

Untersuchung zu elektrischen und magnetischen Feldern

Landeshauptstadt München

Vorhabenbezogener Bebauungsplan

mit Grünordnung Nr. 2164 „Hirmerei“

Bericht Nr. 700-6421-EM

im Auftrag der

Hirmer Allach GmbH & Co. KG

82346 Andechs

München, im April 2022

Untersuchung zu elektrischen und magnetischen Feldern

Landeshauptstadt München
Vorhabenbezogener Bebauungsplan
mit Grünordnung Nr. 2164 „Hirmerei“

Bericht-Nr.: 700-6421-EM-1

Datum: 19.04.2022

Ersetzt Bericht-Nr. 700-6421-EM vom 29.04.2021

mit redaktionellen Änderungen vom 04.02.2022

mit redaktionellen Änderungen vom 13.04.2022

mit redaktionellen Änderungen vom 26.08.2022

Auftraggeber: Hirmer Allach GmbH & Co. KG
Herrschinger Straße 10
82346 Andechs

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG
Beratung in Schallschutz + Bauphysik
Landaubogen 10
D-81373 München
T + 49 89 544 217 - 0
F + 49 89 544 217 - 99
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter:



Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	8
2. Örtliche Gegebenheiten	8
3. Grundlagen.....	9
Informativ: EMF-II Studie	11
4. Messung elektrischer und magnetischer Felder.....	12
4.1 Messort, Messzeit, Messdurchführung.....	12
4.2 Messgeräte.....	13
4.3 Messergebnisse	13
5. Beurteilung elektrischer und magnetischer Felder.....	13
5.1 Einwirkungen auf Menschen.....	13
5.2 Einwirkungen auf elektrische Geräte bzw. Beeinflussung elektrischer Geräte	16
6. Formulierungsvorschläge für den Bebauungsplan.....	17
6.1 Satzung	17
6.2 Begründung.....	17
7. Anlagen	19

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Isolinien für den Vorsorgewert der magnetischen Flussdichte B..... 15

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Messergebnisse der elektrischen und magnetischen Felder 13

Grundlagenverzeichnis:

- [1] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV); Bundesgesetzblatt Jg. 1996, Teil I, Nr. 66, Neugefasst durch Bek. v. 14.08.2013 (BGBl. I S. 3266)
- [2] LAI-Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV) in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 17. und 18. September 2014 in Landshut
- [3] Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern; Empfehlungen der Strahlenschutzkommission (SSK); Bonn 14.09.2001
- [4] DIN VDE 0848 „Sicherheit in elektromagnetischen Feldern – Grenzwerte zum Schutz von Personen“, Teil 1: Mess- und Berechnungsverfahren“, Berlin 08/2000
- [5] DIN VDE 0848 „Sicherheit in elektromagnetischen Feldern“ Teil 2, 3, 4: Schutz von Personen, 10/1991, bzw. 05/2002 und 07/1995
- [6] DIN EN 50413:2020-10; VDE 0848-1:2020-10, Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz); Deutsche Fassung EN 50413:2019
- [7] Berufsgenossenschaftliche Vorschrift Elektromagnetische Felder, BGV B11 – Unfallverhütungsvorschrift (UVV) Elektromagnetische Felder, September 2013
- [8] Empfehlung des Rats vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz) (1999/519/EG); Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften
- [9] Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (Elektromagnetische-Verträglichkeits-Gesetz – EMVG) vom 14. Dezember 2016 (BGBl. I S. 2879), das durch Artikel 3 Absatz 1 des Gesetzes vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1947) geändert worden ist
- [10] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (Bildschirmarbeitsverordnung – BildscharbV), Mai 1999
- [11] DIN VDE 0100 „Errichten von Niederspannungsanlagen“- Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Erdungsanlagen, Schutzleiter und Potentialausgleich, November 2000
- [12] Studie über den Zusammenhang von kindlicher Leukämie und Magnetfeldern im häuslichen Bereich, Prof. Dr. Michaelis, Uni Mainz, Dezember 2000
- [13] Hintergrundpapier: Grenzwerte im Bereich niederfrequenter Felder (u.a. Stromübertragung), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Februar 2013

- [14] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) vom 26. Februar 2016 (BAnz AT 03.03.2016 B5)
- [15] Beschluss Oberverwaltungsgericht Berlin-Brandenburg 6. Senat; Aktenzeichen OVG 6 S 26.14, Entscheidungsdatum 03.07.2014
- [16] Bericht 26. BImSchV, Magnetische und elektrische Feldwerte für Standard-Oberleitungsanlagen im relevanten Abstand gemäß LAI II.3.1, Dokument 14-22168-T.TVI34(1)-BE-1904-V2.0, DB Systemtechnik, Fachabteilung EMV, LST und Übertragungstechnik I.IVP 24/5), 29.02.2016
- [17] Bericht 26. BImSchV, Nachweis der Grenzwerteinhaltung an 15 kV-Standard-Oberleitungsanlagen der DB Netz AG, Dokument 14-22168-T.TVI34(1)-BE-1901-V2.0, DB Systemtechnik, Fachabteilung EMV, LST und Übertragungstechnik I.IVP 24/5), 29.02.2016
- [18] Bericht Ermittlung der Grenzwertausschöpfung für OL-Standardkonfigurationen, Ergänzungen zu Bericht 14-22168-T.TVI34(1)-BE-1901-V2.0, Dokument 14-22168-T.TVI34(1)-BE-1902-V2.0, DB Systemtechnik, Fachabteilung EMV, LST und Übertragungstechnik I.IVP 24/5), 29.02.2016
- [19] EMF-Datenbank, link: <http://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/Default.aspx> , Bundesnetzagentur (Abfragedatum: 31.03.2021)
- [20] Erläuterung der Bewertungsverfahren nach BEMFV (Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder), Bundesnetzagentur, link: http://emf2.bundesnetzagentur.de/pdf/Anhang1_3%20%283%29-13-08-23.pdf (Stand: 29.10.2013)
- [21] Flächennutzungsplan München, Link: <http://www.fnp-muenchen.de> (Abfragedatum: 15.04.2021), Version: 1.5.1.1
- [22] Entwurf Vorhabenbezogener Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2164 der Landeshauptstadt München, Bereich Eversbuschstraße (östlich), Bahnlinie München-Ingolstadt (westlich), Otto-Warburg-Straße (nördlich), „Hirmerei“, 04.04.2022
- [23] Untersuchung elektrischer und magnetischer Felder, Landeshauptstadt München Bebauungsplan Eversbuschstraße, Bericht Nr. 700-4187-EMF, Möhler + Partner Ingenieure AG, 28.11.2013
- [24] Untersuchung zu elektrischen und magnetischen Feldern, Landeshauptstadt München Vorhabenbezogener Bebauungsplan Eversbuschstraße „Hirmerei“, Bericht-Nr. 700-6421-EM, Möhler + Partner Ingenieure AG, 29.04.2021
- [25] Untersuchung zu elektrischen und magnetischen Feldern, Landeshauptstadt München Vorhabenbezogener Bebauungsplan Eversbuschstraße „Hirmerei“, Bericht-Nr. 700-6421-EM-1, Möhler + Partner Ingenieure AG, 04.02.2022

