



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

Gutachten elektromagnetische Felder

Bebauungsplangebiet Langwiesen Tüngental

Auftraggeber: HGE Haller Grundstücks- und Erschließungsgesellschaft mbH
Am Markt 7-8
74523 Schwäbisch Hall

Ziel der Untersuchung: Beurteilung der Immissionsauswirkung folgender Anlagen auf das Gebiet des Bebauungsplans:
- 1 x 110 kV-Freileitung der DB Energie
- 1 x 380 kV-Freileitung der TransnetBW
- 1 x 20 kV-Freileitung der Stadtwerke Schwäbisch Hall übergehend in ein Erdkabel

Bestellnummer: Hr. Mathieu mit E-Mail vom 23.04.2020

Auftrags-Nr.: 3 255 137

Berichts-Nr.: F20/137-EMF

Sachverständiger: Dr. Thomas Gritsch
Telefon: 089/5791-1110
Telefax: 089/5791-1098
E-Mail: thomas.gritsch@tuev-sued.de

Berichtsumfang: 22 Seiten

Datum: 14.07.2020

Unsere Zeichen:
IS-USG-MUC/dr.gri

Dokument:
2007-2 B NFP HGE Schwäbisch Hall BG Langwiesen-Tüngental.docx

Das Dokument besteht aus 22 Seiten.
Seite 1 von 22

Die auszugsweise Wiedergabe des Dokumentes und die Verwendung zu Werbezwecken bedürfen der schriftlichen Genehmigung der TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände.

Abteilung Umwelt Service
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

Stempel

Dr. Thomas Gritsch
Öffentlich bestellter und beeidigter Sachverständiger für
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU)



Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung.....	3
2	Prüfgrundlagen.....	3
3	Örtliche Verhältnisse	4
4	Quellen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder	5
4.1	110-kV-Freileitungen Bahnstrom	5
4.2	380-kV-Freileitung TransnetBW	6
4.3	20-kV-Freileitung / Erdkabel der Stadtwerke Schwäbisch Hall.....	8
5	Rechtliche und normative Grundlagen.....	9
5.1	26. BImSchV	9
5.1.1	Anwendungsbereich und maßgebliche Immissionsorte	9
5.1.2	Höchste betriebliche Anlagenauslastung.....	10
5.1.3	Berücksichtigung der Vorbelastung durch andere Niederfrequenzanlagen und ortsfeste Hochfrequenzanlagen.....	10
5.2	Weitere Anforderungen - Richtwerte – Grenzwerte	11
6	Berechnung der Immissionswerte.....	12
6.1	Magnetische Flussdichte B.....	13
6.2	Elektrische Feldstärke E.....	17
6.3	Zusammenfassende Zwischen-Beurteilung.....	18
6.4	Hochfrequenzanlagen im Frequenzbereich von 9 kHz bis 10 MHz.....	18
7	Störung von elektrischen Geräten	19
8	Zusammenfassung, Bewertung und bauliche Maßnahmen	19
10	Anhang	21
10.1	Emissionsquellen niederfrequenter Felder - Allgemeine Informationen	21
10.2	Glossar.....	22

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Schwäbisch Hall in Form der HGE Haller Grundstücks- und Erschließungsgesellschaft mbH plant in der Gemarkung Tüngental ein neues Baugebiet (Bplan) auszuweisen. Das Baugebiet auf der Flur Langwiesen im Teilort Tüngental der Stadt Schwäbisch Hall wird von den Leitungen der TransnetBW, der DB Energie sowie einer 20 kV-Leitung der Stadtwerke tangiert.

Die TÜV SÜD Industrie Service GmbH wurde beauftragt im vorliegenden Gutachten die auf das Bplan-Gebiet einwirkenden Immissionen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder zu ermitteln und auf Basis der Anforderungen der 26. BImSchV zu beurteilen.

2 Prüfgrundlagen

Grundlage der Beurteilung sind folgende Gesetze, Technische Regelwerke, Pläne und sonstige Unterlagen:

- [1] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16.12.1996 (BGBl. I S. 1966), zuletzt geändert am 14. August 2013 durch Artikel 1 der Verordnung zur Änderung der Vorschriften über elektromagnetische Felder und das telekommunikationsrechtliche Nachweisverfahren (BGBl. I vom 21.08.2013 Nr. 50 S. 3266)
- [2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) des Länderausschusses für Immissionsschutz; 128. Sitzung, September 2014
- [3] DIN EN 50413 (VDE 0848-1); Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz) : August 2009
- [4] E-Mail der DB Energie GmbH, München, Hr. Schumacher vom 25.05.2020 zu den technischen Daten der Bahnstrom-Freileitungen
- [5] E-Mail der TransnetBW, Hr. Huber vom 14. und 15.05.2020 zu den technischen Daten der 380 kV- Freileitung
- [6] E-Mail der SW Schwäbisch Hall, Hr. Scherban vom 12. und 25.05.2020 zu den technischen Daten der 20 kV-Freileitung und des Erdkabels
- [7] Abgrenzungsplan Langwiesen Tuengental.dxf des Bebauungsplans mit Höhenmodell übersandt am 03.07.2020
- [8] DIN EN 61000-6-1 Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
- [9] DIN EN 61000-6-2 Störfestigkeit für den Industriebereich

- [10] DIN EN 50121-5 EMV Anforderungen für ortsfeste Anlagen und Einrichtungen der Bahnenergieversorgung
- [11] DIN EN 61326-1 EMV-Anforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte
- [12] DIN EN 61131-2 Speicherprogrammierbare Steuerungen

3 Örtliche Verhältnisse

Das Bplan-Gebiet soll für Wohnbebauung genutzt werden. Die Gebäudehöhe ist wie im angrenzenden Bestand für eine zweigeschossige Bebauung mit Dachgeschoss beplant.

