



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**

Gutachten elektromagnetische Felder

Kindergarten im Baugebiet „Neuburg-West“

Aktueller Planungsstand 10.03.2016

Auftraggeber: Stadt Neuburg an der Donau
Sachgebiet Hochbau
Amalienstraße A 54
86633 Neuburg an der Donau

Ziel der Untersuchung: Beurteilung der Immissionsauswirkung von 110 kV - Leitungstrassen der Bayernwerke

Bestellnummer: Schreiben vom 05.05.2015, Hr. Regler

Berichts-Nr.: 2 351 666-IP2

Sachverständiger: Dr. Thomas Gritsch
Telefon: 089/5791-1110
Telefax: 089/5791-1098
E-Mail: thomas.gritsch@tuev-sued.de

Berichtsumfang: 15 Seiten

Datum: 15.03.2016

Unsere Zeichen:
IS-USG-MUC/dr.gri

Dokument:
1603 B NF IP Neu Neuburg-
Donau.docx

Das Dokument besteht aus
15 Seiten.
Seite 1 von 15

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.



Abteilung Umwelt Service
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

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



Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
USI-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuev-sued.de/impressum

Aufsichtsrat:
Karsten Xander (Vorsitzender)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Dr. Ulrich Klotz, Thomas Kainz

Telefon: +49 89 5791-1040
Telefax: +49 89 5791-1098
www.tuev-sued.de/is

TUV[®]

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Niederlassung München
Abteilung Umwelt Service
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung.....	3
2	Örtliche Verhältnisse	3
3	Anforderungen - Richtwerte – Grenzwerte.....	5
4	Berechnung der Immissionswerte.....	6
4.1	110 kV-Erdkabeltrassen laut letzten Planungsstand ohne Schirmungsmaßnahmen.....	6
4.1.1	Magnetische Flussdichte B.....	6
4.1.2	Zusammenfassung.....	8
4.2	110 kV-Erdkabeltrassen mit DN500 Stahlrohr - Magnetfeld.....	9
4.2.1	Magnetische Flussdichte B.....	9
4.2.2	Zusammenfassung.....	11
5	Zusammenfassung und Bewertung	12
6	Anhang.....	14
6.1	Literatur.....	14
6.2	Glossar.....	15

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Neuburg an der Donau plant die Errichtung eines Kindergartens im Baugebiet Neuburg-West. Das preferierte Grundstück wird von einer geplanten 110 kV - Kabeltrasse der Bayernwerke im nördlichen und westlichen Teil durchschnitten. Weiterhin tangiert eine 110 kV-Freileitung den Bauplatz im Nordwesten. Nördlich schließt sich schließlich ein Umspannwerk an.

Die TÜV SÜD Industrie Service GmbH wurde nun beauftragt die Immissionseinwirkung niederfrequenter magnetischer Felder, die auf den vorgesehenen Bauplatz einwirken zu bewerten und das sich daraus möglicherweise ergebende Gefährdungs- bzw. Störpotential zu beurteilen.

Grundlage dafür sind die von den Bayernwerken übergebenen technischen Daten der 110 kV-Freileitung bzw. Erdkabeltrasse.

In einer ersten Stellungnahme (Bericht Nr.: 2 351 666 IP vom 25. Juli 2015) wurden verschiedene Varianten betrachtet. Die aktuelle Stellungnahme bezieht sich nun auf die aktuelle, letzte Planungsvariante vom 10.03.2016.