Zusammenfassung:

Die Hirmer Allach GmbH & Co. KG plant die städtebauliche Entwicklung einer bisher unbebauten Fläche als Wohnstandort zwischen Eversbuschstraße und Otto-Warburg-Straße in München Allach. Das Planvorhaben befindet sich im Einwirkungsbereich der Bahnstromanlagen, sodass eine Untersuchung zu elektrischen und magnetischen Feldern durchgeführt wurde. Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen.

- Die höchsten gemessenen elektrischen Feldstärken betragen bis zu 10 %, die höchsten gemessenen magnetischen Flussdichten bis zu 0,4 % (mittlere Effektivwerte) bzw. 3 % (Spitzenwerte der Effektivwerte) des Grenzwertes der 26. BImSchV.
- Die angegebenen Abstände der Berichte der DB Systemtechnik zu elektrischen und magnetischen Feldern bei Standard-Oberleitungsanlagen vom 29.06.2016 und unter Berücksichtigung der maximalen betrieblichen Auslastung (worst-case) werden eingehalten.
- Der Vorsorgewert für Einwirkungen durch magnetische Flussdichten auf schutzbedürftige Räume von Kindertagesstätten von $B = 0,4 \mu\text{T}$ wird bezüglich der Bahnstromanlagen ab einem Abstand von mindestens 12 m zur nächstgelegenen Oberleitung und somit auch im gesamten Plangebiet eingehalten. Auch im Hinblick auf einen Vorsorgewert von $B = 1 \mu\text{T}$ zeigt sich, dass dieser Wert ab einem Abstand von mindestens 6 m zur nächstgelegenen Oberleitung eingehalten wird.
- Relevante Einwirkungen auf sensible Geräte und Anlagen können ab einem Mindestabstand von bis zu 40 m zur Bahnstromanlage des zum Plangebiet nächstgelegenen Gleises ausgeschlossen werden.
- Die östliche Baugrenze des Vorhabens befindet sich in einem Abstand von bis zu 45 m Entfernung zur nächstgelegenen Oberleitung.

Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass die gesetzlichen Anforderungen der 26. BImSchV zuverlässig eingehalten werden, sodass keine Festsetzungen bzw. keine Schutzmaßnahmen gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern erforderlich sind.

Für die Begründung des Bebauungsplans wurden Vorschläge für die textliche Formulierung ausgearbeitet.

1. Aufgabenstellung

Die Hirmer Allach GmbH & Co. KG plant die städtebauliche Entwicklung einer bisher unbebauten Fläche als Wohnstandort zwischen Eversbuschstraße und Otto-Warburg-Straße in München Allach.

Das Plangebiet befindet sich unmittelbar westlich der Bahnlinie München – Dachau (DB-Strecken 5501, 5544 und 5563) im Bereich der S-Bahnhaltestelle Karlsfeld, sodass relevante Immissionen aus elektromagnetischen Feldern nicht ausgeschlossen werden können.

Im Rahmen vorhergehender Untersuchungen (vgl. [23]) wurden die elektromagnetischen Felder innerhalb des Plangebietes bereits messtechnisch erfasst, ausgewertet und anhand der einschlägigen Regelwerke beurteilt. Die bisher erstellte Untersuchung zu elektromagnetischen Feldern im Plangebiet wurde im Zuge des gegenständlichen Bebauungsplans fortzuschreiben (vgl. [24]). Im Zuge der weitergehenden Planungen wurden Veränderungen an der geplanten Gebäudekubatur vorgenommen, sodass der Abstand zwischen den östlichen Außenfassaden des Plangebäudes zu den Bahnstrecken vergrößert werden konnte. Die mit [24] erstellte Untersuchung zu elektrischen und magnetischen Feldern ist daher fortzuschreiben. Erforderlichenfalls sind für die geänderten Planungen Maßnahmen zum Schutz vor elektromagnetischen Feldern zu erarbeiten. Auf Basis der Untersuchungsergebnisse sind notwendige textliche Formulierungen zum Immissionsschutz für den Bebauungsplan (Satzung und Begründung) auszuarbeiten.

Mit der Durchführung der Fortschreibung der Untersuchung zu elektromagnetischen Feldern wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG am 12.11.2021 von der Hirmer Allach GmbH & Co. KG beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet befindet sich im 23. Stadtbezirk Allach – Untermenzing, der Landeshauptstadt München. Im Westen verläuft die Eversbuschstraße und im Süden verläuft die Otto-Warburg-Straße. Östlich des Plangebietes verlaufen die Bahnstrecken München Hbf. – Treuchtlingen (5501) und München Nord – Karlsfeld (5563).

Die Gleisanlagen verlaufen in Nord-Süd-Richtung (Richtung Nord stadtauswärts nach Dachau, Richtung Süd stadteinwärts nach München) und sind auf Höhe des Plangebietes 6-gleisig ausgebaut. Die beiden dem Plangebiet nächstgelegenen Gleise (Gleisnummer 1 und 2) werden im Regelbetrieb durch den Personen-Nahverkehr (S-Bahn), die beiden mittleren Gleise (Gleisnummer 3 und 4) durch den Personen-Fernverkehr und die dem Plangebiet am weitest entfernten Gleise (Gleisnummer 5 und 6) werden durch den Güterverkehr genutzt. Die S-Bahnlinie mit dem Bahnhof Karlsfeld sowie der Fernverkehr verlaufen in leichter Dammlage ca. 1,75 m über dem Höhenniveau des Plangebietes. Der Güterverkehr verläuft gegenüber der S-Bahn nochmals um etwa 1,75 m erhöht. Die Gleiskörper werden mit je einer 15 kV~ und 16 2/3 Hertz Oberleitung gespeist; zusätzliche oberirdische Versorgungsleitungen sind nicht vorhanden.