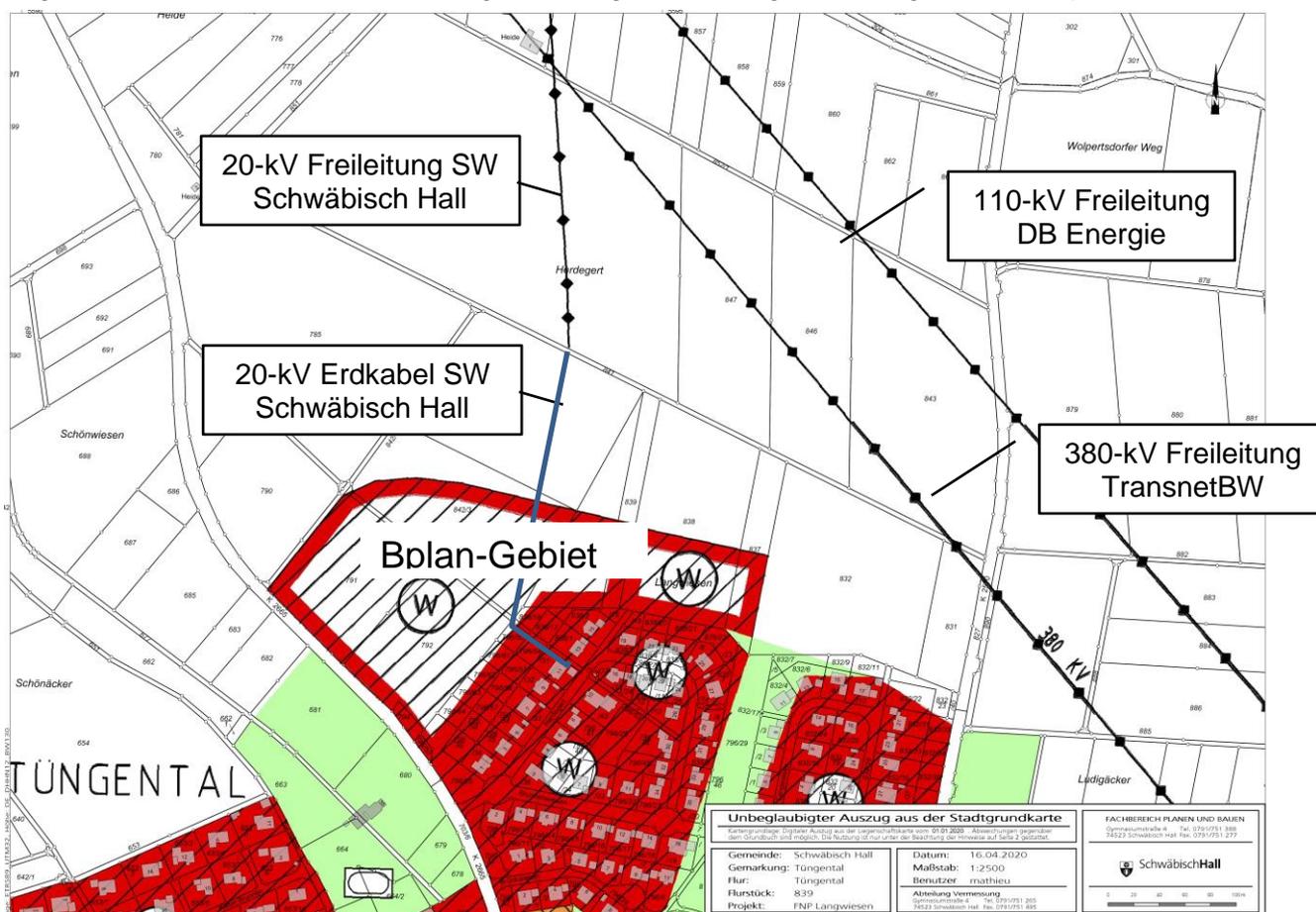


Abb. 1: Lage das Bplan-Gebiets

4 Quellen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder

Von den jeweiligen Anlagenbetreibern wurde folgende Kenndaten zur Verfügung gestellt.

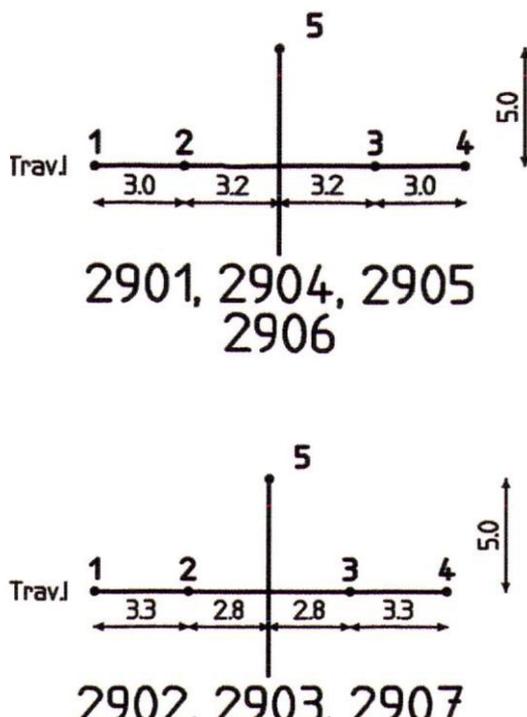


Abb. 2: 380-kV-Freileitung rechts mit 110-kV-Freileitung (links)

4.1 110-kV-Freileitungen Bahnstrom

Bezeichnung	110 kV Freileitung Nr. 488 Amstetten-Osterburken / Aalen-Osterburken
Betreiber:	DB Energie GmbH
Elektrische Parameter	
Nennspannung:	110 kV
Frequenz:	16,7 Hz
Stromkreise:	2
Beseilung - Phasenleiter:	2 x 2 x 1 x 300/50 Al/St
Dauerstrombelastbarkeit je Leiter:	535 A
Beseilung - Erdleiter:	44/32 Al/St
Phasenbelegung ¹ :	T R T R

¹ Blick Richtung aufsteigender Mastnummern

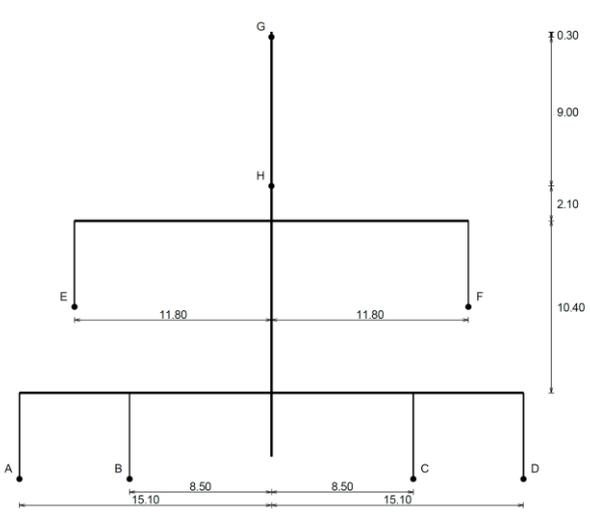
Bezeichnung	110 kV Freileitung Nr. 488 Amstetten-Osterburken / Aalen-Osterburken
Geometrische Parameter	
Mastform:	Einebenenmast
relevante Mastnummern:	2902 bis 2904
Masthöhe:	24,8 m bis 32,5 m
Geringster Bodenabstand:	6 m über Grund
Mastbilder der Masten:	

Tab. 1: Technische Daten der 110 kV-Freileitung BL Nr. 488 der DB Energie

Die 110-kV-Leitung BL 488 befindet sich gesamtheitlich in einem Genehmigungsverfahren. Im Zuge dessen werden sich sowohl die Leitungsgeometrie als auch einzelne Leitungsparameter ändern. Im Gutachten betrachtet wurde die derzeitige Konfiguration.

4.2 380-kV-Freileitung TransnetBW

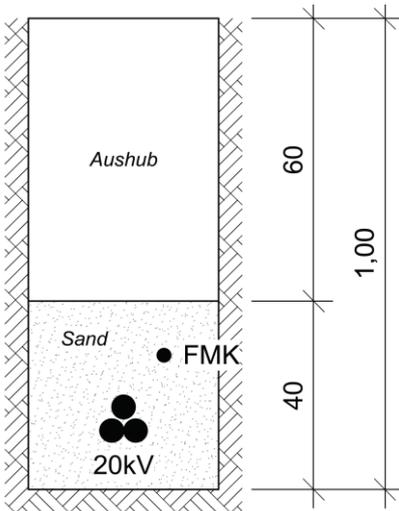
Bezeichnung	380-kV-Freileitung Kupferzell - Goldshöfe, Anlage 0341
Betreiber:	TransnetBW GmbH
Elektrische Parameter	
Nennspannung:	380 kV
maximale Betriebsspannung:	420 kV

Bezeichnung	380-kV-Freileitung Kupferzell - Goldshöfe, Anlage 0341
Frequenz:	50 Hz
Stromkreise:	2 genehmigt, davon derzeit nur einer realisiert
Beseilung - Phasenleiter:	1 x bzw. 2 x 3 x 4 x 265/35 Al/St 4er-Bündelabstand 400 mm
Dauerstrombelastbarkeit je Phase:	2.720 A
Beseilung - Erdleiter:	1 x 265/35 Al/St 1 x AY/AW 142/35
Phasenbelegung:	L2 L2 L1 L3 L1 L3
Geometrische Parameter	
Mastform:	Donaumast
relevante Mastnummern:	041 bis 044
Masthöhe:	50 m bis 59,5 m
Geringster Bodenabstand:	9,6 m über Grund
Typisches Mastbild der Masten:	
<p>043 T 26,00 D 16</p> 	

Tab. 2: Technische Daten der 380 kV-Freileitung der TransnetBW LA 0341

Die 380-kV-Freileitung wird derzeit nur mit einem Stromsystem bestehend aus drei Bündelleitern betrieben. Genehmigt wurden jedoch zwei Stromsysteme. Da dieser Zustand von TransnetBW jederzeit hergestellt werden kann, wurde für das Gutachten der genehmigte Ausbaustand berücksichtigt.

