den. Der beispielhaft in den LAI-Hinweisen genannte Bemessungsfall des thermisch maximal zulässigen Dauerstroms ist für die Feldstärkeprognose an Bahnstreckenoberleitungen nicht relevant.

Als Ergebnisse der Untersuchung werden die elektrischen und magnetischen Felder entlang des Planabschnittes in Form von Isolinien kartographisch dargestellt. Da das Magnetfeld im Gegensatz zum elektrischen Feld die Eigenschaft hat, dass es die meisten Materialien nahezu unvermindert durchdringt, wurde die Gesamtexposition des maximalen Effektivwertes der niederfrequenten magnetischen Flussdichte von 0,4 μT , 1,0 μT sowie des mittleren Effektivwerts von 300 μT (Grenzwert der 26. BImSchV) erforderlichenfalls für relevante Streckenabschnitte dargestellt und bewertet. Die Ermittlung der Isolinien erfolgt durch Interpolation der Ergebnisse zwischen einer ausreichenden Anzahl von Untersuchungsquerschnitten in Verbindung mit Prognoseberechnungen.

4 ERMITTLUNG ELEKTRISCHER UND MAGNETISCHER FELDER AN BAHNSTRECKEN

Im Gegensatz zu den Netzen der öffentlichen Stromversorgung (50 Hz) unterliegt die Stärke der niederfrequenten Magnetfelder an Bahnstrecken (16,7 Hz) einer erheblichen zeitlichen und örtlichen Schwankungsbreite. Je nach Versorgungsabschnitten der Oberleitung sowie Parametern der Stromaufnahme (z.B. Art und Betriebszustand der Antriebsmaschine) verhalten sich die hervorgerufenen Magnetfelder instationär und anisotrop. Im Gegensatz dazu ist das elektrische Feld von Bahnstrecken unmittelbar von der Versorgungsspannung abhängig und deshalb weitestgehend stationär. Insofern erfolgt die Ermittlung der Feldstärken an Bahnstrecken vorrangig durch Messungen. Im Fall von Neubaustrecken sind Messungen allerdings auf Referenzstrecken beschränkt und werden um Prognoseberechnungen ergänzt.

4.1 Beweissicherungsmessungen

Im Fall von bestehenden elektrifizierten Streckenabschnitten werden an repräsentativ ausgewählten Messquerschnitten Beweissicherungsmessungen durchgeführt. Derartige Beweissicherungsmessungen dienen zur Ermittlung der vorhandenen Feldstärken zur Beurteilung der elektromagnetischen Umweltverträglichkeit (Freiflächen und überbauten Raum).

Für die Messung der Felder der Bahnstromanlagen wurden die Messdaten an einem Messquerschnitt der bestehenden S-Bahnstrecke Markt Schwaben- Erding frequenzselektiv (Bandpass mit 16,7 Hz) erfasst. Die Messung erfolgt entsprechend der DIN VDE 0848 Teil 1 auf Fl.-Nr. 1575, nördlich der Haager Straße 37 – 39 in Erding. In der folgenden Tabelle sind die gemessenen Effektivwerte als arithmetische Mittelwerte und Spitzenwerte der Elektrischen Feldstärke E [kV/m] und der Magnetischen Flussdichte B [μ T] zusammengestellt:

Messpunkt		Elektrische Feldstärke E [kV/m]		Magnetische Flussdichte B [μ T]		Grenzwerte nach 26. BImSchV ⁽¹⁾	
Bez.	Abstand ¹⁾	Spitze	Mittel	Spitze	Mittel	E [kV/m]	B [μ T]
MP 1	ca. 10 m	0,0298	0,0221	3,90	0,23	5	300
MP 2	ca. 17 m	0,0298	0,0223	1,57	0,10	5	300

1) Horizontaler Abstand zur Mitte des nächstgelegenen Gleises der Bahnstrecke

Tab. 5 Arithmetische Mittelwerte und Spitzenwerte der Elektrischen Feldstärke E [kV/m] und der Magnetischen Flussdichte B [μ T]

Die höchsten gemessenen elektrischen Feldstärken betragen bis zu 2 %, die höchsten magnetischen Flussdichten bis zu 2 % (Spitzenwerte der Effektivwerte)

des Grenzwertes der 26. BImSchV, so dass schädliche Umweltauswirkungen oder erhebliche Belästigungen durch elektrische oder magnetische Felder ausgeschlossen werden können.

Nach Inbetriebnahme der Strecke werden ggf. notwendige Beweissicherungsmessungen durchgeführt.

4.2 Prognoseberechnungen

Im Hinblick auf die Oberleitungsart ist im Zuge des Planvorhabens sowohl auf der freien Strecke als auch in den Tunnelabschnitten der Einsatz einer konventionellen Kettenfahrleitung vorgesehen. Die Bauart und die damit einhergehenden geometrischen Verhältnisse haben keinen wesentlichen Einfluss auf die elektrischen und magnetischen Felder während des Bahnbetriebs.

Zum Schutz vor niederfrequenten magnetischen Feldern sind an der Trasse im Bereich des Tunnels Erding und Wasserturm in Erding bereits zusätzliche parallele Rückleiter geplant. Diese führen zu einer deutlichen Reduktion des Magnetfeldes, das elektrische Feld wird durch die Tunnelbauwerke bereits hinreichend abgeschirmt.

Im Rahmen von Prognoseabschätzungen wurde das Magnetfeld im Bereich von drei kennzeichnenden Querschnitten simuliert, wobei das Ergebnis für die freie Strecke bereits im EMV-Gutachten zum PFA 4.1 enthalten ist und hier sinngemäß für die 2-gleisigen Streckenabschnitte außerhalb der Tunnel herangezogen werden kann:

- Q1, Bahn km 14,0+33 im Tunnel Erding, 2-gleisige Strecke mit außen laufenden Rückleitern
- Q2, Bahn km 14,5+85 im Tunnel Sempt, 3-gleisiger Bahnverkehr (2 Strecken)
- Q3, Bahn km 7,5+85 im Tunnel Wasserturm, 1-gleisige Strecke

Für die Ergebnisse dieser Simulationen sind die Annahmen über den Lastzustand (Stromabnahme) sowie die Verteilung der Rückströme über Schienen, Erdreich und ggfs. Rückleiter maßgebend. Als Basis für die Bilanzierung der Stromverteilung wurde das Fahrstrom- und Kurzschlussdiagramm [18] unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten für einen mittleren und einen maximalen Lastfall verwendet. Für eine vergleichende Darstellung der bauartbedingten Unterschiede der Magnetfelder wurde an den drei Querschnitten von gleichen Annahmen für die Last- und Stromverteilung ausgegangen. Nachfolgende Abbildungen zeigen die drei betrachteten Querschnitte.

