Untersuchung elektrischer und magnetischer Felder (EMF)

PaketPost-Areal

in München

Bericht Nr. 710-6150-EMF-2

im Auftrag der

PI Nymphenburg Entwicklung GmbH & Co. KG

82031 Grünwald

München, im Mai 2024

MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE

Untersuchung elektrischer und magnetischer Felder (EMF)

PaketPost-Areal in München

Bericht-Nr.:	710-6150-EMF-2
Datum:	17.05.2024
Dieser Bericht ersetzt den	Bericht Nr. 710-6150-EMF-1 vom 19.03.2024
Auftraggeber:	PI Nymphenburg Entwicklungs GmbH & Co. KG Nördliche Münchner Straße 16 82031 Grünwald
Auftragnehmer:	Möhler + Partner Ingenieure GmbH 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:	B.Eng. Anita Schlecht M.Sc. Christian Bews

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung 8

2. Örtliche Gegebenheiten 8

3. Grundlagen 9

4. Vorgehensweise 12

5. Messung elektrischer und magnetischer Felder 12

5.1 Messzeit, Messort und Messdurchführung 12

5.2 Messgeräte 13

5.3 Messergebnisse 13

6. Beurteilung elektrischer und magnetischer Felder 15

6.1 Beurteilung der Messergebnisse 15

6.2 Immissionsbeitrage durch Hochfrequenzanlagen zwischen 9 kHz und 10 MHz 15

6.3 Ergänzende Hinweise 16

7. Formulierungsvorschlag für den Bebauungsplans 17

8. Anlagen 18

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Ortsfeste Sendeanlagen 9 kHz – 10 MHz, BNetzA, Stand: 14.06.2023 [10] 16

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 12

Tabelle 3: Wetter- und Witterungsbedingungen während der Messungen 13

Tabelle 4: Messergebnisse – Magnetische Gleichfelder 14

Tabelle 5: Messergebnisse – Niederfrequente elektrische und magnetische Wechselfelder 14

Grundlagenverzeichnis:

[1] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist

[2] Sechsundzwanzigste 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)

[3] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) und Begründung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV), Stand: 26.02.2016

[4] 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

[5] Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, BGV B11 (VBG 25) – UVV Elektromagnetische Felder, Stand Januar 2010

[6] Hintergrundpapier: Grenzwerte im Bereich niederfrequenter Felder (u. a. Stromübertragung), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Februar 2013

[7] 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

[8] 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

[9] 2. S-Bahn-Stammstrecke München, Planfeststellung PFA 1, Erläuterungsbericht, München, 18.05.2010, erstellt im Auftrag der DB AG

[10] https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Vportal/TK/Funktechnik/EMF/start.html; aufgerufen am 14.03.2024

[11] Bebauungsplan Nr. 272 der Landeshauptstadt München, Arnulf- Wilhelm-Hale-Straße, Postbahnhof, Maßstab 1:1000, Stand: 12.05.1967

[12] Bebauungsplan Nr. 12926a der Landeshauptstadt München, Bereich Birketweg zwischen Hirschgarten, Arnulf-, Schäringer-, Richelstraße, Donnersbergerbrücke und südlich bis Gleisbereich, Maßstab 1:1000, Stand: 05.03.2007

[13] Bebauungsplan Nr. 1926b der Landeshauptstadt München, Wilhelm-Hale-Straße (westlich), Schloßschmidstraße (nördlich) und Hirschgarten (östlich), Stand: 01.07.2008

[14] Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 1902 der Landeshauptstadt München, Arnulf-, Nibelungenstraße bis Ferdinand-Maria-Straße, entlang der nördl. und östl. Grundstücksgrenze des Käthe-Kollwitz-Gymnasiums sowie Steubenplatz, Maßstab 1:1000, Stand: 22.05.2002

[15] Bebauungsplan Nr. 1525 der Landeshauptstadt München, Königbauerstraße (nördlich) zwischen Herder- und Arnulfstraße, Stand: 24.01.1989

[16] Flächennutzungsplan mit integrierter Landschaftsnutzung, Link: https://geoportal.muenchen.de/portal/fnp/; aufgerufen am 18.03.2024

[17] Entwurf des Masterplans zum Paket-Post-Areal, Herzog & De Meuron; Planstand: 14.02.2023

[18] Planunterlagen (Grundrisse, Ansichten, etc.) zum Paket-Post-Areal, Herzog & De Meuron; Planstand: 25.05.2023

[19] EMF-Messungen und Ortsbesichtigung durchgeführt durch Personal der Möhler + Partner Ing. GmbH am 17.02.2021

[20] Stellungnahme des Referats für Klima- und Umweltschutz, B-Plan Nr. 2147 PaketPost-Areal, Untersuchung elektrischer und magnetischer Felder (EMF) (Bericht Nr. 710-6150-EMF, M+P, Stand: Juni 2023), Az: 610-4/18-13, 08.01.2024

[21] Untersuchung elektrischer und magnetischer Felder (EMF), Bebauungsplan Nr. 2147 Paket-Post-Areal in München, Bericht Nr. 710-6150-EMF-1, Möhler + Partner Ing. GmbH (vormals AG), Stand: 19.03.2024