4.3 20-kV-Freileitung / Erdkabel der Stadtwerke Schwäbisch Hall

Bezeichnung	20 kV Freileitung / Erdkabel
Betreiber:	Stadtwerke Schwäbisch Hall
Elektrische Parameter	
Nennspannung:	20 kV
Frequenz:	50 Hz
Stromkreise:	1
Kabeltyp:	3 x 1 x 150 mm ²
Außendurchmesser:	40 mm
Dauerstrombelastbarkeit je Leiter:	280 A
Phasenordnung Freileitung:	L1 L2 L3
Phasenordnung Erdkabel:	L2 L1 L3
Geometrische Parameter	
Freileitung - Masthöhen:	9 m bis 11 m
Freileitung - Durchhang:	ca. 1 m
Freileitung – Leiterabstand:	ca. 1,2 m
Freileitung – Mastabstand:	ca. 55 m
Erdkabel - Regel-Verlegetiefe:	0,9 m (Grabentiefe 1 m)
Grabenquerschnitt - Normal:	
	

Tab. 3: Technische Daten der 20 kV-Leitung der SW Schwäbisch Hall

Die Erdkabeltrasse ist von der Trafostation E 0308 Brunnenwiesen bis zum Kabelaufführungsmast ca. 310 m lang. Die Freileitungslänge vom Kabelaufführungsmast bis zur 380-kV-Freileitung von TransnetBW beträgt ca. 300 m.

5 Rechtliche und normative Grundlagen

5.1 26. BImSchV

Aufgrund § 3, Abs. (1) der 26. Verordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16.12.96 (BGBl I 66 S. 1966ff) in der Fassung vom 14. August 2013 sind zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen Niederfrequenzanlagen, die nach 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 in Tab 1 genannten Grenzwerte nicht überschreiten.

Der Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage beschreibt den Bereich, in dem die Anlage einen signifikanten von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen.

Frequenz	Elektrische Feldstärke E	Magnetische Flussdichte B
16,7 Hz (Bahnstrom)	5 kV/m	300 µT
50 Hz (TransnetBW / SW SHA)	5 kV/m	100 µT

Tab. 4: Grenzwerte für ausgewählte Frequenzen nach Anhang 1a der 26. BImSchV

5.1.1 Anwendungsbereich und maßgebliche Immissionsorte

Maßgebliche Immissionsorte sind Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und sich im Einwirkungsbereich einer ortsfesten elektrotechnischen Anlage befinden, die mit Wechselstrom mit einer Nennspannung von mehr als 1.000 Volt betrieben wird.

Dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen Gebäude und Grundstücke, in oder auf denen nach der bestimmungsgemäßen Nutzung Personen regelmäßig länger – mehrere Stunden – verweilen können. Als Anhaltspunkt ist dabei die üblicherweise anzunehmende durchschnittliche Aufenthaltsdauer einer einzelnen Person heranzuziehen. Das schutzwürdige Gebäude oder Grundstück muss nicht notwendigerweise einem dauernden Aufenthalt, z. B. zum Wohnen, dienen. In II.3.2 der Hinweise des LAI zur Durchführung der 26. BImSchV [2] (LAI-Hinweise) sind Kleingärten explizit als Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts genannt.

Gemäß den Hinweisen des LAI zur Durchführung der 26. BImSchV [2] sind dazu Streifen folgender Breite angrenzend jeweils an den ruhenden äußeren Leiter der Freileitungen zu betrachten. Bei Erdkabeln ist wiederum ein Radius von 1 m um das Kabel zu betrachten.

Demnach ergeben sich folgende Bereiche in denen maßgebliche Immissionsorte liegen können:

Niederfrequenzanlage	Abstand laut LAI	größter Abstand äußerer Leiter von Trassenmitte	Gesamtabstand nach LAI bez. auf Trassenmitte
110-kV-Freileitung Nr. 488 DB Energie	10 m (Bezug: äußerer Leiter)	6,2 m	16,2 m
380-kV-Freileitung Nr. 341 TransnetBW	20 m (Bezug: äußerer Leiter)	15,1 m	35,1 m
20-kV-Freileitung SW Schwäbisch Hall	5 m (Bezug: äußerer Leiter)	1,2 m	6,2 m

	Abstand laut LAI	Verlegetiefe Kabel	Gesamtabstand nach LAI bez. auf Trassenmitte
20 kV-Erdkabel SW Schwäbisch Hall	1 m (Radius um Kabel)	0,9 m	0 m

Tab. 5: Gesamtabstände nach LAI bezogen auf die Trassenmitte, in denen sich maßgebliche Immissionsorte befinden können

In diesem konkreten Fall liegen keine maßgebliche Immissionsorte im Einwirkungsbereich der energietechnischen Anlagen im Bplan-Gebiet.

5.1.2 Höchste betriebliche Anlagenauslastung

Für die Immissionsauswirkung der Anlage ist die elektrische und magnetische Feldstärke bei „höchster betrieblicher Auslastung“ zu ermitteln. Diese laut 26. BImSchV nicht durch die tatsächliche zu erwartende maximale Auslastung der Anlage, sondern durch eine technische Grenze charakterisiert, bei Umspannanlagen beispielsweise durch die Nennspannung und die Nennleistung von Transformatoren, bei Freileitungen und Erdkabeln durch den thermischen maximal zulässigen Dauerstrom des verwendeten Leiterquerschnitts.

5.1.3 Berücksichtigung der Vorbelastung durch andere Niederfrequenzanlagen und ortsfeste Hochfrequenzanlagen

Laut § 3 Abs. (3) sind bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte 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.

5.2 Weitere Anforderungen - Richtwerte – Grenzwerte

In folgenden Tabellen sind die wichtigsten Anforderungen zusammengestellt.

Grenzwert / Richtwert	Grenzwert magn. Flussdichte B in μT Effektivwert	Grenzwert elektr. Feldstärke E in V/m Effektivwert
Gefährdung von Personen - Allgemeinbevölkerung		
26. BImSchV, Allgemeinbevölkerung	300 (16,7 Hz) 100 (50 Hz)	5.000
NISV, Schweiz Anlagegrenzwert zur Vorsorge	1 μT	-
Risikoerhöhung für Kleinkinder in der Nachtphase für Leukämie (in- ternationale epidemiologische Stu- dien)	> 0,3 - 0,4 μT	-
Stadt München bis 2016 Richtwert zur Förderung von Kindergärten	0,4 μT	-
Gefährdung von Personen - Träger von Implantaten		
Gefährdung von Trägern aktiver , kardialer Implantate nach DIN EN 50527-1 (1999/519/EG)	300 (16,7 Hz) 100 (50 Hz)	10.000 (16,7 Hz) 5.000 (50 Hz)
Gefährdung von Trägern passiver Implantate nach DGUV Regel 103-013	4.066 (16,7 Hz) 1.358 (50 Hz)	30.000 (16,7 Hz) 21.320 (50 Hz)
Störfestigkeit von Geräten		
Röhrenbildschirme	ab 0,3	-
DIN EN 61000-6-1: 2007 Störfestigkeit für Wohnbereich, Ge- schäfts- und Gewerbereiche sowie Kleinbetriebe	3,8	-
DIN EN 61000-6-2: 2006 Störfestigkeit Industriebereich	38	-

Tab. 6: Anforderungen für die Frequenzen 16,7 Hz und 50 Hz

Elektrische Geräte müssen grundsätzlich, ehe sie in Europa in den Verkehr gebracht werden dürfen, einer EMV-Prüfung unterzogen werden. Wenn in Ihnen Komponenten eingebaut sind, die durch ein niederfrequentes Magnetfeld beeinflusst werden können, wird auch für diese eine entsprechende Prüfung bei der Frequenz 50 Hz durchgeführt.

