

Müller-BBM GmbH
Robert-Koch-Str. 11
82152 Planegg bei München

Telefon +49 89 85602-0
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

M. Sc. Frank Dauenhauer
Telefon +49(89)85602 3299
Frank.Dauenhauer@mbbm.com

27. März 2018
M140260/01 DNH/WDN

Unterlage-Nr. 15.01

Stadtwerke München – Neubau Betriebshof Tram Ständlerstraße

Messung und Beurteilung der magnetischen Felder der DB-Bahnstromanlagen

Bericht Nr. M140260/01

Auftraggeber:

Stadtwerke München GmbH
80287 München



Auftragsnummer:

4500201328/0701/B01

Bearbeitet von:

M. Sc. Frank Dauenhauer
Dr.-Ing. Gisbert Gralla

Berichtsumfang:

25 Seiten insgesamt, davon
13 Seiten Textteil,
5 Seiten Anhang A und
7 Seiten Anhang B

Müller-BBM GmbH
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk, Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| | Zusammenfassung | 3 |
| 1 | Situation und Aufgabenstellung | 5 |
| 2 | Unterlagen | 6 |
| 3 | Rechtliche Grundlagen | 7 |
| 4 | Durchführung der Messungen | 8 |
| 4.1 | Messgeräte, Messverfahren, Messunsicherheiten | 8 |
| 4.2 | Durchführung der Messung, Messorte | 9 |
| 4.3 | Auswertung der Langzeit und Kurzzeitmessungen | 9 |
| 4 | Ergebnisse | 10 |
| 5 | Zusammenfassung und Beurteilung | 13 |

Anhang A: Grafische Darstellung der Messergebnisse

Anhang B: Fotos der Messorte

Zusammenfassung

Die Stadtwerke München GmbH plant den Neubau eines Trambahn-Betriebshofes in der Ständlerstraße 20, 81549 München. Die Anlage soll bis zu 100 Fahrzeuge fassen und die bisherige Hauptwerkstätte ergänzen. Der Bauplatz befindet sich direkt neben den S-Bahnlinien S7 und S3. Es muss daher mit der Einwirkung elektromagnetischer Felder auf das Grundstück des Betriebshofes gerechnet werden. Ob diese Felder eine Auswirkung auf die Gesundheit der sich dort aufhaltenden Personen haben, sollte ermittelt werden. Dazu wurden Messungen der elektromagnetischen Felder im Niederfrequenzbereich auf dem Grundstück durchgeführt. Zur Beurteilung der Messergebnisse wurden die Grenzwerte des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über elektromagnetische Felder) herangezogen sowie die Grenzwerte zum Schutz von Personen mit aktiven und passiven Körperhilfsmitteln.

Ergebnis:

Der maximale Effektivwert der magnetischen Flussdichte wurde mit 4,49 μT am nächstgelegenen Punkt des Geländes zur S-Bahn-Strecke festgestellt. Der Wert liegt deutlich unterhalb des gesetzlichen Grenzwertes gemäß 26. BImSchV von 300 μT (siehe [1]).

Zum Schutz von Trägern von aktiven und passiven Körperhilfsmitteln wurden die Grenzwerte des Forschungsberichtes 451 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales verwendet. Diese liegen bei der hier relevanten Frequenz von 16,7 Hz bei 296 μT für aktive Körperhilfsmittel bzw. bei 5 751 μT für passive Körperhilfsmittel und sind hier in jedem Fall auch eingehalten.

Anmerkung zur Einwirkung von Hochfrequenzsendeanlagen:

Innerhalb eines Abstands von 300 m um das betrachtete Umspannwerk befindet sich keine ortsfeste Hochfrequenzanlage mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz, welche als Vorbelastung gemäß den Hinweisen zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV), Länderausschuss für Immissionsschutz LAI, zu berücksichtigen wäre.

Für den Inhalt des vorliegenden Berichtes zeichnen verantwortlich:



Dr.-Ing. Gisbert Gralla
Telefon +49 (0)89 85602-248
– Projektverantwortlicher –



M. Sc. Frank Dauenhauer
Telefon +49 (0)89 85602-3299
– Projektingenieur –

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadtwerke München GmbH plant den Neubau eines Trambahn-Betriebshofes in der Ständlerstraße 20, 81549 München. Die Anlage soll bis zu 100 Fahrzeuge fassen und die bisheriger Hauptwerkstätte ergänzen. Der Bauplatz befindet sich direkt neben den S-Bahnlinien S7 und S3. Es muss daher mit der Einwirkung elektromagnetischer Felder auf das Grundstück gerechnet werden. Ob diese Felder eine Auswirkung auf die Gesundheit haben könnten, soll ermittelt werden. Dazu sollen Messungen der elektromagnetischen Felder im Niederfrequenzbereich auf dem Grundstück durchgeführt werden. Zur Beurteilung der Messergebnisse werden die stets niedrigeren Grenzwerte des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über elektromagnetische Felder), sowie die Grenzwerte zum Schutz von Personen mit aktiven und passiven Körperhilfsmitteln herangezogen.

2 Unterlagen

- [1] 26. BImSchV: 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über elektromagnetische Felder vom 21. August 2013.
- [2] ISO/IEC Guide 98-3:2008-09: Messunsicherheit – Teil 3: Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen (GUM).
- [3] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder, Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz LAI, September 2014.
- [4] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 26. Februar 2016.
- [5] Elektromagnetische Felder – Hochfrequenzanlagen, Info-Blatt zur Umsetzung der Anforderung nach § 3 Nr. 3, 26. BImSchV Niederfrequenzanlagen, Bundesnetzagentur, Referat 414, 55122 Mainz, April 2014.
- [6] Forschungsbericht 451: Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz, Sicherheit von Beschäftigten mit aktiven und passiven Körperhilfsmitteln bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Januar 2015.
- [7] DIN VDE 0848-3-1: Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern. Teil 3-1: Schutz von Personen mit aktiven Körperhilfsmitteln im Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz. Entwurf, Mai 2002 (zurückgezogenes Dokument).
- [8] DIN EN 50527-2-1: Verfahren zur Beurteilung der Exposition von Arbeitnehmern mit aktiven implantierbaren Geräten (AIMD) gegenüber elektromagnetischen Feldern – Teil 2-1: Besondere Beurteilung für Arbeitnehmer mit Herzschrittmachern, Mai 2012.
- [9] DIN EN 50413/A1; VDE 0848-1/A1: Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz), Juli 2014.