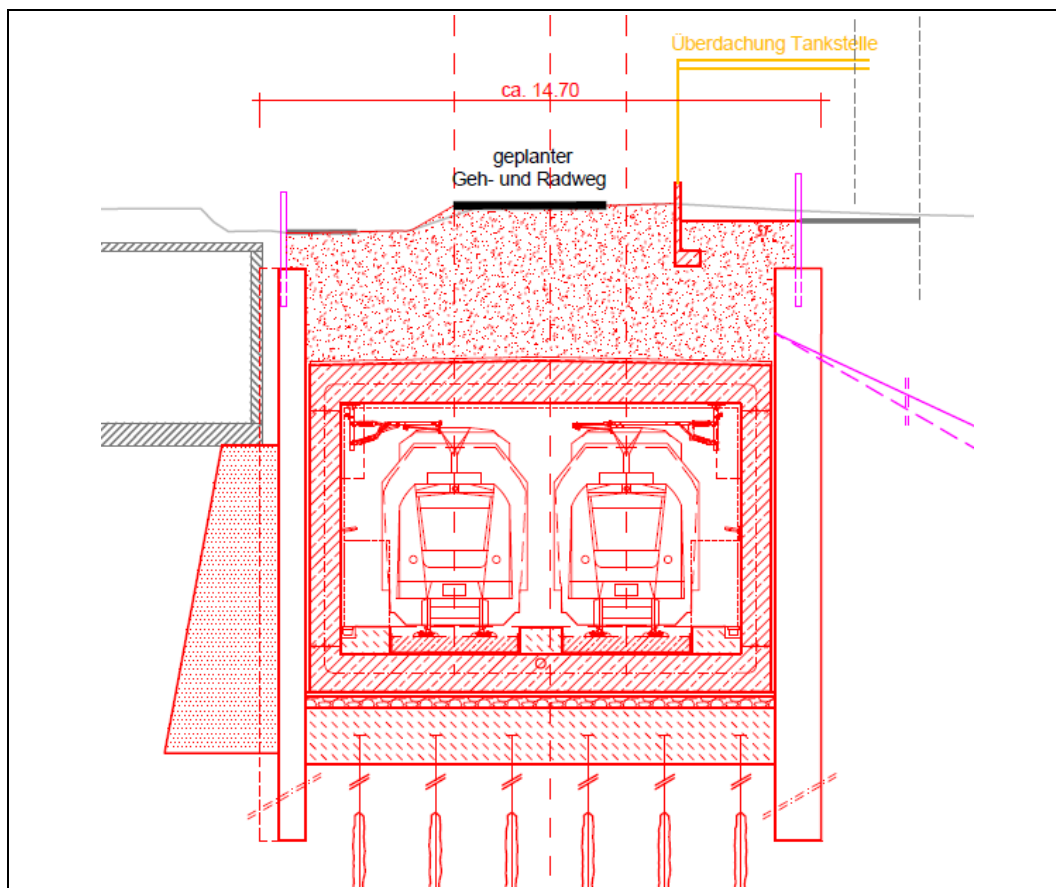


Abb. 1 Oberleitungssysteme der Neubaustrecke (schematisch),
Q 1, Bahn-km 14,0+33

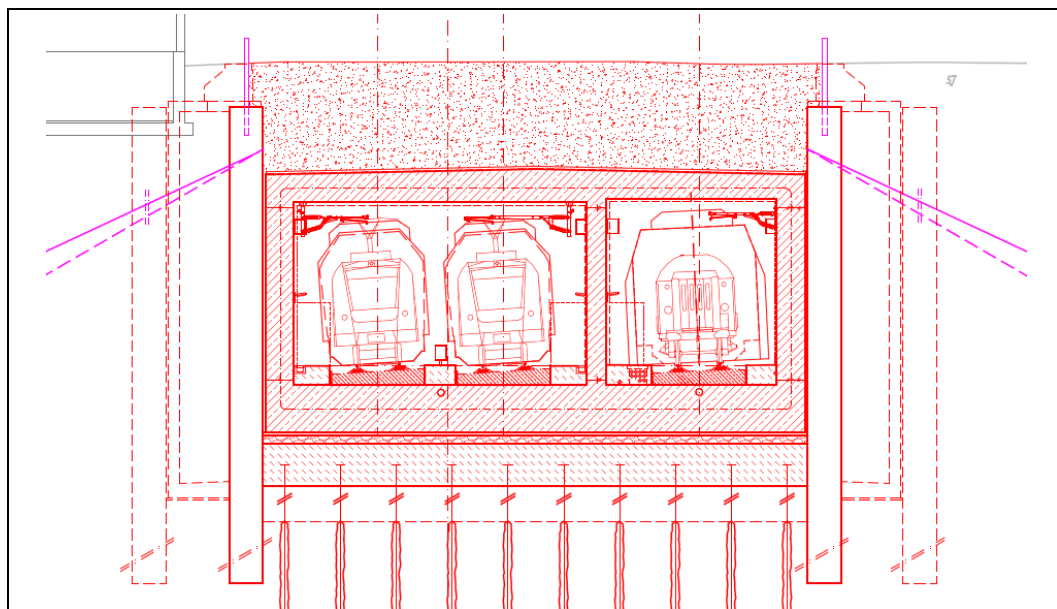


Abb. 2 Oberleitungssysteme der Neubaustrecke (schematisch),
Q2, Bahn-km 14,5+85

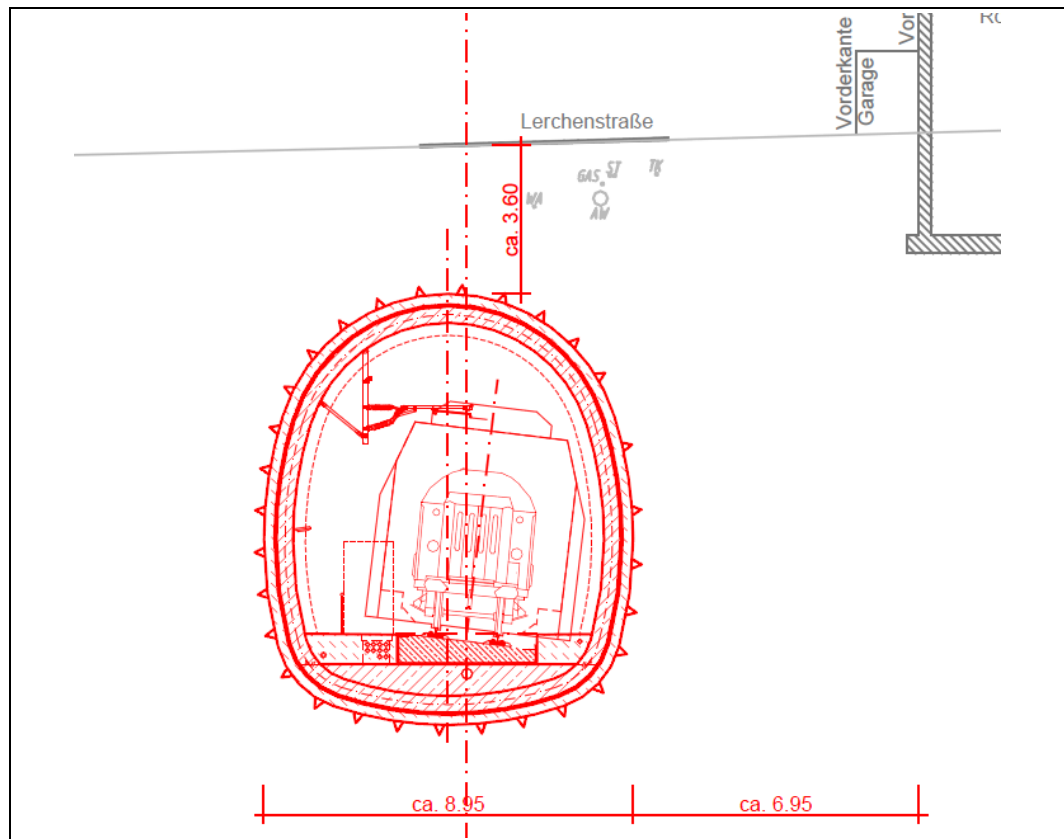


Abb. 3 Oberleitungssysteme der Neubaustrecke (schematisch),
Q3, Bahn-km 7,5+85

Ausgehend von den drei Oberleitungssystemen erfolgte die Simulation des Magnetfeldes in den drei Querschnitten (exemplarisch). Je Querschnitt wurden verschiedene Lastfälle untersucht. Die beiden wesentlichen Lastfälle sind für einen Vergleich der Feldstärken dargestellt:

- Zweigleisiger Verkehr im Versorgungsabschnitt mit jeweils 470 A Traktionsstrom auf dem Fahrdrabt
- Eingleisiger Verkehr (auf dem linken Gleis) mit 1050 A maximaler Traktionsstrom auf dem Fahrdrabt beim Anfahren bzw. Beschleunigen

Das Ergebnis der Magnetfeldsimulationen ist in den Beilagen dokumentiert. Es ist ersichtlich, dass die Grenzwerte der 26. BImSchV, auch bei hohen betrieblichen Auslastungen, bereits im Nahbereich der Oberleitungen (Abstand unter 2 m) zuverlässig eingehalten werden (vgl. Beilage 2).

Das in den Tunnelbauwerken der S-Bahnstrecke geplante Rückleittersystem führt zu einer Verringerung der Magnetfeldimmissionen in der Nachbarschaft. Um diesen Effekt zu quantifizieren wurden die flächenhaften Magnetfeldberechnungen (exemplarisch für den Lastfall a) in einer Schnitthöhe von 2 m über Gelände ausgewertet und die Flussdichte mit zunehmendem Abstand von der Streckenachse

als Abklingfunktion $B(s)$ aufgetragen. Das Ergebnis ist aus folgender Abbildung 4 ersichtlich.