[22] Elektromagnetische Felder im Alltag – Aktuelle Informationen über Quellen, Einsatz und Wirkungen, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) und Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), Stand: Dezember 2017, 4. Aktualisierte Auflage, Februar 2020

Zusammenfassung:

Die Stadt München plant die Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 2147 auf dem jetzigen Briefverteilzentrum der Post an der Arnulfstraße in München. Nördlich des Plangebietes verläuft die Arnulfstraße inkl. Trambahnschienenverkehr. Aufgrund der elektrifizierten Trambahnschienenverkehr können relevante elektrische und magnetische Felder im Plangebiet nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Im Rahmen der vorliegenden Messuntersuchung wurden die Einwirkungen aus elektrischen und magnetischen Feldern (Niederfrequenz, Gleichfelder) gemessen und hinsichtlich der gesetzlichen Anforderungen der 26. BImSchV beurteilt. Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

- Die höchsten gemessenen elektrischen Feldstärken betrugen während der Messung bis zu 0,02%, die höchsten magnetischen Flussdichten bis zu 0,2 % (Wechselfelder) bzw. bis zu 0,4 % (Gleichfelder) der Grenzwerte der 26. BImSchV (jeweils Spitzenwerte).
- Die Anforderungen der 26. BImSchV werden im Plangebiet zuverlässig eingehalten. Der Schutz der Allgemeinheit nach 26. BImSchV vor magnetischen Gleichfeldern sowie vor elektrischen und magnetischen Wechselfeldern ist sichergestellt. Daher werden keine Schutzmaßnahmen notwendig.

Für die Begründung des Bebauungsplans wurden Formulierungsvorschläge unterbreitet.

1. Aufgabenstellung

Die Stadt München plant die Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 2147 auf dem jetzigen Briefverteilzentrum der Post an der Arnulfstraße in München. Die Planung sieht auf dem Areal der Paketposthalle eine urbane Quartiersnutzung mit, Büro, Gewerbe (Gastronomie, Hotel, etc.), Soziale Einrichtungen, Wohnen und in der Paketposthalle selbst Veranstaltungen vor.

Nördlich des Plangebietes verläuft die Arnulfstraße inkl. Trambahnschienenverkehr. Ca. 230 m südlich des Plangebietes befindet sich die Stammstrecke der Deutschen Bahn und der S-Bahnhaltepunkt Hirschgarten. In einem Abstand von ca. 140 m zur Plangebietsgrenze befindet sich die DB-Abstellanlage.

Das Plangebiet liegt südlich der elektrifizierten Trambahntrasse mit der Haltestelle Briefzentrum und nördlich der Stammstrecke der Deutschen Bahn und dem S-Bahnhaltepunkt Hirschgarten. Von den Bahnstrecken gehen niederfrequente elektrische und magnetische Felder aus. Von der nördlich angrenzenden Trambahnstrecken gehen elektrische und magnetische Gleichfelder aus. Im Rahmen einer Untersuchung der elektrischen und magnetischen Felder (Niederfrequenz, Gleichfelder) sollen die Umweltauswirkungen auf das Plangebiet ermittelt und nach 26. BImSchV beurteilt werden.

Aufgrund von Rückmeldungen des Referats für Klima- und Umweltschutz ist eine Überarbeitung des Gutachtens vom 19.03.2024 [21] erforderlich geworden.

Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure GmbH am 12.11.2019 von der PI Nymphenburg Entwicklungs GmbH & Co. KG beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Der Geltungsbereich des geplanten Bebauungsplans Nr. 2147 – im weiteren Verlauf als Plangebiet bezeichnet - befindet sich im Geltungsbereich des bestehenden Bebauungsplans Nr. 1926a [12] und ist als SO Gebiet für postalische Nutzung und südlich der Arnulfstraße und östlich der Wilhelm-Hale-Straße als Kerngebiet ausgewiesen. Das Plangebiet wird nördlich durch die Arnulfstraße, westlich durch die Wilhelm-Hale-Straße und südlich durch den Birketweg und die Reitknechtstraße begrenzt. Östlich des Plangebiets befinden sich gemäß dem Bebauungsplan Nr. 1926a [12] Allgemeine Wohngebiete. Im südlichen Anschluss an die Reitknechtstraße liegen gemäß des Bebauungsplans Nr. 1926a [12] Sondergebietsflächen (Citylogistikzentrum) und Gewerbegebiete vor. Südwestlich des Plangebiets – eingeschlossen durch den Birketweg und südlich des Birketwegs – befinden sich entsprechend [12] Kerngebiete. Daran westlich angrenzend setzt der Bebauungsplan Nr. 1926a [12] ein Allgemeines Wohngebiet fest. Der Bebauungsplan Nr. 1926b [13] – westlich der Wilhelm-Hale-Straße - setzt ebenfalls ein Allgemeines Wohngebiet fest. Nordöstlich des Plangebiets – südlich der Arnulfstraße – schließen gemäß dem Bebauungsplan Nr. 272 [9] Gewerbegebiete an. Im nördlichen Anschluss an die Arnulfstraße befinden sich laut dem Flächennutzungsplan [16] Reine Wohngebiete. Westlich bzw. nordwestlich befinden sich gemäß den Bebauungsplänen Nr. 1902 [14] und Nr. 1525 [15] eine Kleingartensiedlung (sowohl nördlich als auch südlich der Arnulfstraße) und das Käthe-Kollwitz-Gymnasium (nördlich der Arnulfstraße). Das Plangebiet und der weitere Umgriff sind im Wesentlichen eben.