3 Rechtliche Grundlagen

26. BImSchV [1]

Die 26. BImSchV enthält Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch elektromagnetische Felder. Hinweise zur Messung und Berechnung finden sich in den Hinweisen zur Durchführung dieser Verordnung [3]. Gemäß dieser Verordnung genügt es, die Immission an den „maßgebenden Immissionsorten“ zu betrachten. Maßgebende Immissionsorte sind schutzbedürftige Gebäude oder Grundstücke. Es sind dies „Gebäude oder Grundstücke, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind“. Dieses „Bestimmtsein“ ist dabei insbesondere aus der bauplanungsrechtlichen Einordnung des Grundstückes abzuleiten. Es kommt also nicht darauf an, ob sich dort tatsächlich Personen „nicht nur vorübergehend“ aufhalten. Landwirtschaftliche Flächen, Straßen und Gehwege sind keine maßgebenden Immissionsorte.

Für die Beurteilung sind die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte bei „höchster betrieblicher Auslastung“ zu ermitteln. Diese „höchste betriebliche Auslastung“ ist laut 26. BImSchV nicht durch die tatsächlich zu erwartende maximale Auslastung, sondern durch eine technische Grenze (Nennleistung) definiert.

Außerdem ist die Vorbelastung durch andere Nieder- und Hochfrequenzanlagen zu berücksichtigen. Bei den Hochfrequenzanlagen genügt es dabei, ortsfeste Anlagen mit einer Sendeleistung von mehr als 10 Watt EIRP und Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz zu berücksichtigen. Dabei handelt es sich gegebenenfalls um Rundfunksender im Kurz-, Mittel- und Langwellenbereich. Gemäß [5] genügt es, Anlagen zu betrachten, die sich näher als 300 m an der Niederfrequenzanlage befinden.

Träger aktiver oder passiver Körperhilfsmittel

Weder die 26. BImSchV noch die Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Felder enthalten in der Praxis anwendbare Grenzwerte für Träger aktiver oder passiver Körperhilfsmittel. Nachdem auch die DIN VDE 0848-3-1 (Schutz von Personen mit aktiven Körperhilfsmitteln) [7] zurückgezogen wurde und DIN EN 50527-2-1 (Verfahren zur Beurteilung der Exposition von Arbeitnehmern mit aktiven implantierbaren Geräten gegenüber elektromagnetischen Feldern) [8] keine Grenzwerte angibt, gibt es derzeit keine rechtliche Vorschrift zur Beurteilung von Arbeitsplätzen für Herzschrittmacherträger. Der Stand des Wissens ist jedoch im Forschungsbericht FB 451 [6] zusammengetragen, in dem auch Schwellenwerte für elektrische und magnetische Feldstärken (bzw. Flussdichten) für aktive und passive Körperhilfsmittel angegeben sind. Sind diese Schwellenwerte nicht überschritten, kann davon ausgegangen werden, dass die Sicherheit der entsprechenden Personen gewährleistet ist.

4 Durchführung der Messungen

4.1 Messgeräte, Messverfahren, Messunsicherheiten

Tabelle 1. Verwendete Messgeräte.

| Nr. | Messgerät | Hersteller | Typ | Serien-Nr. |
|-----|--|----------------------|----------------|------------|
| 1 | Magnetfeldsonde 0 kHz – 2 kHz | Bartington/Oxford | Mag-03 MC 100 | 1233 |
| 2 | Stromversorgung hierzu | Bartington/Oxford | MAG-03 PSU | 536 |
| 3 | Magnetfeldsonde 0 kHz – 2 kHz | Bartington/Oxford | Mag-03 MC 100 | 1271 |
| 4 | Stromversorgung hierzu | Bartington/Oxford | MAG-03 PSU | 654 |
| 5 | Laptop | Dell | Latitude E6410 | PMV 2432 |
| 6 | 24-bit-A/D-Wandlerkarte | National-Instruments | NI-4472 | D404DF |
| 7 | Datenerfassungssoftware INOMOS-EMVU | Müller-BBM | V 1.0 | --- |

Die Messunsicherheit der Messung wurde nach [2] berechnet und beträgt 6 % zzgl. 5 nT im Frequenzbereich 0 Hz bis 2 kHz. Es handelt sich um die erweiterte Messunsicherheit mit dem Erweiterungsfaktor $k_p = 2$. Alle Messwerte liegen somit mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 95 % in dem hier angegebenen Intervall.

4.2 Durchführung der Messung, Messorte

Die Messungen wurden am 14.02.2018 zwischen 11:00 Uhr und 15:30 Uhr von Frank Dauenhauer, Müller-BBM, durchgeführt. Im Auftrag der Stadtwerke München war zeitweise Herr Geistlinger anwesend.

Die Langzeitmessungen (ca. 3 Stunden) wurden an den in Abbildung 1 markierten Standorten auf dem Betriebsgelände vorgenommen. Es wurden zwei Querschnitte (A und B) senkrecht zur Bahntrasse vermessen. Dabei wurde jeweils eine Messsonde direkt am Zaun zur Bahntrasse in einer Höhe von ca. 1,50 m positioniert. Zusätzlich wurden je Querschnitt an weiteren fünf Messorten Kurzzeitmessungen (ca. 20 bis 30 Minuten) durchgeführt. Die Abstände betragen dabei 10, 20, 30, 40 und 50 m vom Zaun. Die Messhöhe der Sonden betrug dabei ebenfalls in etwa 1,50 m. An beiden Querschnitten wurde die dominierende Immission durch eine Spektralanalyse bestimmt.