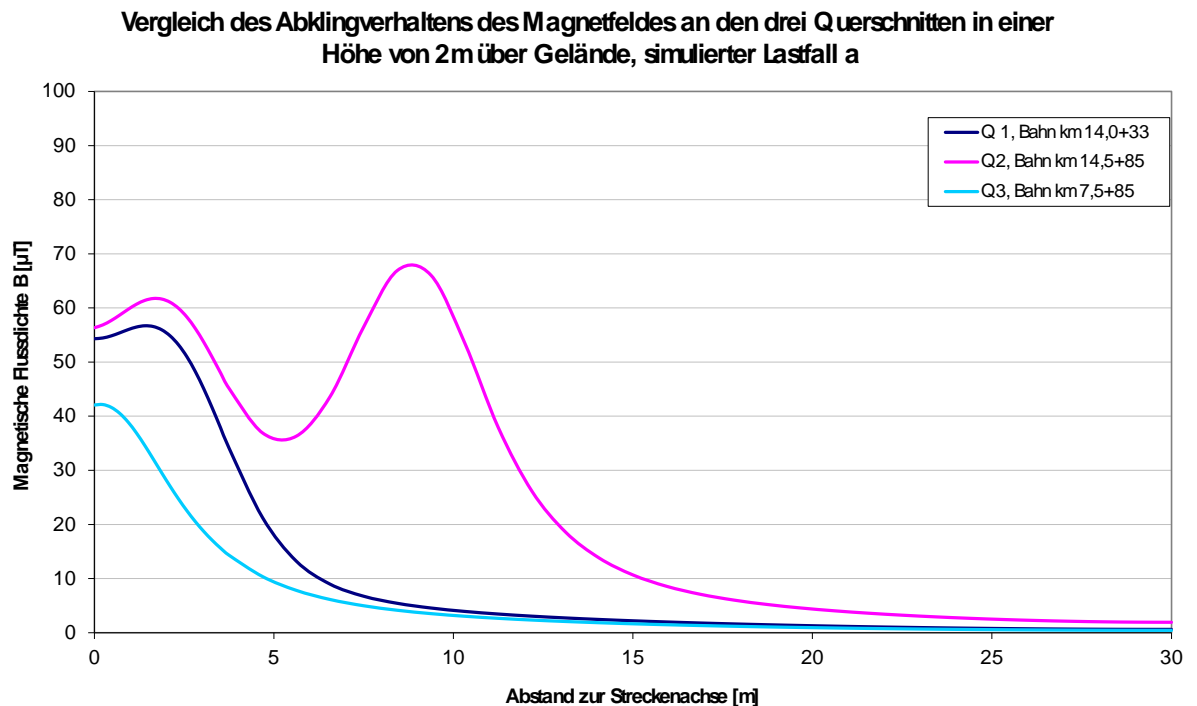


Abb. 4 Vergleich der magnetischen Flussdichten in den drei Querschnitten

Es ist ersichtlich, dass die niederfrequenten Magnetfelder durch die bahnparallelen Rückleiter deutlich reduziert werden. In einem Abstand von 10 m zur nächstgelegenen Tunnelröhre betragen die höchsten magnetischen Flussdichten etwa $5 \mu\text{T}$, wobei in Abbildung 4 der Querschnitt Q2 asymmetrisch mit der Strecke des überregionalen Verkehrs mit etwa 9 m Abstand zur Streckenachse der S-Bahntrasse aufgetragen ist.

Die Abbildung hat einen theoretisierenden Charakter, da die tatsächlich auf der Strecke auftretende Magnetfeldkompensation von der Aufteilung der Rückströme (Rückleiter, Schiene, Erdreich, Tragseil) und weiteren Randbedingungen (Witterungsbedingungen, Untergrundverhältnisse usw.) abhängt und diese in den verschiedenen Versorgungsabschnitten (vgl. [18]) im Einzelfall abweichen kann.

4.3 Referenzmessungen

Bei Neubaustrecken erfolgt in der Regel eine Übertragung der Messergebnisse von Referenzstrecken mit vergleichbaren Verhältnissen (Streckenart, Elektrifizierung, Zugmengengerüst und -takt, Höhenlage, usw.). An ausgewählten Referenzstrecken wurden Messpunktfolgen mit unterschiedlichen orthogonalen Abständen sowie Höhenlagen zur Bahntrasse bzw. von Speise- und Versorgungs-

leitungen angeordnet, sog. Referenzmessquerschnitte. An den Referenzmessquerschnitten werden anschließend jeweils Verlaufsfunktionen der Feldstärken der niederfrequenten Felder, in verschiedenen Aufpunkthöhen, durch Regressionsfunktionen ermittelt, sog. Abklingfunktionen. Auf Basis der gemessenen Abklingfunktionen können die Zahlenwerte der Feldgrößen an zusätzlichen Einzelmesspunkten bestimmt werden, um damit die Feldstärken in verschiedenen Abständen zu prognostizieren. Der zu erwartende physikalische Abstandszusammenhang für das Abklingverhalten des 1-Leitersystems von Bahnlinien ist $B \sim 1/r$.

Aufgrund der erheblichen räumlichen und zeitlichen Schwankungen des Magnetfeldes von Bahnstrecken und dem Streckentyp erfolgt die Erfassung nicht über einen Zeitraum von 24 Stunden, wie dies beispielsweise bei Mischverkehrsstrecken mit nächtlichem Güterverkehr erforderlich sein kann, sondern betrachtet den Zeitraum der höchsten betrieblichen Auslastung. Für eine Differenzierung der unterschiedlichen Felder werden die Messdaten frequenzselektiv (Bandpass mit 16,7 Hz) erfasst. Die Messungen erfolgten entsprechend DIN VDE 0848 Teil 1 [3] bzw. DIN EN 50413 [12].

Nachfolgende Abbildung 5 stellt das niederfrequente Magnetfeld (16,7 Hz) von zweigleisigen S-Bahnstrecken im Münchner Raum, als Ergebnis verschiedener Referenzmessungen, dar.

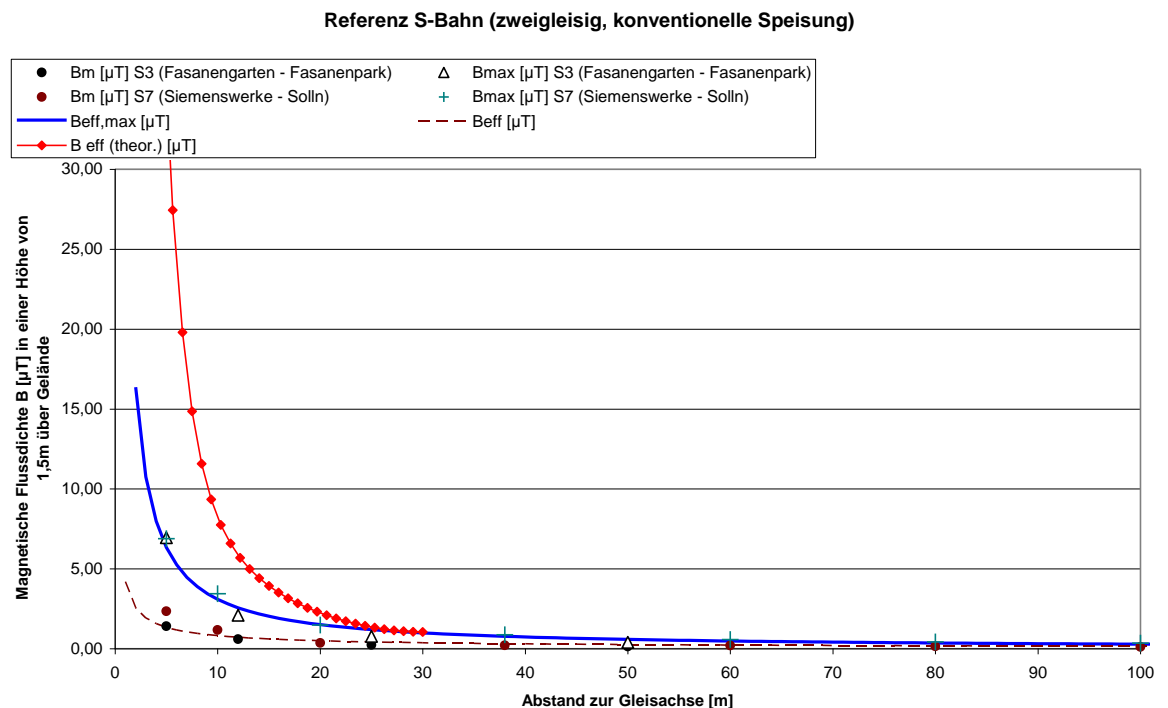


Abb. 5 Abklingverhalten der Magnetischen Flussdichte an einer zweigleisigen S-Bahnstrecke

Die Referenzmessung am bestehenden S-Bahntunnel der Stammstrecke an der Orleansstraße/ Rosenheimer Straße führte in einem Abstand von ca. 4 m oberhalb der Fahrleitung zu Flussdichten von bis zu 35 μT . Die tatsächlichen Flussdichten liegen damit bereits im Nahbereich von 4 m zum Fahrleiter bei lediglich 11,7 % des Grenzwertes.

