



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**

Gutachten

über die Messung und Bewertung niederfrequenter elektromagnetischer Felder

Baugrundstück Fabrik-/Brechtelstraße, Flur Nr. 21278, Rohrbach

Auftraggeber: Stadt Heidelberg
Stadtplanungsamt
Postfach 105520
69045 Heidelberg

Untersuchungsgebiet: Baugrundstück Fabrik-/Brechtelstraße,
Flur Nr. 21278,
Rohrbach/Heidelberg

Bestellnummer: 61.12en vom 02.03.2009

Prüfumfang: **Niederfrequente Elektromagnetische Felder**

Berichts-Nr.: 1 306 635

Sachverständiger: Dr. Thomas Gritsch
öffentlich bestellt und beeidigter Sachverständiger für
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

Telefon-Durchwahl: 089/5791-11 10

Telefax-Durchwahl: 089/5791-10 98

E-Mail: thomas.gritsch@tuev-sued.de

Datum: 03.04.2009

Unsere Zeichen
IS-US1-MUC/dr.gri

Dokument:
0904 B NF Fabrikstr
Heidelberg.docx

Bericht Nr. 1 306 635

Das Dokument besteht aus
18 Seiten.
Seite 1 von 18

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

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.





Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung und allgemeine Grundlagen.....	3
2. Örtliche Verhältnisse.....	3
3. Durchführung.....	5
3.1. Messverfahren.....	5
3.1.1. Elektrische Feldstärke - Wechselfeld.....	5
3.1.2. Magnetische Flussdichte - Wechselfeld	5
3.2. Vorgehensweise bei den Messungen	5
4. Anforderungen - Richtwerte - Grenzwerte.....	7
4.1. Bundesimmissionsschutzgesetz (26. BImSchV) - Allgemeinbevölkerung	7
4.2. Unfallverhütungsvorschrift der Berufsgenossenschaft - BGV B11	7
4.3. EU-Richtlinie 2004/40/EG Arbeitsschutz elektromagnetische Felder	7
4.4. Schutz von Implantatträgern.....	8
4.5. Weitere Anforderungen.....	9
5. Betriebszustand der Emissionsquellen	9
6. Messergebnisse	11
6.1. Frequenzverteilung.....	11
6.2. Elektrische Feldstärke	11
6.3. Magnetische Flussdichte B.....	12
7. Zusammenfassung, Bewertung und Schlußfolgerungen.....	14
8. Anhang.....	16
8.1. Auswertetabelle Herzschrittmacher	16
8.2. Schaltplan 20kV - Anlage	17
8.3. Stromauslastung 20kV-Stromkreise während der Messung.....	18

1. Aufgabenstellung und allgemeine Grundlagen

Das Stadtplanungsamt der Stadt Heidelberg beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH die derzeitige Belastung mit niederfrequenten elektromagnetischen Feldern für das Baugrundstück Fabrik-/Brechtelstraße, Flur Nr. 21278, Rohrbach messtechnisch zu bestimmen und zu bewerten. Das Grundstück wird derzeit von einem REWE-Markt und einem Imbissstand genutzt.

Anlass für die Messungen ist die geplante Neubebauung des Grundstücks mit Wohnungen. Da an dessen nördlichen Grundstücksgrenze sich direkt die Trafostation Fabrikstraße der Stadtwerke Heidelberg befindet, sollte die Immissionsbelastung mit elektromagnetischen Felder bewertet werden.

Grundlagen (Gesetze, Technische Regelwerke, Pläne und sonstige Unterlagen) der vorliegenden Untersuchung sind im Einzelnen:

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 23. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2470)
- Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1966)
- Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) des Länderausschusses für Immissionsschutz; 2004
- DIN VDE 0848-1 : August 2000, Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern
- BGV B11, Unfallverhütungsvorschrift Elektromagnetische Felder der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik vom 01. Juni 2001
- Richtlinie 2004/40/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder) (18. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) vom 29. April 2004
- DIN VDE 0848-3-1 Entwurf: Mai 2002, Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern; Teil 3-1: Schutz von Personen mit aktiven Körperhilfsmitteln im Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz.
- Lagepläne

2. Örtliche Verhältnisse

Derzeit wird das Baugebiet von einem Imbissstand auf Flur Nr. 21278/5 sowie von einem REWE-Markt mit Getränkemarkt genutzt. Die Gebäude befinden sich derzeit noch in Nutzung, so dass die Messungen nur auf dem Parkgelände durchgeführt werden konnten. Mit roten Linien sind in Abb. 1 zusätzlich die vermutete Lage von Stromleitungen, nach Angaben der Stadt Heidelberg, eingezeichnet.