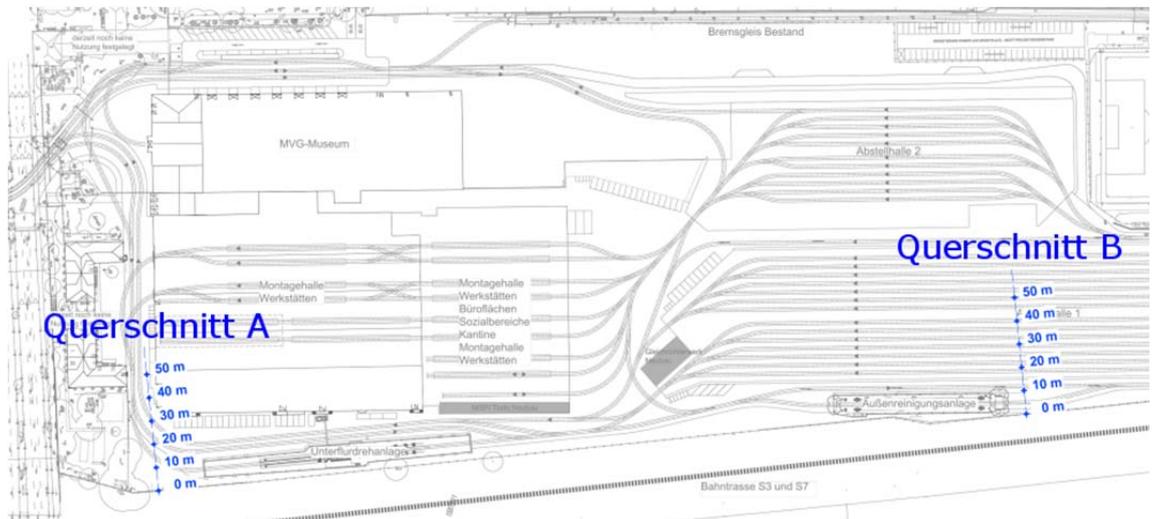


Abbildung 1. Lage der Messorte auf dem Betriebsgelände.

4.3 Auswertung der Langzeit und Kurzzeitmessungen

Alle Messungen wurden triaxial, d. h. in allen drei Raumrichtungen durchgeführt, die Abtastrate betrug 10 kHz. Die dominierende Frequenz des Magnetfeldes betrug stets 16,7 Hz. Die Daten wurden im Frequenzbereich 12 Hz bis 22 Hz aufgezeichnet. Jede Sekunde wurde der in diesem Zeitraum aufgetretene maximale Effektivwert abgespeichert.

In einem Telefonat mit der DB Netz AG wurde vor der Messung sichergestellt, dass am Messtag keine vom Regelbetrieb abweichenden Zustände auf der Strecke zu erwarten sind.

4 Ergebnisse

Auf dem Gelände dominieren magnetische Felder des Bahnstroms (16,7 Hz). Andere Feldquellen (allgemeine Energieversorgung, 50 Hz und Oberwellen) waren vernachlässigbar, siehe Abbildung 2 und Abbildung 3.

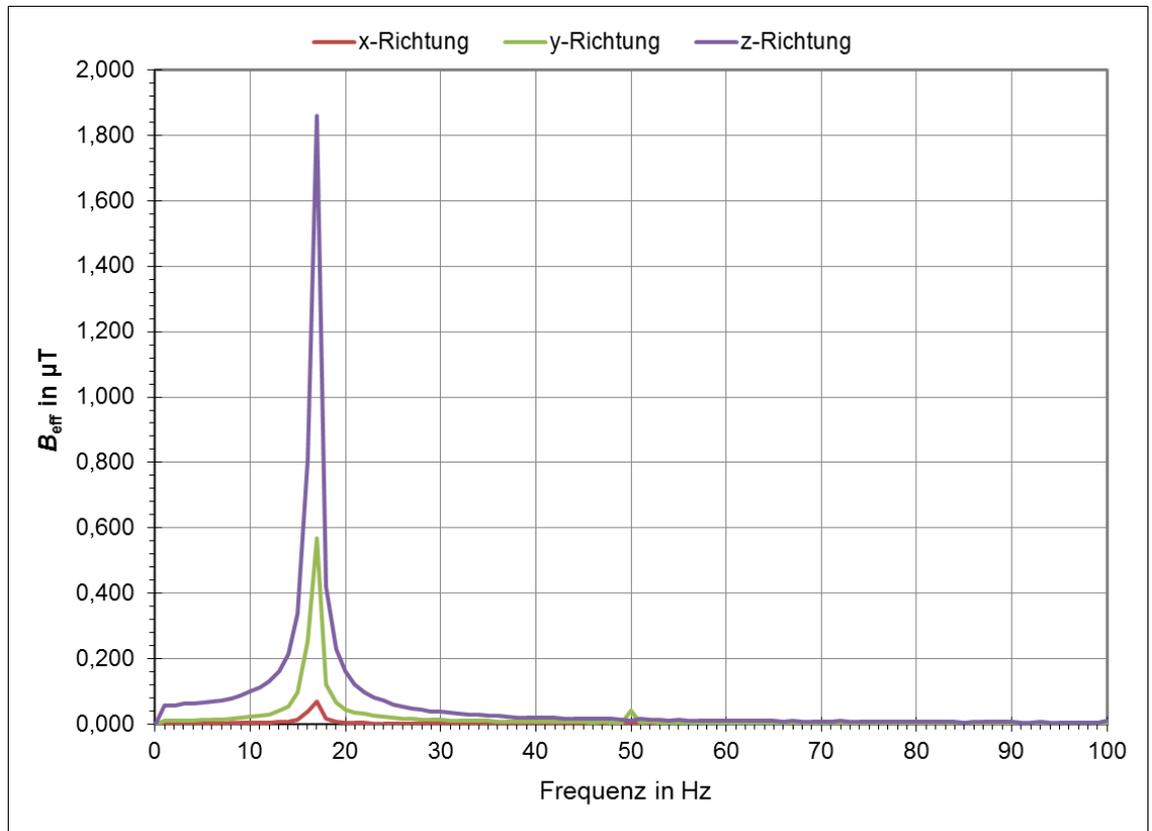


Abbildung 2. Spektrum der magnetischen Flussdichte in x-, y- und z-Richtung der Dauermessung direkt am Zaun (Querschnitt A).