Das Plangebiet wird derzeit landwirtschaftlich genutzt; entlang der Bahn befindet sich eine asphaltierte Straße. Die Planungen sehen die Errichtung von überwiegend Wohnnutzungen mit IV- bis VI-

geschossiger Bebauung und kleineren Teilbereichen mit I- bis III-geschossiger Bebauung vor. Zusätzlich zur geplanten Wohnnutzung sind kleinere Gewerbeeinheiten sowie eine KiTa im Südwesten der geplanten Bebauung vorgesehen. Die östliche Baugrenze des Vorhabens weist einen Abstand von bis zu 45 m Entfernung zur nächstgelegenen Bahnstromanlage (Oberleitung) auf.

Das Plangebiet und der weitere Umgriff sind im Wesentlichen eben. Die genauen örtlichen Gegebenheiten können den Übersichtslageplänen (Anlage 1) entnommen werden.

3. Grundlagen

Grundlage 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]). Mit Beschluss der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz in seiner 128. Sitzung wurden im Jahr 2014 die Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder [2] zur aktuellen Fassung der 26. BImSchV (Novellierung vom 22. August 2013) überarbeitet. Die darin enthaltenen Erläuterungen und Empfehlungen sollen die Verfahrensweise des Vollzugs der 26. BImSchV möglichst bundesweit einheitlichen. Nach 26. BImSchV gilt:

„(1) Diese Verordnung gilt für die Errichtung und den Betrieb von Hochfrequenzanlagen, Niederfrequenzanlagen und Gleichstromanlagen nach Absatz 2. Sie enthält Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder. Die Verordnung berücksichtigt nicht die Wirkungen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder auf elektrisch oder elektronisch betriebene Implantate.

(2) Im Sinne dieser Verordnung sind:

1. Hochfrequenzanlagen:

...

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,...

...“

Die Grenzwerte der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte sind in §3, §3a und dem dazugehörigen Anhang 1a festgelegt:

„§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 1a genannten Grenzwerte nicht überschreiten, wobei Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz die Hälfte des in Anhang 1a 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 1a 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 1a 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 1a genannten Grenzwerte nicht überschreiten, wobei Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz die Hälfte des in Anhang 1a 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 Gleichstrom- und Niederfrequenzanlagen gemäß Anhang 1a der 26. BImSchV [1]:

Anhang 1a (zu §3): Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen (auszugweise)			
Frequenz in Hertz (Hz)	(f)	Grenzwerte	
		Elektrische in Kilovolt (effektiv)	Magnetische in Mikrottesla (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

¹⁾ Grenzwert der magn. Flussdichte für Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hz: $B = 200/2 = 100 \mu\text{T}$

Nach Anhang 2a der 26. BImSchV müssen die Immissionsbeiträge der elektrischen und magnetischen Felder aller Niederfrequenzanlagen und von Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz folgende Bedingungen erfüllen:

$$\sum_{1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{I_{E,i}}{G_{E,i}} \leq 1 \quad \text{und} \quad \sum_{1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{I_{M,i}}{G_{M,i}} \leq 1$$

$I_{E,i}$ = Immissionsbeitrag des elektrischen Feldes bei der Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz
 $I_{M,i}$ = Immissionsbeitrag des magnetischen Feldes bei der Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz
 $G_{E,i}$ = Grenzwert der elektrischen Feldstärke bei der Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz
 $G_{M,i}$ = Grenzwert der magnetischen Flussdichte bei der Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz

Die Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit [7] 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 (Anwendung im Bereich des Arbeitsschutzes):

„...“

Frequenzbereich f / Hz	Effektivwert der elektrischen Feldstärke [kV/m]	Effektivwert der magnetischen Flussdichte [mT] ⁽¹⁾
0 -- 1	20	21,22
1 -- 16,67	20	21,22/f
16,67 -- 1 000	333,3/f	21,22/f
1 000 -- 29000	333,3 * 10 ⁻³	21,22 * 10 ⁻³

⁽¹⁾Über Flächenelemente von 100 cm² zu mitteln

...“

Die in der UVV [7] enthaltenen Grenzwerte liegen sowohl für das elektrische Feld als auch für die magnetische Flussdichte deutlich über den Grenzwerten der 26. BImSchV [1].

Informativ: EMF-II Studie

Die Festlegung der Grenzwerte der 26. BImSchV [1] erfolgte auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse nationaler und internationaler Gremien, wie z. B. die Strahlenschutzkommission (SSK), die International Agency for Research on Cancer (IARC) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und die Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierenden Strahlen (ICNIRP).

Nach einer Veröffentlichung der Strahlenschutzkommission (SSK) [2] zeigt außerhalb den gesetzlich verbindlichen Maßgaben der 26. BImSchV eine Studie der Uni Mainz (EMF-II Studie [12]) einen Zusammenhang zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und dem Risiko von Kinderleukämie-Erkrankungen. Ein Zusammenhang (Assoziation) zur Leukämie bei Kindern zeigt sich darin bei einer mittleren Dauerexposition der magnetischen Flussdichte von mehr als 0,3 bis 0,4 µT. Auch die IARC hat 2002 niederfrequente Felder aufgrund der epidemiologischen Beobachtungen als „möglicherweise kanzerogen“ eingestuft.

Im Zuge der Novellierung der 26. BImSchV wurde ein Hintergrundpapier des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zu den Grenzwerten im Bereich niederfrequenten Felder [13] erstellt. Dieses führt zu den NF-Wechselfeldern auf, dass epidemiologische Studien keinen kausalen Zusammenhang zeigen und dass experimentelle Studien ein krebsauslösendes oder krebsförderndes Potenzial von Magnetfeldern bis heute nicht bestätigen konnten. Daher wird der Wert der EMF-II Studie im Weiteren nicht zur Beurteilung herangezogen.

