

Untersuchung elektrischer und magnetischer
Felder

Bebauungsplan Nr. 2142 der LHM
Südareal „Am Oberwiesenfeld“

Bericht Nr. 700-6661-1-EM

im Auftrag der

OPES Immobilien GmbH



München, im Dezember 2024

Untersuchung elektrischer und magnetischer Felder

Bebauungsplan Nr. 2142 der LHM
Südareal „Am Oberwiesenfeld“

Bericht-Nr.: 700-6661-1-EM

Datum: 17.12.2024

Dieser Bericht ersetzt den Bericht Nr. 700-6661-EM vom 31.05.2022

Auftraggeber: OPES Management GmbH

[REDACTED]
[REDACTED]

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Bearbeiter:

[REDACTED]
[REDACTED]

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	8
2. Örtliche Gegebenheiten	8
3. Grundlagen.....	9
4. Vorgehensweise	12
5. Niederfrequente Felder.....	12
5.1 Messung.....	12
5.2 Simulation	16
6. Beurteilung	19
6.1 Belastung durch Niederfrequenzanlagen	19
6.2 Ergänzende Hinweise.....	20
7. Anlagen	22

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Messergebnisse E-Feld bei 16,7 Hz am MP-1	13
Abbildung 2:	Messergebnisse B-Feld bei 16,7 Hz am MP-1	14
Abbildung 3:	Abklingverhalten der gemessenen elektrischen Feldstärke.....	15
Abbildung 4:	Abklingverhalten der gemessenen magnetischen Flussdichte	15
Abbildung 5:	Lageplan der Gleise mit Oberleitungsanlagen.....	16
Abbildung 6:	Berechnungsergebnisse B-Feld bei 16,7 Hz in h = 1 m über GOK.....	17
Abbildung 7:	Berechnungsergebnisse E-Feld bei 16,7 Hz in h = 1 m über GOK.....	18
Abbildung 8:	Ortsfeste Sendeanlagen 9 kHz – 10 MHz, BNetzA, Stand: 16.05.2022	20

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Maßgebende Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen gem. Anhang 1a der 26. BImSchV, Anhang 1a (zu §3): Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen	10
Tabelle 2:	Höchstzulässige Effektivwerte für die elektrische Feldstärke sowie die magnetische Flussdichte für den Expositionsbereich 2 nach UVV.....	11
Tabelle 3:	Witterungsbedingungen am Tag der Messung, Quelle DWD	13
Tabelle 4:	Gemessene Effektivwerte der niederfrequenten Felder (16,7 Hz) im Plangebiet	14

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] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV), (BAnz AT 03.03.2016 B5), vom 26. Februar 2016
- [3] 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
- [4] Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern; Empfehlungen der Strahlenschutzkommission (SSK); Bonn 14.09.2001
- [5] Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, BGV B11 (VBG 25) – UVV Elektromagnetische Felder, Juni 2001
- [6] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG), 26. September 2002, in der aktuellen Fassung
- [7] Hintergrundpapier: Grenzwerte im Bereich niederfrequenter Felder (u. a. Stromübertragung), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Februar 2013
- [8] Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder vom 20. August 2002 (BGBl. I S. 3366), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 3 des Gesetzes vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1947) geändert worden ist
- [9] 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); Deutsche Fassung EN 50413:2019, Oktober 2020
- [10] DB-Richtlinie 997 Modul 0102, Oberleitungsanlagen, Oberleitungsanlagen planen und errichten, 01.01.2001
- [11] DB-Richtlinie 997 Modul 0201, Oberleitungsanlagen, Grundsätze für Rückstromführung, Bahnerdung, Potenzialausgleich, 01.03.2013
- [12] DB-Richtlinie 800 Modul 0130, Netzinfrastruktur Technik entwerfen, Streckenquerschnitte auf Erdkörpern, 01.02.1997
- [13] DB-Richtlinie 819 Modul 0803, LST-Anlagen planen, Beeinflussung und Schutzmaßnahmen, Starkstrombeeinflussungen durch das Bahnsystem, induktive Beeinflussung – Berechnung; 20.12.1996

- [14] WinField, Version 2018, Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie mbH (FGEU)
- [15] 26. BImSchV, Nachweis der Grenzwerteinhaltung an 15-kV-Standard-Oberleitungsanlagen der DB Netz AG, Dokument: 14-22168-T.TVI34(1)-BE-1901-V2.0 vom 29.2.2016, DB Systemtechnik
- [16] DIN EN 61786-1 (VDE 0848-786-1), Messung von magnetischen Gleichfeldern und von elektrischen und magnetischen Wechselfeldern von 1 Hz bis 100 kHz im Hinblick auf die Exposition von Personen – Teil 1: Anforderungen an Messgeräte (IEC 61786-1:2013); Deutsche Fassung EN 61786-1:2014, Oktober 2014
- [17] Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 1947 der Landeshauptstadt München, Moosacher Straße (nördlich), Bahngleisbogen München-Feldmoching – München-Milbertshofen (östlich), Schittgablerstraße (südlich), Lerchenauer Straße (westlich) (Teiländerung des Bebauungsplanes Nr. 1688a) – Knorr Bremse AG – vom 16.06.2009
- [18] Bebauungsplan Nr. 18b_Teil2 der Landeshauptstadt München, Olympiapark (Oberwiesenfeld) – Teil 2 -, Olympisches Dorf der Männer vom 03.06.1971
- [19] Vorhabenbezogener Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2073 der Landeshauptstadt München, Am Oberwiesenfeld (südlich und westlich), Moosacher Straße und Triebstraße (nördlich) sowie Kleingartenanlage an der Feldbahnstraße (östlich) (Teiländerung des Bebauungsplans Nr. 1688a) vom 18.03.2014
- [20] Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 1688a der Landeshauptstadt München, Moosacher Straße, Lerchenauer Straße und Schittgablerstraße – Knorr Bremse – vom 01.07.1994
- [21] Entwurf Bebauungsplan 2142, Stand: 03.12.2024 übermittelt per E-Mail durch [REDACTED] am 05.12.2024

Zusammenfassung:

Die OPES Immobilien GmbH überplant einen Teilbereich des r. v. Bebauungsplans Nr. 1947 der LHM mit bisher Gewerbe- und Kerngebietsnutzungen mit dem neuen Bebauungsplan Nr. 2142 Südareal „Am Oberwiesenfeld“. Die Planung sieht u. A. die Realisierung eines Urbanen Gebiets (MU) mit Wohn-, Kita- und , Einzelhandels- und Büronutzungen sowie ein Sondergebiet SO Pflege mit stationärer Alten- und Pflegeeinrichtung und weiteren Wohn- bzw. Verwaltungs- oder Gewerbenutzungen vor. Das Plangebiet grenzt im Norden an die elektrifizierten DB-Bahnstrecken des Münchner Nordrings von welchen elektrische und magnetische Felder ausgehen. Die niederfrequenten Feldstärken wurden im Rahmen einer Messung und einer Ausbreitungsberechnung ermittelt und nach der 26. BImSchV bewertet. Die Untersuchung kommt zu den folgenden Ergebnissen:

- Die Messung der niederfrequenten Feldstärken der Bahnstromanlagen im Bereich der nördlichen Plangebietsgrenze ergab E-Felder von bis zu 0,6 kV/m und B-Felder von bis zu 3,7 μT in Bodennähe bei einem Abstand von ca. 5 m zum nächstgelegenen Gleis. Die Grenzwerte der 26. BImSchV für die elektrische Feldstärke (5 kV/m) bzw. die magnetische Flussdichte (300 μT) in der Bahnstromfrequenz 16,7 Hz werden im Plangebiet somit bereits im Nahbereich zu den Bahnstrecken eingehalten.
- Auf Grundlage des gemessenen Abklingverhaltens sowie den durchgeführten Ausbreitungsberechnungen der elektrischen Feldstärke bzw. der magnetischen Flussdichte wurde festgestellt, dass im geplanten MU mit Wohnnutzungen und SO Pflege mit Bewohnerzimmern der Alten- und Pflegeeinrichtung niederfrequente Feldstärken kleiner 0,01 kV/m bzw. 0,1 μT durch den Münchner Nordring auftreten. Schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne der 26. BImSchV können somit ausgeschlossen werden.
- In den Gewerbegebieten GE 1 und GE 2 südlich des Münchner Nordrings betragen die Feldstärken der magnetischen Flussdichte 0,2 bis 1,0 μT durch die Bahnstromoberleitungen. Die negative Beeinflussung empfindlicher elektrischer Geräte kann ab einem maximalen Effektivwert der magnetischen Flussdichte von 0,4 μT nicht ausgeschlossen werden. Da das Magnetfeld die Bebauung nahezu ungemindert durchdringt, sollten hoch sensible elektrische Geräte in diesem Bereich hinsichtlich Ihrer Störfestigkeit erforderlichenfalls gegenüber der Beeinflussung durch magnetische Felder geprüft werden.

1. Aufgabenstellung

Die OPES Immobilien GmbH überplant einen Teilbereich aus dem Geltungsbereich des r. v. Bebauungsplans Nr. 1947 der LHM (Baugebiete MK 1 (1), MK 1 (2), MK 2, GE 5, GE 6, GE 7, GE 8 und GE 9 des Knorr-Bremse-Areals). Im Plangebiet (sog. Süddareal „Am Oberwiesenfeld“) soll neben Kern- und Gewerbegebieten zukünftig auch ein Urbanes Gebiet (MU) mit Wohn- Kita-, Einzelhandels- und Büronutzungen sowie ein Sondergebiet SO Pflege mit stationärer Alten- und Pflegeeinrichtung und weiteren Wohn- bzw. Verwaltungs- oder Gewerbenutzungen entstehen. Das Baurecht soll über den Bebauungsplan Nr. 2142 geschaffen werden.

Das Plangebiet liegt südlich der elektrifizierten DB-Bahnstrecken des Münchner Nordrings mit Güterverkehr. Von den Bahnstrecken gehen niederfrequente elektrische und magnetische Felder aus. Im Rahmen einer Untersuchung der elektrischen und magnetischen Wechselfelder sollen die Umweltauswirkungen auf das Plangebiet ermittelt und nach 26. BImSchV beurteilt werden.

Mit der Erstellung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure GmbH (ehemals AG) am 15.11.2021 von der OPES Immobilien GmbH beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet liegt in München-Milbertshofen nördlich der Moosacher Straße, östlich der Straße Am Oberwiesenfeld bzw. Christl-Marie-Schultes-Weg, südlich der DB-Bahnstrecken des Münchner Nordrings und westlich der Lerchenauer Straße. Es umfasst die Baugebiete MK 1, MK 2, GE 5, GE 6, GE 7, GE 8 und GE 9 des Knorr-Bremse-Areals im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 1947 [17].

Nördlich des Plangebietes bzw. des DB-Nordrings befinden sich die Gewerbegebiete GE 3 und GE 4 des Bebauungsplans Nr. 1947. Östlich liegen Gewerbenutzungen mit großflächigen Einzelhandelsgeschäften entlang der Lerchenauer Straße. Südlich des Plangebietes grenzt das Olympiadorf an die Moosacher Straße, welches im Bebauungsplan Nr. 18b_T2 [18] als Allgemeines Wohngebiet (WA) festgesetzt ist. Im Westen liegen die Geltungsbereiche des Bebauungsplans Nr. 2073 [19] mit Hofwohnen und des Bebauungsplans Nr. 1688a [20] mit Kern- und Gewerbegebieten.

Innerhalb des Plangebietes (zukünftiger Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 2142) sollen folgende Baugebiete mit teilweise bestehenden und teilweise geplanten Nutzungen festgesetzt werden (vgl. [21]):

GE 1:	Technologiezentrum der Knorr Bremse AG (Bestand)
GE 2:	Mitarbeiterparkhaus der Knorr Bremse AG (Bestand)
GE 3:	Gewerbenutzungen der BMW AG (Bestand)
MU:	Urbanes Gebiet mit Wohnnutzungen, Kitas und Büros (Planung)
MK 1 (1):	Büroneubau MO'ANDER (Bestand und Planung)
MK 1 (2):	Neubau Hochhaus mit Büronutzungen (Planung)
MK 2:	Hauptverwaltung der Knorr Bremse AG (Baudenkmal)
SO Pflege:	Stationäre Alten- und Pflegeeinrichtung (Planung)

Das Plangebiet und der weitere Umgriff sind im Wesentlichen eben. Die genauen örtlichen Gegebenheiten mit dem Planvorhaben können dem Übersichtslageplan (Anlage 1) entnommen werden.

3. 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 14. August 2013.