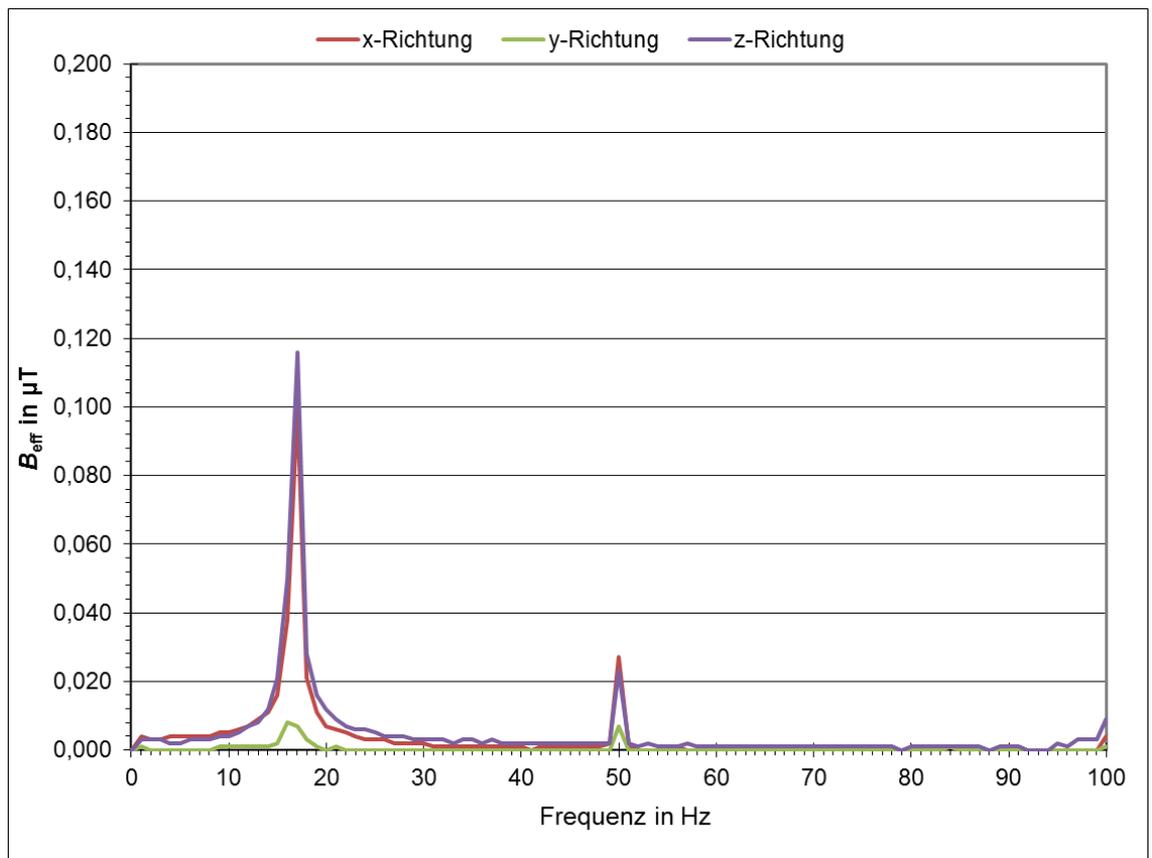


Abbildung 3. Spektrum der magnetischen Flussdichte in x-, y- und z-Richtung der Kurzzeitmessung in einem Abstand von 50 m senkrecht zum Zaun (Querschnitt B).

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Lang- und Kurzzeitmessungen an beiden Querschnitten zusammengefasst. Angegeben ist hierbei jeweils das Maximum des Effektivwertes der magnetischen Flussdichte jeder Kurzzeitmessung mit dem zeitgleich aufgetretenen Maximalwert während der Dauermessung. Aus diesen beiden Werten kann der Hochrechnungsfaktor für die Berechnung des Beurteilungswertes ermittelt werden. Dieser ergibt sich aus der Multiplikation des Faktors mit dem Maximum der jeweiligen Dauermessung für den Querschnitt A und B. Im Anhang A sind die Zeitverläufe der Effektivwerte der magnetischen Flussdichte für alle Messorte im Detail dargestellt. Ebenfalls findet sich dort eine detaillierte Auswertung der gemessenen maximalen Effektivwerte der magnetischen Flussdichte jeder Achse. Im Anhang B finden sich Fotos zu jedem Messort.

Tabelle 2. Zusammenfassung der Ergebnisse der Lang- und Kurzzeitmessungen für Querschnitt A.

| Querschnitt A | | | | |
|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|
| Abstand zum Zaun | Langzeitmessung | Kurzzeitmessung | Faktor | Beurteilungswert |
| 0 m | 4,29 μ T | 4,29 μ T | 1,00 | 4,29 μ T |
| 10 m | 3,67 μ T | 1,16 μ T | 0,32 | 1,36 μ T |
| 20 m | 3,06 μ T | 0,97 μ T | 0,32 | 1,37 μ T |
| 30 m | 2,01 μ T | 0,33 μ T | 0,16 | 0,71 μ T |
| 40 m | 2,47 μ T | 0,98 μ T | 0,40 | 1,70 μ T |
| 50 m | 2,63 μ T | 0,94 μ T | 0,36 | 1,53 μ T |

Tabelle 3. Zusammenfassung der Ergebnisse der Lang- und Kurzzeitmessungen für Querschnitt B.

| Querschnitt B | | | | |
|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|
| Abstand zum Zaun | Langzeitmessung | Kurzzeitmessung | Faktor | Beurteilungswert |
| 0 m | 4,49 μ T | 4,49 μ T | 1,00 | 4,49 μ T |
| 10 m | 2,67 μ T | 0,79 μ T | 0,30 | 1,34 μ T |
| 20 m | 3,33 μ T | 1,11 μ T | 0,33 | 1,50 μ T |
| 30 m | 1,84 μ T | 0,78 μ T | 0,42 | 1,91 μ T |
| 40 m | 2,12 μ T | 0,70 μ T | 0,33 | 1,48 μ T |
| 50 m | 2,96 μ T | 0,48 μ T | 0,16 | 0,73 μ T |

In der folgenden Abbildung sind die Beurteilungswerte der magnetischen Flussdichte für den Frequenzbereich 12 Hz bis 22 Hz (dominierend 16,7 Hz) über dem Abstand vom Zaun aufgetragen. Der Grenzwert der 26. BImSchV von 300 μ T ist als rote Linie eingetragen.