Nördlich des Plangebietes verläuft die Arnulfstraße. In Straßenmitte befindet sich die Trambahntrasse mit der Haltestelle Briefzentrum. Ca. 230 m südlich des Plangebietes befindet sich die Stammstrecke der Deutschen Bahn und der S-Bahnhaltepunkt Hirschgarten. In einem Abstand von ca. 140 m zur Plangebietsgrenze befindet sich die DB-Abstellanlage. Die genauen örtlichen Gegebenheiten können dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

3. Grundlagen

Rechtsgrundlage für die Beurteilung der Einwirkung elektrischer und magnetischer Felder auf Menschen ist die Sechsundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26 BImSchV) [2] in der Fassung vom 14. August 2013.

Mit Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz (in seiner 128. Sitzung) [4] 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 [2] 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:

ortsfeste Anlagen zur Fortleitung, Umspannung und Umrichtung, einschließlich der Schaltfelder, von Gleichstrom mit einer Nennspannung von 2000 Volt und mehr. [...]"

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.

§3a Gleichstromanlagen

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Gleichstromanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum dauerhaften oder vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung

1. *der in Anhang 1a genannte Grenzwert der magnetischen Flussdichte nicht überschritten wird, sowie*
2. *Wirkungen wie Funkentladungen auch zwischen Personen und leitfähigen Objekten, die zu erheblichen Belästigungen oder Schäden führen können, vermieden werden.*

Dabei sind alle relevanten Immissionen zu berücksichtigen."

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 Kilovolt pro Meter (kV/m) (effektiv)	Magnetische Flussdichte in Mikrotesla (µT) (effektiv)
0	-	500

Tabelle 1: Maßgebende Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen gem. Anhang 1a der 26. BImSchV, Anhang 1a (zu §3): Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen		
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:

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

$I_{E,i}$: 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 [6].

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 Tram- und DB-Bahnstromanlagen auf das Plangebiet wurden die folgenden Untersuchungsschritte durchgeführt:

- Durchführung von Messungen der elektrischen und magnetischen Feldstärken an repräsentativen Messpunkten im 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 [4].

5. Messung elektrischer und magnetischer Felder

5.1 Messzeit, Messort und Messdurchführung

Die Gleich- und niederfrequenten Wechselfelder wurden an ausgewählten Messpunkten im Plangebiet (im Norden, in Plangebietsmitte, im Süden) durchgeführt. Die genaue Lage der Messpunkte ist im Lageplan in Anlage 1 dargestellt. Die Höhe der Messpunkte betrug ca. h = 1,5 m über Geländeober-

kante. An den Messpunkten MP 1 und MP 2 wurden die Gleichfelder gemessen. An den Messpunkten MP 1 und MP 3 wurden die Wechselfelder gemessen. Gemessen wurde am Mittwoch, den 17. Februar 2021 (ca. 9 Uhr bis 15 Uhr) [19] unter folgenden Witterungsverhältnissen:

Tabelle 3: Wetter- und Witterungsbedingungen während der Messungen

Messzeit	Ø-Temperatur	Rel. Luftfeuchtigkeit [%]	Witterung
17.02.2021 (9-15 Uhr)	9°C	0,72	bewölkt, kein Nieder-

Das von der Stromversorgung der Trambahn verursachte Magnetfeld ist zeitlichen Schwankungen aufgrund der Vorbeifahrten unterworfen. Eine Erfassung repräsentativer Betriebszustände wurde durch die Messdauer von jeweils mindestens 30 Minuten (so dass mehrere Straßenbahnvorbeifahrten in die Messung eingeflossen sind) sichergestellt.

Gleichfelder

Das zu messende Magnetfeld von Straßenbahnoberleitungen ist dem natürlichen (lokalen) Erdmagnetfeld am Standort überlagert. Die Messungen erfolgten daher unter Berücksichtigung des Erdmagnetfeldes, wobei der bei der Messung verwendete Gleichfeldsensor außerhalb des Einwirkungsbereiches der Oberleitung der Straßenbahn (in einem Abstand von etwa 150 m zur Gleisachse) auf das Erdmagnetfeld kalibriert wurde. Diese Ausrichtung wurde bei den Messungen beibehalten und am Ende der Messungen erneut kalibriert, um systematische Unsicherheiten zu minimieren.

Niederfrequente Wechselfelder

Für die Messung der Gesamtimmission durch niederfrequente Wechselfelder wurden die Messdaten frequenzunabhängig (ohne Band- oder Hochpass) im Frequenzbereich von 10 Hz bis 400 kHz erfasst, so dass ggf. auch Fremdfelder in die Messungen eingeflossen sind (wenngleich während der Messungen keine weiteren Quellen elektrischer und magnetischer Wechselfelder festgestellt werden konnten [19]). Die Messung erfolgte entsprechend DIN EN 50413 [8].