4. Messung elektrischer und magnetischer Felder

4.1 Messort, Messzeit, Messdurchführung

Es wurde an ausgewählten Messpunkten in verschiedenen Abständen zur Bahnstrecke gemessen (vgl. [23]). Die genaue Lage der Messpunkte ist in den Lageplänen in Anlage 1 dargestellt. Die Höhe der Messpunkte beträgt jeweils etwa 1,5 m über Gelände. Gemessen wurde am Donnerstag, dem 24. Oktober 2013 in der Zeit von 10:00 Uhr bis 15:00 Uhr unter folgenden Witterungsverhältnissen:

Messzeit	Temperatur	Rel. Luftfeuchtigkeit	Witterung
24.10.2013	20°C	0,65	Sonnig, kein Niederschlag

Zur messtechnischen Ermittlung von Isolinien der magnetischen Flussdichte wurden Messpunkttrihen mit unterschiedlichen orthogonalen Abständen zur Bahntrasse angeordnet, sog. Messquerschnitte (2 Querschnitte mit je 3 Messpunkten. An den Messquerschnitten wurde anschließend eine Verlaufsfunktion der Feldstärken durch Regressionsfunktionen ermittelt, sog. Abklingfunktionen. Auf Basis der gemessenen Abklingfunktionen können die Zahlenwerte der Feldgrößen an zusätzlichen Einzelmesspunkten (Verdichtungsstützpunkte) abgeglichen und der Verlauf der Isolinie bestimmt werden. Der zu erwartende physikalische Abstandszusammenhang für das Abklingverhalten des 1-Leitersystems von Bahnlinien ist proportional zum Abstand ($B \sim 1/r$).

Die Messdaten wurden frequenzunabhängig (ohne Band- oder Hochpass) im Frequenzbereich von 5 Hz bis 400 kHz erfasst. Die Messdurchführung erfolgte entsprechend DIN VDE 0848 Teil 1 [4] bzw. DIN EN 50413 [6].

Im Gegensatz zu den Netzen der öffentlichen Stromversorgung (50 Hz) unterliegt die Stärke der Magnetfelder an Bahnstrecken (16 2/3 Hz) einer erheblichen zeitlichen und örtlichen Schwankungsbreite. Je nach Versorgungsabschnitten der Oberleitung sowie Parametern der Stromaufnahme (z.B. Beschleunigung 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.

Eine Erfassung repräsentativer Betriebszustände der Bahnstromoberleitungen konnte durch die Messdauer von jeweils etwa 20 bis 30 Minuten an verschiedenen Messorten mit unterschiedlichen Abständen zu den Gleissträngen und Oberleitungen im Zeitraum werktags in den Morgen-, Mittags- und Nachmittagsstunden sichergestellt werden. Während der Messungen war eine übliche Auslastung auf den Bahnstrecken mit S-Bahn-/Nah-/Fern- und Güterverkehr feststellbar, so dass an jedem Messpunkt mehrere Vorbeifahrten auf den DB-Gleisen in die Messungen eingeflossen sind.

4.2 Messgeräte

- Frequenzselektives Messsystem UMS 4 von Fauser Elektrotechnik, nach DIN VDE 0848-1, ICNIRP, BGV B11, kalibriert am 13.03.2006, Serien-Nr. 421001
- Isotroper Sensor für magnetische Wechselfelder MAG 3 von Fauser Elektrotechnik, Spulenfläche 100 cm² mit Effektivgleichrichtung (TrueRMS) nach DIN 0848 (entsprechend BImSchG und BGR) und TCO, Frequenzbereich: 5 Hz bis 400 kHz
- Anisotroper Sensor für elektrische und magnetische Wechselfelder ME 2 von Fauser Elektrotechnik, mit Effektivgleichrichtung (TrueRMS) für orientierende Messungen nach DIN 0848, Frequenzbereich: 16 Hz bis 100 kHz

4.3 Messergebnisse

In nachfolgender Tabelle sind die gemessenen Effektivwerte als arithmetische Mittelwerte und Spitzenwerte der elektrischen Feldstärke E [kV/m] und der magnetischen Flussdichte B [μ T] zusammengestellt:

Tabelle 1: Messergebnisse der elektrischen und magnetischen Felder								
Messpunkt / Abstand zur Oberleitung			Elektrische Feldstärke E [kV/m]		Magnetische Flussdichte B [μ T]		Grenzwerte 26. BImSchV [1]	
			Mittel	Spitze	Mittel	Spitze	E [kV/m]	B [μ T]
MQ 1	MP 1	6 m	0,46	0,49	1,00	9,13	5	300
	MP 2	12 m	0,00	0,00	0,31	2,43	5	300
	MP 3	25 m	0,01	0,01	0,18	0,79	5	300
MQ 2	MP 4	25 m	0,01	0,02	0,19	0,82	5	300
	MP 5	12 m	0,00	0,00	0,27	2,12	5	300
	MP 6	6 m	0,10	0,12	0,73	5,01	5	300

Hinweis: Die genannten Bezugsabstände beziehen sich auf die Oberleitung des nächstgelegenen Gleises 1.

5. Beurteilung elektrischer und magnetischer Felder

5.1 Einwirkungen auf Menschen

Die höchsten gemessenen elektrischen Feldstärken betragen bis zu 10 %, die höchsten gemessenen magnetischen Flussdichten bis zu 0,4 % (mittlere Effektivwerte) bzw. 3 % (Spitzenwerte der Effektivwerte) des Grenzwertes der 26. BImSchV [1]. Die tendenziell höheren Grenzwerte der UVV [7] werden damit ebenfalls eingehalten. Damit ist der Schutz der Allgemeinheit vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch elektrische und magnetische Felder zunächst sichergestellt.