Eine Prüfung bei 16,7 Hz wird nicht gefordert, außer für Geräte, die in einem Bahnfahrzeug eingesetzt werden sollen. Hier wird laut Norm DIN EN 50121-5 : 2007 ein Prüfwert für die Störfestigkeit des Gehäuses von 100 A/m entsprechend 126 μ T festgelegt. Da diese Prüfung für die wenigsten Geräte durchgeführt worden ist, wurde als worst-case Annahme die strengeren Prüfwerte für die Frequenz 50 Hz auch auf 16,7 Hz angewandt.

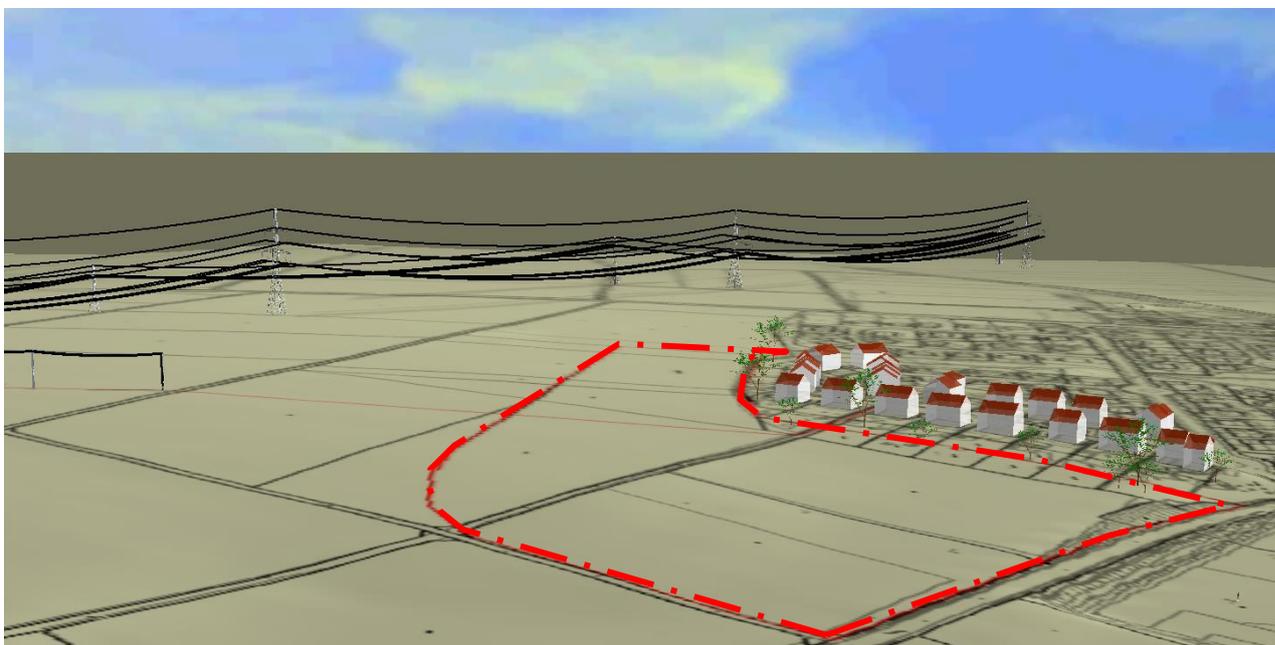


Abb. 3: Rechenmodell mit Bplan-Gebiet (rot gestrichelt)

6 Berechnung der Immissionswerte

Anhand der von den Betreibern der Niederfrequenzanlagen zur Verfügung gestellten technischen Daten wurden die niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder mit dem Programm Winfield (Version 2019) berechnet.

Die Berechnung wurde für den Fall der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung durchgeführt, d.h. bei der Nennspannung der maximalen zulässigen Dauerstrombelastbarkeit der Leiter.

Die Berechnungen wurde in 1 m Höhe über Grund, repräsentativ für den Außenbereich, die Grundstücksfläche und das Erdgeschoß der Gebäude durchgeführt. Die Szenerie mit den elektrotechnischen Anlagen (wurde im Rechenprogramm modelliert, wie es in den Abbildung im Anhang dargestellt ist.

Durch die Wände der zu errichtenden Gebäude wird das elektrische Feld der Freileitung in den Innenräumen nahezu vollständig abgeschirmt. Das niederfrequente magnetische Feld wird jedoch durch normale Fassaden nahezu nicht geschwächt. Im Gebäude sind daher annähernd die gleichen Magnetfeldwerte, wie im Außenbereich zu erwarten.

Im ungünstigsten Fall - **bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung** - sind folgende maximale Immissionswerte für die magnetische Flussdichte B und elektrische Feldstärke E zu erwarten:

6.1 Magnetische Flussdichte B

Da für die 16,7 Hz-Felder der Bahn ein anderer Grenzwert gilt als für die 50 Hz-Felder der 380 kV und 20 kV-Freileitungen, sind die Magnetfelder für die beiden Frequenzen gesondert zu berechnen, mit den Grenzwerten zu wichten und anschließend zu addieren. Im Bereich der Erdkabeltrasse wurde zusätzlich die Höhe von 0 m über Grund berechnet, um den diesbezüglich ungünstigsten Fall darzustellen.