5.2 Messgeräte

Für die Messungen wurde folgendes Gerät verwendet:

- 3D Feldmeter FM10 mit Magnetostatiksonde BS13 zur Messung magnetischer Gleichfelder von Fauser Elektrotechnik, Messbereich ± 100 µT

5.3 Messergebnisse

Die Messergebnisse der Gleichfelder sind in Anlagen 3 graphisch als Zeitverlauf für jeden einzelnen Messpunkt enthalten. Die Wechselfelder wurden nur informativ gemessen; auf eine detaillierte Darstellung des Zeitverlaufes wird aufgrund der geringen Messwerte (siehe Tabelle 5) im Bericht verzichtet. In den folgenden Tabellen sind folgende Werte zusammengestellt:

Gleichfelder

Die gemessenen Effektivwerte der magnetischen Flussdichte B [µT] für Gleichfelder sind als mittlere und maximale Abweichung vom natürlichen Erdmagnetfeld in Tabelle 4 enthalten. Für elektrische Feldstärken bei Gleichfelder existieren keine gesetzlichen Grenzwerte. Die gemessenen Schwankungen des magnetischen Gleichfeldes betragen bis zu 0,4 µT (arithmetischer Mittelwert der Abweichung des Effektivwertes vom natürlichen Erdmagnetfeld, Relativwert) mit kurzzeitigen Spitzenwerten von bis zu 1,97 µT (Maximalwert des Effektivwertes).

Tabelle 4: Messergebnisse – Magnetische Gleichfelder

Messpunkt	Magnetische Flussdichte B [µT]		
	Maximale Abweichung	Mittlere Abweichung	Grenzwert 26. BImSchV (Dauerexposition)
MP 1	1,97	0,43	500
MP 2	0,18	0,06	500

Wechselfelder

Die elektrischen Wechselfelder wurden informativ und nicht frequenzselektiv gemessen. Die gemessenen Effektivwerte als arithmetische Mittelwerte und Spitzenwerte der Elektrischen Feldstärke E [kV/m] und der Magnetischen Flussdichte B [µT] für niederfrequente Wechselfelder sind in Tabelle 5 enthalten. Es wurden elektrische Feldstärken von bis zu E = 0,001 kV/m (arithmetischer Mittelwert des Effektivwertes) bzw. E = 0,001 kV/m (Maximalwert des Effektivwertes) und magnetische Flussdichten von bis zu B = 0,111 µT (arithmetischer Mittelwert des Effektivwertes) bzw. B = 0,198 µT (Maximalwert des Effektivwertes) gemessen. Der Mittelwert der magnetischen Flussdichte entspricht dabei der allgemeinen Exposition von Menschen in Großstädten (vgl. [22]). Während der Messung konnten keine elektrischen Geräte im Außenbereich erkannt werden. Eine konkrete Ursächlichkeit für die vorliegenden magnetischen Flussdichten kann somit nicht benannt werden.

Tabelle 5: Messergebnisse – Niederfrequente elektrische und magnetische Wechselfelder

Messpunkt	Elektrische Feldstärke E [kV/m]		Magnetische Flussdichte B [µT]		Grenzwerte 26. BImSchV	
	Spitze	Mittel	Spitze	Mittel	E [kV/m]	B [µT]
MP 1	0,001	0,0008	0,198	0,111	5	100-300
MP 3	0,001	0,0009	0,099	0,065	5	100-300

6. Beurteilung elektrischer und magnetischer Felder

6.1 Beurteilung der Messergebnisse

Die höchsten gemessenen elektrischen Feldstärken betrugen während der Messung bis zu 0,02%, die höchsten magnetischen Flussdichten bis zu 0,2 % (Wechselfelder) bzw. bis zu 0,4 % (Gleichfelder) der Grenzwerte der 26. BImSchV (jeweils Spitzenwerte). Die seitens ihrer Zahlenwerte höheren Grenzwerte der UVV [5] werden damit ebenfalls deutlich unterschritten. Damit ist der Schutz der Allgemeinheit vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch elektrische und magnetische Felder an den Messpunkten sichergestellt. Empfehlungen hinsichtlich der Positionierung von Aufenthaltsbereichen für Kinder ergeben sich durch die Untersuchung auch mit Verweis auf das Hintergrundpapier zu den Grenzwerten im Bereich niederfrequenter Felder [6] demnach nicht.

Zusätzlich wurden die Ergebnisse der Untersuchungen zu elektromagnetischen Feldern der 2. S-Bahn-Stammstrecke herangezogen, um auch zukünftige zu hohe Belastungen von elektrischer Feldstärke oder magnetischer Flussdichte auszuschließen. Gemäß dem Erläuterungsbericht werden die gem. 26. BImSchV festgelegten Grenzwerte bereits im unmittelbaren Nahbereich zuverlässig eingehalten [9]. Die 2. S-Bahn-Stammstrecke verläuft ca. 230 m südlich des Plangebietes.