Mit Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz (in seiner 128. Sitzung) [3] wurden im September 2014 die Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder überarbeitet. Die darin enthaltenen Erläuterungen und Empfehlungen sollen die Verfahrensweise des Vollzugs der Novelle der 26. BImSchV (i. d. F. vom 14.08.2013) bundesweit vereinheitlichen. Gem. § 1 der 26. BImSchV [1] sind:

„[...]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. Für Niederfrequenzanlagen gilt:

„§ 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 Niederfrequenzanlagen gem. Anhang 1a der 26. BImSchV:

Tabelle 1: Maßgebende Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen gem. Anhang 1a der 26. BImSchV, Anhang 1a (zu §3): Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen		
Frequenz (f) in Hertz (Hz)	Grenzwerte	
	Elektrische Feldstärke in Kilo- volt pro Meter (kV/m) (effektiv)	Magnetische Flussdichte in Mikrotesla (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

Für die Netzfrequenz von Bahnstromanlagen bei 16,7 Hz gilt ein Grenzwert der elektrischen Feldstärke von 5 kV/m und für die magnetische Flussdichte von 300 µT.

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

Zu der Grenzwertbildung im Bereich der niederfrequenten Felder wird auf das Hintergrundpapier des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) vom Februar 2013 verwiesen [7].

Die Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit [5] 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:

Tabelle 2: Höchstzulässige Effektivwerte für die elektrische Feldstärke sowie die magnetische Flussdichte für den Expositionsbereich 2 nach UVV		
Frequenz (f) in Hertz (Hz)	Grenzwerte	
	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

Die in der UVV 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.

4. Vorgehensweise

Zur Ermittlung und Beurteilung der elektrischen und magnetischen Felder der DB-Bahnstromanlagen auf das Plangebiet wurden die folgenden Untersuchungsschritte durchgeführt:

- Durchführung von orientierenden Messungen der elektrischen und magnetischen Feldstärken für die Netzfrequenz der Bahnstromanlagen von 16,7 Hz an repräsentativen Messpunkten im Plangebiet zur Bewertung der Immissionsbelastung durch niederfrequente Felder vor Ort.
- Rechnerische Prognose der niederfrequenten Feldstärken der Bahnstromoberleitungen bei 16,7 Hz unter Berücksichtigung der gemessenen Feldstärken für das Plangebiet.
- Prüfung etwaiger Immissionsbeiträge durch Hochfrequenzanlagen im Frequenzbereich zwischen 9 kHz und 10 MHz für eine Summenbetrachtung gemäß Anhang 2a der 26. BImSchV.
- Beurteilung der niederfrequenten Felder unter Anwendung der Grenzwerte der 26. BImSchV bzw. den Hinweisen zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz [3].

5. Niederfrequente Felder

5.1 Messung

5.1.1 Messorte, Messzeit, Messdurchführung

Als Grundlage zur Beurteilung der elektrischen und magnetischen Felder im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens wurden orientierende Messungen im Plangebiet durchgeführt. Die Messungen wurden an 2 Messpunkten südlich der Bahnstrecke Münchner Nordring im Bereich des Christl-Marie-Schultes-Wegs durchgeführt. Ein Lageplan mit den Messpunkten ist in Anlage 1 dargestellt.

Die Messquerschnitte verlaufen im Plangebiet in Nord-Süd-Richtung mit Abständen von 5 m und 15 m zur nächstgelegenen Gleisachse und zeigen somit die abstandsbedingte Verringerung der Feldexposition mit steigendem Abstand zu den Bahnstrecken.

Die Messung wurde am Mittwoch, den 11.05.2022, in der Zeit von 9:30 Uhr bis 12:30 Uhr durchgeführt. Während der Messung herrschten die folgenden Witterungsbedingungen:

Tabelle 3: Witterungsbedingungen am Tag der Messung, Quelle DWD			
Messzeit	Temperatur	Rel. Luftfeuchtigkeit	Witterung
11.03.2022, 10:00 – 17:00 Uhr	21 – 25 °C	ca. 35 - 50 %	sonnig

Das Messgerät wurde in einer Messhöhe von 1 m über Geländeoberkante platziert. Über eine Messdauer von jeweils ca. 1 Stunde wurden die elektrische Feldstärke (E-Feld) und die magnetische Feldstärke (H-Feld) bei 16,7 Hz (Netzfrequenz von Bahnstromanlagen) erfasst. Die Messung erfolgte nach DIN EN 50413/ VDE 0848-1 [9]. Eine fotografische Dokumentation des Messaufbaus kann der Anlage 2 entnommen werden.