Die an Referenzquerschnitten gemessenen magnetischen Flussdichten (Mittelwert und Maximalwert des Effektivwertes) sind geringer als die berechneten Prognosen gemäß der Beilagen, so dass die Simulationsergebnisse auf der sicheren Seite liegen.

5 PROGNOSE ELEKTRISCHER UND MAGNETISCHER FELDER

5.1 Niederfrequente elektrische Feldstärken

Das elektrische Feld der geplanten Bahntrasse beträgt bei höchster betrieblicher Auslastung im Sinne von II.3.3 der Durchführungshinweise zur 26.BImSchV [2] bis zu 1,2 kV/m (Spitzenfeldstärke). Nachfolgende Abbildung zeigt das theoretische Abklingverhalten des 1-Leitersystems von Bahnstromleitungen mit $B \sim 1/r$ einer zweigleisigen S-Bahnstrecke.

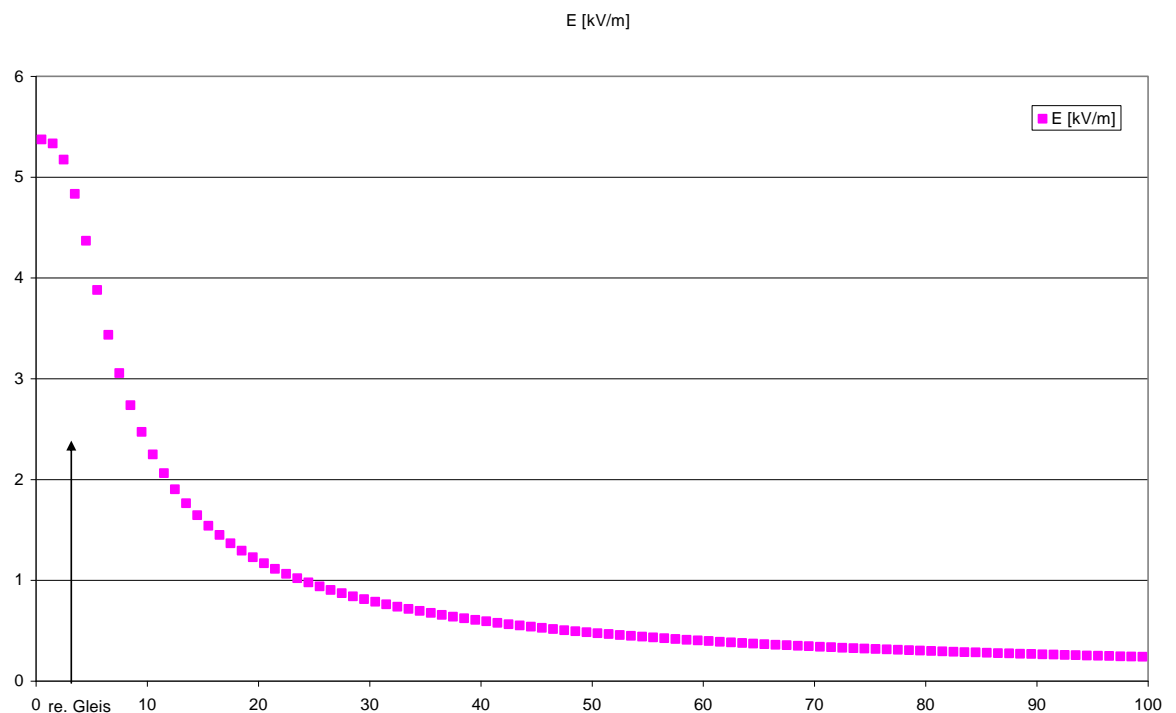


Abb. 6 Abklingverhalten der elektrischen Feldstärke an einer zweigleisigen S-Bahnstrecke (theoretisch)

Bei einem Abstand von 10 m zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt die elektrische Feldstärke bis zu 1,6 kV/m. Im Betrieb sind in der Regel in diesem Abstand Feldstärken von nicht mehr als 0,2 kV/m nachweisbar.

Die Referenzmessung am bestehenden S-Bahntunnel der Stammstrecke an der Orleansstraße/ Rosenheimer Straße führte oberhalb des Tunnels zu elektrischen Feldstärken von unter 0,02 kV/m, so dass im Bereich der Tunnellage das elektrische Feld nicht relevant ist.

Der maßgebende Grenzwert der Elektrischen Feldstärke beträgt gemäß Anhang 1 der 26.BImSchV [1] im Frequenzbereich 8 bis 25 Hz 5 kV/m (Effektivwert). Damit beträgt der Immissionsbeitrag der Neubaustrecke in Bereichen ohne Ab-

schirmungen (auf der freien Strecke) in einem Abstand von 10 m zur Gleisachse höchstens 32 % des Grenzwertes.

5.2 Niederfrequente magnetische Flussdichten

Bei einem theoretisierenden Ansatz betragen die maximalen Feldstärken einer zweigleisigen S-Bahnstrecke mit einem konventionellen 16,7 Hz - 15kV-Versorgungssystem (Fahrdrabt mit Schienenerdung ohne separate Rück- oder Verstärkungsleitung) in einem Abstand von 10 m zur Trassenmitte (Aufpunkthöhe 2 m über Schienenoberkante) bis zu 10 μ T (Magnetischen Flussdichte B), vgl. Abbildung 5. Bei höchsten betrieblichen Auslastungen können um den Faktor 2 höhere Emissionen auftreten (vgl. Beilage 2).

Bei frequenzselektiven Messungen an vergleichbaren eingleisigen S-Bahnstrecken im Bereich des Münchner Streckennetzes wurden in dem Abstand von 10 m tatsächlich mittlere Magnetische Flussdichten von nicht mehr als 1 μ T sowie kurzzeitige Spitzenwerte von bis zu 4 μ T aufgezeichnet. Die Referenzmessung am bestehenden S-Bahntunnel der Stammstrecke an der Orleansstraße/Rosenheimer Straße führte in einem Abstand von ca. 4 m oberhalb der Fahrleitung zu Flussdichten von bis zu 35 μ T.