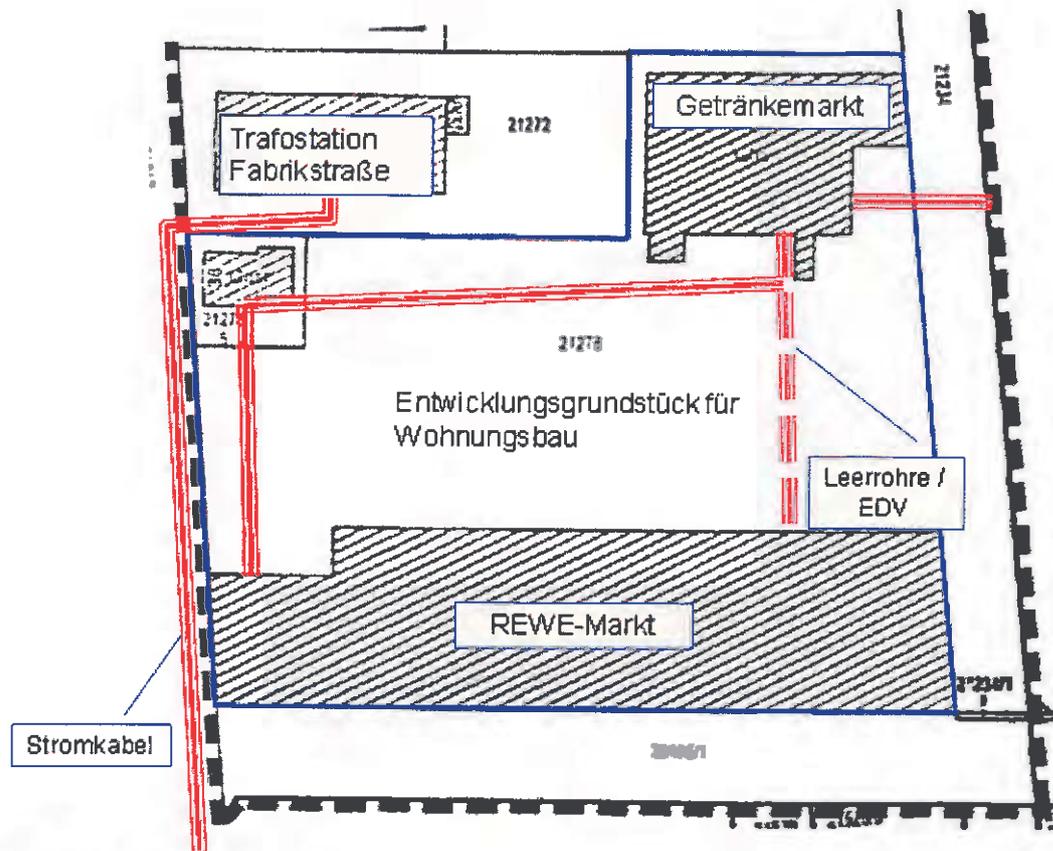


Abb. 1: Baugrundstück Flur Nr. 21278 (blau umrahmt) mit Lage der Trafostation und von Stromleitungen nach Angabe der Stadt Heidelberg



Abb. 2: Trafostation Fabrikstraße



Abb. 3: REWE-Markt auf dem Grundstück

Von der zu erwartenden Immissionssituation her stellt der nordöstliche Bereich des Grundstücks in Hinblick auf die Trafostation den ungünstigsten Fall dar. Die im Grundstück verlegten Stromleitungen sind jedoch nur zweitrangig zu berücksichtigen, da diese im Zuge der Baumaßnahmen verlegt werden sollen.

3. Durchführung

3.1. Messverfahren

Es wurden erdfreie Messverfahren gemäß Norm DIN VDE 0848 Teil 1 eingesetzt. Die Untersuchungen wurden mit dem Feldmess-System EM 400 der Firma Symann & Trebbau unter Verwendung folgender Sonden durchgeführt:

3.1.1. Elektrische Feldstärke - Wechselfeld

Typ:	E80, Wechselfeld-Sonde, dreidimensional
Frequenzbereich:	10 Hz bis 3 kHz (frequenz aufgelöste Messung)
Dynamikbereich (3 Messbereiche):	1 V/m ... 20 kV/m
Auflösung:	0,1 % vom Messbereich

3.1.2. Magnetische Flussdichte - Wechselfeld

Typ:	M210, Wechselfeld-Sonde, dreidimensional
Frequenzbereich:	10 Hz bis 3 kHz (frequenz aufgelöste Messung)
Dynamikbereich (6 Messbereiche):	5 nT ... 10 mT
Auflösung:	0,1 % vom Messbereich

Alle Messeinrichtungen werden einer regelmäßigen, auf nationale bzw. internationale Normale rückführbaren Kalibrierung unterzogen.

3.2. Vorgehensweise bei den Messungen

Die Messung der elektromagnetischen Felder wurde von Dr. Gritsch am 19. März 2009 in der Zeit von 10:30 bis 13:30 durchgeführt.

Während der Messungen betrug die Lufttemperatur zwischen 4°C und 10°C, Niederschläge traten nicht auf.

Nach der 26. BImSchV ist die Einhaltung der Grenzwerte als Effektivwert der elektromagnetischen Felder nachzuweisen. Die Messungen wurden auf Grundlagen der VDE 0848 Teil 1 und den Durchführungshinweisen des LAI zur 26. BImSchV durchgeführt.

Zeitgleich zu den Messungen wurden von den Stadtwerken Heidelberg die Betriebsströme der Trafostation mit protokolliert und uns übergeben.

Vermessen wurde das Grundstück in einem Raster an 50 Messpunkten. Aufgrund der Inhomogenität der vorliegenden Felder wurde jeweils in drei Höhen über dem Boden gemessen (0,5 m, 1,0 m und 1,5 m). Zusätzlich wurde an 4 Messpunkten an der Grundstücksgrenze zur Trafostation Höhenmessungen mit den Höhen 2 m, 4,8 m und 7,5 m durchgeführt.

Die gemessenen Werte wurden anschließend auf die maximale Anlagenauslastung der Trafostation hochgerechnet (s. Abschnitt 5).

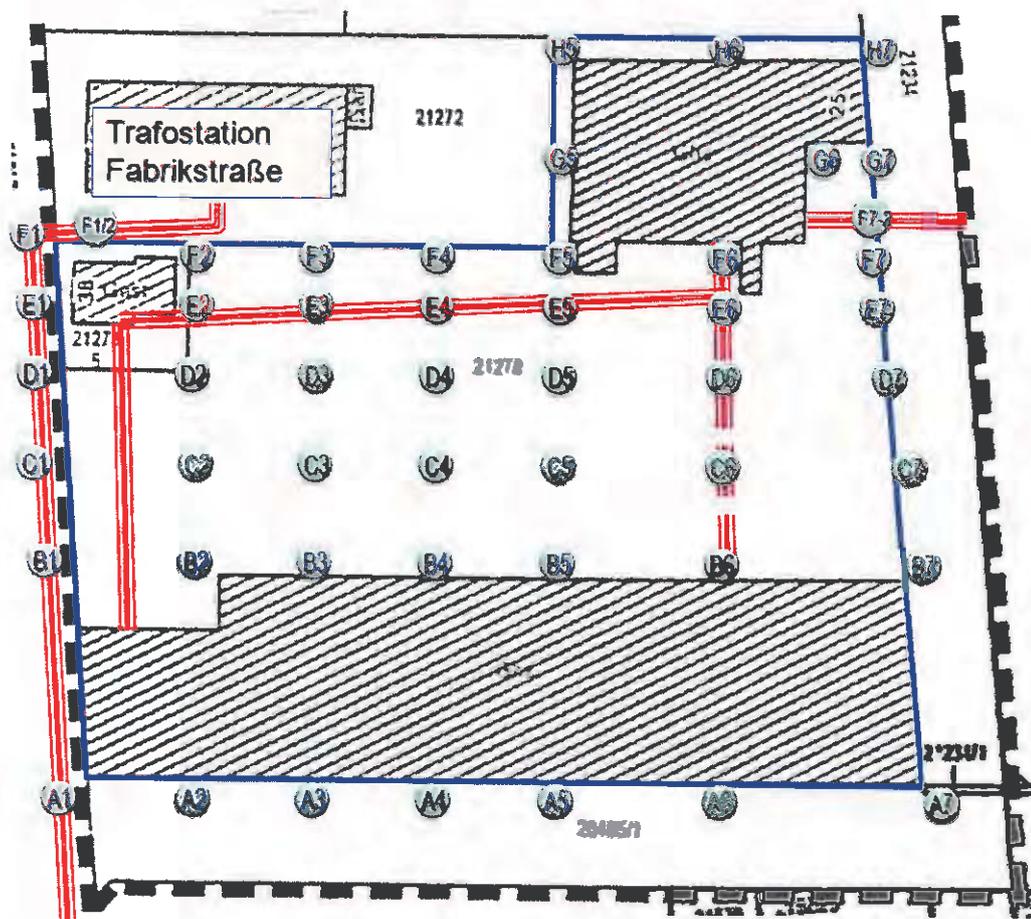


Abb. 4: Lage der Messpunkte auf dem Baugrundstück



Abb. 5: Messung des Magnetfelds in normaler Höhe und Höhenmessung auf 7,5 m

4. Anforderungen - Richtwerte - Grenzwerte

Folgende Beurteilungsgrundlagen sind für die Bewertung der Messergebnisse relevant:

4.1. Bundesimmissionsschutzgesetz (26. BImSchV) - Allgemeinbevölkerung

Aufgrund des § 3 und Anhang 2 der 26. Verordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16.12.96 (BGBl I 66 S. 1966ff) sind im Umfeld von Niederfrequenzanlagen (50 Hz) mit Spannungen über 1000 Volt sowie von Bahnstromfern- und Bahnstromoberleitungen einschließlich der Umspann- und Schaltanlagen folgende Grenzwerte für die Effektivwerte der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte bei höchster Anlagenauslastung einzuhalten:

Frequenz	Elektrische Feldstärke E	Magnetische Flussdichte B
50 Hz	5 kV/m	100 μ T

4.2. Unfallverhütungsvorschrift der Berufsgenossenschaft - BGV B11

Die Unfallverhütungsvorschrift für den Arbeitsplatzschutz unterscheidet zwischen zwei Expositionsbereichen. Der Expositionsbereich 1 gilt für Bereiche im Unternehmen, der kontrollierte Bereiche, sowie Bereiche umfasst, in denen aufgrund der Betriebsweise oder aufgrund der Aufenthaltsdauer sichergestellt ist, dass eine Exposition oberhalb der zulässigen Werte von Expositionsbereich 2 nur vorübergehend erfolgt. Dagegen gilt der Expositionsbereich 2 für alle allgemein zugänglichen Bereich, ohne besondere Kontrollen oder Zugangsbeschränkungen und jeweils für eine ganze Arbeitsschicht.

Da in den untersuchten Bereichen keine besonderen Aufenthaltsbegrenzungen oder Schutzmaßnahmen gegen elektromagnetische Strahlung getroffen sind, sind die zulässigen Werte für den Expositionsbereich 2 heranzuziehen, die nachfolgend aufgeführt sind.

Zulässige Werte im Expositionsbereich 2 - Niederfrequenz

Frequenz	Elektrische Feldstärke E	Magnetische Flussdichte B
50 Hz	6,67 kV/m	424 μ T

4.3. EU-Richtlinie 2004/40/EG Arbeitsschutz elektromagnetische Felder

Die EU-Richtlinie 2004/40/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder) vom 29. April 2004 wurde bisher nicht in deutsches Recht umgesetzt. So sind deren Festlegungen nur informell einzustufen, in Bezug auf zukünftige Anforderungen.

Die EU-Richtlinie unterscheidet zwischen Auslösewerten und Expositionsgrenzwerten. Die Auslösewerte sind direkt messbare Parameter wie elektrische Feldstärke E und magnetische Flussdichte. Werden die Auslösewerte eingehalten, so ist die Einhaltung der Expositionsgrenzwerte, die sich jedoch direkt auf die Basisgrößen beziehen, die messtechnisch nicht unmittelbar zugänglich sind gewährleistet. Bei Erreichen oder Überschreitung der Auslösewerte sind in der EG-Richtlinie festgelegte Maßnahmen zu ergreifen.

Auslösewerte nach 2004/40/EG - Niederfrequenz

Frequenz	Elektrische Feldstärke E	Magnetische Flussdichte B
50 Hz	10 kV/m	500 μ T

4.4. Schutz von Implantatträgern

Bislang existieren weder auf EU-Ebene noch auf nationaler Ebene verbindliche Richtwerte für elektromagnetische Felder zum Schutz von Implantatträgern. Aufgrund des Fehlens gültiger Rechtsgrundlagen wird auf normative Anforderungen Bezug genommen.

Der Normenentwurf DIN VDE 0848-3-1 : 2002 gibt Richtwertempfehlungen für den Frequenzbereich 0 Hz – 300 GHz, wobei der Frequenzbereich 2,5 GHz – 300 GHz noch in Bearbeitung ist.

Bei den Richtwertempfehlungen ist zu unterscheiden zwischen Herzschrittmachern der Kategorie 0, die als „angemessen störfest“ gelten und Herzschrittmachern der Kategorie 1, die als „eingeschränkt störfest“ gelten. Für Herzschrittmacher der Kategorie 2, also „störemfindlichen“ Geräten, gibt es noch keinerlei Richtwertempfehlungen.

Die dort festgelegten zulässigen Werte für Implantatträger beziehen sich auf Störspannungswerte U_{SS} (Spitze-Spitzespannung in Volt). Diese Werte wurden unter Annahme einer reinen Sinuswelle auf die Effektivwerte umgerechnet

zulässige Störfeldwerte für Herzschrittmacher (50 Hz)	eff. elektrische Feldstärke E	eff. magnetische Flussdichte B
Kurzzeiteffektivwerte für Träger von Herzschrittmachern Kategorie 0 - störfest	5,0 kV/m	100 μ T
Kurzzeiteffektivwerte für Träger von Herzschrittmachern Kategorie 1 – eingeschränkt störfest	4,1 kV/m	65 μ T

Weiterhin müssen folgende Bedingungen für die Summen der Spitzenwerte aus elektrischem und magnetischem Feld erfüllt werden:

Bedingung (1)- Kategorie 0 für 50 Hz:
$$\max \left\{ \frac{|H(t)|}{1 \frac{A}{m}} + \frac{|E(t)|}{80 \frac{V}{m}} \right\} \leq 112$$

Bedingung (2)- Kategorie 1 für 50 Hz:
$$\max \left\{ \frac{|H(t)|}{1 \frac{A}{m}} + \frac{|E(t)|}{80 \frac{V}{m}} \right\} \leq 73$$

oder umgerechnet auf die Effektivwerte und die magnetische Flussdichte:

Bedingung (1)- Kategorie 0 für 50 Hz:
$$\max \left\{ \frac{|B(t)|}{1,257 \mu T} + \frac{|E(t)|}{80 \frac{V}{m}} \right\} \leq 79,2$$

Bedingung (2)- Kategorie 1 für 50 Hz:
$$\max \left\{ \frac{|B(t)|}{1,257 \mu T} + \frac{|E(t)|}{80 \frac{V}{m}} \right\} \leq 51,6$$

4.5. Weitere Anforderungen

Ein weiteres Kriterium für ein Bürogebäude ist die Möglichkeit Computerarbeitsplätze einzurichten. Röhrenbildschirmgeräte können durch magnetische Felder gestört werden. Dies äußert sich in einem unscharfem Bild oder Flimmern des Bildes. Magnetfelder ab etwa $0,6 \mu\text{T}$ können bei heutzutage typischen 17 " Computerbildschirmen Störungen verursachen, bei Graphik und CAD-Bildschirmen kann dies schon ab einer Feldstärke von $0,3 \mu\text{T}$ der Fall sein.