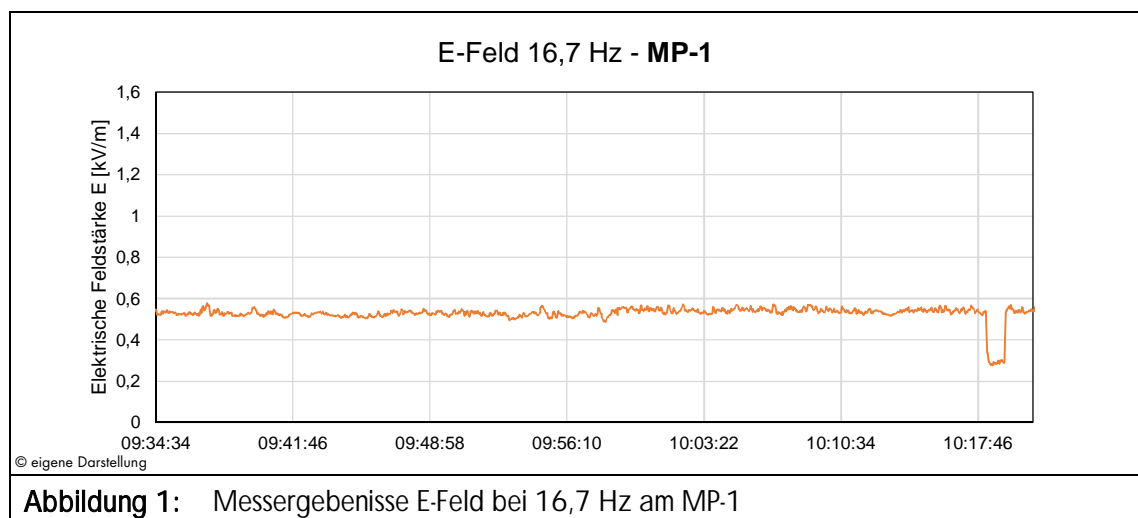
5.1.2 Messgerät

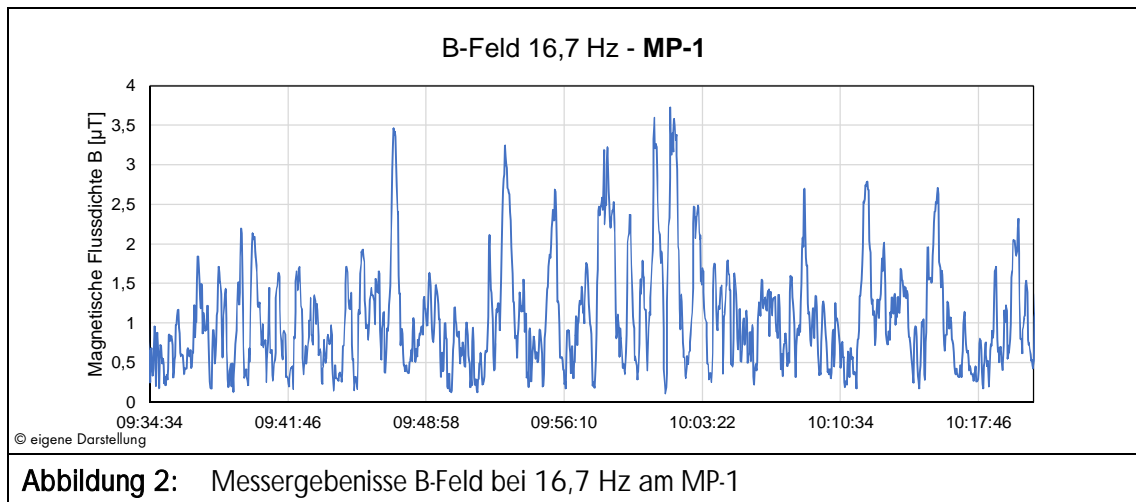
Die Messung der niederfrequenten Felder wurde mit dem folgenden Messgerät durchgeführt:

3D H/E Fieldmeter, Elektro- und Magnetfeldmessgerät mit Sensor „ESM-100“ von Maschek Elektronik, Serien-Nr. 972319, normkonforme Messungen nach VDE 0848, BGV B11, EN 50366 etc., kalibriert gem. ISO/IEC 17025:2005

5.1.3 Messergebnisse

Magnetische Felder durch Oberleitungsanlagen der Bahn verhalten sich instationär und anisotrop. Die Feldstärke bzw. Flussdichte variiert je nach Versorgungszustand (Stromfluss) der Oberleitungsanlage während der Messung, d.h. Peaks der magnetischen Flussdichte treten z.B. während Zugvorbeifahrten auf. Im Gegensatz dazu ist das elektrische Feld der Oberleitungsanlage unmittelbar von der Versorgungsspannung abhängig und deshalb weitestgehend stationär. Im Folgenden sind die Messergebnisse für die Netzfrequenz der Bahnstromanlagen bei 16,7 Hz für den Messpunkt MP-1 in einem Abstand von 5 m zum südlichen Gleis des Münchner Nordrings dargestellt.



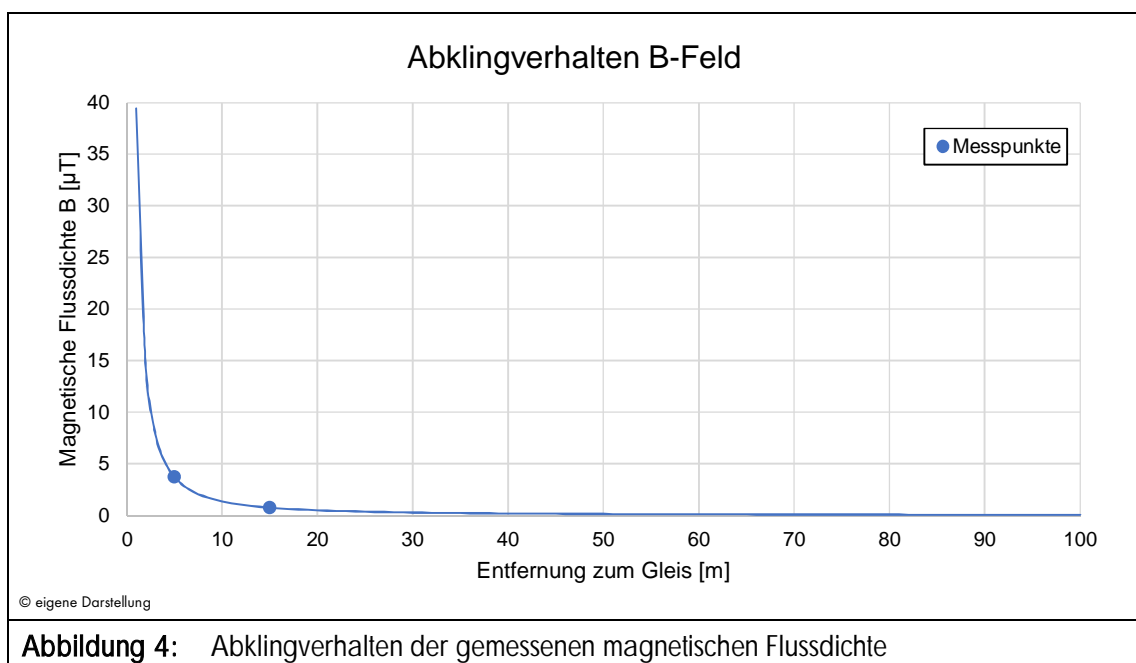
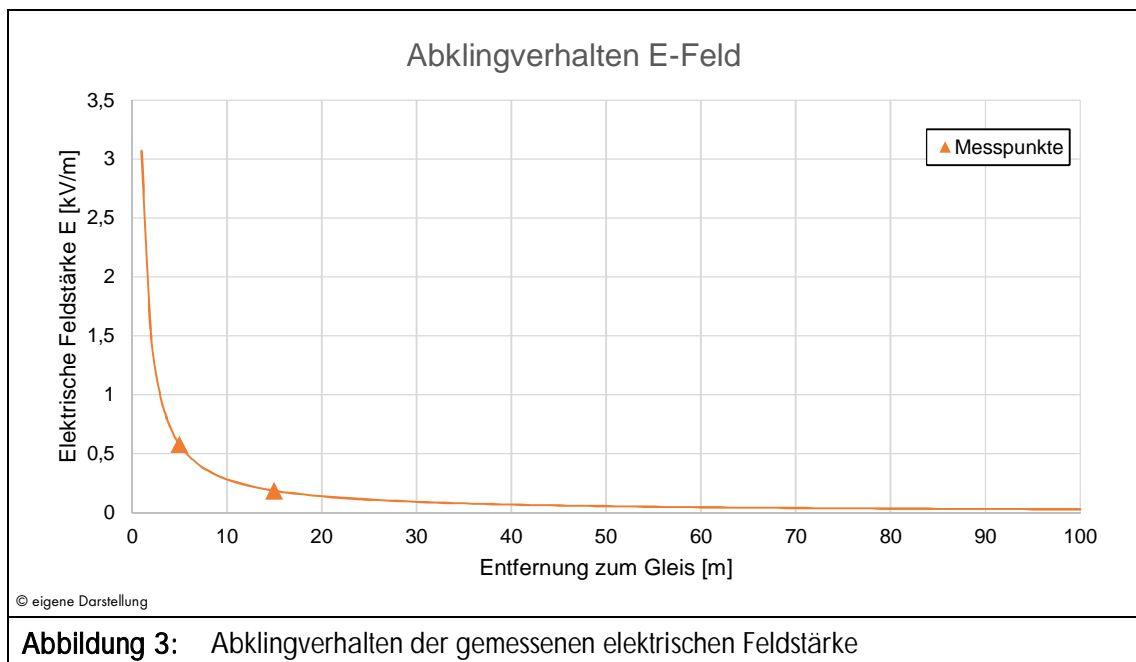