Der maßgebende Grenzwert der Magnetischen Flussdichte beträgt gemäß Anhang 1 der 26.BImSchV im Frequenzbereich 8 bis 25 Hz 300 μ T (Effektivwert). Damit beträgt der Immissionsbeitrag der Neubaustrecke in einem Abstand von 4 m zum Fahrdrabt nicht mehr als 12 % des Grenzwertes. Damit ist auch unter Berücksichtigung von etwaigen hochfrequenten elektrischen Feldern sichergestellt, dass die Gesamtbelastung deutlich unterhalb der Grenzwerte liegt.

Dies zugrunde gelegt zeigt sich, dass die am nächsten gelegene Bebauung (Immissionsstelle) um mehr als das 8-fache unterhalb der Grenzwerte liegt.

Um die Relevanz der Einwirkung auf Geräte und Anlagen durch niederfrequente Magnetfelder einschätzen zu können, wurden aus den Referenzmessungen die Spitzenwerte der Effektivwerte der Flussdichten herangezogen und die Abstände einer 0,4 μ T- Isolinie beiderseits der Gleisachse ermittelt: Spitzenbelastungen von 0,4 μ T sind entsprechend der Referenzmessungen und Prognoseberechnungen in einem Abstand von bis zu 85 m zur Gleisachse nicht auszuschließen. In diesem Korridor beiderseits der Bahntrasse befinden sich vorwiegend Wohngebiete der Stadt Erding, bei denen der Betrieb von sensiblen technischen Einrichtungen nicht zu erwarten ist.

5.3 Beurteilung

Die prognostizierten elektrischen und magnetischen Felder des Planvorhabens liegen bereits im unmittelbaren Nahbereich der Bahntrasse weit unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte der 26. BImSchV, in der Fassung vom August 2013, von 5 kV/m beim niederfrequenten elektrischen Feld bzw. von 300 μ T beim niederfrequenten magnetischen Feld für eine Dauerexposition von Menschen.

Schutz- oder Kompensationsmaßnahmen für die Einwirkung auf Menschen über die ohnehin vorgesehenen technischen Minimierungsmaßnahmen hinaus sind somit auch unter Berücksichtigung des Minimierungsgebots (vgl. dazu im Einzelnen Anlage 21.1 Anhang 1) nicht erforderlich. Erhebliche Umwelteinwirkungen auf die Gesundheit können ausgeschlossen werden.

Da sich im Korridor beiderseits der Bahntrasse vorwiegend Wohngebiete der Stadt Erding befinden, in denen erfahrungsgemäß keine sensiblen technischen Geräte und Einrichtungen (siehe Tab. 4) vorhanden sind, sind Einwirkungen des Vorhabens auf Geräte und Anlagen nicht zu erwarten. Nutzungen, die häufig im Bereich von elektrifizierten Bahnstrecken störungsfrei betrieben werden, wie beispielsweise Kinos, Theater, Gaststätten und ähnliches werden von den elektromagnetischen Feldern des Bahnbetriebs nicht relevant beeinflusst.

6 GRUNDLAGENVERZEICHNIS

- [1] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV); Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266)
- [2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV) in der überarbeiteten Fassung gem. Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz, 128.Sitzung vom 17. und 18. September 2014
- [3] DIN EN 50431:2009-08; VDE 0848-1:2009-08 Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz); Deutsche Fassung EN 50413:2008; Beuth Verlag
- [4] DIN VDE 0100-444 VDE 0100444:2010-10 Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-44: Schutzmaßnahmen Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen (IEC 60364-4-44:2007 (Abschnitt 444), modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-44:2000 + Cor.:2010
- [5] DIN VDE 0100-540 VDE 0100-540:2012-06 Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter (IEC 60364-5-54:2011); Deutsche Übernahme HD 60364-5-54:2011
- [6] DIN VDE 0845-6-1 VDE 0845-6-1:2013-04 Maßnahmen bei Beeinflussung von Telekommunikationsanlagen durch Starkstromanlagen Teil 1: Grundlagen, Grenzwerte; Berechnungs- und Messverfahren
- [7] Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern; Empfehlungen der Strahlenschutzkommission (SSK); Bonn 14.09.2001
- [8] Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, BGV B11 (VBG 25) – UVV Elektromagnetische Felder, April 2002
- [9] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG), 17. Mai 2013, i. d. aktuellen Fassung
- [10] TE Nr. 3, Richtlinie für Schutzmaßnahmen an Tk-Anlagen gegen Beeinflussung durch Netze der elektrischen Energieübertragung, -verteilung sowie Wechselstrombahnen, Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen, April 2005