Höchste betriebliche Anlagenauslastung

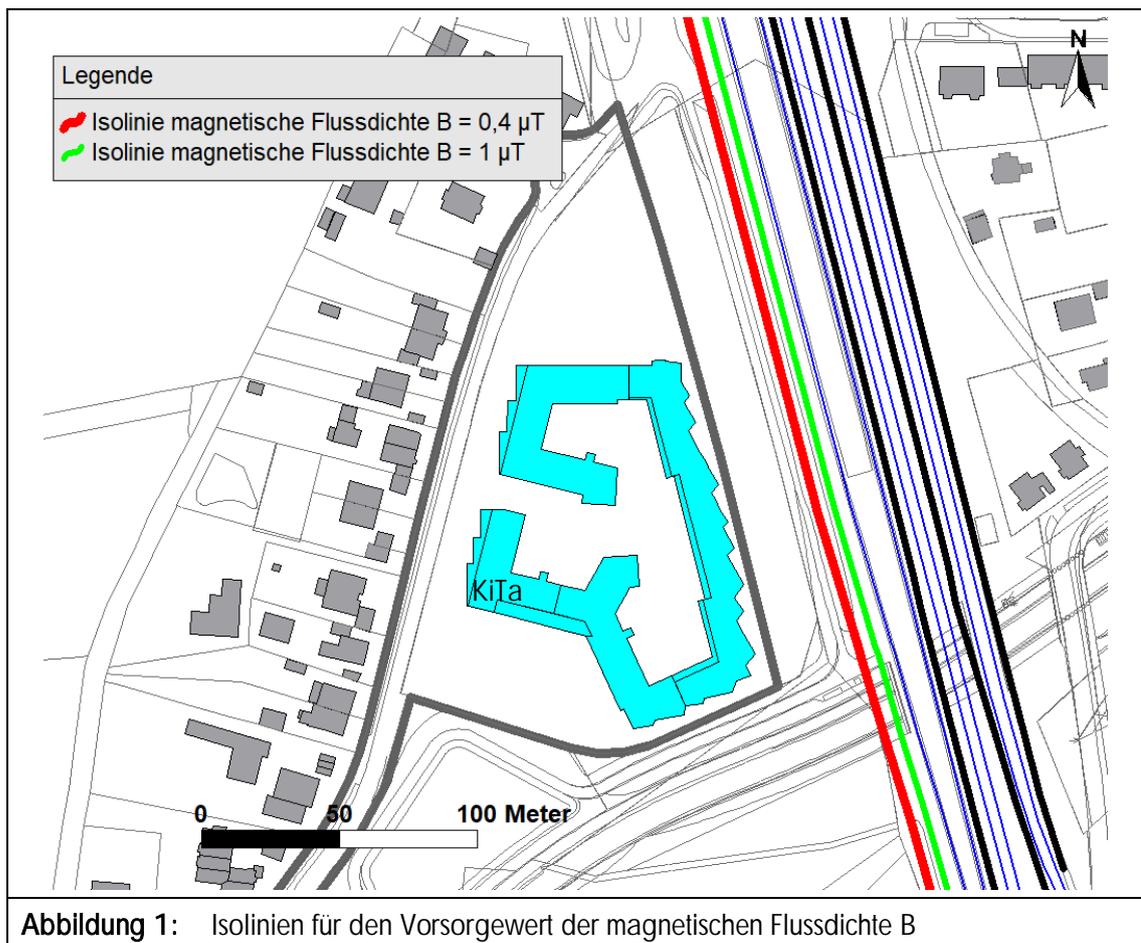
Zur Berücksichtigung der höchsten betrieblichen Auslastung gemäß II.3.3 der LAI-Hinweise [2] werden (unabhängig von den Messergebnissen) beim Verkehr der Deutschen Bahn die Berichte der DB Systemtechnik zu elektrischen und magnetischen Feldern bei Standard-Oberleitungsanlagen ([16], [17], [18]) herangezogen. Die Angaben beziehen sich auf den maximalen betrieblichen Dauerstrom und den maßgeblichen Immissionsort nach II.3.1 der LAI-Hinweise. Den Berichten kann für eine 6-gleisige Strecke mit äußeren Versorgungsleitungen (N4GL6SL) eine magnetische Flussdichte von bis zu $B = 69,0 \mu\text{T}$ ($\cong 23\%$ Grenzwertausschöpfung; Abstand 17,2 m zur Mitte des nächstgelegenen elektrifizierten Gleises) entnommen werden. Im vorliegenden Fall wird der kürzeste Abstand des geplanten Baufeldes zur nächstgelegenen Ober- bzw. Versorgungsleitung bis zu 45 m betragen, sodass auch bei einer theoretischen worst-case-Betrachtung der Schutz der Allgemeinheit vor elektrischen und magnetischen Feldern der Bahnstromanlagen sichergestellt ist.

Vorsorgewerte

Neben den gesetzlichen Grenzwerten der 26. BImSchV wird in der LH München empfohlen, bei der Errichtung von Aufenthaltsbereichen für Kinder (KiTa, Schulen, Spielplätze usw.), den von der Strahlenschutzkommission veröffentlichten Vorsorgewert der magnetischen Flussdichte von $B = 0,4 \mu\text{T}$ einzuhalten. Auf Basis der Messungen und der einschlägigen Literatur wurden Abklingfunktionen mit einem Abklingverhalten der magnetischen Flussdichte proportional dem Abstand ($B \sim 1/r$) für die Messquerschnitte bestimmt. Die auf Basis der Messungen ermittelte Abklingfunktion für die magnetische Flussdichte der Bahnstromanlagen ist in Anlage 2 dargestellt. Der Vorsorgewert wird bezüglich der Bahnstromanlagen ab einem Abstand von mindestens 12 m zur nächstgelegenen Oberleitung und somit auch im gesamten Plangebiet eingehalten. Damit ist auch bei einer theoretischen Verdoppelung der Dauerbelastung kein Konflikt erkennbar.

Im Zuge der weiteren Planungen wurde von Seiten des Referates für Klima und Umwelt (RKU) auf den sog. Schweizer Vorsorgewert mit $B = 1 \mu\text{T}$ verwiesen. Anhand der Abklingfunktion bzw. der vorliegenden Messergebnisse zeigt sich, dass dieser Wert ab einem Abstand von mindestens 6 m zur nächstgelegenen Bahnstromanlage eingehalten wird.

Nachfolgende Abbildung stellt die Isolinie zur Einhaltung des Vorsorgewertes in Verbindung mit dem aktuellen Planvorhaben dar.



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Schutzbedürftige Aufenthaltsräume der geplanten KiTa befinden sich in einem Abstand von mindestens 120 m zu den Bahnstromanlagen, sodass relevante Einwirkungen durch elektrische und magnetische Felder ausgeschlossen werden können.

Summenwirkung von Niederfrequenz- und Hochfrequenzanlagen

Im vorliegenden Fall konnten im Rahmen einer Ortsbesichtigung und nach Internetrecherche [19] keine weiteren relevanten Niederfrequenz- und Hochfrequenzanlagen (9 Kilohertz und 10 Megahertz) im näheren Umfeld des Plangebietes festgestellt werden. Mobilfunknetze werden in Deutschland in Frequenzbereichen oberhalb von 10 MHz betrieben und sind daher nicht zu berücksichtigen. Da die mit [23] durchgeführten Messungen frequenzabhängig erfolgten, kann davon ausgegangen werden, dass die Summenwirkung elektrischer und magnetischer Felder ermittelt wurde.