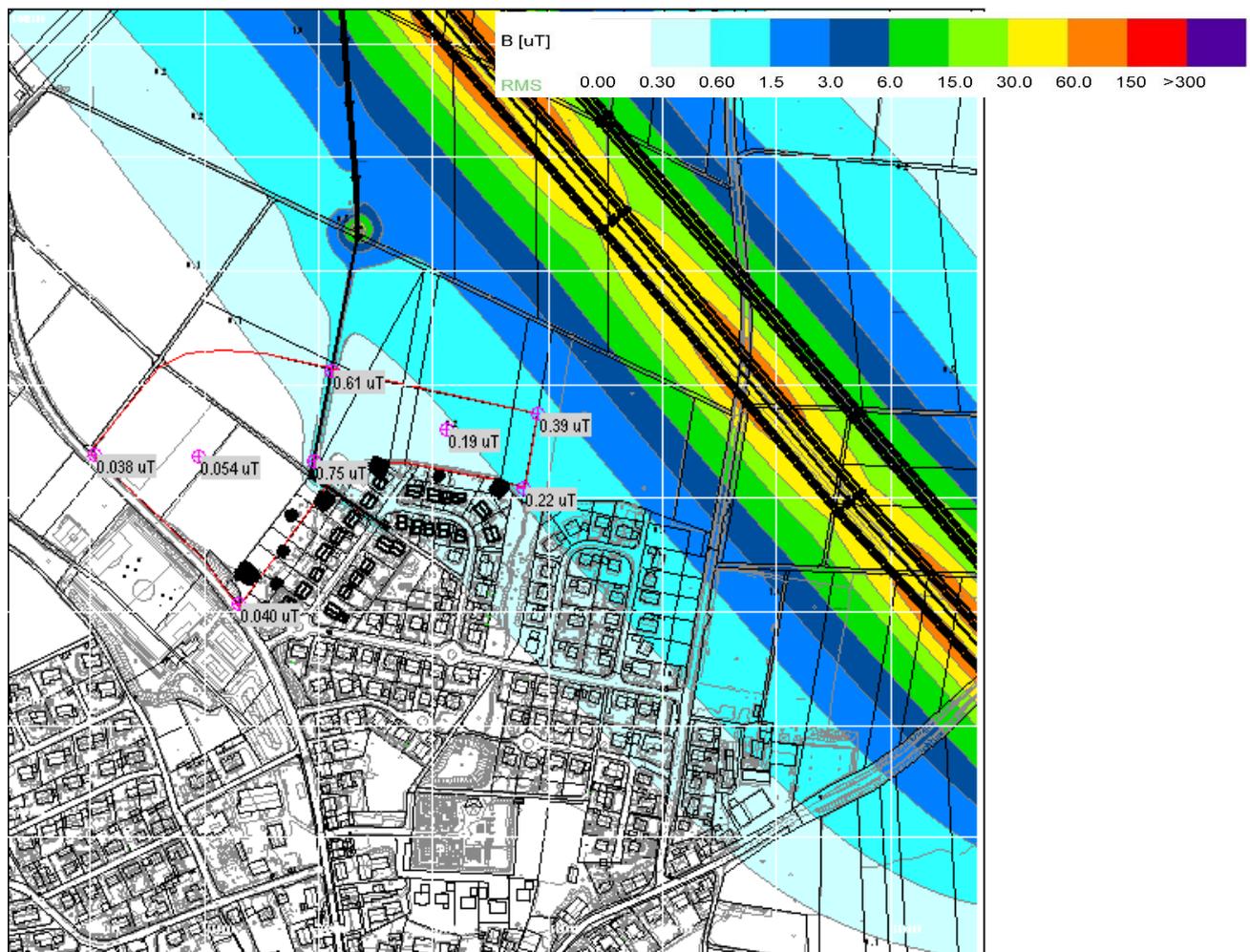


Abb. 4: Verteilung der magnetische Flussdichte in 1 m Höhe in der Einheit μT

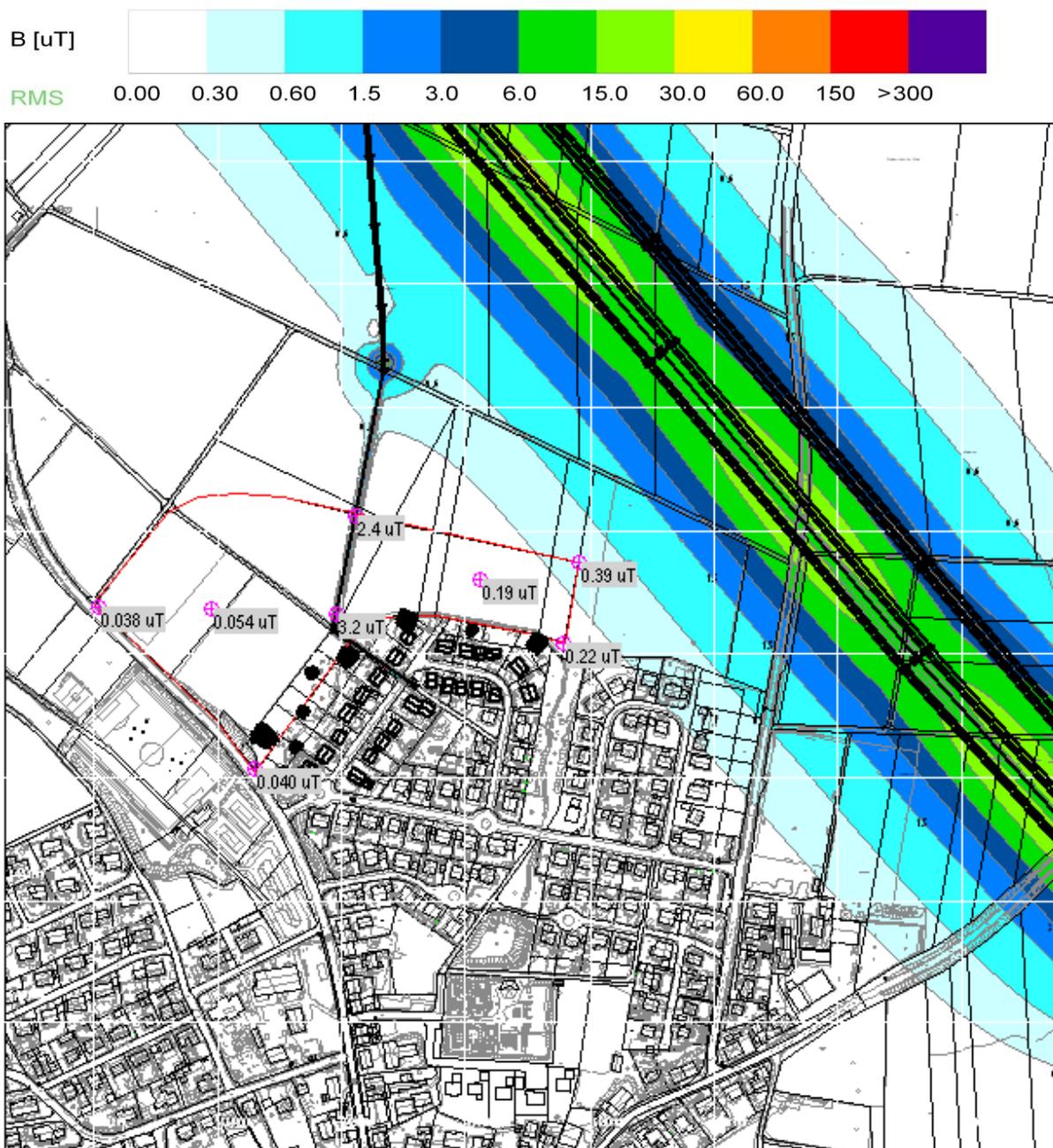


Abb. 5: Verteilung der magnetische Flussdichte in 0 m Höhe in der Einheit μT

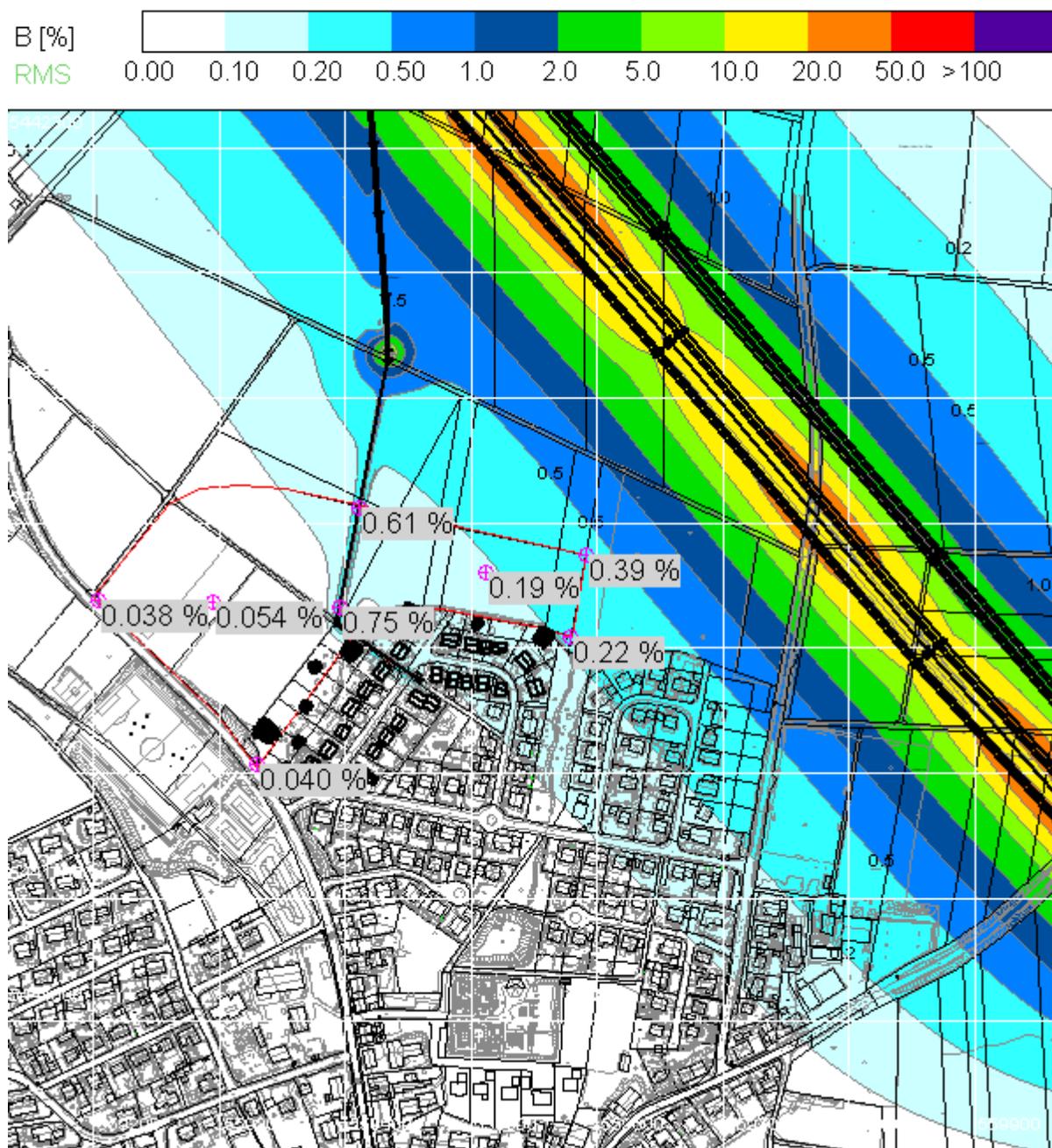


Abb. 6: Verteilung der magnetische Flussdichte in 1 m Höhe als Ausschöpfungsgrad vom Grenzwert der 26. BImSchV als ungünstigster Fall

Wie die obige Berechnung des Ausschöpfungsgrads des Grenzwerts zeigt, wird das Magnetfeld im Bplan-Gebiet ausschließlich durch die 50 Hz-Felder und nicht die Bahnleitung bestimmt.

Immissionsort Bplan-Gebiet		Beurteilungshöhe	maximaler Immissionswert	Aus-schöpfung Grenzwert
IO1	NO--Ecke	1 m 0 m	0,39 μ T	0,39 %
IO2	SO--Ecke	1 m 0 m	0,22 μ T	0,22 %
IO3	Mittig Ostteil	1 m 0 m	0,19 μ T	0,19 %
IO4	Über Erdkabel, Norden	1 m 0 m	0,61 μ T 2,4 μ T	0,61 % 2,4 %
IO5	Über Erdkabel, Süden	1 m 0 m	0,75 μ T 3,2 μT	0,75 % 3,2 %
IO6	Mittig Westteil	1 m 0 m	0,054 μ T	0,054 %
IO7	Westecke	1 m 0 m	0,038 μ T	0,038 %
IO8	Südecke	1 m 0 m	0,040 μ T	0,040 %
Unsicherheit			\pm 0,2 μ T	\pm 0,2 %