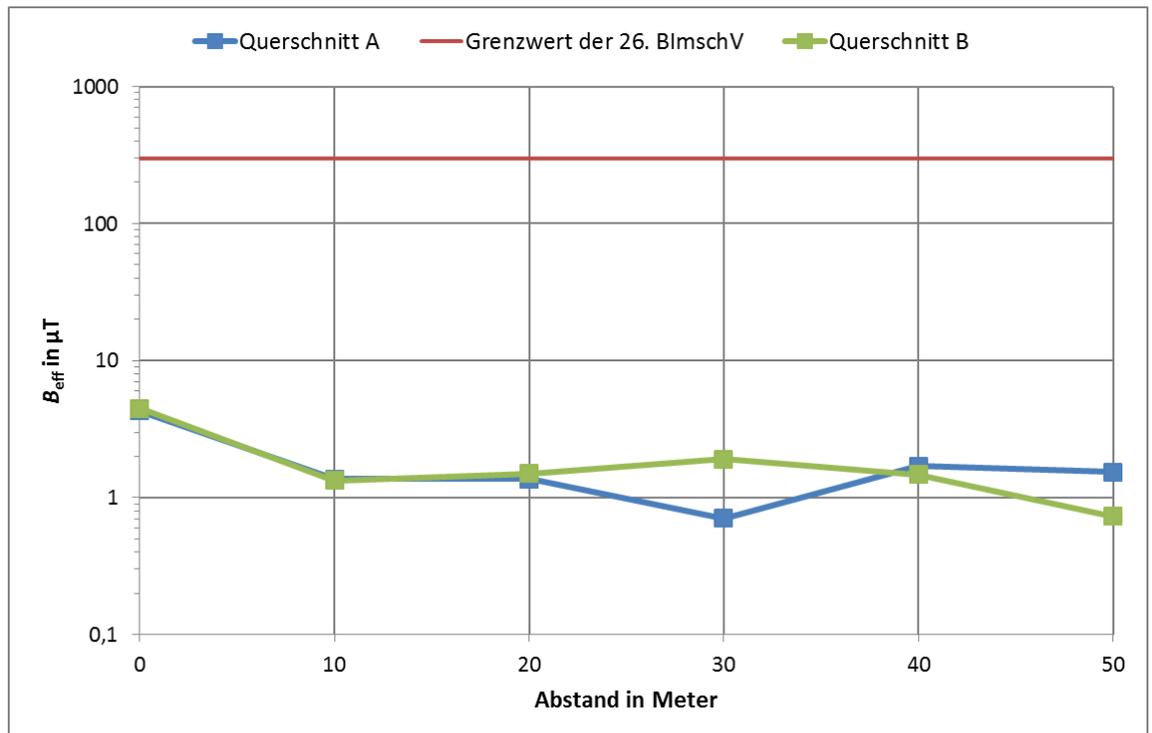


Abbildung 4. Beurteilungswert der magnetischen Flussdichte über dem Abstand vom Zaun.

Anmerkung: Die Tatsache, dass keine kontinuierliche Abnahme des magnetischen Feldes mit zunehmendem Abstand von der Bahntrasse erfolgt, ist darauf zurückzuführen dass auch die im Betriebsgelände befindlichen Gleise der Straßenbahn 16,7-Hz-Bahnströme führen.

5 Zusammenfassung und Beurteilung

Der maximale Effektivwert der magnetischen Flussdichte wurde mit $4,49 \mu\text{T}$ am nächstgelegenen Punkt des Geländes zur S-Bahn-Strecke festgestellt. Der Wert liegt deutlich unterhalb des gesetzlichen Grenzwertes gemäß 26. BImSchV von $300 \mu\text{T}$ (siehe [1]).

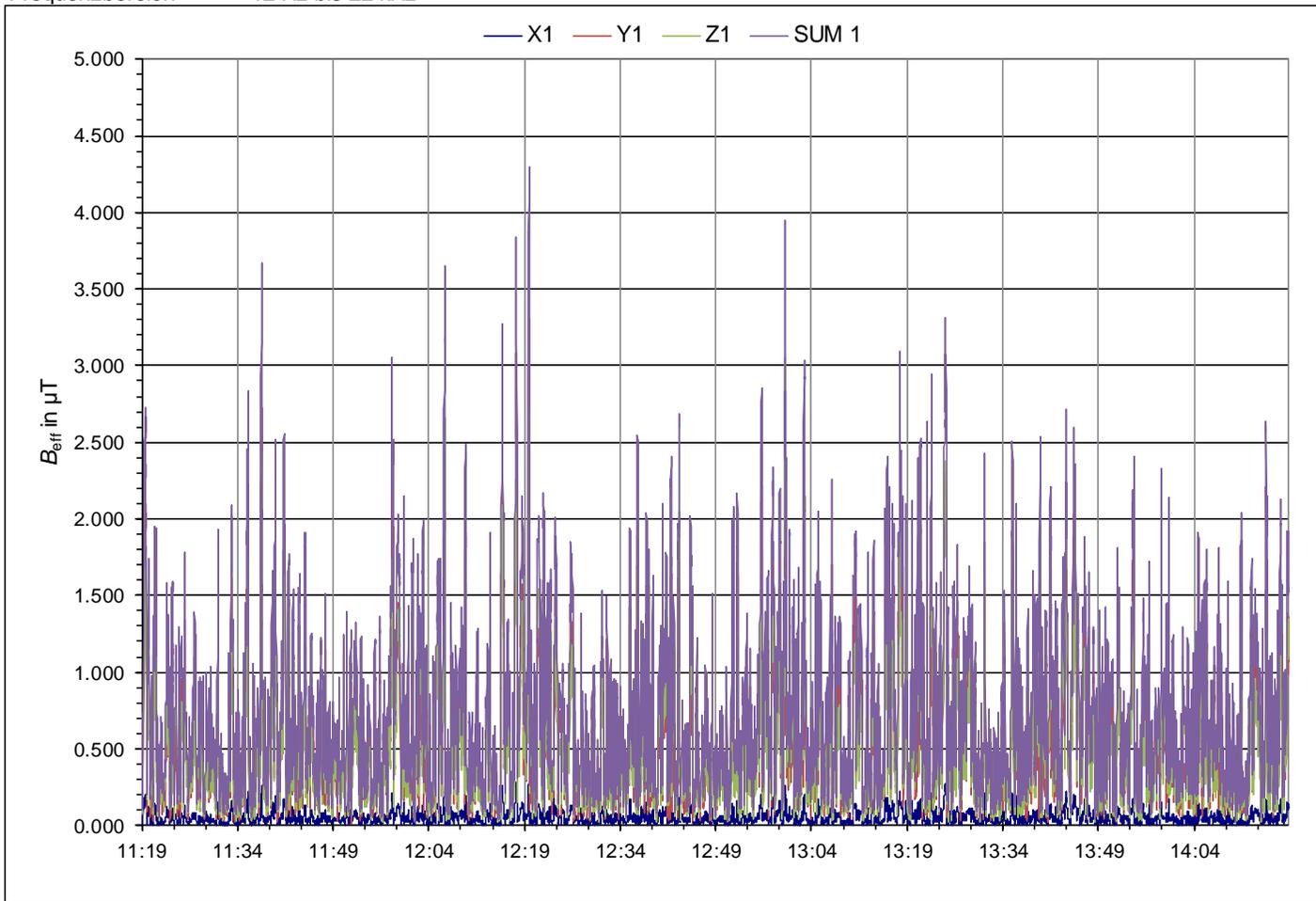
Zum Schutz von Trägern von aktiven und passiven Körperhilfsmitteln wurden die Grenzwerte des Forschungsberichtes 451 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales verwendet. Diese liegen bei der hier relevanten Frequenz von 16,7 Hz bei $296 \mu\text{T}$ für aktive Körperhilfsmittel bzw. bei $5751 \mu\text{T}$ für passive Körperhilfsmittel und sind hier in jedem Fall auch eingehalten.