2 Örtliche Verhältnisse

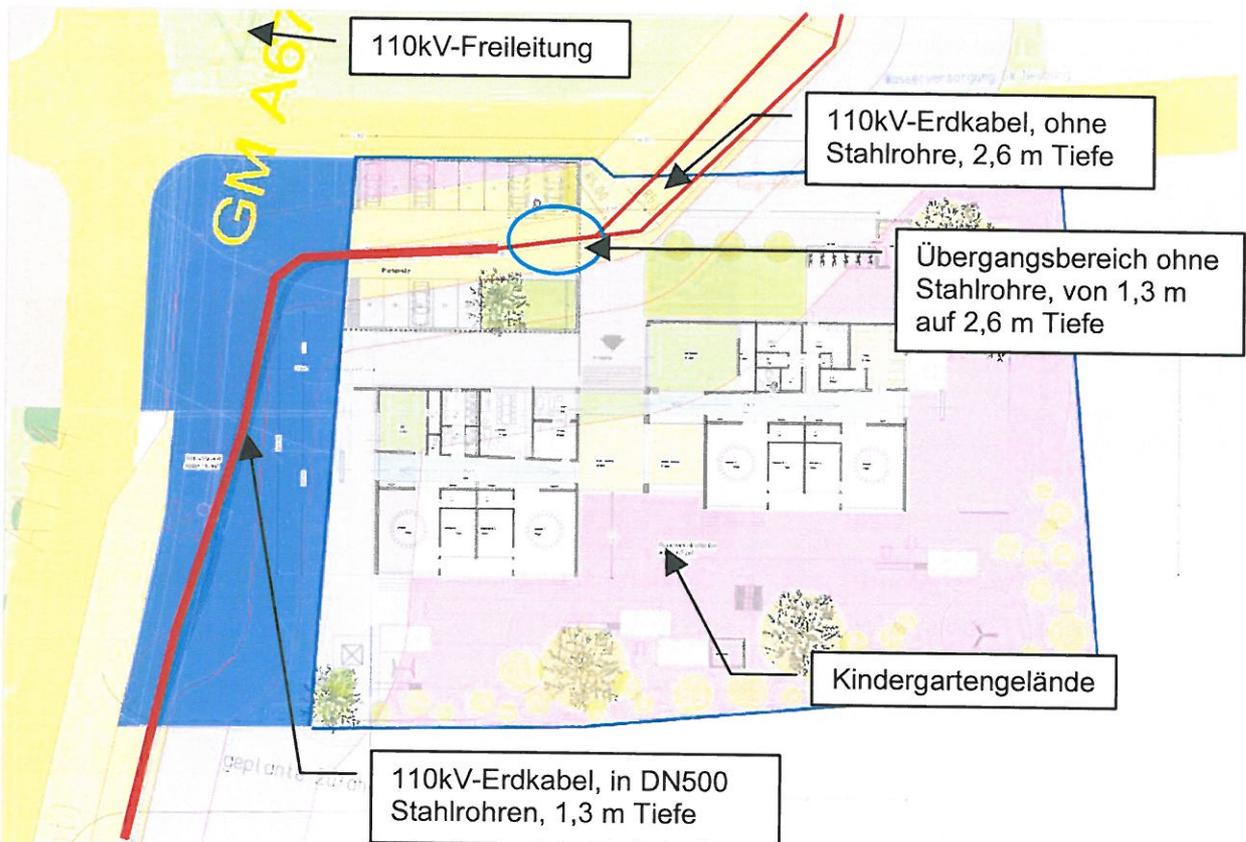
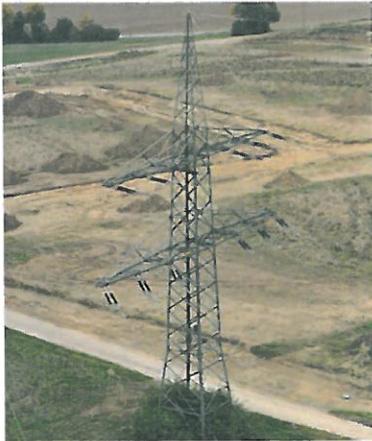
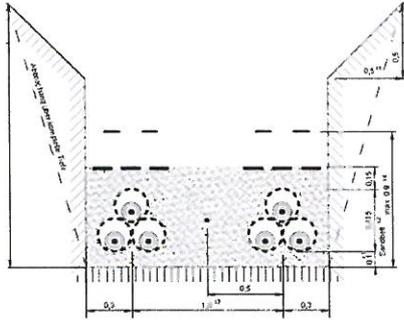


Abb. 1: Baugebiet Neuburg-West mit geplantem Baugebiet Kindergarten und 110 kV-Erdkabeltrasse

Von den Bayernwerken wurden uns für die Freileitung und die Erdkabeltrasse folgende Kenndaten (Planversion: E-Mail vom 10.03.2016) zur Verfügung gestellt:

Bezeichnung	Bestand 110 kV Freileitung	Planung 110 kV Erdkabel
Betreiber:	Bayernwerk	
Elektrische Parameter		
Nennspannung:	110 kV	110 kV
höchste Betriebsspannung:	125 kV	125 kV
Beseilung / Phasenleiter:	2 x 3 x 1 x Al/St 185/30	2 x 3 x 1 x VPE-Kabel NA2XS(FL)2Y 1000RE/50 64/110 kV
Dauerstrombelastbarkeit je Leiter:	550 A	550 A (Parallelbetrieb) 655 A (nur 1 System)
Beseilung / Erdleiter:	1 x 95/55 AlSt	-
Phasenbelegung (Blick nach Norden) - obere Traverse - untere Traverse	L1 - L2 - L3 L3 - L2 - L1 L1 - L2 - L3 L3 - L2 - L1	L1 L1 L2 - L3 L2 - L3
Geometrische Parameter		
Mast Nr.:	A67	-
Mastbild:		
Mastform / Verlegeform:	Zweiebenen-Tonnenmast	Dreiecksanordnung
Masthöhe / Grabentiefe:	29,4 m	-1,50 m ¹
Höhe obere Leiterebene:	20,1 m	-1,22 m
Höhe untere Leiterebene:	14,0 m	-1,36 m
Leiterabstand untereinander:	3,1 m	16 cm bzw. 1 m
Höhe größter Durchhang:	10 m am Portal UW	-