Bei elektrischen Feldern können elektrisch leitende Materialien statisch aufgeladen werden. Wenn eine Person ein statisch geladenes Objekt berührt und eine Erdung herstellt, fließt ein Entladestrom, es entsteht eine sog. Funken- oder ggf. Bogenentladung, die als Stromschlag wahrgenommen wird. Nach Einschätzung der Strahlenschutzkommission können in elektrischen Feldern unter ungünstigen Umständen Elektrisierungen bereits bei Feldstärken von ca. $E = 0,5 \text{ kV/m}$ wahrgenommen werden.

Eine Feldstärke von $E = 1 \text{ kV/m}$ wird von etwa 1 bis 3 % der Versuchspersonen infolge von Vibrationen der Körperhaare wahrgenommen („Kribbeln“). Elektrische Feldstärken in dieser Höhe wurden nicht festgestellt. Das elektrische Feld kann durch eine Bebauung wirksam abgeschirmt werden.

Die Einhaltung der zulässigen Werte der 26. BImSchV stellt nicht grundsätzlich sicher, dass bspw. Beeinträchtigungen für besonders gefährdete Personen (z. B. Schwangere, Implantatträger [Herzschrittmacher]) bzw. Störungen elektrischer Verbraucher auftreten können. Dies ist im Einzelfall anhand der Exposition des Betroffenen und ggf. der Eigenschaften der Anlage zu beurteilen.

5.2 Einwirkungen auf elektrische Geräte bzw. Beeinflussung elektrischer Geräte

Die 26. BImSchV [1] gilt zum Schutz von Menschen vor elektrischen und magnetischen Feldern. Im Plangebiet kann es darüber hinaus zu einer negativen Beeinflussung von Geräten und Anlagen sowie 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 sensible Geräte und Betriebsmittel entnommen werden. Zudem bietet die CE-Kennzeichnung Anhaltspunkte für die Störfestigkeit beim Erwerb von elektronischen Geräten. Gemäß dem Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (EMVG [9]) müssen Betriebsmittel so entworfen und gefertigt sein, dass sie gegen die bei bestimmungsgemäßem Betrieb zu erwartenden elektromagnetischen Störungen hinreichend unempfindlich sind, um ohne unzulässige Beeinträchtigung bestimmungsgemäß arbeiten zu können. Die Übereinstimmung von Geräten mit dieser grundlegenden Anforderung ist vom Hersteller nachzuweisen; ist eine Übereinstimmung mit den Anforderungen nicht gewährleistet, ist auf die Nutzungsbeschränkung in einer vor dem Erwerb erkennbaren Form hinzuweisen.

Einige Anhaltswerte für Mindeststörfestigkeiten sind in Anlage 3 informativ zusammengestellt. Gegenüber magnetischen Feldern sind insbesondere Kathodenstrahlröhren, Fernmeldeeinrichtungen, Labor- und Diagnosegeräte sowie hochpräzise elektronische Geräte (wissenschaftliche und medizinische Labor- und Analysegeräte wie z.B. Rasterelektronenmikroskope, Röntgenapparate usw.) zum Teil äußerst empfindlich. Das Magnetfeld weist die Eigenschaft auf, die meisten Materialien nahezu ungehindert zu durchdringen. Im Gegensatz dazu wird das elektrische Feld durch Baukörper abgeschirmt und kann daher vernachlässigt werden.

Die besonders empfindlichen Geräte können je nach Ausführung bereits ab schwankenden Spitzenwerten des Effektivwertes der magnetischen Flussdichte von 0,3 bis 0,4 μT beeinflusst werden. Bei i.d.R. älteren großflächigen Monitoren mit Kathodenstrahlröhren ist eine negative Beeinflussung der Funktion ab einer transienten magnetischen Flussdichte von ca. 0,4 μT möglich (sog. Flimmergrenze; Flachbildschirme werden durch magnetische Felder nicht gestört). Derartige Spitzenwerte der magnetischen Flussdichten sind entsprechend der Messungen bis zu einem Abstand von ca. 37 m zum nächstgelegenen Gleis nicht auszuschließen. Im Hinblick auf die Störfestigkeit einzelner sensibler Geräte (vgl. Anlage 3) sind diese im vorliegenden Fall somit als nicht relevant einzustufen, da sich die Plangebäude in einem Abstand von etwa 45 m zur nächstgelegenen Gleisachse befinden.

Grundsätzlich gilt jedoch, dass die Beeinflussung technischer Geräte vom jeweiligen Einzelfall abhängig ist (Gerätebauart, transiente Feldstärke und –häufigkeit). Deshalb ist die Störfestigkeit sensibler Geräte im jeweiligen Einzelfall zu bewerten. Zur Vermeidung von funktionalen Beeinflussungen empfindlicher elektrischer/elektronischer Geräte (erfahrungsgemäß insb. bei älteren Geräten) ist deshalb im Rahmen der Bauausführungsplanung entsprechend darauf zu achten.

Um die von den Bahnstromanlagen hervorgerufenen Felder im Bereich der Plangebäude nicht weitergehend durch die elektrische Gebäudeinstallation zu beaufschlagen, wird für den Einbau von Anlagen zur Kommunikation und anderer informations- und fernmeldetechnischer Anlagen empfohlen (Vergleiche DIN VDE 0100, Teil 540, Anhang C2):

- Im Gebäude keinen PEN -Leiter anzuwenden; im Falle eines TN -Systems ist das TN -S-System anzuwenden.
- In jedem mit sensiblen Einrichtungen ausgestatteten Stockwerk oder Gebäudeabschnitt einen zusätzlichen Potentialausgleich zu installieren.

Abhilfemaßnahmen zur Vermeidung von funktionaler Beeinflussung empfindlicher elektronischer Geräte in den exponierten Bereichen des Plangebietes sind wie folgt:

1. TFT- Monitore werden von den magnetischen Flussdichten nicht gestört; CRT- Monitore können durch TFT- Monitore ersetzt werden.
2. Abschirmgehäuse mit Erdung, sog. MU-Metall- Gehäuse können je nach Bauart und Positionierung zu den Feldlinien eine deutliche Minderung, meist jedoch keine vollständige Kompensation von Störungen erzielen. Durch den technologischen Wandel sind Abschirmgehäuse für Kathodenstrahlmonitore jedoch seit einigen Jahren nahezu nicht mehr erhältlich.