Anhang A

Grafische Darstellung der Messergebnisse

Betriebshof Ständlerstraße

Querschnitt A direkt am Zaun
 Datum 14.02.2018
 Frequenzbereich 12 Hz bis 22 kHz



Langzeitmessung

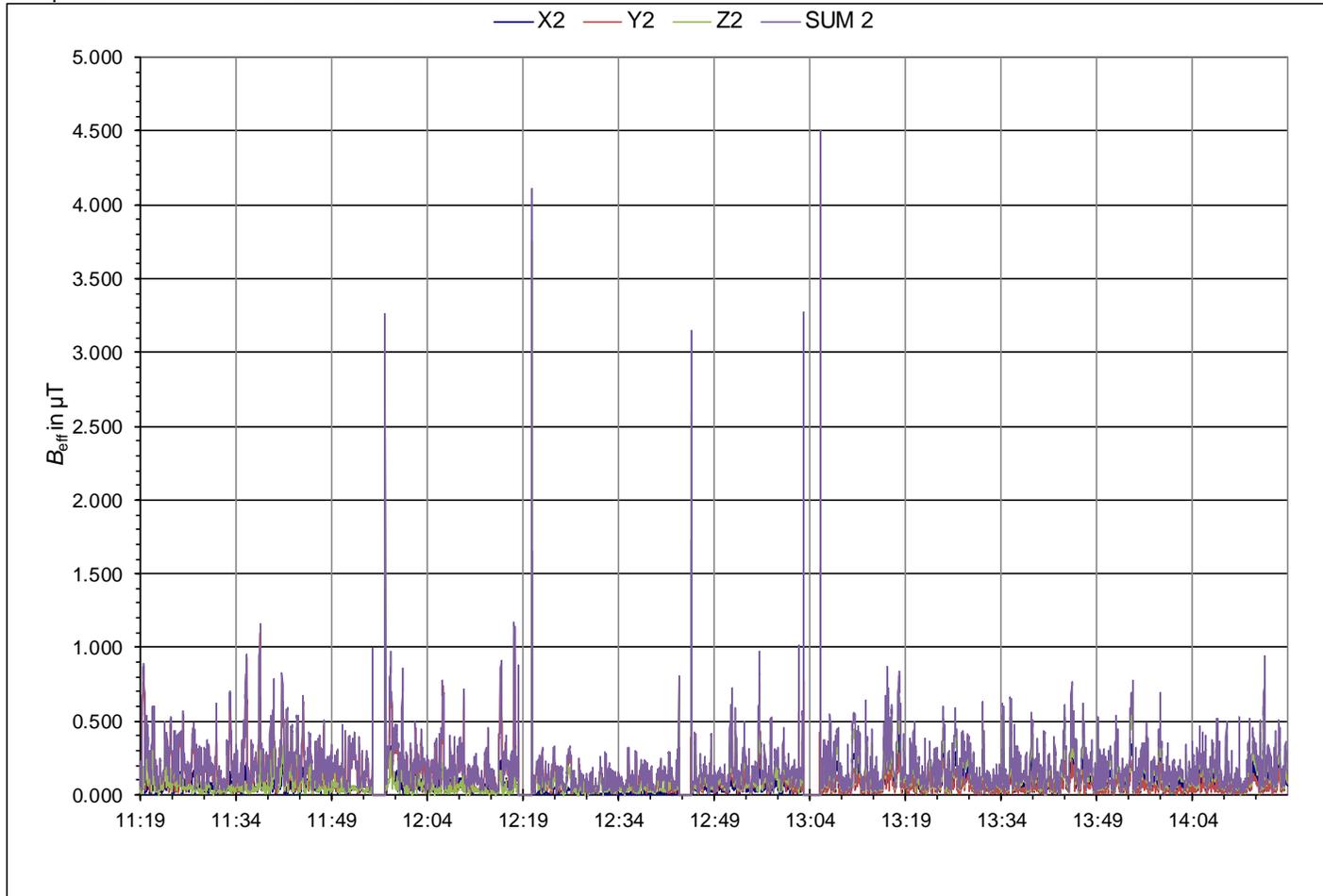
| Achse | $B_{pp \text{ max}}$ |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| X2 | 0,26 µT | 0,26 µT | 0,26 µT | 0,26 µT | 0,39 µT |
| Y2 | 2,73 µT | 2,51 µT | 1,69 µT | 2,49 µT | 2,40 µT |
| Z2 | 2,44 µT | Global 2,65 µT | 1,90 µT | 3,05 µT | 2,37 µT |
| SUM2 | 3,67 µT | 4,29 µT | 3,65 µT | 3,95 µT | 3,32 µT |

Betriebshof Ständlerstraße

Querschnitt A Kurzzeitmessungen in 0, 10, 20, 30, 40 und 50 m Abstand senkrecht zur Bahntrasse