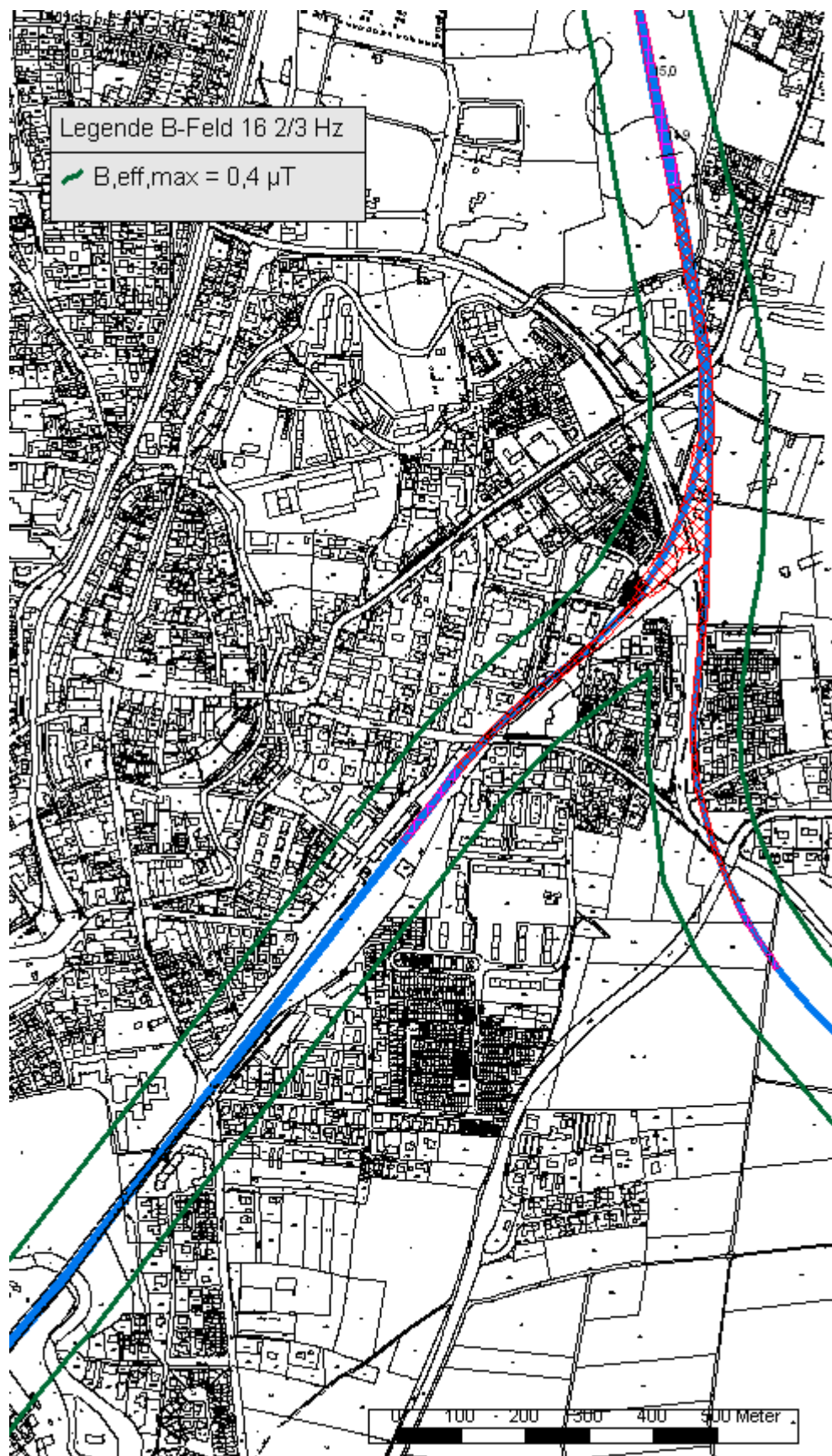
- [11] Hintergrundpapier: Grenzwerte im Bereich niederfrequenter Felder (u. a. Stromübertragung), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, November 2015
- [12] DIN EN 50413/A1:2014-07; VDE 0848-1/A1:2014-07, Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz); Deutsche Fassung EN 50413:2008/ A1:2013
- [13] TE Nr. 7 „Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen“ Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen, April 2005
- [14] Ermittlung und Beurteilung der Hochfrequenzimmissionen im Umland (EMV), Planfeststellungsverfahren „3. Start- und Landebahn“, MBBM, Flughafen München, Juni 2007
- [15] DIN EN 50121: :2017-11; VDE 0115-121:2017-11 Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 1: Allgemeines; Deutsche Fassung EN 50121-1:2017
- [16] Erläuterung der Bewertungsverfahren nach BEMFV (Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder), Bundesnetzagentur, link: <https://www.gesetze-im-internet.de/bemfv/BEMFV.pdf> (Stand: 18.07.2016)