Tab. 7: Maximale Immissionswerte für die magnetische Flussdichte B bei **höchster betrieblicher Anlagenauslastung** für 16,7 Hz- und 50 Hz-Feld

6.2 Elektrische Feldstärke E

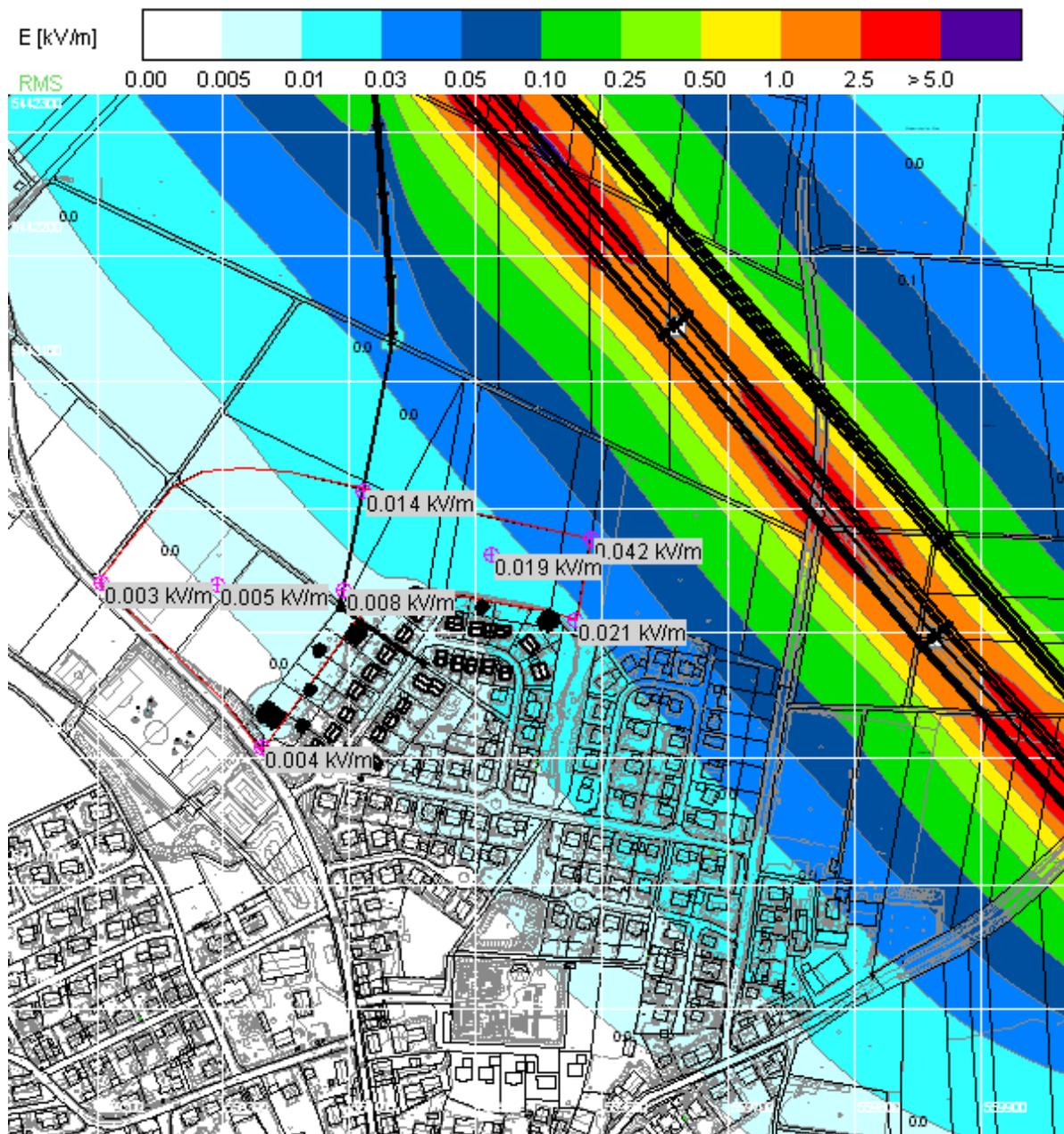


Abb. 7: Verteilung der elektrischen Feldstärke E in 1 m Höhe in der Einheit kV/m

Immissionsort Bplan-Gebiet		Beurteilungs- höhe	maximaler Immissionswert	Aus- schöpfung Grenzwert
IO1	NO--Ecke	1 m	0,04 kV/m	0,8 %
IO2	SO--Ecke	1 m	0,02 kV/m	0,4 %

Immissionsort Bplan-Gebiet		Beurteilungshöhe	maximaler Immissionswert	Ausschöpfung Grenzwert
IO3	Mittig Ostteil	1 m	0,02 kV/m	0,4 %
IO4	Über Erdkabel, Norden	1 m	0,01 kV/m	0,2 %
IO5	Über Erdkabel, Süden	1 m	0,01 kV/m	0,2 %
IO6	Mittig Westteil	1 m	0,01 kV/m	0,2 %
IO7	Westecke	1 m	< 0,01 kV/m	< 0,2 %
IO8	Südecke	1 m	< 0,01 kV/m	< 0,2 %
Unsicherheit			± 0,2 kV/m	± 0,4 %

Tab. 8: Maximaler Immissionswert für die elektrische Feldstärke E

6.3 Zusammenfassende Zwischen-Beurteilung

Die Grenzwerte der 26. BImSchV werden damit durchgängig eingehalten. Gleiches gilt für die Richtwerte für Träger aktiver und passiver Implantate.