Es zeigt sich, dass am MP-1 die maximalen Effektivwerte der elektrischen Feldstärke mit bis zu 0,58 kV/m und der magnetischen Flussdichte mit bis zu 3,73 μT gemessen wurden. Die Grenzwerte der 26. BImSchV bei 16,7 Hz für die magnetische Flussdichte von 300 μT bzw. die elektrische Feldstärke von 5 kV/m werden somit eingehalten und am MP-1 um 1,3 % bzw. 11,6 % ausgeschöpft.

Die wesentlichen Messergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 4: Gemessene Effektivwerte der niederfrequenten Felder (16,7 Hz) im Plangebiet						
Messpunkt	Elektrische Feldstärke E in kV/m		Magnetische Flussdichte B in μT		Anteil am Grenzwert der 26. BImSchV	
					E-Feld	B-Feld
	Mittel	Max	Mittel	Max		
MP-1	0,52	0,58	1,04	3,73	11,55 %	1,24 %
MP-2	0,14	0,18	0,24	0,75	3,69 %	0,25 %

Auf Grundlage der gemessenen Feldstärken wurde das Abklingverhalten der elektrischen Feldstärke bzw. der magnetischen Flussdichte mit zunehmender Entfernung von den Bahnstrecken des Münchner Nordrings ermittelt. Die Abklingraten sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.



Das geplante Urbane Gebiet (MU) mit dauerhaften Aufenthaltsräumen für Wohn-, Kita- und Büronutzungen sowie das SO Pflege mit Bewohnerzimmern der Alten- und Pflegeeinrichtung befindet sich in einem Abstand von wenigstens 160 m zu den Bahnstrecken des Münchner Nordrings. In diesem Abstand liegen die Feldstärken unter Verwendung des gemessenen Abklingverhaltens unterhalb von 0,01 kV/m bzw. 0,1 µT.

5.2 Simulation

In der Messung konnte festgestellt werden, dass sich das Plangebiet neben den elektrifizierten Bahnstrecken München Nord Rbf – München-Milbertshofen (DB-Streckennummer 5560) und München-Feldmoching – München-Milbertshofen (DB-Streckennummer 5570) zudem im Einwirkungsbereich von Oberleitungsanlagen der Rangiergleise des Güterbahnhofs Milbertshofen liegt. In der rechnerischen Prognose der Feldintensitäten wurden deshalb für eine flächenhafte Ausbreitungsberechnung die folgenden Gleisanlagen berücksichtigt:



Abbildung 5: Lageplan der Gleise mit Oberleitungsanlagen

© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

5.2.1 Berechnungsparameter

Da uns keine Oberleitungspläne der DB für den Bereich des Münchner Nordrings vorliegen, wurden hilfsweise die Regelquerschnitte OL Re 200 in der Simulation in Ansatz gebracht. Als Basis für die Bilanzierung der Stromverteilung der Oberleitungsanlagen wurde der thermisch maximal zulässige Dauerstrom (Dauerstrombelastbarkeit (vgl. [15]) verwendet und nach den einschlägigen technischen Grundlagen [10], [11], [12], [13] aufgeteilt. Die Dauerstrombelastung der Oberleitungen wurde für die Ausbreitungsberechnungen entsprechend den gemessenen Feldintensitäten auf die tatsächliche Strombelastung reduziert. Die Rückstromanteile in den Schienen wirken kompensatorisch auf das Magnetfeld der Oberleitung. In den Simulationen wurden die Rückstromanteile der Schienen mit 60 % angesetzt. Dies entspricht den Anhaltswerten für freie Strecken gem. [10] bzw. einem minimalen Rückstromanteil (ohne Rückleittersysteme). Die genauen Berechnungsparameter betragen demnach:

Strombelastung OL Re 200:	126 A
Leitungsquerschnitte:	Ri100 und BZ II 50 mm ²
Rückstromanteil der Schienen:	60 % (2 x 38 A)
Nennspannung:	15 kV
Frequenz:	16,7 Hz

Die flächenhaften Ausbreitungsberechnungen liegen aufgrund der Freifeldwirkung in der Berechnung auf der sicheren Seite. Tatsächlich treten aufgrund von Abschirmwirkungen z.B. von Gebäuden geringere Feldstärken auf.