5. Betriebszustand der Emissionsquellen

Die Stadtwerke Heidelberg betreiben in der Fabrikstraße 40 eine 20 kV-Schwerpunktanlage mit insgesamt 28 Mittelspannungsfeldern. Ein Schaltplan der Anlage sowie die Einzelauslastung der verschiedenen Zweige ist im Anhang beigefügt.



Abb. 6: 20 kV - Anlage

Der über die 20 kV-Anlage während der Messungen laufende Summenstrom ist Abb. 7 zu entnehmen. Demnach lief ein Strom von im Mittel rund 500 A über die Stromschiene. Da der Nennstrom für diese Schiene 1.250 A beträgt, ergibt sich daraus ein Hochrechnungsfaktor von 2,5 für die maximale Anlagenauslastung.

In der Trafostation ist zusätzlich eine Niederspannungsanlage (0,4 kV) enthalten. Nominell können in der Anlage maximal 3 Transformatoren mit einer Leistung von jeweils 1.000 kVA betrieben werden. Tatsächlich eingebaut sind jedoch nur 2 Transformatoren mit einer Leistung von jeweils 630 kVA und einem Nennstrom von 909 A je Transformator. Alle Systeme auf der Niederspannungsebene laufen ebenfalls über eine Stromschiene die maximal mit 1.000 A je Phase belastbar ist und damit die eigentliche Begrenzung darstellt.

Zur Vereinfachung der Betriebsdatenerfassung wurde Transformator 2 während der Messung stillgelegt und die gesamte Last über Transformator 1 gefahren.

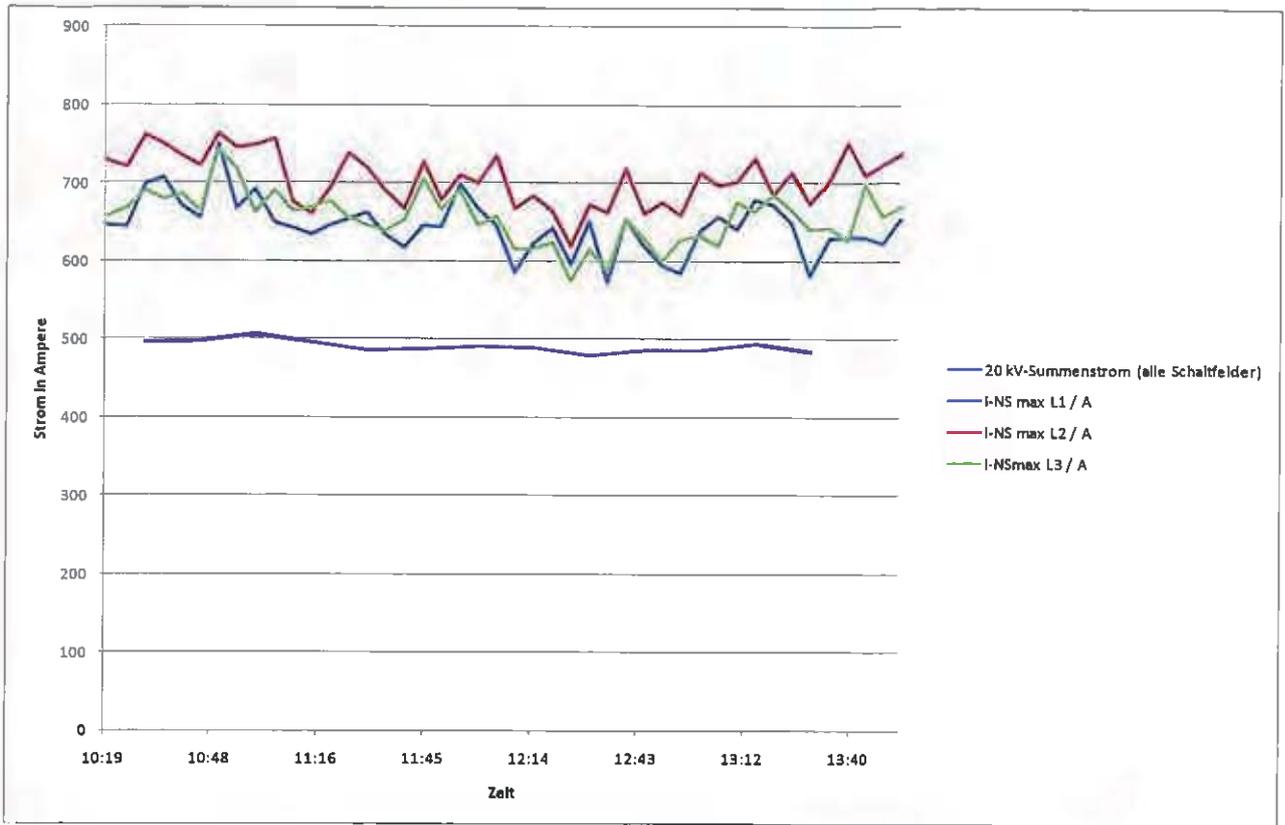


Abb. 7: Auslastung der 20 kV und der Niederspannungsanlage im Messzeitraum



Abb. 8: 0,4 kV – Niederspannungsanlage mit Schaltfeld für zwei Transformatoren

Wie Abb. 7 zu entnehmen ist betrug der Stromfluss je Phase rund $675 \text{ A} \pm 75 \text{ A}$ über Transformator 1 während der Messung. Bezogen auf die maximale Belastung der Stromschiene von 1.000 A ergibt sich daraus ein Hochrechnungsfaktor für die Niederspannungsanlage von rund 1,5. Da jedoch hinsichtlich des zweiten Transformators noch Leistungsreserven bestehen und bei der Messung nicht zwischen den Feldemissionen der 20 kV - und der Niederspannungsanlage unterschieden werden kann, wurde als ungünstigster Fall allgemein ein Hochrechnungsfaktor von 2,5 wie bei 20 kV -Anlage angesetzt. Die derzeitige Auslastung der Anlage während der Messung stellt nach Aussage der Stadtwerke Heidelberg jedoch die typische Durchschnittsbelastung dar.