Für die magnetische Flussdichte werden maximal 3,2 µT oder 3,2 % vom Grenzwert der 26. BImSchV in 0 m Höhe direkt über dem 20-kV-Erdkabel erreicht. Für die elektrische Feldstärke werden in 1 m Höhe in der Nordostecke maximal 0,04 kV/m oder 0,8 % vom Grenzwert erreicht.

6.4 Hochfrequenzanlagen im Frequenzbereich von 9 kHz bis 10 MHz

Gemäß § 3 Abs. (3) der novellierten Fassung der 26. BImSchV sind auch die Immissionen durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz zu berücksichtigen, die einer Standortbescheinigung bedürfen. Dies betrifft vor allem Langwellen-, Mittelwellen- und Kurzwellenrundfunksender, die eine Reichweite bis zu 1000 km haben.

Gemäß Abs. II.3.4 der LAI Hinweise zur Durchführung der 26. BImSchV tragen Immissionen durch Hochfrequenzanlagen im oben genannten Frequenzbereich ab einem Abstand von 300 m nicht relevant zur Vorbelastung bei und machen daher eine gezielte Vorbelastungsermittlung entbehrlich, sofern keine gegenteiligen Anhaltspunkte bestehen.

Die nächstgelegene diesbezüglich relevante Hochfrequenzanlagen befindet sich in Heilbronn und muss daher nicht berücksichtigt werden.

Demnach ergibt sich auch mit Berücksichtigung des Anteils der Hochfrequenzanlagen bis 10 MHz eine sichere Einhaltung der Grenzwerte der 26. BImSchV in der Gesamtmission.

7 Störung von elektrischen Geräten

Der Störfestigkeitsrichtwert für elektrische Geräte, Steuerungen, und Regler, die mit einer Frequenz von 50 Hz geprüft wurden, beträgt nach DIN EN 61000-6-2 für den Industriebereich 37,8 μT ; für Wohnbereiche, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe nach DIN EN 61000-6-1 3,8 μT .

Eine Prüfung bei 16,7 Hz wird von EMV-Richtlinien nicht gefordert, außer für Geräte, die in einem Bahnfahrzeug eingesetzt werden sollen. In der Norm DIN EN 50121-5 : 2007 wird für diesen Einsatzfall ein Prüfwert für die Störfestigkeit des Gehäuses von 100 A/m entsprechend 126 μT gefordert. Da diese Prüfung für die wenigsten Geräte durchgeführt worden sein wird, wurde als worst-case Annahme der strengere Prüfwert für die Frequenz 50 Hz auch auf 16,7 Hz angewandt.

Für die magnetische Flussdichte wurden maximal 3,2 μT für das geplante Bebauungsgebiet über der 20 kV- Erdkabeltrasse ermittelt. Die Störfestigkeitswerte für Geräte für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe und erst recht für den Industriebereich werden damit durchgängig eingehalten.

Die Richtwerte für Röhrenbildschirmgeräte werden bis auf den Nahbereich der Erdkabeltrasse ebenfalls eingehalten. Beim Betrieb von alten Röhrenfernsehern oder Computermonitoren kann es, soweit eine Überbauung überhaupt vorgesehen ist, zu Bildstörungen kommen. In diesen Fällen wird die Verwendung unempfindlicher Flachbildschirme empfohlen.

Für den Zeitraum nach Inbetriebnahme der Stromversorgung der zu errichtenden Gebäude, können zusätzliche Einflüsse hinzukommen. Es ist davon auszugehen, dass der 50 Hz - Anteil (Energieversorgung) und der mittelfrequente Anteil (Beleuchtung, Induktionskochherde) ansteigen werden.

8 Zusammenfassung, Bewertung und bauliche Maßnahmen

Die Untersuchung der Auswirkung der von den verschiedenen Feldquellen verursachten elektrischen und magnetischen Felder erbrachte folgende Ergebnisse:

- Für den Vergleich der Immissionswerte mit den Grenzwerten der 26. BImSchV ist der ungünstigste Fall - die **höchste betriebliche Anlagenauslastung** - zu betrachten. Dabei ergab sich, dass die Grenzwerte der 26. BImSchV mit großem Sicherheitsabstand eingehalten werden.
- Für die magnetische Flussdichte werden im Freien maximal 3,2 μT oder 3,2 % vom Grenzwert der 26. BImSchV in 0 m Höhe direkt über dem 20 kV-Erdkabel erreicht.
- Für die elektrische Feldstärke werden in 1 m Höhe in der Nordostecke maximal 0,04 kV/m oder 0,8 % vom Grenzwert erreicht.
- Damit ist auch eine Gefährdung von Trägern aktiver und passiver Implantate ausgeschlossen.
- Auch unter Berücksichtigung der Immissionen von ortsfesten Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz bis 10 MHz ergibt sich auch mit Berücksichtigung des Anteils der Hochfrequenzanlagen bis 10 MHz eine sichere Einhaltung der Grenzwerte der 26. BImSchV in der Gesamtmission.

- Die Störfestigkeitsrichtwerte für Geräte für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe und erst recht für den Industriebereich werden durchgängig eingehalten.

9 Vorschläge zur Aufnahme in den Bebauungsplan

Aus den im Rahmen des Gutachtens durchgeführten Erhebungen zu den Immissionswerten von niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern im B-Planbereich lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Zur Aufnahme in den Satzungstext zum Schutz vor Gefährdungen durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder sowie möglichen Belästigungen durch unzulässige Berührungsspannungen bzw. Funkenentladungen, sind keine zusätzlichen Anforderungen zu stellen.

Zur Aufnahme in die Begründung des Bebauungsplanes werden aus der Sicht des Immissionsschutzes folgende textliche Formulierungen vorgeschlagen:

- Durch die TÜV SÜD Industrie Service GmbH wurde zur Aufstellung eines Bebauungsplans eine Untersuchung zur Immissionsbelastung des Plangebiets mit niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern erstellt (Bericht Nr. F20/137-EMF vom 14.07.2020).
- Als Ergebnis der Untersuchungen wurde ermittelt, dass die Grenzwerte der 26. BImSchV im gesamten Plangebiet eingehalten werden. Ebenfalls kann eine Gefährdung von Trägern aktiver und passiver Implantate ausgeschlossen werden.
- Auch eine Störung von elektrischen und elektronischen Geräten ist unwahrscheinlich, wenn diese nach den gängigen EMV-Normen geprüft wurden. Ein Störung von älteren Röhrenfernsehern oder Computermonitoren kann nur unmittelbar über der 20 kV-Erdkabeltrasse kurzzeitig auftreten.

Die o. a. Ausführungen können in den Umweltbericht entsprechend § 2 a BauGB aufgenommen werden. Zusätzlich zu den o. a. Formulierungsvorschlägen ist darüber hinaus die hier vorliegende Untersuchung der TÜV SÜD Industrie Service GmbH zur Immissionsbelastung des Plangebiets mit niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern (Bericht Nr. F20/137-EMF vom 14.07.2020) in ihrer Gesamtheit als Bestandteil des Bebauungsplanes aufzunehmen.

10 Anhang

10.1 Emissionsquellen niederfrequenter Felder - Allgemeine Informationen

Im niederfrequenten Bereich ($16 \frac{2}{3}$ Hz - Bahnstrom, 50 Hz Netzversorgung) sind elektrisches und magnetisches Feld getrennt zu betrachten. Das elektrische Feld, gemessen mittels der elektrischen Feldstärke in V/m (Volt pro Meter), wird dabei durch die an der Quelle anliegenden Spannung erzeugt, d.h. so genannte Hochspannungsleitungen mit Spannungen bis 400.000 Volt (400 kV) erzeugen ein stärkeres elektrisches Feld als unsere Hausinstallationen, die mit 240 Volt betrieben werden. Die Spannung und damit die elektr. Feldstärke ist unabhängig von der Auslastung der Quelle.