Tab. 1: Technische Daten der Niederfrequenzanlagen

Die einzelnen Erdkabelleiter werden in getrennten DN160 PE-Rohren verlegt. Das Dreierbündel eines Systems soll weiterhin im Bereich des Kindergartens jeweils in DN500 Stahlrohren (Stahlwerkstoff 1.0038 (S235JR)) verlegt werden. Zur Unterquerrung der Straße, nördlich des Kindergartens, wird der Kabelgraben auf 2,6 m abgesenkt.

¹ -1,1 m Überdeckung



Vorerst soll nur das östlich zum Kindergarten gelegene Erdkabel realisiert werden. Dies wird eine maximale Stromstärke von 655 A aufweisen. Später wird ein zweites, parallel laufendes Erdkabel hinzukommen. Beide Systeme zusammen werden dann eine Stromstärke von 550 A je System aufweisen. In der Prognose wurde bereits die endgültige Ausbaustufe berechnet.

3 Anforderungen - Richtwerte – Grenzwerte

In folgenden Tabellen sind die wichtigsten Anforderungen für elektromagnetische Felder mit der Frequenz 50 Hz zusammengestellt.

Grenzwert / Richtwert	Grenzwert magn. Flussdichte B	Grenzwert elektr. Feldstärke E
26. BImSchV, Allgemeinbevölkerung	100 μ T	5 kV/m
Unfallverhütungsvorschrift BGV B11 (Expositionsbereich 2)	424 μ T	6,66 kV/m
ICNIRP-Richtlinie 2010, Arbeitsschutz Allgemeinbevölkerung	1 000 μ T 200 μ T	10 kV/m 5 kV/m
Kurzzeiteffektivwerte Herzschrittmacher Kategorie 0 – störfest (DIN VDE 0848-3-1)	100 μ T	5 kV/m
Kurzzeiteffektivwerte Herzschrittmacher Kategorie 1 – eingeschr. störfest (DIN VDE 0848-3-1)	65 μ T	4 kV/m
Röhrenbildschirme	ab 0,3 μ T	
DIN EN 61000-6-1 : 2007 Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe	3,8 μ T (Gehäuse)	-

Tab. 2: Anforderungen für die Hauptfrequenzen 50 Hz

Sonstige Richtwert / Empfehlungen		
Schweizer Strahlenschutzverordnung – NISV (Anlagengrenzwert in Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) wie Wohnungen, Schulen, Kindergärten)		1 μ T
Richtwert der Stadt München als Durchschnittsbelastung für Wohnbebauung		1 μ T
Richtwert der Stadt München als Durchschnittsbelastung für Kindergärten		0,4 μ T
Empfehlung der Strahlenschutzkommission (SSK) vom 15.05.2008 zur Vermeidung der Störbeeinflussung von Implantatträgern (z.B. Herzschrittmacher oder Defibrillatoren) wenn weitere Feldquellen zu erwarten sind.	16 ² / ₃ Hz 50 Hz	30 μ T 10 μ T

Tab. 3: Vorsorge-Anforderungen für die Frequenz 50 Hz

4 Berechnung der Immissionswerte

Anhand der technischen Daten wurden die durch die 110 kV-Leitertrassen zu erwartenden zusätzlichen elektrischen und magnetischen Felder mit dem Programm Winfield (EFC 400 LF) berechnet. Der Einfluss durch das Umspannwerk wurde aufgrund der Entfernung und den Ergebnissen der Vorabschätzung vernachlässigt.