6. Messergebnisse

6.1. Frequenzverteilung

Wie Abb. 9 zu entnehmen ist dominiert auf allen Spannungsebenen und allen Messpunkten deutlich der 50 Hz -Anteil. Der Oberwellenanteil sowie der $16 \frac{2}{3} \text{ Hz}$ – Anteil ist vernachlässigbar.

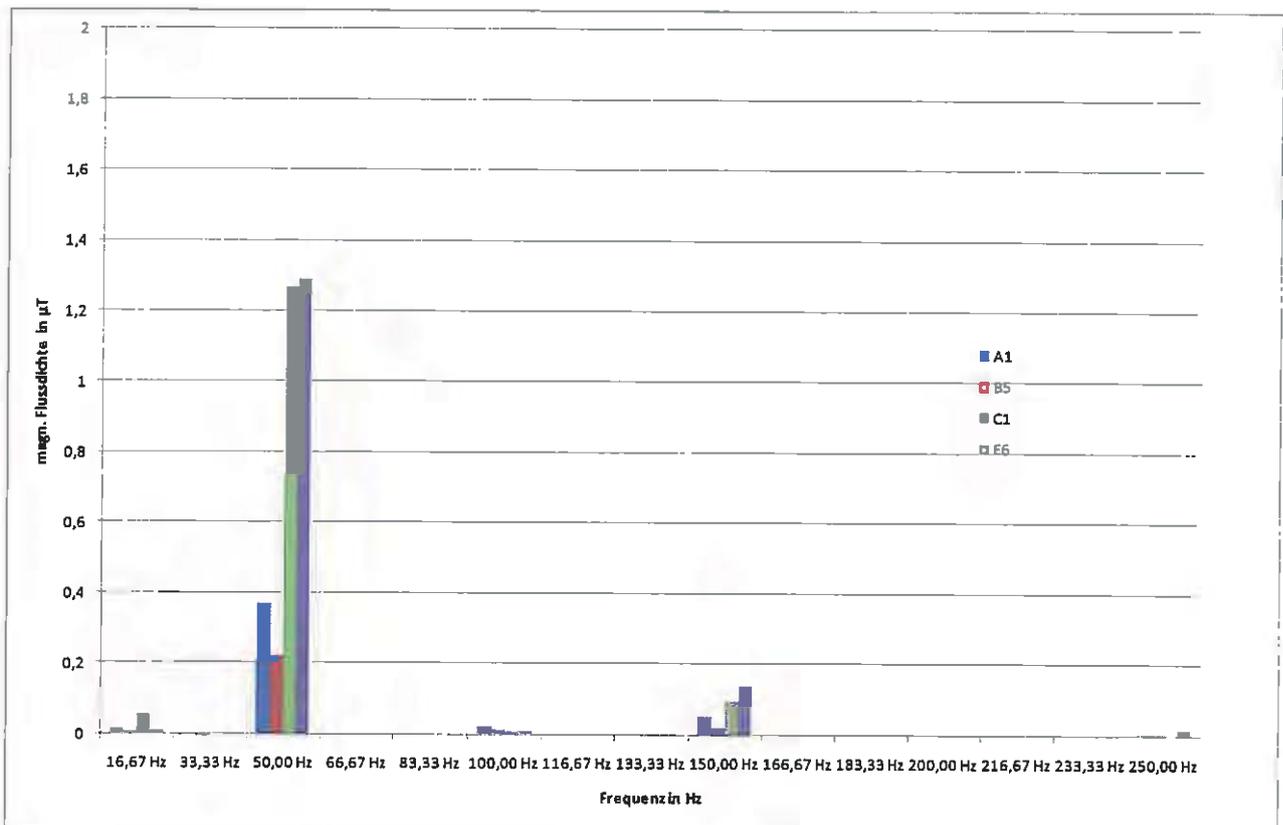


Abb. 9: Frequenzverteilung an verschiedenen Messpunkten

6.2. Elektrische Feldstärke

Die elektrische niederfrequente Feldstärke kann im vorliegenden Fall vernachlässigt werden, da keine hochspannungsführende freiliegende Stromsysteme, wie beispielsweise Hochspannungsfreileitungen, vorhanden sind. Dennoch durchgeführt Probemessungen erbrachten durchgängig Werte unter 5 V/m , also weniger als 0,1 % vom Grenzwert der 26. BImSchV.