- [17] Produktbeispiel: Nickel/Eisen- Legierung, sogenanntes Mu Metall, isotrop, vgl. „Aaronia MagnoShield DUR“, link (Stand: 29.10.2013): <http://www.aaronia.de/produkte/abschirmungen/Magno-Shield-DUR/>
- [18] Fahrstrom- und Kurzschlussdiagramm, Abschnitt Uw Markt Schwaben – Sp Flughafen, 3185v, DB Systemtechnik GmbH, 20.12.2013
- [19] Gleisanlage Bereich Altenheim Erdinger Ringschluss, EMV-Untersuchung, 1. Projektnotiz zu 700-2575 von Möhler+Partner, 15.03.2013
- [20] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) i. d. F. der Bekanntmachung vom 26. Februar 2016 (BAnz AT 03.03.2016 B5)
- [21] Schütte, T.; Thiele, J.: Kombinierte Streckenspeisung mit Auto- und Saugtransformatoren. In: Elektrische Bahnen 98 (2007) 7, S 249 – 253.
- [22] Kießling, Puschmann, Schmieder: Fahrleitungen elektrischer Bahnen, Publics Publishing, 2013; Seite 403 - 404

7 BEILAGEN

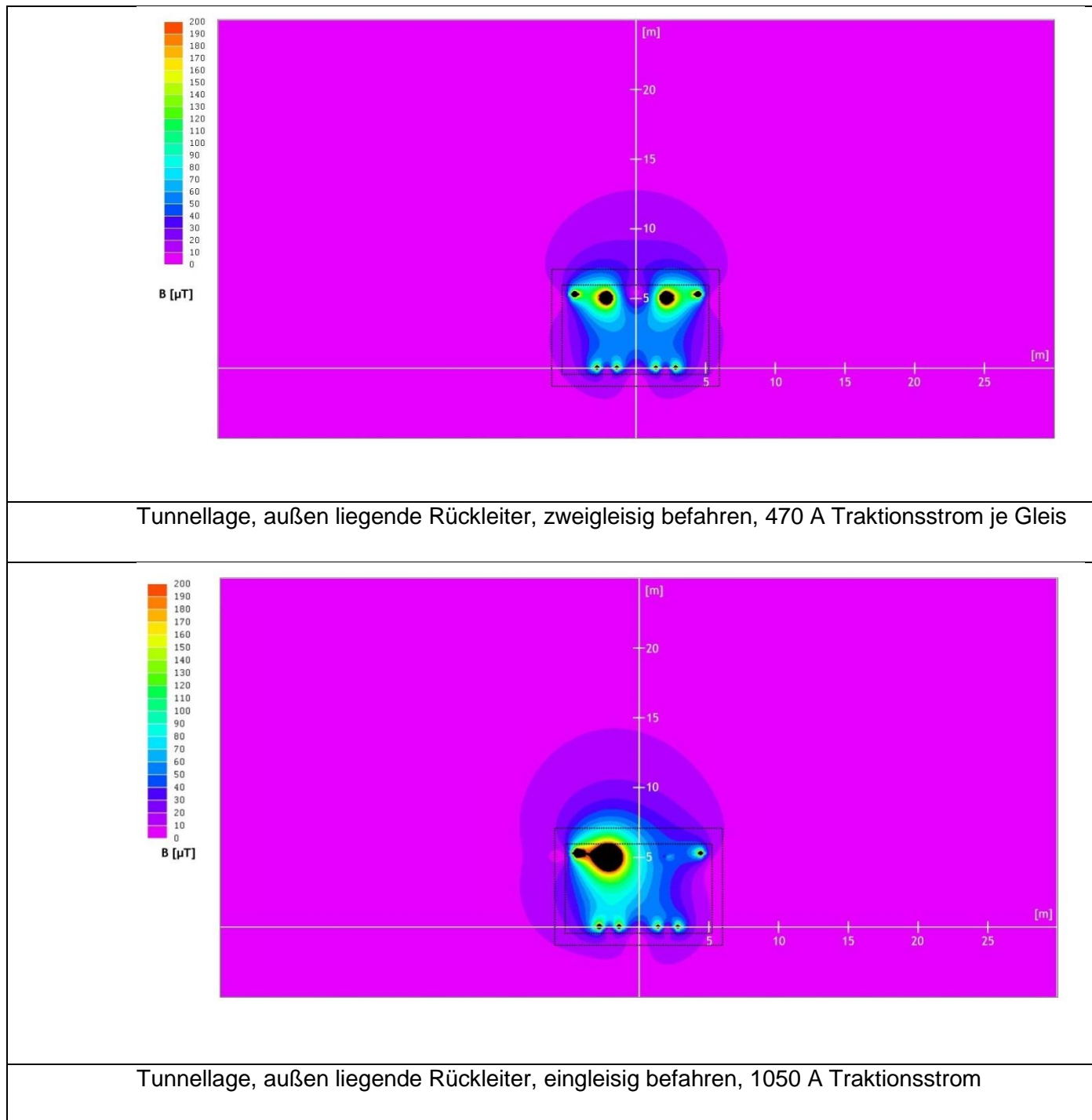
Beilage 1: Isoliniendarstellung NF B-Feld in Erding