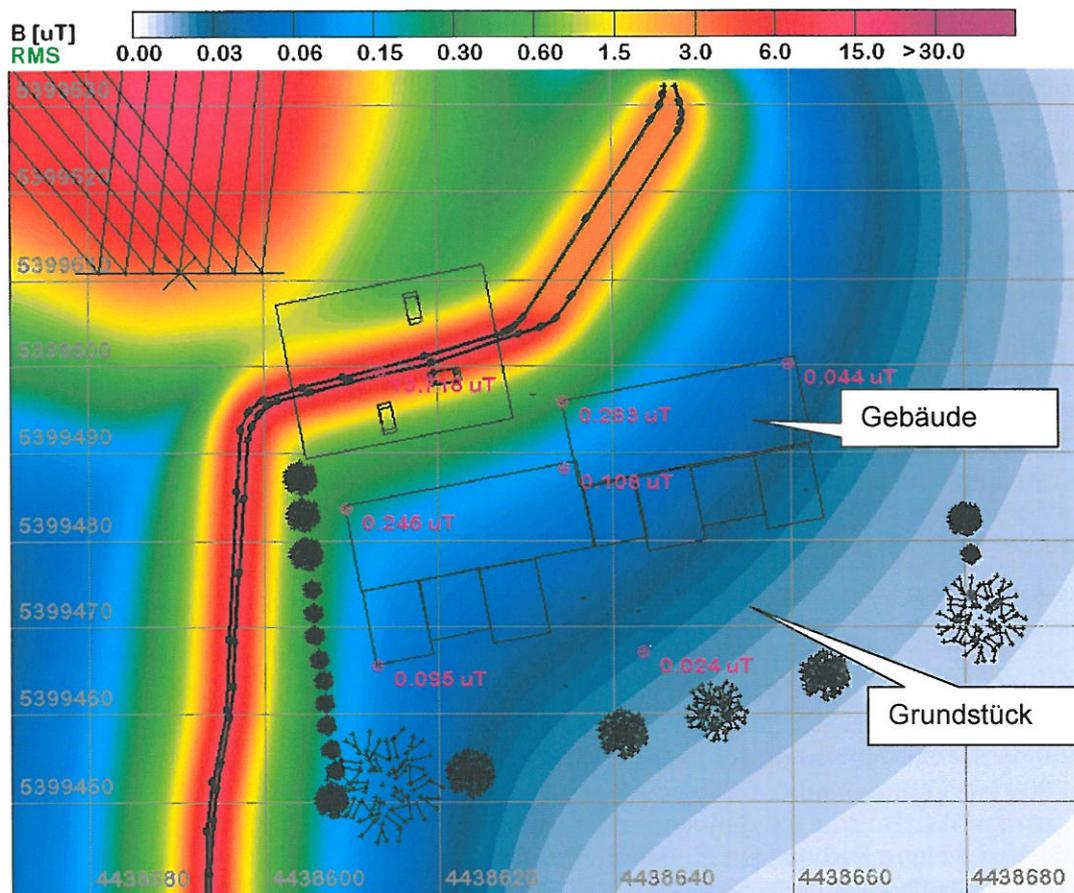
Durch die Hausinstallation und die Niederspannungsstromversorgung ist in den Häusern mit zusätzlichen Feldern zu rechnen. Diese sowie ggfs. bestehende weitere Kabelanlagen, wie Niederspannungsstromsysteme wurden nicht berücksichtigt, da darüber keine Informationen vorlagen.

Die Berechnung wurde für den Fall der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung mit beiden Erdkabelleitungen durchgeführt, d.h. bei der höchsten Betriebsspannung sowie der maximalen zulässigen Dauerstrombelastbarkeit der Leiter. Bei Normalbetrieb werden die Auslastung der Leitung und damit die Immissionswerte deutlich niedriger liegen.

4.1 110 kV-Erdkabeltrassen laut letzten Planungsstand ohne Schirmungsmaßnahmen

Die 110 kV-Erdkabeltrasse führt zusammen mit der 110 kV-Freileitung ohne weitere Schirmungsmaßnahmen zu folgenden magnetischen Feldern:

4.1.1 Magnetische Flussdichte B



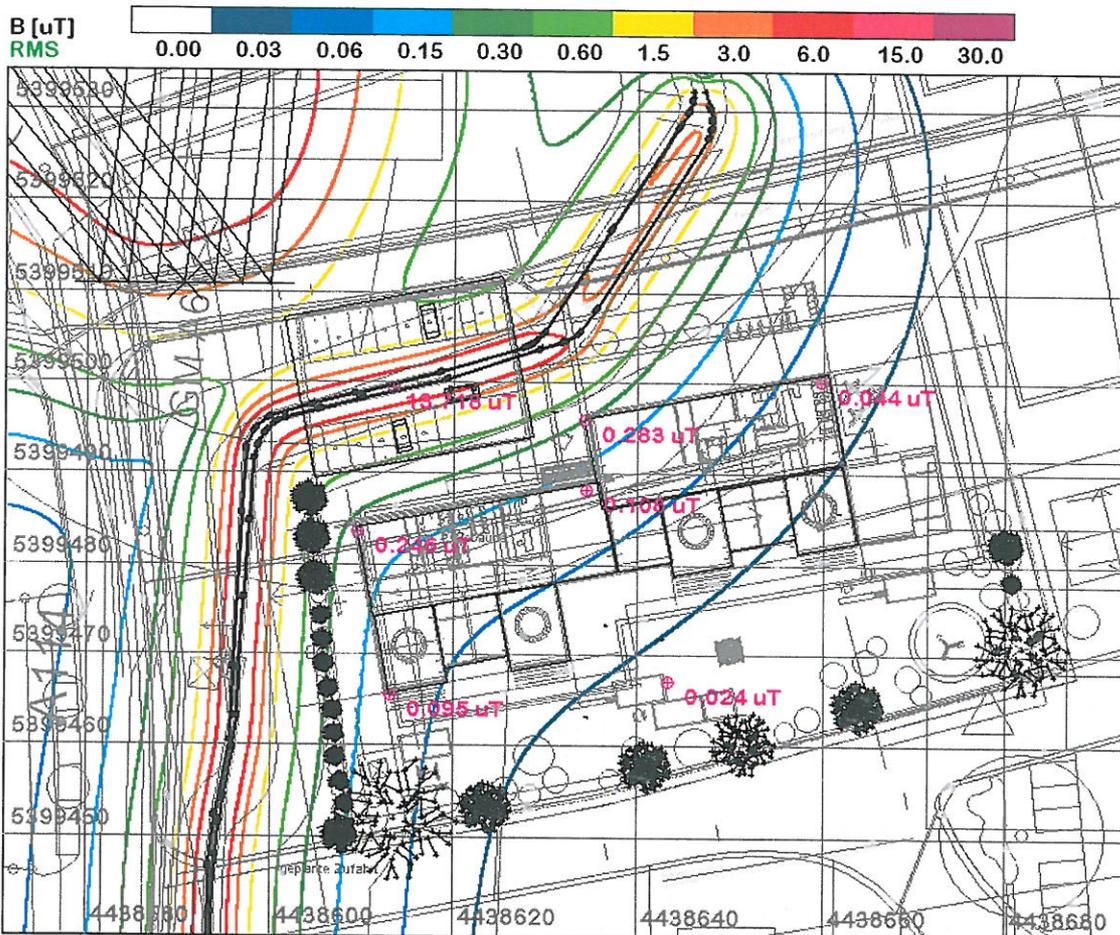


Abb. 2: **Magnetische Flussdichte B [uT] - 0,2 m Höhe, flächige Verteilung und Isolinien**