6.2 Immissionsbeitrage 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 [7] 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 1)

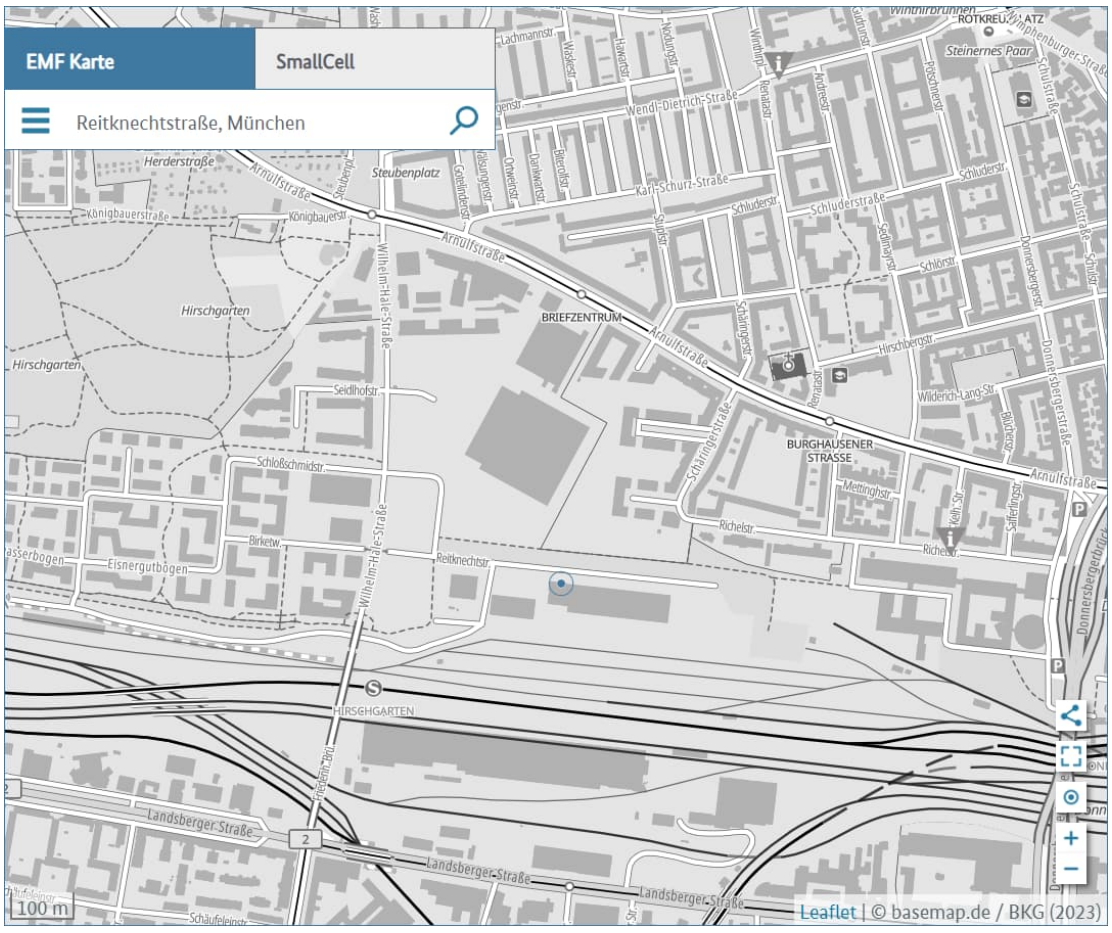


Abbildung 1: Ortsfeste Sendeanlagen 9 kHz – 10 MHz, BNetzA, Stand: 14.03.2024 [10]

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

Zusammenfassend ist der Schutz der Allgemeinheit gemäß 26. BImSchV vor magnetischen Gleichfeldern sowie vor elektrischen und magnetischen Wechselfeldern sichergestellt. Daher werden keine Schutzmaßnahmen notwendig.

6.3 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 µT nicht ausgeschlossen werden. Derartige Feldstärken können im Plangebiet auftreten. Eine konkrete Verortung kann unter Berücksichtigung der durchgeführten Messungen und der daraus gewonnenen Erkenntnissen nicht getroffen werden. Da das Magnetfeld

die Bebauung nahezu ungemindert durchdringt, sollten hoch sensible elektrische Geräte 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.

7. Formulierungsvorschlag für den Bebauungsplans

Begründung

Relevante elektrische und magnetische Felder innerhalb des Planungsgebiets können von den Straßenbahnlinien 16/17 und N17 nördlich des Plangebietes ausgehen. Durch den Straßenbahnbetrieb kommt es zu schwankenden magnetischen Flussdichten, die das natürliche Erdmagnetfeld überlagern.

Die messtechnische Untersuchung der elektrischen und magnetischen Felder zeigt, dass im Bereich der Baufelder im gesamten Planungsgebiet die gesetzlichen Grenzwerte der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV) i. d. F. 14.08.2013 für elektrische und magnetische Gleich- und Wechselfelder, die Referenzwerte der berufsgenossenschaftlichen Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BGV B11 (VBG 25)) deutlich unterschritten werden. Empfehlungen hinsichtlich der Positionierung von Aufenthaltsbereichen für Kinder ergeben sich durch die Untersuchung demnach nicht.

Eine negative Beeinflussung empfindlicher elektrischer Geräte und Anlagen kann in den Bereichen entlang der Bahn sowie entlang der Straßenbahntrassen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Die Störfestigkeit sensibler Geräte (z. B. Kathodenstrahlröhren, Fernmeldeeinrichtungen, Labor- und Diagnosegeräte sowie wissenschaftliche und medizinische Labor- und Analysegeräte) sollte deshalb im Rahmen der Bauausführung bzw. der Nutzung im Einzelfall überprüft werden. Für den geplanten Wohnungsbau sind keine negativen Auswirkungen zu erwarten.