Beilage 2: Prognose der niederfrequenten magnetischen Flussdichten

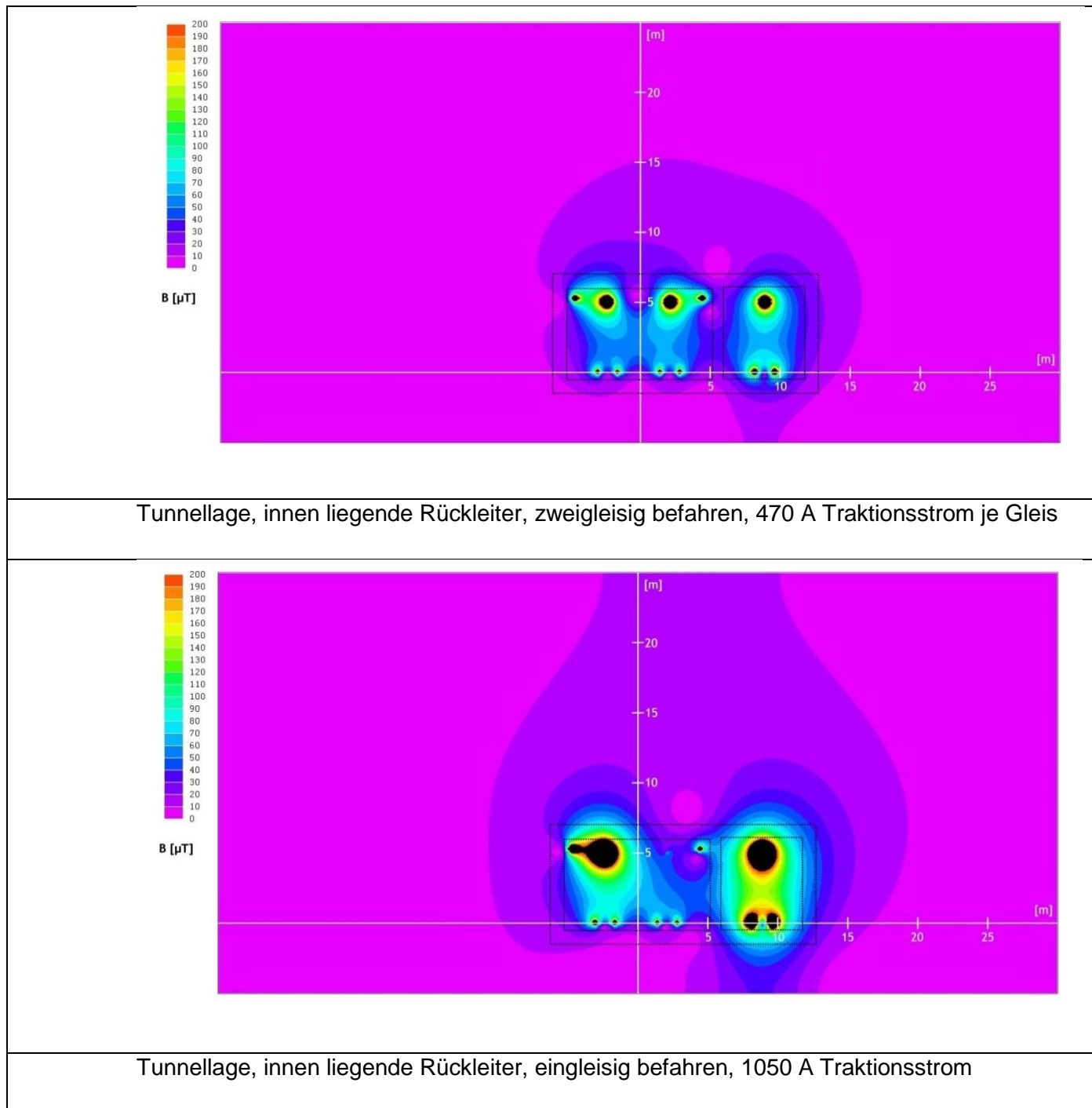
Beilage 1: Isoliniendarstellung B-Feld (magnetische Flussdichten) in Erding



Beilage 2.1: Magnetische Flussdichte B in μT im Querschnitt Q 1 (km 14,0+33)



Beilage 2.2: Magnetische Flussdichte B in μT im Querschnitt Q 2 (km 14,5+85)



Beilage 2.3: Magnetische Flussdichte B in μT im Querschnitt Q 3 (km 7,5+85)