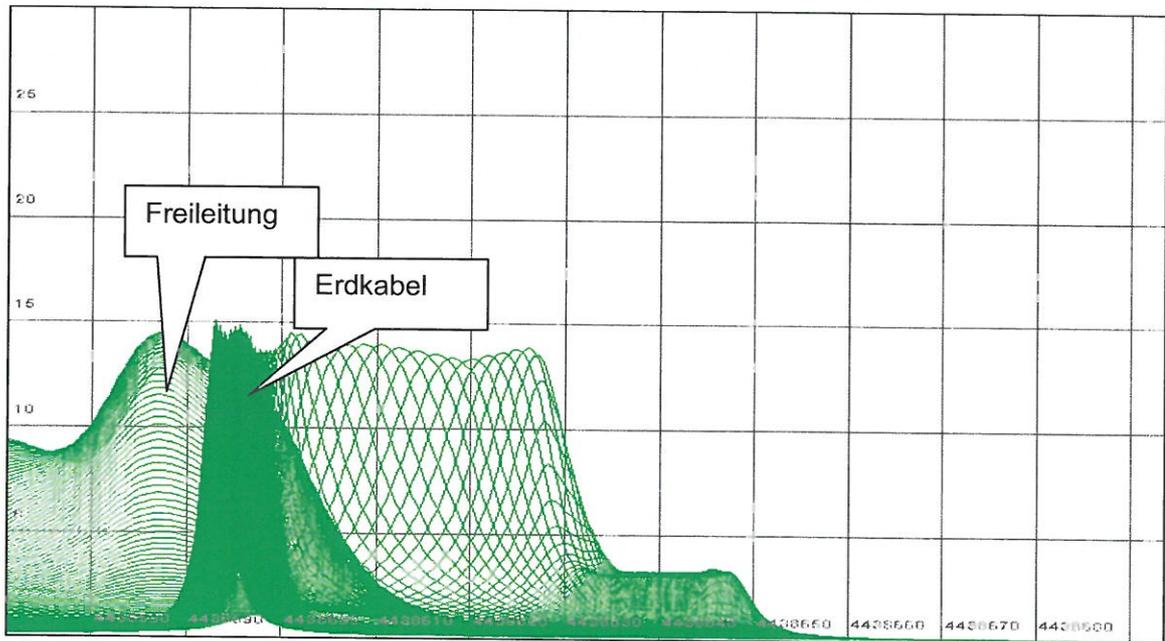


Abb. 3: **Magnetische Flussdichte B [uT] - 0,2 m Höhe, Schnitt entlang der X-Achse**

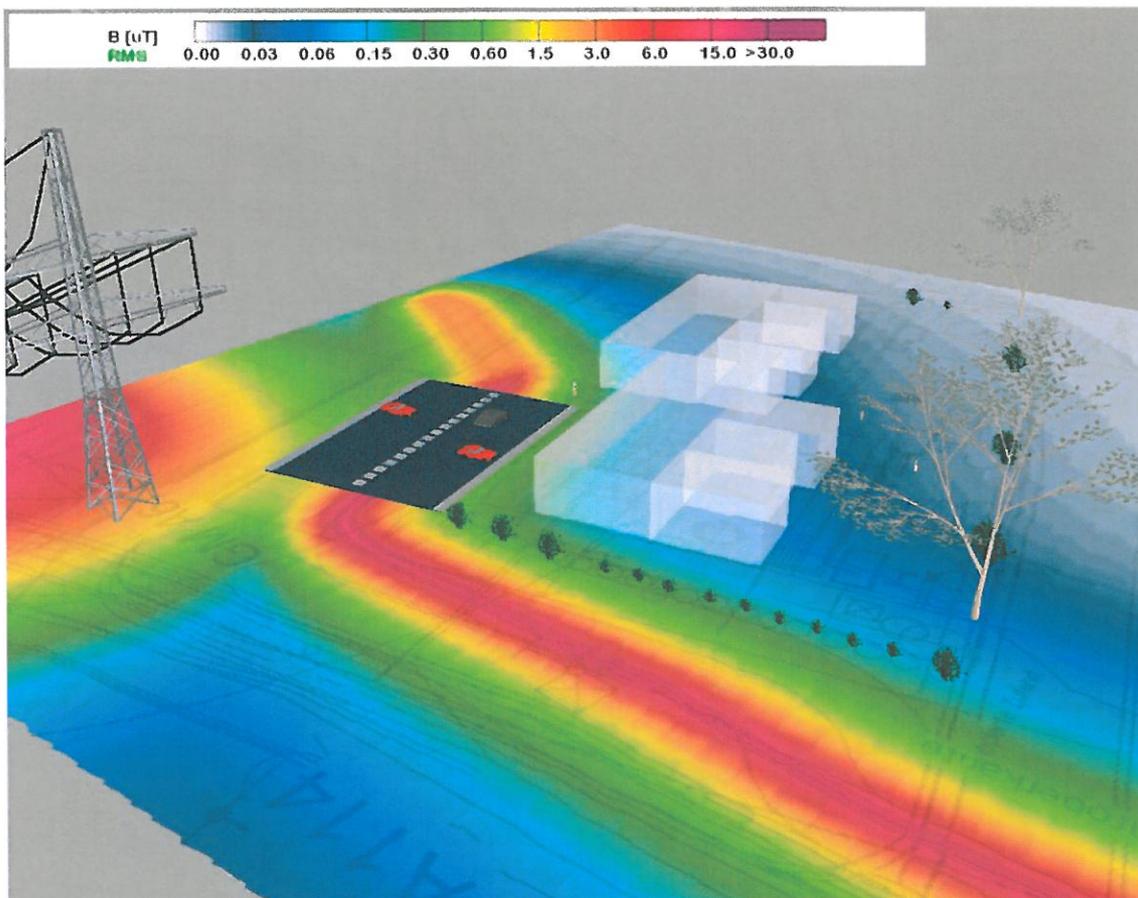


Abb. 4: Dreidimensionale Ansicht für die **Magnetische Flussdichte** ohne Schirmmaßnahmen

4.1.2 Zusammenfassung

Im ungünstigsten Fall - bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung - sind damit folgende Immissionswerte für die magnetische Flussdichte B bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung zu erwarten:

Immissionsort	Höhe	magn. Flussdichte B
Maximalwert über Erdkabel auf dem Parkplatz	0,2 m	13,9 $\mu\text{T} \pm 0,2 \mu\text{T}$
Maximalwert im Gebäude	0,2 m	0,28 $\mu\text{T} \pm 0,10 \mu\text{T}$

Tab. 4: Immissionswerte an den Bezugspunkten für die 110 kV - Freileitung

4.2 110 kV-Erdkabeltrassen mit DN500 Stahlrohr - Magnetfeld

Durch die Bayernwerke ist vorgesehen zur Minimierung der Feldemissionen im Bereich des Kindergartens die Erdkabel-Dreierbündel in DN500 Stahlrohren mit einer Wandstärke von 10 mm zu verlegen. Da diese Maßnahmen keine Auswirkungen auf das elektrische Feld haben, wird im Folgenden nur die Auswirkung auf die magnetische Flussdichte weiter betrachtet.

4.2.1 Magnetische Flussdichte B

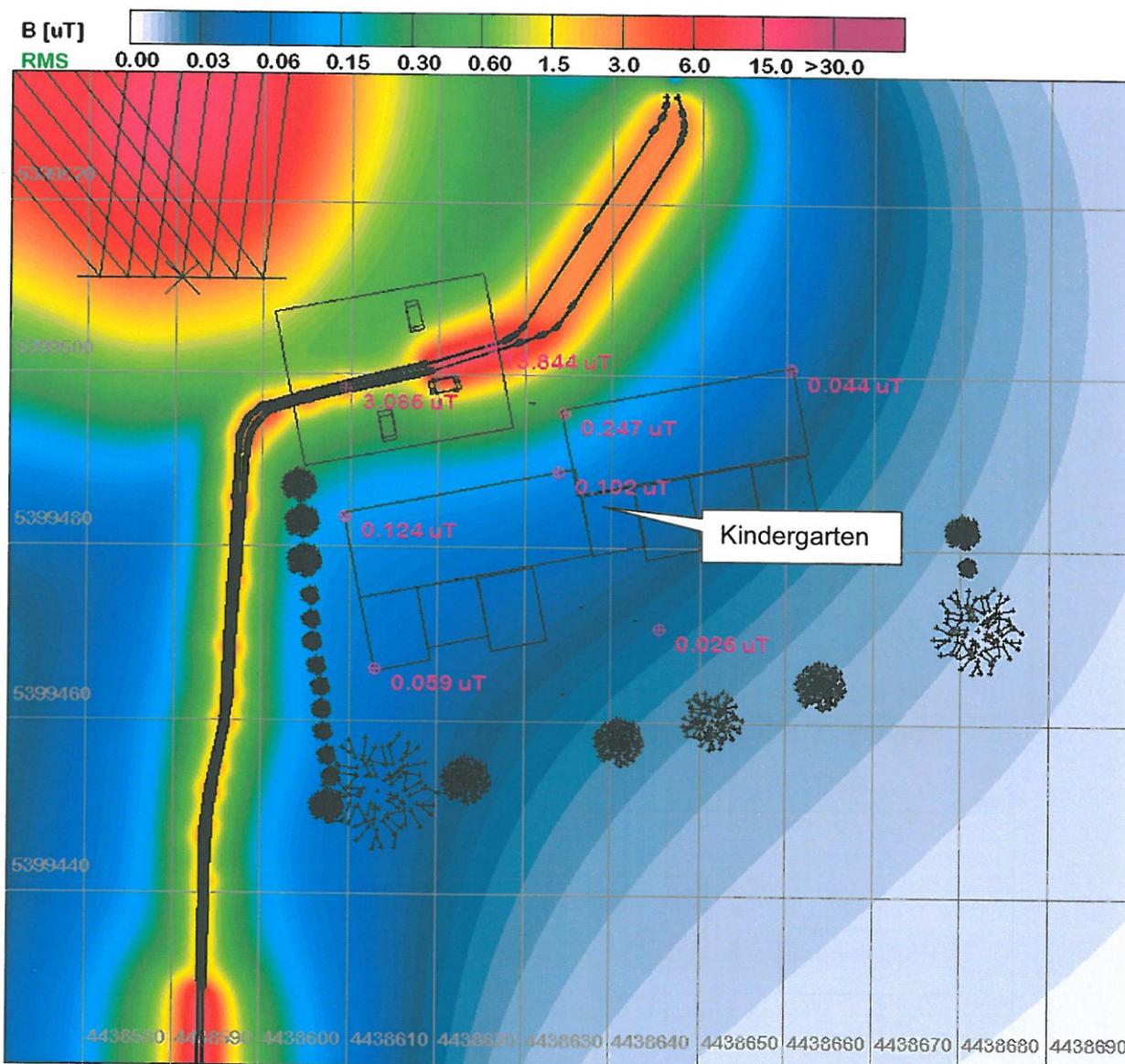


Abb. 5: Magnetische Flussdichte B [μT] - 0,2 m Höhe, flächige Verteilung mit DN500 Stahlrohr