6.3. Magnetische Flussdichte B

Messpunkt / Messhöhe	magn. Flussdichte B Messwert			magn. Flussdichte B Maximalwert, hochger.			Anteil vom Grenzwert der 26. BImSchV in %		
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	0,5 m	1,0 m	1,5 m	0,5 m	1,0 m	1,5 m
A1	1,29 µT	0,68 µT	0,38 µT	3,23 µT	1,69 µT	0,96 µT	3,2%	1,7%	1,0%
A2	0,06 µT	0,06 µT	0,06 µT	0,16 µT	0,15 µT	0,15 µT	0,2%	0,1%	0,2%
A3	0,05 µT	0,05 µT	0,05 µT	0,14 µT	0,13 µT	0,12 µT	0,1%	0,1%	0,1%
A4	0,05 µT	0,04 µT	0,05 µT	0,13 µT	0,11 µT	0,13 µT	0,1%	0,1%	0,1%
A5	0,04 µT	0,04 µT	0,05 µT	0,11 µT	0,11 µT	0,11 µT	0,1%	0,1%	0,1%
A6	0,06 µT	0,05 µT	0,07 µT	0,14 µT	0,13 µT	0,18 µT	0,1%	0,1%	0,2%
A7	0,22 µT	0,21 µT	0,14 µT	0,54 µT	0,52 µT	0,36 µT	0,5%	0,5%	0,4%
B1	1,01 µT	0,75 µT	0,57 µT	2,53 µT	1,87 µT	1,43 µT	2,5%	1,9%	1,4%
B2	0,25 µT	0,18 µT	0,15 µT	0,83 µT	0,46 µT	0,38 µT	0,6%	0,5%	0,4%
B3	0,21 µT	0,11 µT	0,10 µT	0,53 µT	0,29 µT	0,26 µT	0,5%	0,3%	0,3%
B4	0,14 µT	0,15 µT	0,16 µT	0,35 µT	0,38 µT	0,40 µT	0,4%	0,4%	0,4%
B5	0,23 µT	0,23 µT	0,24 µT	0,56 µT	0,57 µT	0,59 µT	0,6%	0,6%	0,6%
B6	0,19 µT	0,20 µT	0,19 µT	0,48 µT	0,50 µT	0,48 µT	0,5%	0,5%	0,5%
B7	0,06 µT	0,06 µT	0,07 µT	0,15 µT	0,15 µT	0,17 µT	0,1%	0,2%	0,2%
C1	1,28 µT	0,83 µT	0,61 µT	3,20 µT	2,08 µT	1,53 µT	3,2%	2,1%	1,6%
C2	0,08 µT	0,07 µT	0,06 µT	0,20 µT	0,18 µT	0,14 µT	0,2%	0,2%	0,1%
C3	0,22 µT	0,18 µT	0,19 µT	0,55 µT	0,45 µT	0,48 µT	0,6%	0,4%	0,5%
C4	0,05 µT	0,05 µT	0,04 µT	0,11 µT	0,13 µT	0,11 µT	0,1%	0,1%	0,1%
C5	0,03 µT	0,02 µT	0,04 µT	0,06 µT	0,06 µT	0,09 µT	0,1%	0,1%	0,1%
C6	0,31 µT	0,28 µT	0,24 µT	0,78 µT	0,71 µT	0,59 µT	0,8%	0,7%	0,6%
C7	0,04 µT	0,04 µT	0,03 µT	0,11 µT	0,11 µT	0,08 µT	0,1%	0,1%	0,1%
D1	0,87 µT	0,50 µT	0,26 µT	2,17 µT	1,25 µT	0,65 µT	2,2%	1,3%	0,6%
D2	0,03 µT	0,03 µT	0,03 µT	0,07 µT	0,07 µT	0,07 µT	0,1%	0,1%	0,1%
D3	0,39 µT	0,42 µT	0,32 µT	0,99 µT	1,06 µT	0,79 µT	1,0%	1,1%	0,8%
D4	0,09 µT	0,11 µT	0,11 µT	0,23 µT	0,26 µT	0,27 µT	0,2%	0,3%	0,3%
D5	0,07 µT	0,09 µT	0,09 µT	0,18 µT	0,23 µT	0,22 µT	0,2%	0,2%	0,2%
D6	0,31 µT	0,11 µT	0,12 µT	0,76 µT	0,26 µT	0,30 µT	0,8%	0,3%	0,3%
D7	0,02 µT	0,01 µT	0,02 µT	0,05 µT	0,03 µT	0,04 µT	0,0%	0,0%	0,0%
E1	1,56 µT	0,86 µT	0,54 µT	3,90 µT	2,15 µT	1,35 µT	3,9%	2,1%	1,4%
E2	0,05 µT	0,05 µT	0,05 µT	0,12 µT	0,12 µT	0,12 µT	0,1%	0,1%	0,1%
E3	0,49 µT	0,37 µT	0,25 µT	1,22 µT	0,94 µT	0,62 µT	1,2%	0,9%	0,6%
E4	0,31 µT	0,22 µT	0,28 µT	0,77 µT	0,54 µT	0,70 µT	0,8%	0,5%	0,7%
E5	0,12 µT	0,10 µT	0,07 µT	0,31 µT	0,26 µT	0,18 µT	0,3%	0,3%	0,2%
E6	0,89 µT	1,31 µT	1,01 µT	2,23 µT	3,28 µT	2,53 µT	2,2%	3,3%	2,5%
E7	0,02 µT	0,02 µT	0,02 µT	0,05 µT	0,06 µT	0,05 µT	0,0%	0,1%	0,0%
F1	2,03 µT	1,00 µT	0,81 µT	5,05 µT	2,50 µT	1,52 µT	5,1%	2,5%	1,5%
F2	0,13 µT	0,13 µT	0,12 µT	0,33 µT	0,31 µT	0,31 µT	0,3%	0,3%	0,3%
F3	0,19 µT	0,17 µT	0,14 µT	0,48 µT	0,42 µT	0,34 µT	0,5%	0,4%	0,3%
F4	0,25 µT	0,09 µT	0,08 µT	0,63 µT	0,23 µT	0,19 µT	0,6%	0,2%	0,2%
F5	0,35 µT	0,24 µT	0,22 µT	0,87 µT	0,60 µT	0,54 µT	0,9%	0,6%	0,5%
F6	0,22 µT	0,16 µT	0,14 µT	0,54 µT	0,44 µT	0,35 µT	0,5%	0,4%	0,3%
F7	0,15 µT	0,13 µT	0,08 µT	0,39 µT	0,32 µT	0,21 µT	0,4%	0,3%	0,2%
F1/2	0,57 µT	0,56 µT	0,51 µT	1,43 µT	1,40 µT	1,27 µT	1,4%	1,4%	1,3%
F7-2	0,63 µT	0,29 µT	0,15 µT	1,58 µT	0,71 µT	0,37 µT	1,6%	0,7%	0,4%
G5	0,03 µT	0,03 µT	0,03 µT	0,07 µT	0,08 µT	0,07 µT	0,1%	0,1%	0,1%
G6	0,02 µT	0,02 µT	0,01 µT	0,04 µT	0,04 µT	0,03 µT	0,0%	0,0%	0,0%
G7	0,01 µT	0,01 µT	0,02 µT	0,03 µT	0,03 µT	0,05 µT	0,0%	0,0%	0,1%
H5	0,02 µT	0,02 µT	0,02 µT	0,04 µT	0,05 µT	0,05 µT	0,0%	0,1%	0,1%
H6	0,03 µT	0,03 µT	0,02 µT	0,08 µT	0,08 µT	0,05 µT	0,1%	0,1%	0,1%
H7	0,04 µT	0,04 µT	0,04 µT	0,10 µT	0,11 µT	0,10 µT	0,1%	0,1%	0,1%
Mittelwert:	0,31 µT	0,23 µT	0,18 µT	0,79 µT	0,57 µT	0,44 µT	0,8%	0,6%	0,4%
Maximalwert:	2,02 µT	1,31 µT	1,01 µT	5,05 µT	3,28 µT	2,53 µT	5,1%	3,3%	2,5%