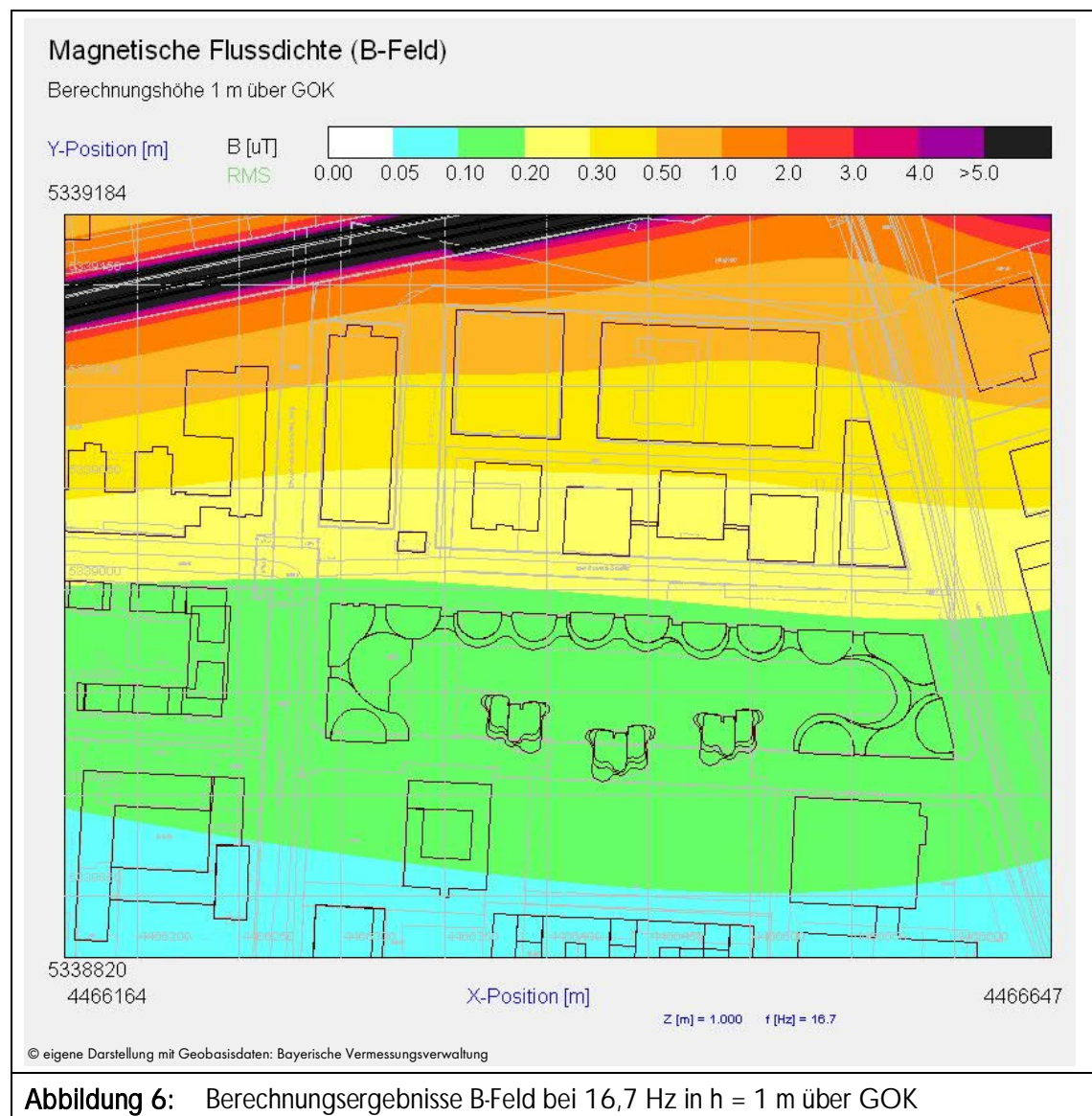
5.2.2 Berechnungsergebnisse

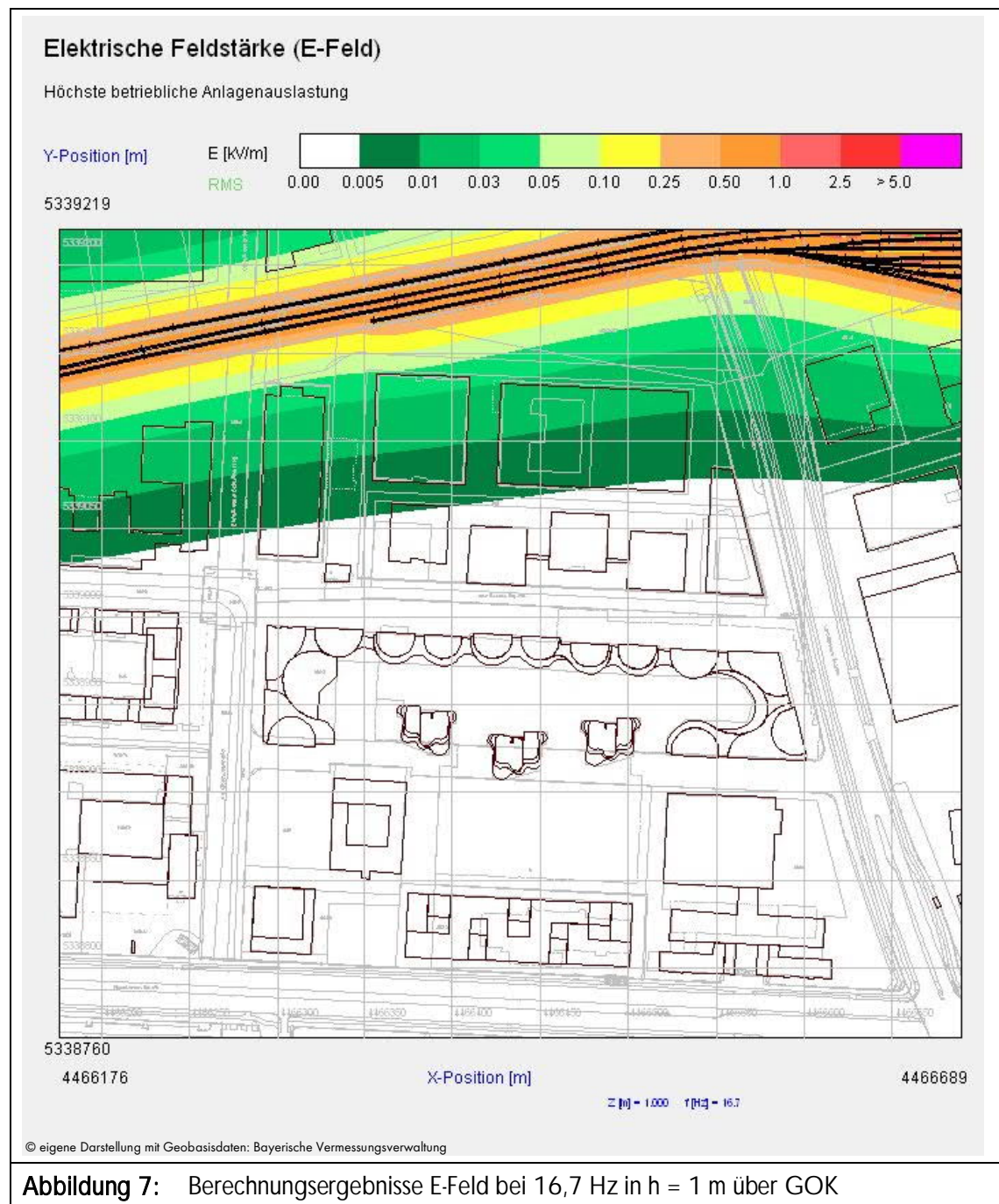
Die Berechnung der Feldstärken erfolgte mit der Software WinField [14] entsprechend DIN EN 50413/ VDE 0848 [9]. Für die Berechnungen ergeben sich die folgenden Unsicherheiten:

Position: ± 1 m

Feldstärke: 5 % (gültig für die ungestörten Feldstärken; bei der Berücksichtigung von Gebäuden kann der Fehler der elektrischen Feldstärke wesentlich größer sein. Die Feldstärken im Aufenthaltsbereich von Personen werden dabei jedoch überschätzt)

Die magnetische Flussdichte B [μT] und die elektrische Feldstärke E [kV/m] wurden in der Frequenz 16,7 Hz flächenhaft in 1 m über GOK berechnet. In den folgenden Abbildungen sind die Berechnungsergebnisse als Isolinienkarten dargestellt.





Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die höchsten Feldstärken im nördlichen Bereich des Plangebiets auftreten. Hier betragen die elektrische Feldstärke bis zu 0,6 kV/m und die magnetische Flussdichte bis zu 4 μ T. Im Bereich der Baugrenzen der nördlichen Gewerbegebiete GE 1 Nord und GE 2 wurden Feldstärken von $E = 0,05$ kV/m und $B = 1,0$ μ T berechnet. Im nördlichen Bereich des MU liegen die berechneten Feldstärken bei $E < 0,01$ kV/m und $B < 0,1$ μ T.

Anmerkung: Für niederfrequente elektrische Felder ist die Wellenimpedanz (Wellenwiderstand entlang des Übertragungswegs) hoch, d.h. E-Felder werden durch metallene Schirme mit einer geringen Impedanz nahezu vollständig abgeschirmt. Innerhalb von Gebäuden erfolgt z.B. durch Bewehrungskörbe, Rohrleitungen usw. im Regelfall eine wesentliche Abschwächung des E-Feldes (Wirkung eines

Faraday'schen Käfigs). Im vorliegenden Fall liegen die berechneten E-Felder für Bereiche innerhalb der Planbebauung somit auf der sicheren Seite.

6. Beurteilung

6.1 Belastung durch Niederfrequenzanlagen

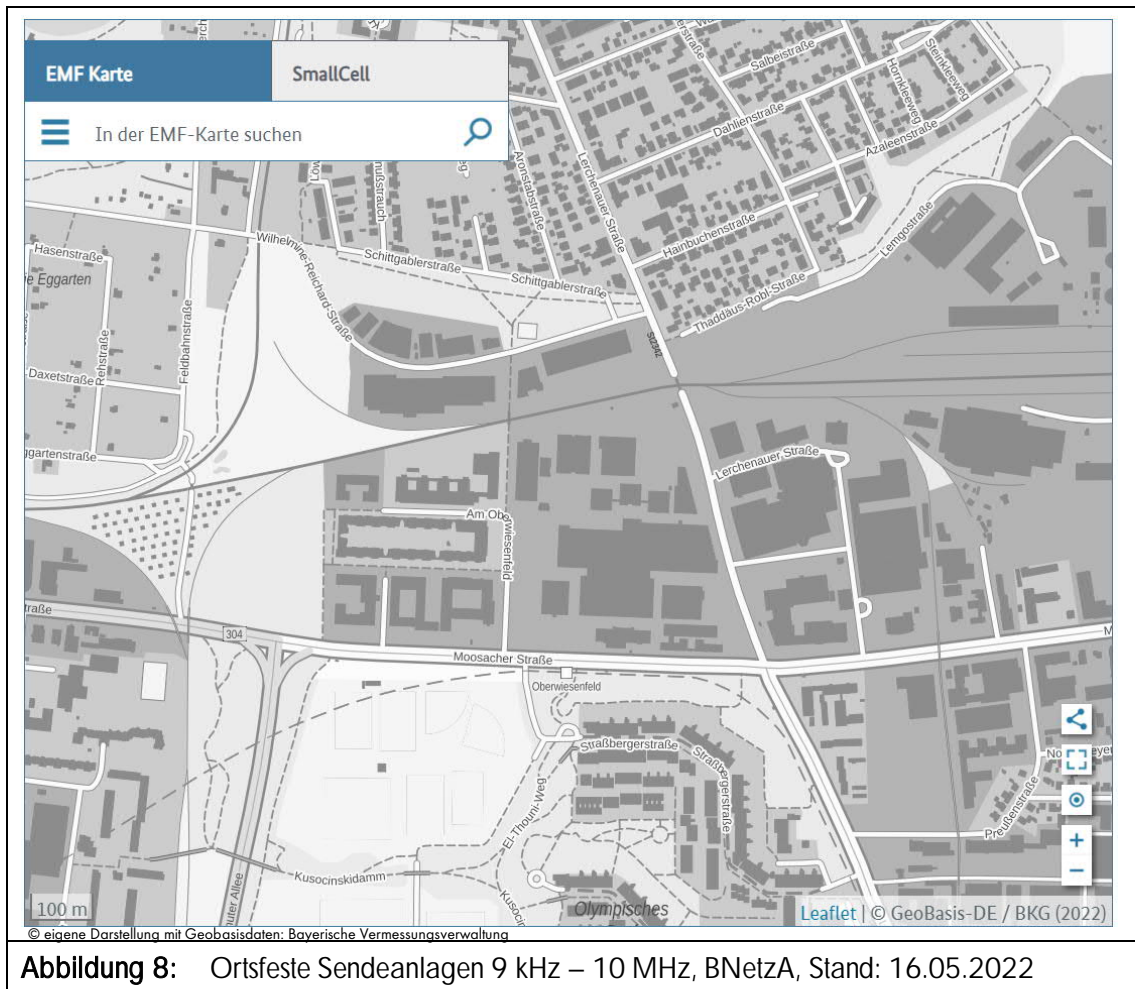
Zur Beurteilung der niederfrequenten Feldstärken der Bahnstromanlagen wurden orientierende Messungen im Plangebiet sowie flächenhafte Simulationsberechnungen durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, dass bereits im Nahbereich der elektrifizierten Bahnstrecken des Münchner Nordrings mit elektrischen Feldstärken von bis zu 0,6 kV/m und magnetischen Flussdichten von bis zu 4 μT die Grenzwerte der 26. BImSchV für Einwirkungen auf Menschen eingehalten werden. Im Norden des Plangebiets werden die Grenzwerte um bis zu 12 % (E-Feld) bzw. 1,3 % (B-Feld) ausgeschöpft. Schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne der 26. BImSchV durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder der Bahnstromanlagen können für das gesamte Plangebiet somit ausgeschlossen werden.

Auf Grundlage der Messergebnisse und unter Zuhilfenahme der flächenhaften Ausbreitungsberechnungen wurde die Abnahme der Feldintensitäten innerhalb des Plangebiets bestimmt. Für die geplanten Wohn- und Kitanutzungen im MU sowie die Pflegeeinrichtung im SO Pflege in einem Abstand von mind. 160 m zum Münchner Nordring liegen die Feldstärken unterhalb von 0,01 kV/m (E-Feld) bzw. 0,1 μT (B-Feld).