Datum 14.02.2018

Frequenzbereich 12 Hz bis 22 kHz



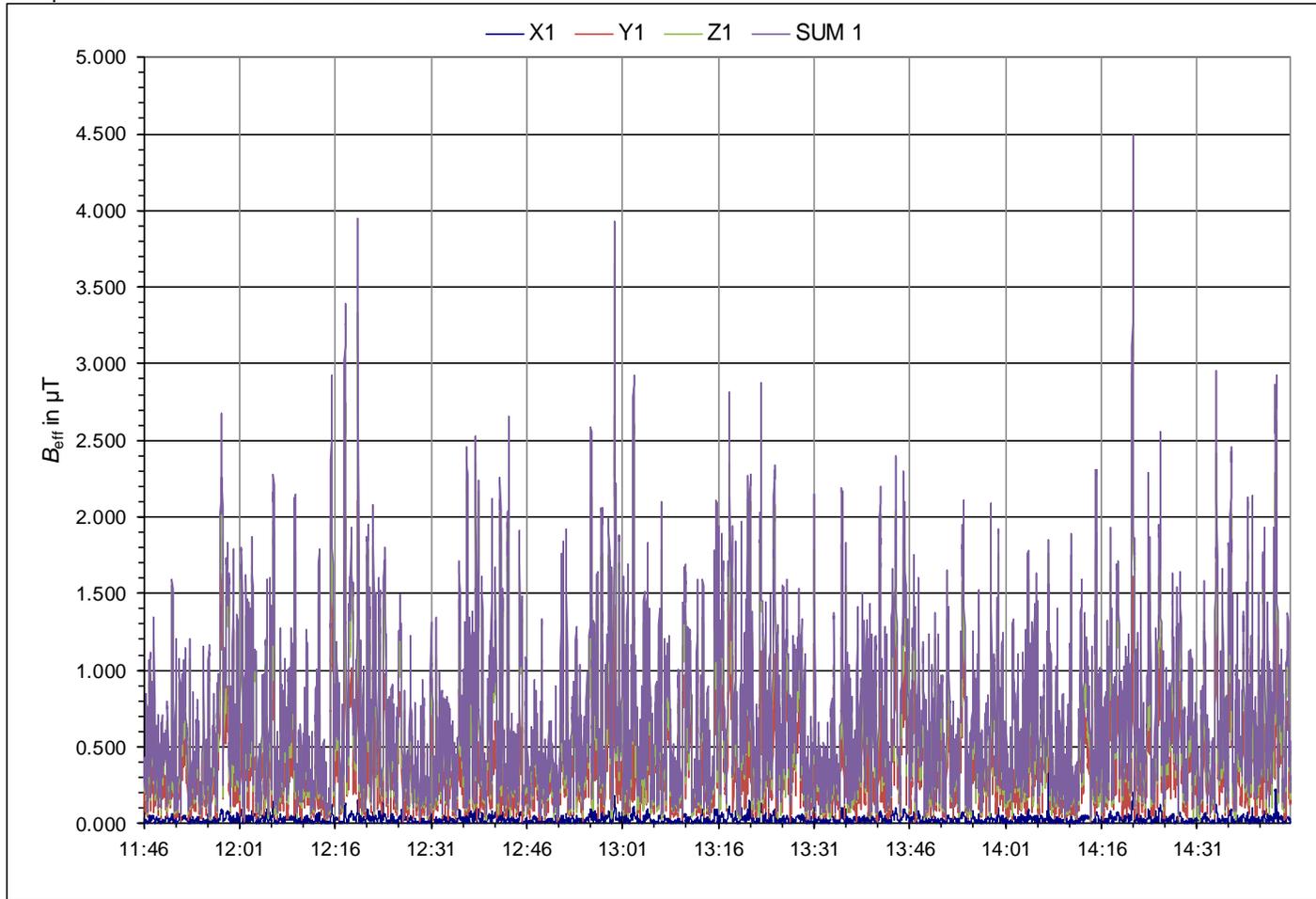
| | Kurzzeitmessung 1 | Kurzzeitmessung 2 | Kurzzeitmessung 3 | Kurzzeitmessung 4 | Kurzzeitmessung 5 |
|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Achse | B_{pp} max |
| X2 | 0,23 µT | 0,33 µT | 0,07 µT | 0,33 µT | 0,47 µT |
| Y2 | 1,10 µT | 0,87 µT | 0,29 µT | 0,50 µT | 0,28 µT |
| Z2 | 0,48 µT | 0,36 µT | 0,21 µT | 0,77 µT | 0,76 µT |
| SUM2 | 1,16 µT | 0,97 µT | 0,33 µT | 0,98 µT | 0,94 µT |

Betriebshof Ständlerstraße

Querschnitt B direkt am Zaun

Datum 14.02.2018

Frequenzbereich 12 Hz bis 22 kHz



Langzeitmessung

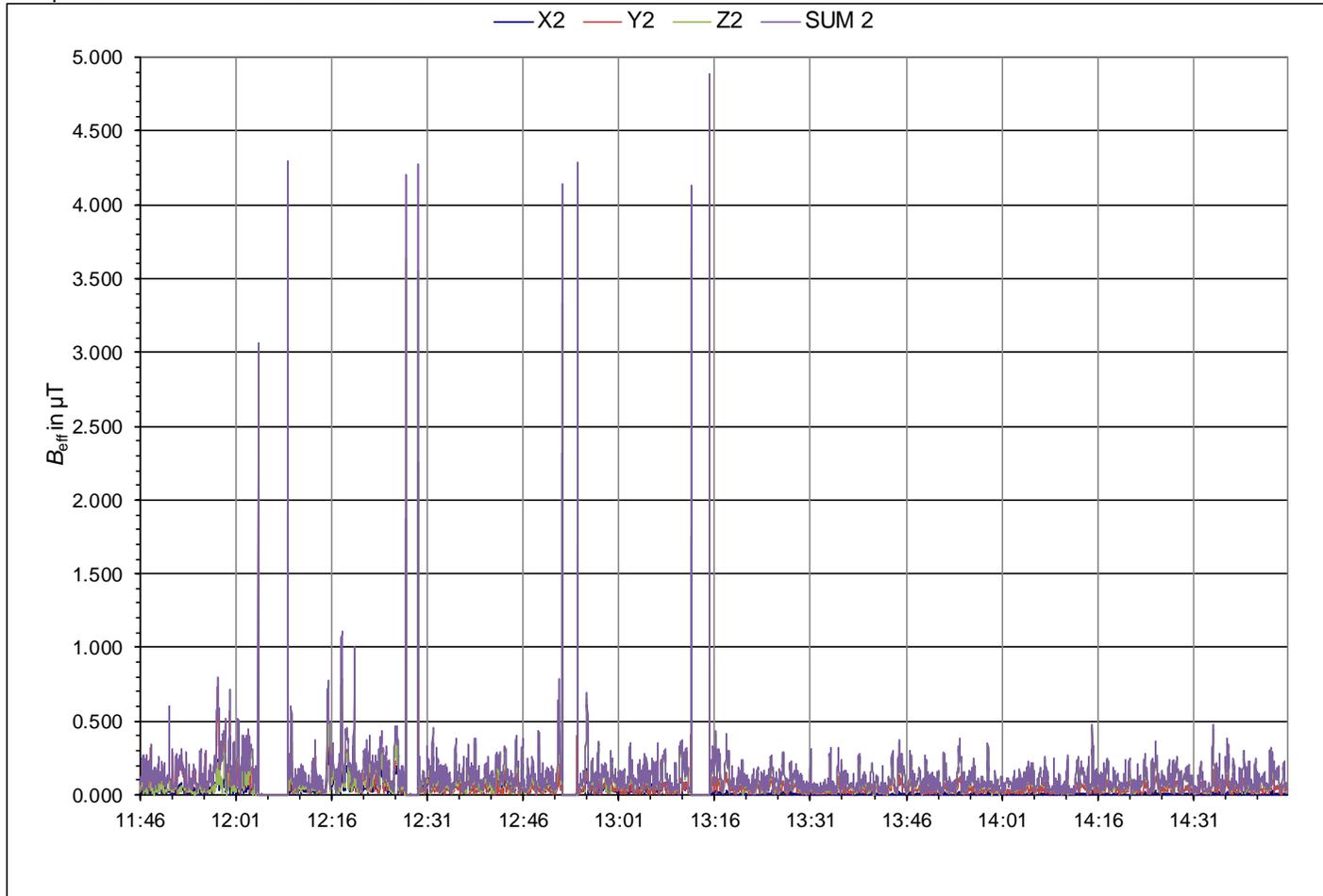
| Achse | $B_{pp \max}$ | | $B_{pp \max}$ | | $B_{pp \max}$ | | $B_{pp \max}$ | |
|-------|---------------|---------|---------------|--|---------------|--|---------------|---------|
| X1 | 0,09 µT | | 0,15 µT | | 0,31 µT | | 0,18 µT | 0,33 µT |
| Y1 | 1,63 µT | | 2,11 µT | | 1,20 µT | | 1,43 µT | 1,71 µT |
| Z1 | 2,12 µT | | 3,33 µT | | 2,44 µT | | 3,66 µT | 4,19 µT |
| SUM 1 | 2,67 µT | 4,49 µT | 3,95 µT | | 2,65 µT | | 3,93 µT | 4,49 µT |