Tab 1: Messergebnisse für die magn. Flussdichte – Messhöhen bis 1,5 m

Messpunkt / Messhöhe	magn. Flussdichte B Messwert			magn. Flussdichte B Maximalwert, hochger.			Anteil vom Grenzwert der 26. BImSchV in %		
	2 m	4,8 m	7,5 m	2 m	4,8 m	7,5 m	2 m	4,8 m	7,5 m
F2	0,27 μ T	0,11 μ T	0,08 μ T	0,68 μ T	0,27 μ T	0,20 μ T	0,7%	0,3%	0,2%
F3	0,26 μ T	0,09 μ T	0,07 μ T	0,65 μ T	0,21 μ T	0,17 μ T	0,7%	0,2%	0,2%
F4	0,12 μ T	0,09 μ T	0,06 μ T	0,29 μ T	0,22 μ T	0,14 μ T	0,3%	0,2%	0,1%
F5	0,31 μ T	0,09 μ T	0,05 μ T	0,77 μ T	0,22 μ T	0,12 μ T	0,8%	0,2%	0,1%
Mittelwert:	0,24 μ T	0,09 μ T	0,06 μ T	0,60 μ T	0,23 μ T	0,15 μ T	0,6%	0,2%	0,2%
Maximalwert:	0,31 μ T	0,11 μ T	0,08 μ T	0,77 μ T	0,27 μ T	0,20 μ T	0,8%	0,3%	0,2%

Tab 2: Messergebnisse für die magn. Flussdichte – Messhöhen ab 2 m

Die Immissionswerte für die magnetische Flussdichte B hängen von den jeweiligen Strömen in den Leitungen ab bzw. der Auslastung der Anlage. Je niedriger die Spannungsebene, desto höher die Ströme bei gleicher Leistung. Die Messwerte wurden durchgängig, wie in Abschnitt 5 beschrieben, mit dem Faktor 2,5 auf die maximale Anlagenauslastung hochgerechnet.

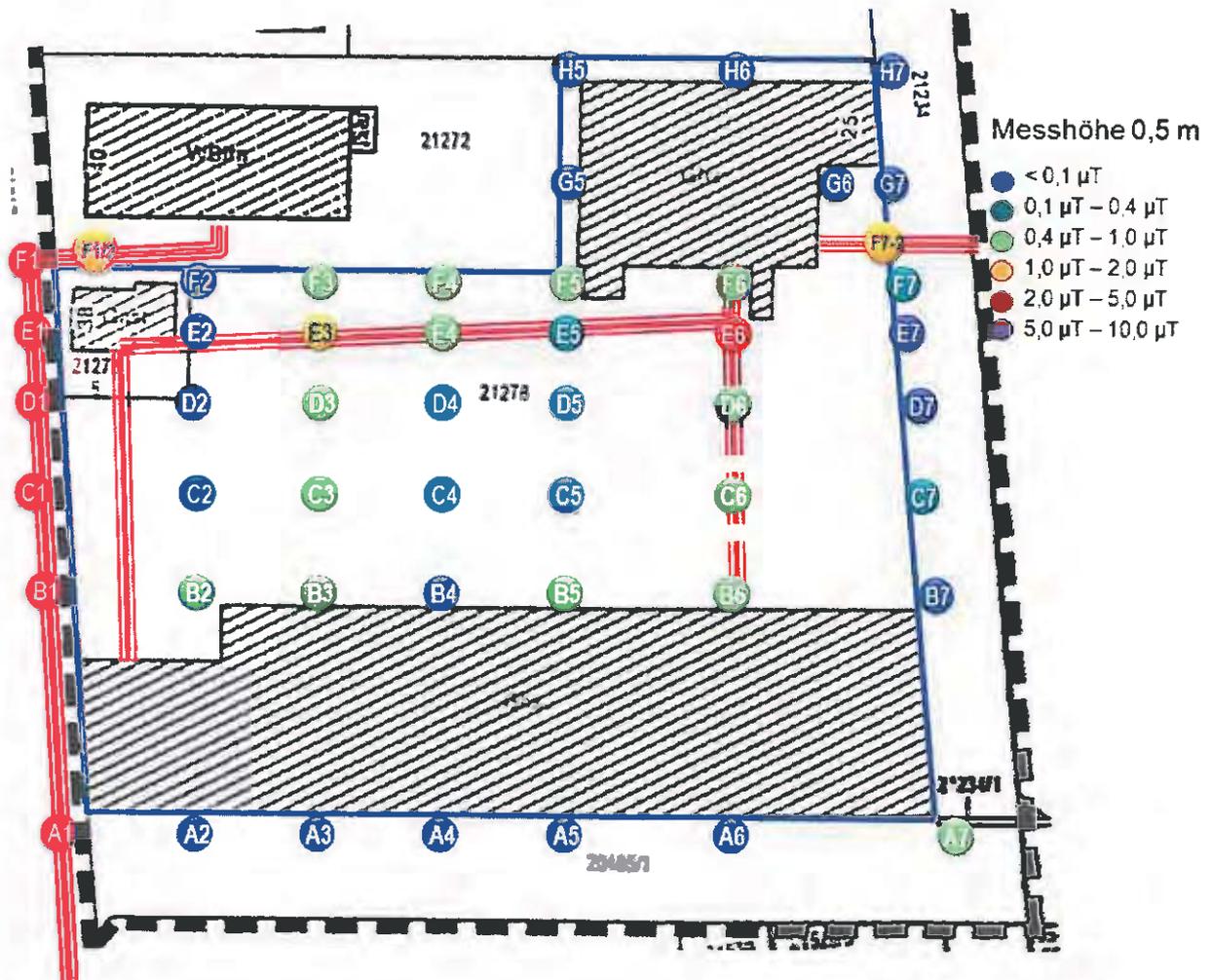


Abb. 10: Räumliche Verteilung der magnetischen Flussdichte bei höchster Anlagenauslastung

7. Zusammenfassung, Bewertung und Schlußfolgerungen

Die Stadt Heidelberg beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH mit der Ermittlung der niederfrequenten elektromagnetischen Wechselfelder für das Baugrundstück Fabrik-/Brechtelstraße, Flur Nr. 21278, Rohrbach.

Überprüft wurden zum Einen die Vorgaben der BGV B11 sowie der EG-Richtlinie 2004/40/EG zum Arbeits- und Gesundheitsschutz. Hierfür ist anzunehmen, dass sich beruflich tätige Personen über mehrere Stunden an den zu begutachteten Orten aufhalten.

Für die 26. BImSchV sind nur Orte relevant, die nicht nur dem vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen. Dabei handelt es sich um auch der Allgemeinbevölkerung zugängliche Bereiche wie Wohnungen, Büros, Freiflächen.

Für Träger von Herzschrittmacher können bereits sehr kurze Störungen wie z.B. das Durchschreiten oder Durchfahren eines Feldes zu Beeinträchtigungen führen. Neben der Einhaltung der Werte für die einzelnen Komponenten ist zusätzlich auch die Summationswirkung der elektrischen und magnetischen Felder zu prüfen.