Festsetzungen im Bebauungsplan zum Schutz gegen elektrische oder magnetische Felder sind nicht erforderlich.

Dieses Gutachten umfasst 18 Seiten und 3 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure GmbH gestattet.

München, den 17.05.2024

Möhler + Partner
Ingenieure GmbH

8. Anlagen

Anlage 1: Lagepläne

Anlage 2: Fotographische Dokumentation der Messpunkte

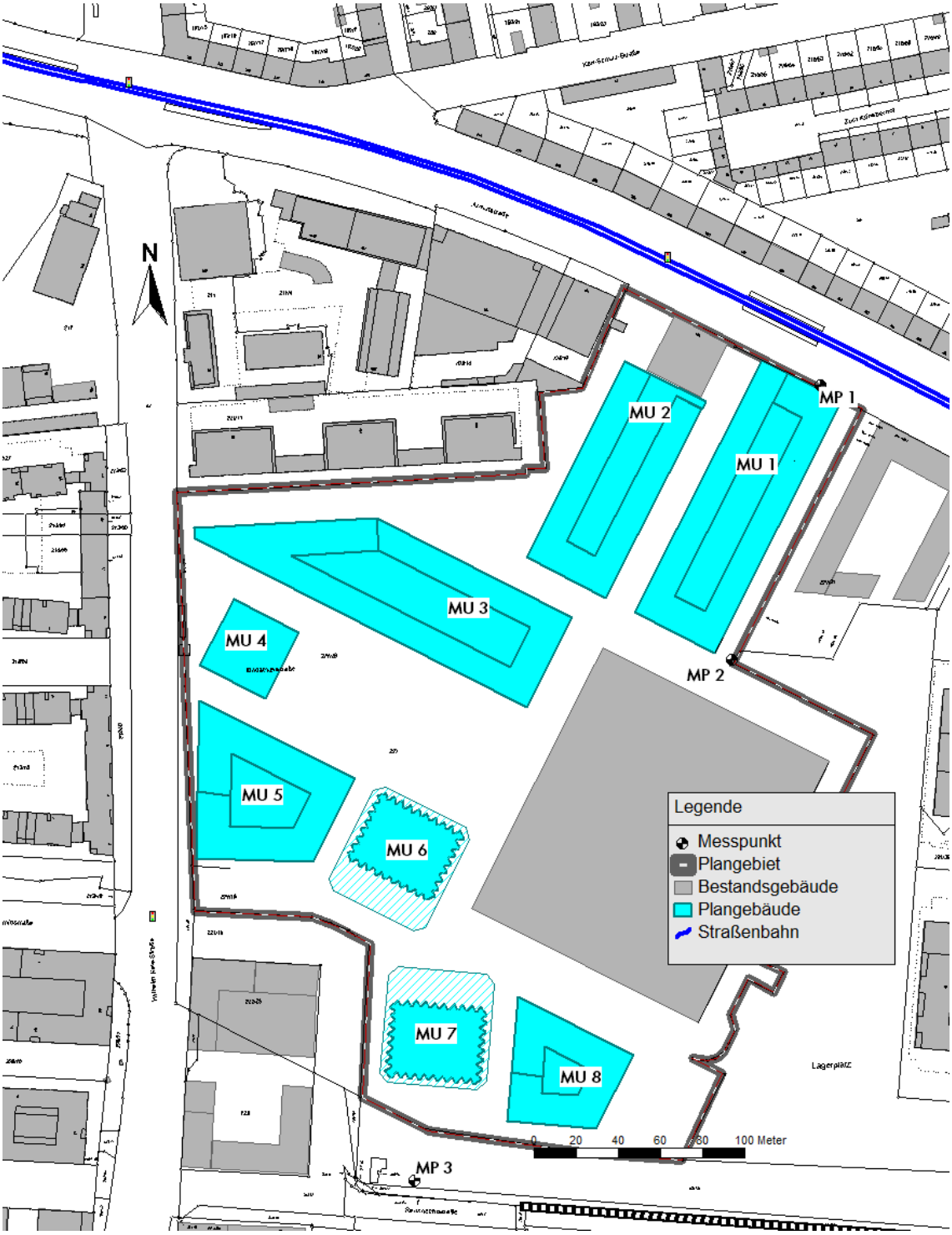
Anlage 3: Graphische Darstellung der Zeitverläufe des magnetischen Gleichfeldes

Anlage 1: Lagepläne

Gesamtübersicht

© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Detailausschnitt mit Darstellung der Messpunkte



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Anlage 2: Fotographische Dokumentation