Immissionsbeiträge durch Hochfrequenzanlagen zwischen 9 kHz und 10 MHz

Bei der Beurteilung der elektrischen und magnetischen Felder durch Niederfrequenzanlagen gem. § 3 Abs. 3 der 26. BImSchV sind auch die Feldstärken von ortsfesten Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz zu berücksichtigen, die einer Standortbescheinigung nach §§ 4 und 5 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder [8] bedürfen. Diese Anlagen sind aus der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur (BNetzA) ersichtlich. In der EMF-Datenbank werden entsprechende Sendeanlagen als blaue Dreiecke ▲ gekennzeichnet (s. Abbildung 8)



Es zeigt sich, dass nicht mit Einwirkungen aus Hochfrequenzanlagen gerechnet werden muss, da keine entsprechenden Anlagen in der Nachbarschaft vorhanden sind.

6.2 Ergänzende Hinweise

Die Einhaltung der zulässigen Grenzwerte 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 jedoch im Einzelfall anhand der Exposition des Betroffenen und ggf. der Eigenschaften der technischen Anlage zu beurteilen.

Die negative Beeinflussung empfindlicher elektrischer Geräte kann ab einem maximalen Effektivwert der magnetischen Flussdichte von $0,4 \mu\text{T}$ nicht ausgeschlossen werden. Derartige Feldstärken können im Plangebiet auftreten. Da das Magnetfeld die Bebauung nahezu ungemindert durchdringt, sollten hoch sensible elektrische Geräte in diesem Bereich hinsichtlich Ihrer Störfestigkeit gegenüber der Beeinflussung durch magnetische Felder geprüft werden. Im Einzelfall können Gegenmaßnahmen (aktive oder passive Magnetfeldkompensation) durch den Betreiber der Anlagen getroffen werden. Eine Regelung bzgl. der Beeinflussung elektrischer Geräte im Rahmen vom Baurechtsverfahren erfolgt nicht. Bei der zukünftigen Veräußerung oder Vermietung sind die Feldstärken zu berücksichtigen.

Dieses Gutachten umfasst 22 Seiten und 2 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure GmbH gestattet.

München, den 17. Dezember 2024

Möhler + Partner
Ingenieure GmbH



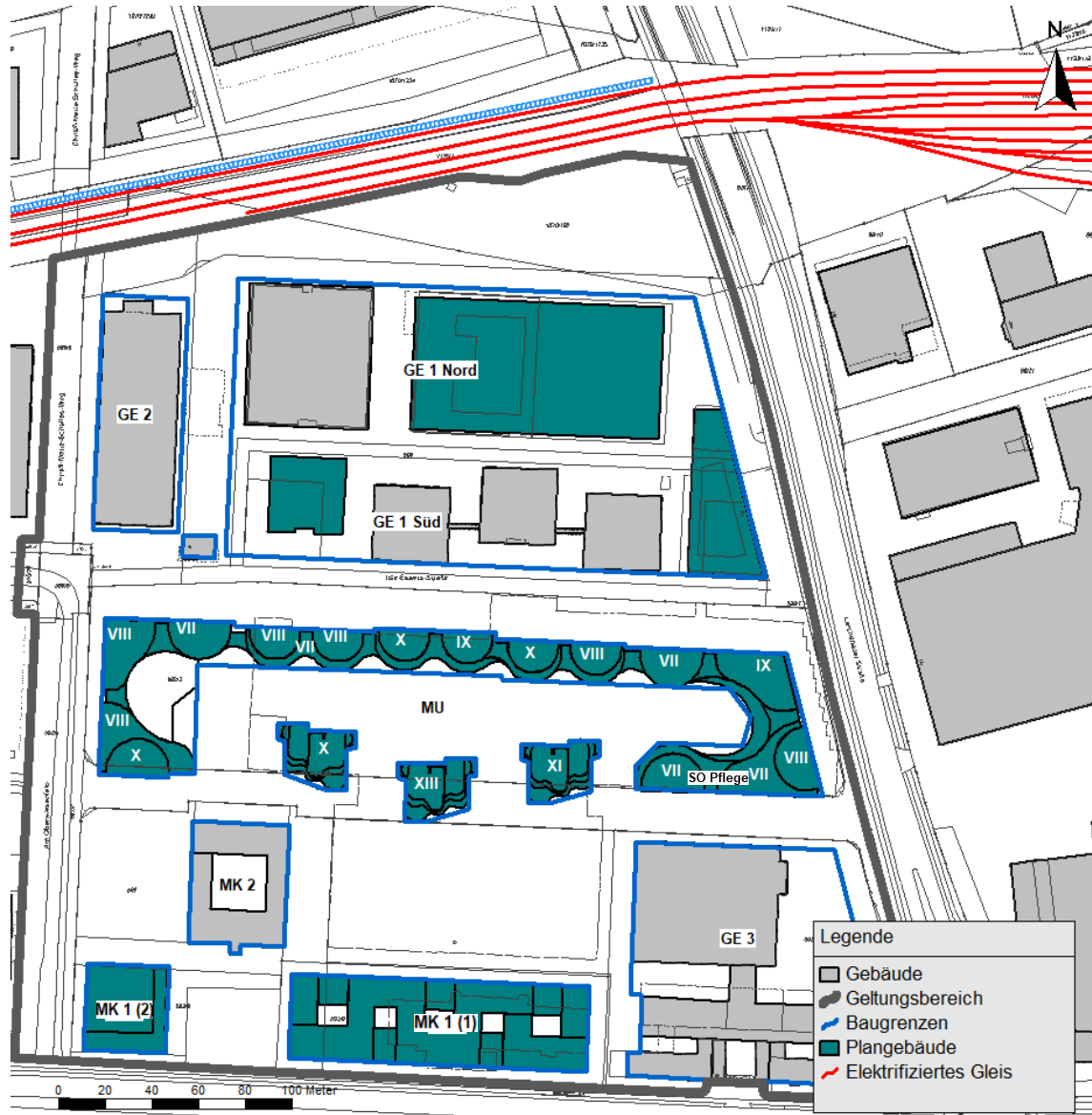
7. Anlagen

Anlage 1: Übersichtslagepläne

Anlage 2: Fotographische Dokumentation der Messung

Anlage 1: Übersichtslagepläne

Lageplan mit Planvorhaben



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Lageplan mit Messpunkten



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Anlage 2: Fotographische Dokumentation der Messung



Foto 1: Messpunkt MP-1

© eigene Aufnahme