Die Überprüfung ergab folgende Ergebnisse

Höchste Werte im Untersuchungsgebiet (alle Messpunkte)

Grenzwert / Richtwert	Feld	Messpunkt Nr / Höhe	Höchster ermittelter Wert	Erlaubter Wert	Beurteilung ¹
EG Richtlinie 2004/40/EG Arbeitsschutz, Auslösewerte	E_{max}	0,5 m	0,01 kV/m	10 kV/m	+
	B_{max}	F1 - 0,5 m	5,05 μ T	500 μ T	+
Unfallverhütungsvorschrift BGV B11 (Expositionsbereich 2)	E_{max}	0,5 m	0,01 kV/m	6,67 kV/m	+
	B_{max}	F1 - 0,5 m	5,05 μ T	424 μ T	+
26. BImSchV (50 Hz)	E_{max}	0,5 m	0,01 kV/m	5 kV/m	+
	B_{max}	F1 - 0,5 m	5,05 μ T	100 μ T	+
Kurzzeiteffektivwerte Herzschrittmacher Kategorie 0 - störfest	E_{max}	0,5 m	0,01 kV/m	5 kV/m	+
	B_{max}	F1 - 0,5 m	5,05 μ T	100 μ T	+
	Σ_{Bed}	F1 - 0,5 m	4,1	79,2	+
Kurzzeiteffektivwerte Herzschrittmacher Kategorie 1 - eingeschränkt störfest	E_{max}	0,5 m	0,01 kV/m	4,1 kV/m	+
	B_{max}	F1 - 0,5 m	5,05 μ T	65 μ T	+
	Σ_{Bed}	F1 - 0,5 m	4,1	51,6	+

Im gesamten Beurteilungsgebiet werden damit alle Grenz- und Richtwerte auch bei maximaler Anlagenauslastung durchgängig unterschritten. Neben den Grenzwerten für die Allgemeinbevölkerung sind auch die Richtwerte für Träger von Herzschrittmachern der Kategorie 0 und 1 nach DIN VDE 0848-3-1: 2002 im Freien durchgängig eingehalten.

Die Immissionswerte im Bebauungsgebiet werden dabei hauptsächlich durch die im Boden verlegten Stromleitungen definiert und nur zum kleineren Teil durch den Einfluss der Trafostation. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die elektromagnetischen Felder quadratisch, bei Transformatoren sogar mit der dritten Potenz mit dem Abstand abnehmen. Demnach wirken sich näher

gelegene Emissionsquellen stärker aus, als weiter entfernt liegende¹. Da die Stromleitungen bei der Neubebauung des Grundstücks voraussichtlich entfernt werden, sind dann durchgängig Immissionswerte von unter $0,4 \mu\text{T}$ zu erwarten, die mit der Höhe weiter abnehmen werden.

Die Messergebnisse lassen allerdings Zweifel an der mitgeteilten Lage der Stromleitungen aufkommen. Aus unserer Sicht ist eine Konstellation wie in Abb. 11 dargestellt wahrscheinlicher.

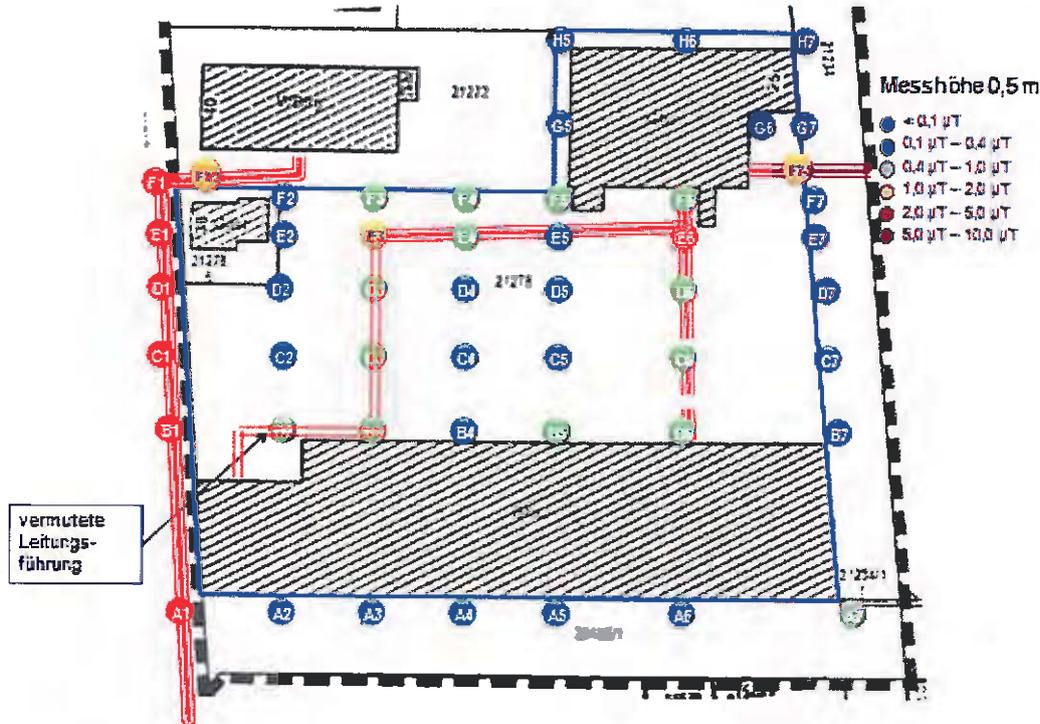


Abb. 11: Wahrscheinliche Lage der Stromleitungen aufgrund der Magnetfeldmessungen

Es sei darauf hingewiesen, dass im Normalbetrieb der Trafostation zudem der hier als ungünstigster Fall betrachtete Betrieb mit höchster Anlagenauslastung nur in Ausnahmefällen kurzzeitig erreicht wird. Die typische mittlere Belastung liegt in Höhe der Messwerte.

Damit ergeben sich keinerlei Einschränkungen für das Baugrundstück hinsichtlich der Nutzung, da nach Verlegung der Stromleitungen die Immissionswerte auf dem Baugrundstück voraussichtlich selbst den kritischen Schweizer Anlagengrenzwert in Höhe von $1 \mu\text{T}$, den Richtwert der Stadt München für Wohnbebauung in Höhe von $1 \mu\text{T}$ und den Richtwert der Stadt München für Kindergärten in Höhe von $0,4 \mu\text{T}$ unterschreiten werden.

Abteilung Umwelt Service
 Elektromagnetische Umweltverträglichkeit



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

¹ Konsequenterweise verursacht ein auf dem Nachtkästchen stehender Radiowecker oder eine Halogenlampe ein Magnetfeld von $0,5$ bis $2 \mu\text{T}$ im Schlafbereich.