Dagegen entsteht das magnetische Feld, gemessen mittels der magnetischen Flussdichte B in μT (Mikrotesla) oder nT (Nanotesla, $1 \mu\text{T} = 1000 \text{ nT}$), durch die in der Quelle fließenden Ströme und ist damit direkt abhängig von der Anzahl und Stärke der Verbraucher, die z.B. mit einer Stromleitung versorgt werden.

Während sich das elektrische Feld sehr einfach durch alle leitfähigen Materialien, Gitter und auch Hauswände abschirmen lässt, durchsetzt das magnetische Feld nahezu ungehindert Hauswände und -decken.

Jedoch nehmen sowohl das elektrische wie auch das magnetische Feld rasch mit dem Abstand von der Quelle ab. Höhere Belastungswerte sind daher nur im unmittelbaren Nahbereich von der Quelle anzutreffen.

Die folgenden Abbildungen zeigen den Feldverlauf mit dem Abstand von typischen Feldquellen.

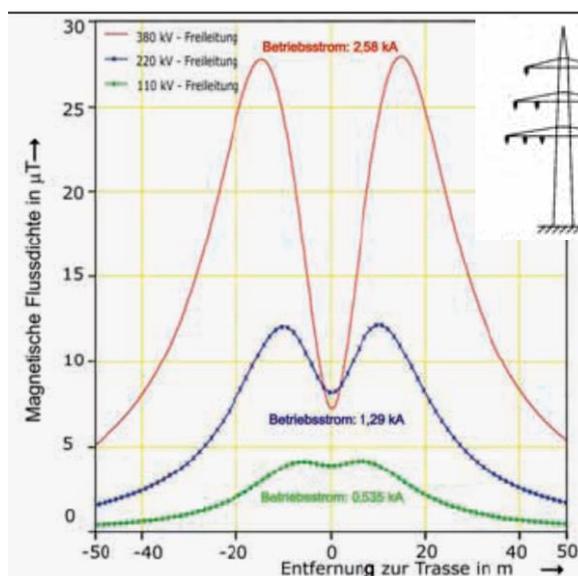


Abb. 8: Feldverlauf des Magnetfeldes an einer Hochspannungsleitung

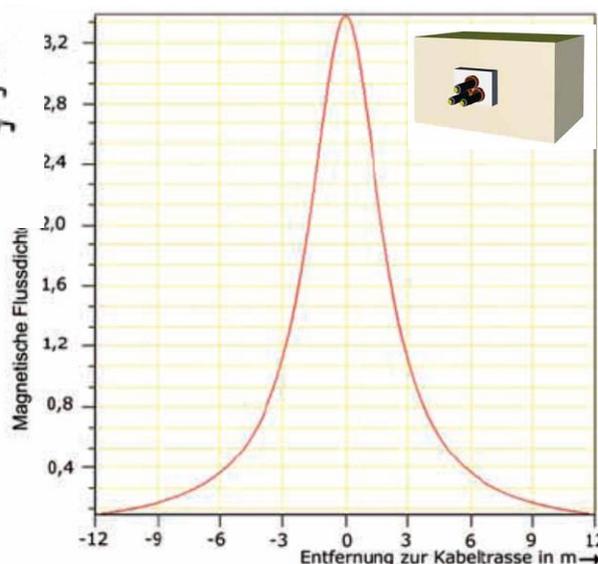


Abb. 9: Feldverlauf eines 110kV-Erdkabels in 1 m Höhe

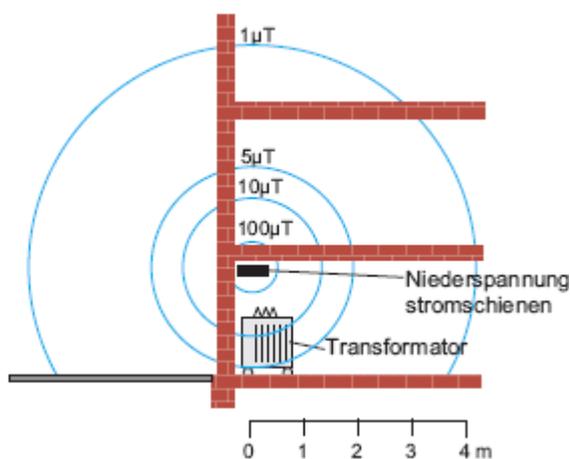


Abb. 10: Feldverlauf des Magnetfeldes um einen Transformator

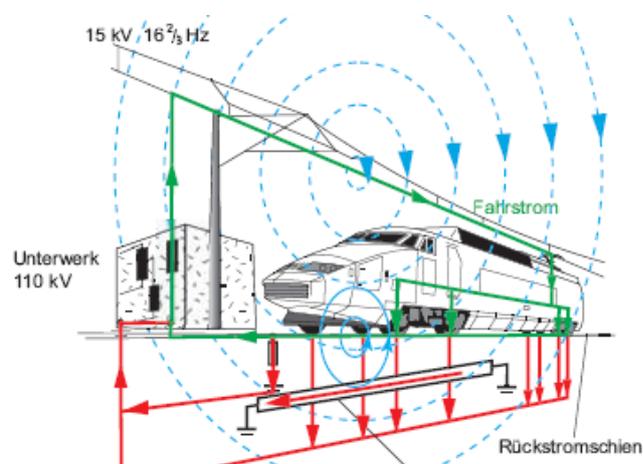


Abb. 11: typischer Verlauf des Magnetfeldes um eine Bahnoberleitung

10.2 Glossar

B	Symbol für magnetische Flussdichte.
BImSchV	Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)
Bplan	Bebauungsplan
E	Symbol für Elektrische Feldstärke.
elektrische Feldstärke	Diese wird durch den elektrischen Spannungsabfall zwischen zwei Punkten erzeugt. (siehe „Volt pro Meter“). Sie hängt daher einerseits von der verwendeten Spannung am Leiter ab und der Entfernung hierzu.
EMF	Abkz. für <u>E</u> lektromagnetische <u>F</u> elder
Frequenz	Schwingungszahl von Wellen je Sekunde, gemessen in Herz
Hertz (Hz)	Technische Einheit für 1 Schwingung pro Sekunde
Magnetfeld, magnetische Flussdichte	Dies ist ein Maß für das von einem Strom oder Permanentmagneten erzeugte Magnetfeld.
Spannung Hochspannung (kV)	Eine elektrische Spannung über 1.000 Volt (1 kV) wird im Allgemeinen als Hochspannung bezeichnet. Beispielsweise arbeitet die Bahn typischerweise mit 15 kV, Hochspannungsfreileitungen werden mit den Spannungsebenen 20 kV, 30 kV, 110 kV, 220 kV oder 20 kV betrieben. Ab 220 kV spricht man von Höchstspannung.
Tesla, Mikrottesla (µT)	Technische Maßeinheit für die magnetische Flussdichte in Tesla oder mehr gebräuchlich Mikrottesla was einem Millionstel Tesla entspricht. In dieser Einheit sind die Grenzwerte der 26. BImSchV im Niederfrequenzbereich angegeben. Früher war hierfür auch die Einheit Gauß gebräuchlich. 1 Gauß entspricht 100 µT.
Volt pro Meter (V/m)	Technische Maßeinheit für die elektrische Feldstärke. Diese ist ein Maß für den Spannungsabfall zwischen zwei Punkten. Die Feldstärke von 1 V/m entspricht daher einer Spannungsverminderung von 1 Volt in 1 m Abstand. In dieser Einheit sind die Grenzwerte der 26. BImSchV angegeben.