Messpunkt MP 1

© eigene Aufnahme

Messpunkt MP 2

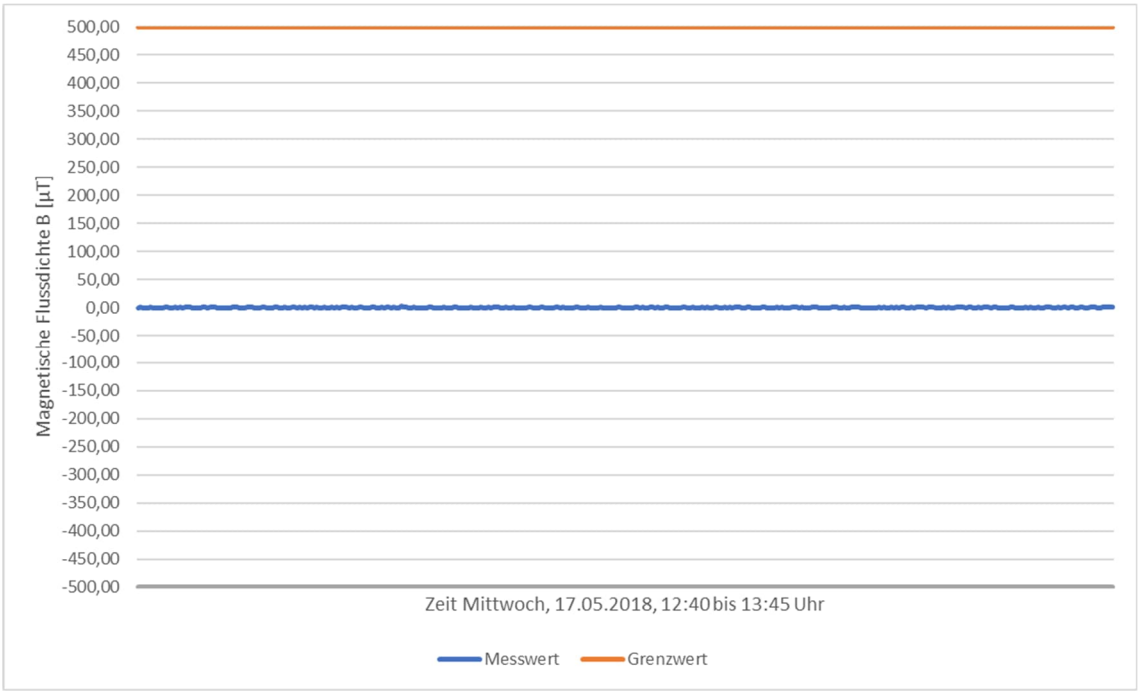
© eigene Aufnahme

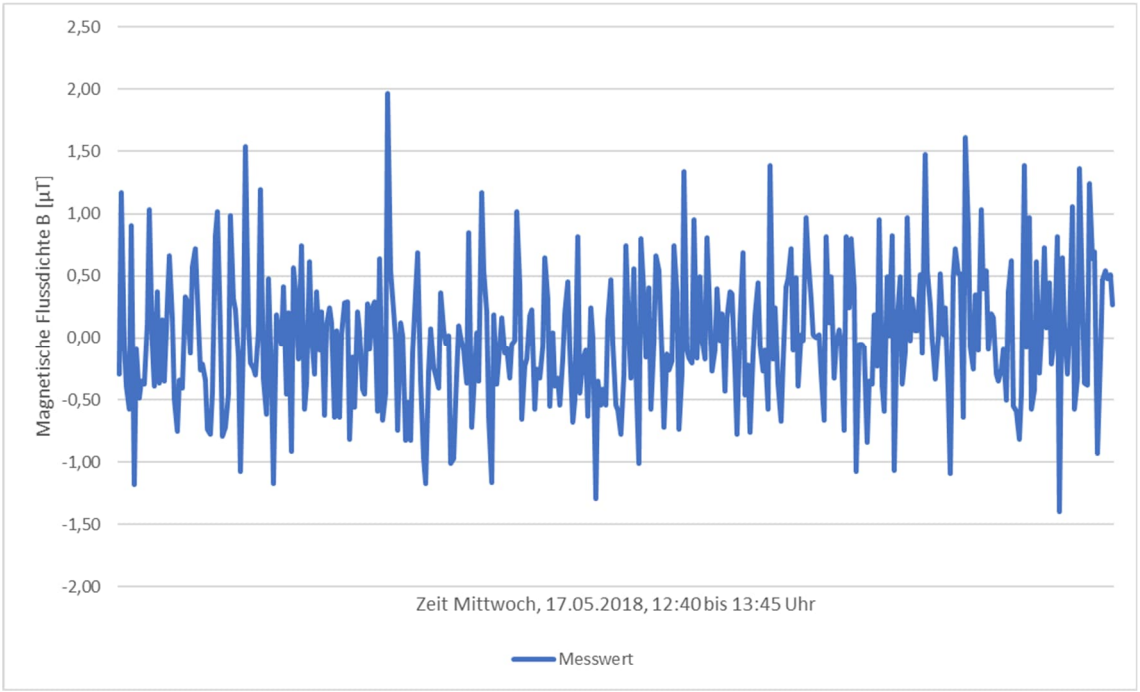
Messpunkt MP 3

© eigene Aufnahme

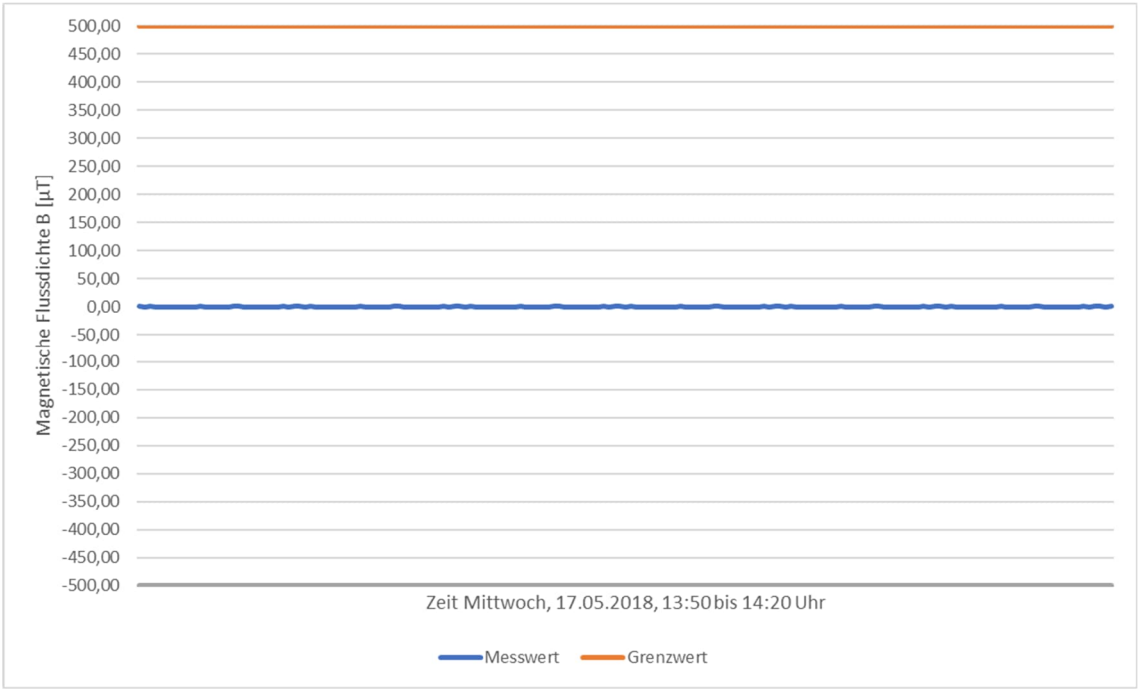
Anlage 3: Graphische Darstellung der Zeitverläufe des magnetischen Gleichfeldes

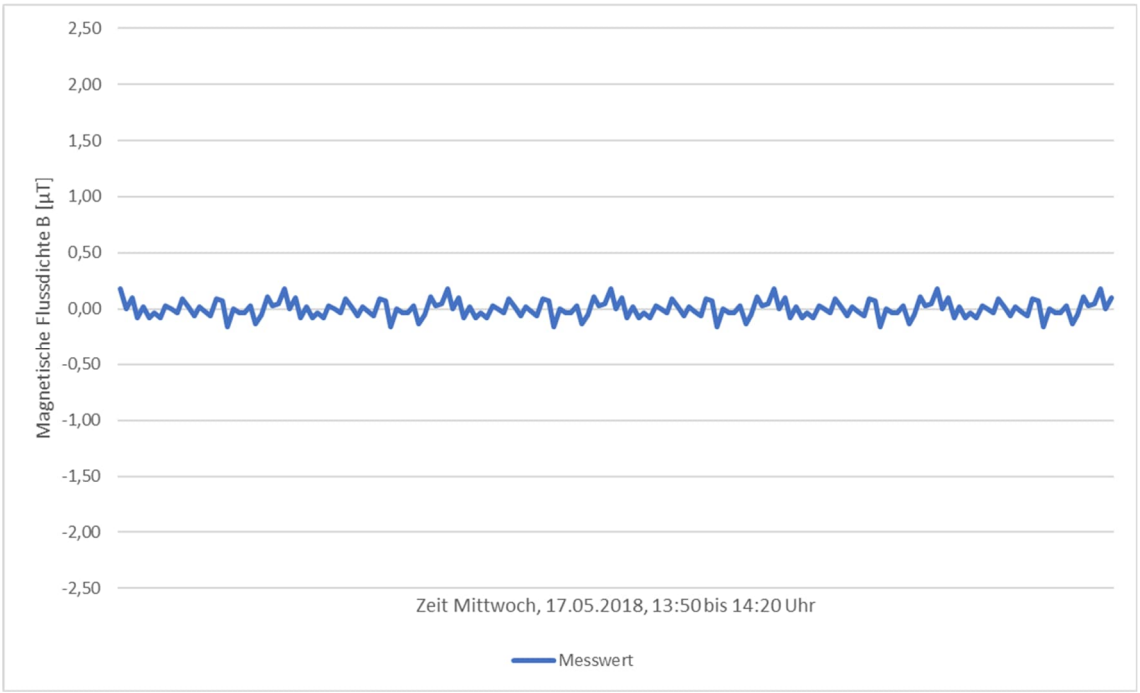
MP 1





MP 2


500,00
450,00
400,00
350,00
300,00
250,00
200,00
150,00
100,00
50,00
0,00
-50,00
-100,00
-150,00
-200,00
-250,00
-300,00
-350,00
-400,00
-450,00
-500,00
Magnetische Flussdichte B [µT]
Zeit Mittwoch, 17.05.2018, 13:50 bis 14:20 Uhr
Messwert
Grenzwert


2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
-2,50
Magnetische Flussdichte B [µT]
Zeit Mittwoch, 17.05.2018, 13:50 bis 14:20 Uhr
Messwert