Aktive Magnetfeldkompensationssysteme werden eingesetzt, um einzelne Apparate, Räume oder Gebäude gegenüber magnetischen Flussdichten zu entstören. Dabei wird innerhalb der zu entstörenden Zone ein Kompensationsmagnetfeld mittels Spulen und Sensoren erzeugt, bzw. gesteuert. Aufgrund der aufwendigen Bauart werden die Anlagen i.d.R. nur im Labor- oder Forschungsbereich geplant und errichtet.

6. Formulierungsvorschläge für den Bebauungsplan

6.1 Satzung

- keine -

6.2 Begründung

Aufgrund der räumlichen Nähe des Vorhabens zu den oberirdischen Bahnanlagen im Osten wurden die elektrischen und magnetischen Felder untersucht (Möhler + Partner Ingenieure AG, Bericht Nr.

700-6421-EM-1, November 2021). Hierbei wurden die zukünftigen Einwirkungen messtechnisch ermittelt, prognostiziert und nach der 26. BImSchV zum Schutz der Allgemeinheit beurteilt.

Bezüglich der Wechselfelder wurden die höchsten elektrischen Feldstärken von bis zu $E = 0,46 \text{ kV/m}$ (arithmetischer Mittelwert des Effektivwertes) bzw. $E = 0,49 \text{ kV/m}$ (Maximalwert des Effektivwertes) und die höchsten magnetische Flussdichten von bis zu $B = 1,00 \text{ } \mu\text{T}$ (arithmetischer Mittelwert des Effektivwertes) bzw. $B = 9,13 \text{ } \mu\text{T}$ (Maximalwert des Effektivwertes) in einer Entfernung von bis zu 6 m zur nächstgelegenen Gleisachse gemessen.

Die höchsten gemessenen elektrischen Feldstärken betragen bis zu 10 %, die höchsten gemessenen magnetischen Flussdichten bis zu 0,4 % (mittlere Effektivwerte) bzw. 3 % (Spitzenwerte der Effektivwerte) des Grenzwertes der 26. BImSchV.

Ebenso werden die angegebenen Abstände der Berichte der DB Systemtechnik zu elektrischen und magnetischen Feldern bei Standard-Oberleitungsanlagen vom 29.06.2016 eingehalten, die zur Beurteilung der höchsten betrieblichen Auslastung herangezogen werden und die sich auf den maximalen betrieblichen Dauerstrom der Oberleitungsanlagen beziehen (worst-case).

Der Vorsorgewert für Einwirkungen durch magnetische Flussdichten auf schutzbedürftige Räume von Kindertagesstätten von $B = 0,4 \text{ } \mu\text{T}$ wird bezüglich der Bahnstromanlagen ab einem Abstand von mindestens 12 m zur nächstgelegenen Oberleitung und somit auch im gesamten Plangebiet eingehalten. Im Hinblick auf einen Vorsorgewert von $B = 1 \text{ } \mu\text{T}$ zeigt sich, dass dieser ab einem Abstand von mindestens 6 m zur nächstgelegenen Oberleitung eingehalten wird.

Relevante Einwirkungen auf sensible Geräte und Anlagen können ab einem Mindestabstand von bis zu 40 m zur Bahnstromanlage des zum Plangebiet nächstgelegenen Gleises ausgeschlossen werden. Die östliche Baugrenze des Vorhabens befindet sich in einem Abstand von bis zu 45 m Entfernung zur nächstgelegenen Oberleitung.

Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass die gesetzlichen Anforderungen der 26. BImSchV zuverlässig eingehalten werden, sodass keine Festsetzungen bzw. keine Schutzmaßnahmen gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern erforderlich sind.

Dieses Gutachten umfasst 19 Seiten und 3 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 19. April 2022

Möhler + Partner
Ingenieure AG



i. V. Dipl.-Ing. 



i. V. 