Betriebshof Ständlerstraße

Querschnitt B Kurzzeitmessungen in 0, 10, 20, 30, 40 und 50 m Abstand senkrecht zur Bahntrasse

Datum 14.02.2018

Frequenzbereich 12 Hz bis 22 kHz



| | Kurzzeitmessung 1 | Kurzzeitmessung 2 | Kurzzeitmessung 3 | Kurzzeitmessung 4 | Kurzzeitmessung 5 |
|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Achse | B_{pp} max |
| X2 | 0,24 µT | 0,47 µT | 0,43 µT | 0,17 µT | 0,04 µT |
| Y2 | 0,74 µT | 0,65 µT | 0,22 µT | 0,19 µT | 0,17 µT |
| Z2 | 0,58 µT | 0,78 µT | 0,62 µT | 0,66 µT | 0,45 µT |
| SUM2 | 0,79 µT | 1,11 µT | 0,78 µT | 0,70 µT | 0,48 µT |

Anhang B

Fotos der Messorte



Abbildung A 1. Querschnitt A, 10 m Abstand zum Zaun.



Abbildung A 2. Querschnitt A, 20 m Abstand zum Zaun.



Abbildung A 3. Querschnitt A, 30 m Abstand zum Zaun.



Abbildung A 4 Querschnitt A, 40 m Abstand zum Zaun.

S:\M\PROJ\140M\140260\M140260_01_BER_1D.DOCX:27. 03. 2018



Abbildung A 5. Querschnitt A, 50 m Abstand zum Zaun.



Abbildung A 6. Querschnitt A, Tramgleis, 50 m Abstand zum Zaun.



Abbildung A 7. Querschnitt B, 10 m Abstand zum Zaun.



Abbildung A 8. Querschnitt B, 20 m Abstand zum Zaun.



Abbildung A 9. Querschnitt B, 30 m Abstand zum Zaun.

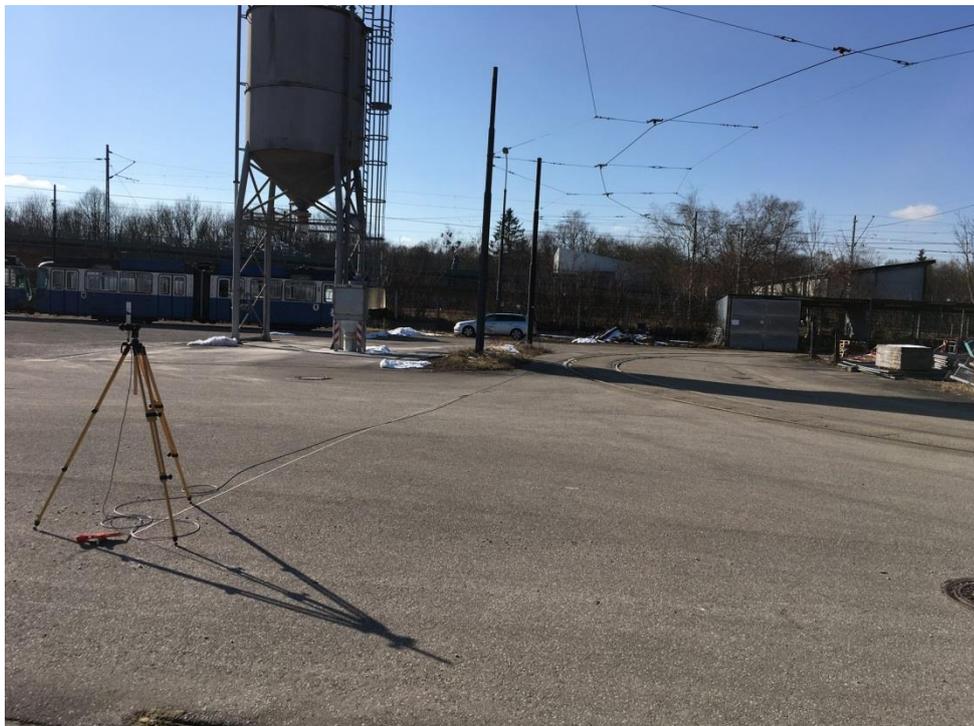


Abbildung A 10. Querschnitt B, 40 m Abstand zum Zaun.

S:\M\PROJ\140M140260\M140260_01_BER_1D.DOCX:27. 03. 2018



Abbildung A 11. Querschnitt B, 50 m Abstand zum Zaun.