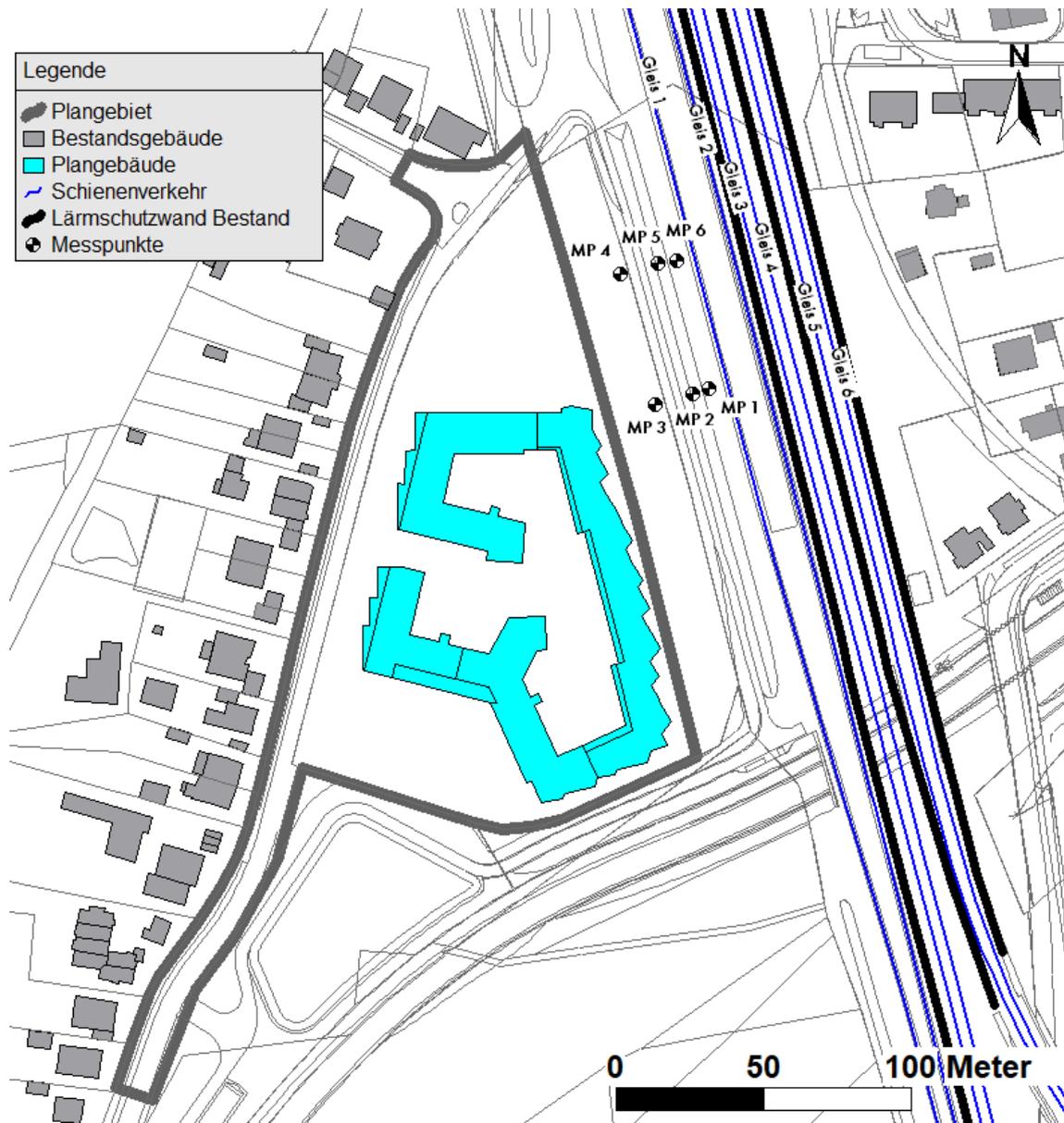
7. Anlagen

Anlage 1: Lageplan mit Messpunkten

Anlage 2: Abklingfunktion magnetische Flussdichte B

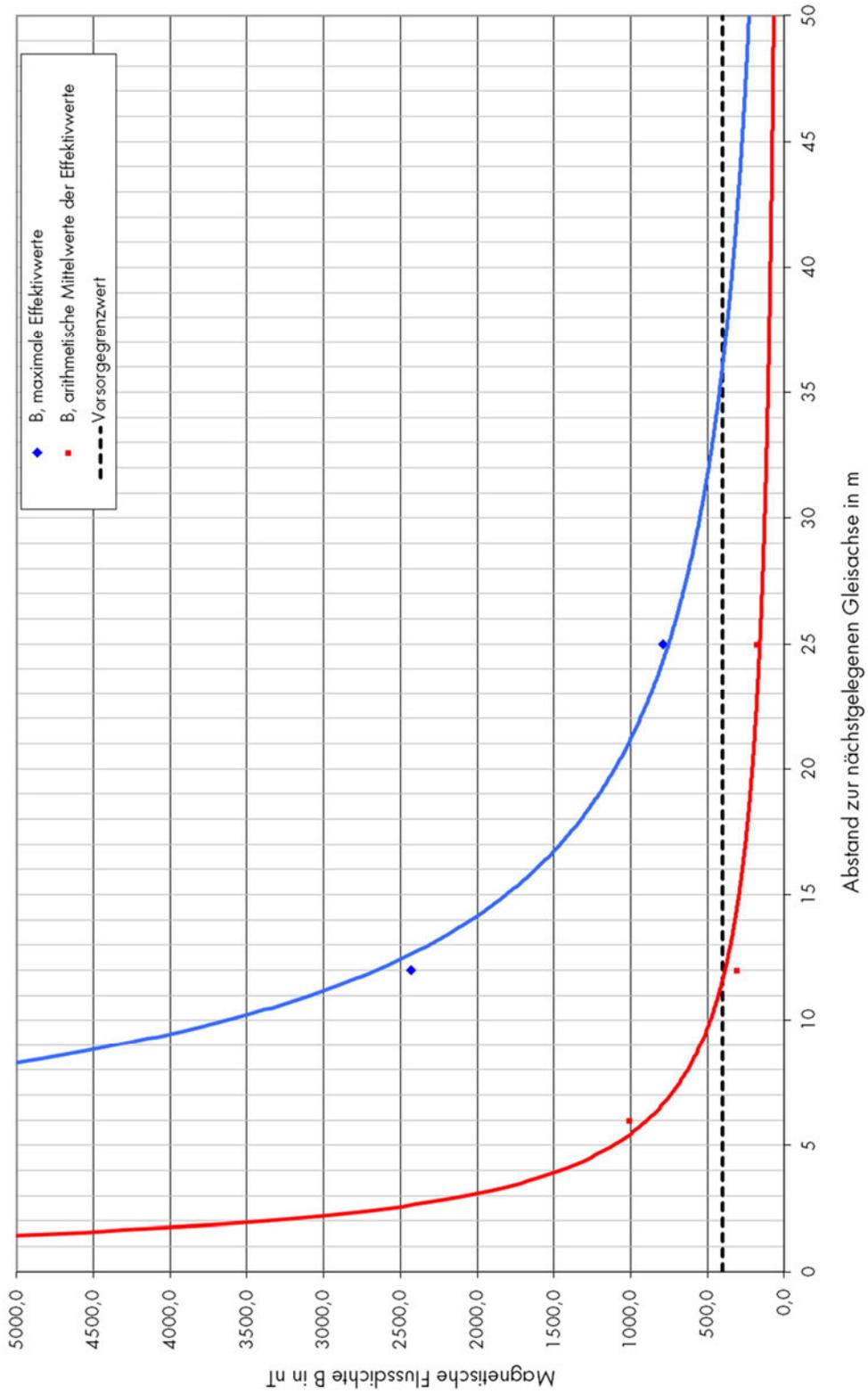
Anlage 3: Anhaltswerte für Mindeststörfestigkeit technischer Geräte

Anlage 1: Lageplan mit Messpunkten



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Anlage 2: Abklingfunktion magnetische Flussdichte B



Anlage 3: Anhaltswerte für Mindeststörfestigkeit technischer Geräte

Technische Geräte / Anlage	Störschwelle NF
Feldemissions-Raster-Elektronenmikroskop	0,3 μT
PC-Kathodenstrahlmonitor (21 Zoll)	0,4 μT
PC-Kathodenstrahlmonitor (17 Zoll)	0,6 μT
Medizintechnik: EEG, EKG-Geräte	1,0 μT
Medizintechnik: Röntgenröhre	10 μT
Raster-Elektronenmikroskop	10 μT
Ältere aktive Implantate (Herzschrittmacher), Defibrillatoren	20 bis 30 μT
Neue aktive Implantate (mit CE-Konformität)	100 μT
Magnetische Speicher, Disketten	1.000 μT