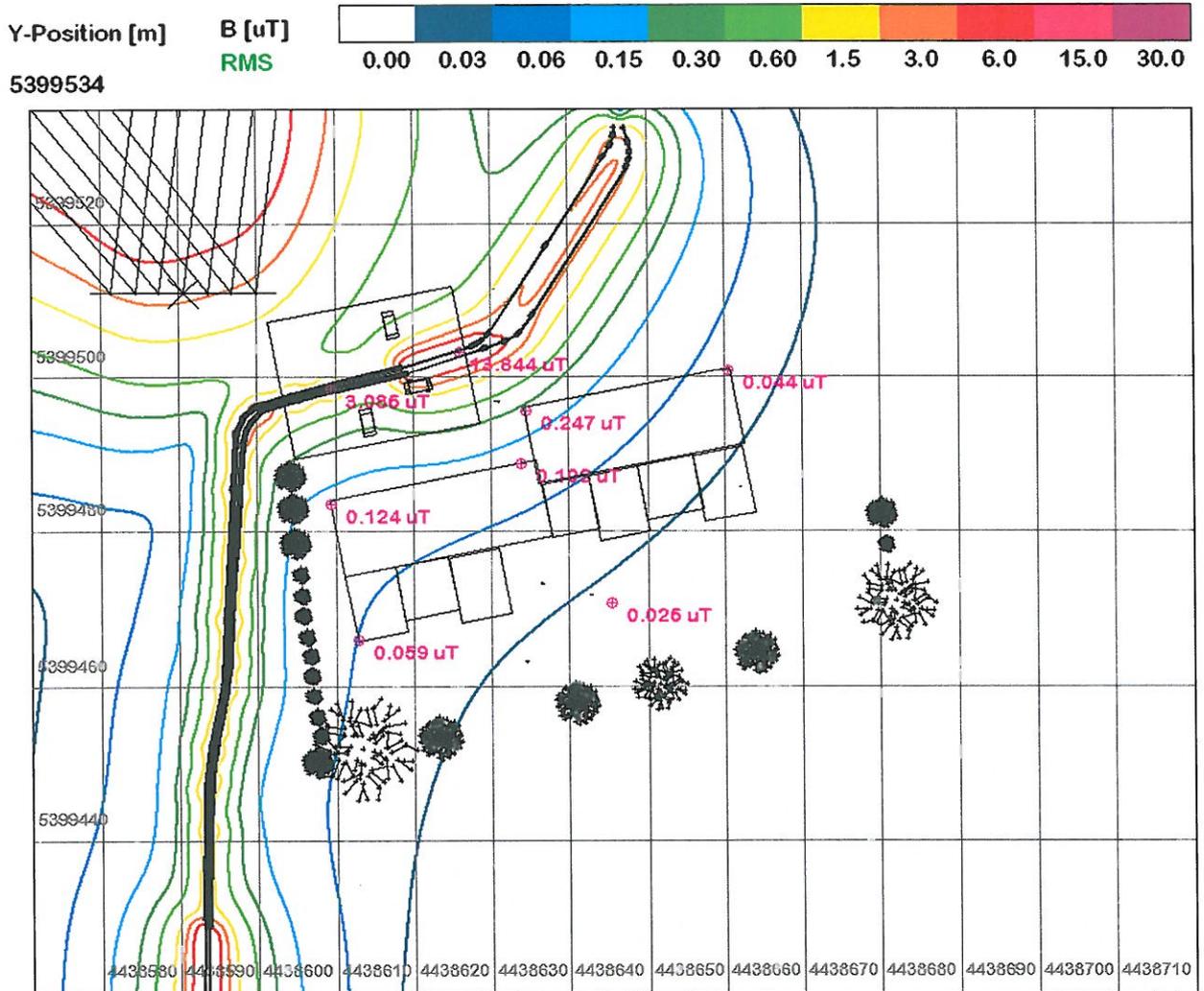


Abb. 6: Magnetische Flussdichte B [μ T] - 0,2 m Höhe, Isolinien mit DN500 Stahlrohr

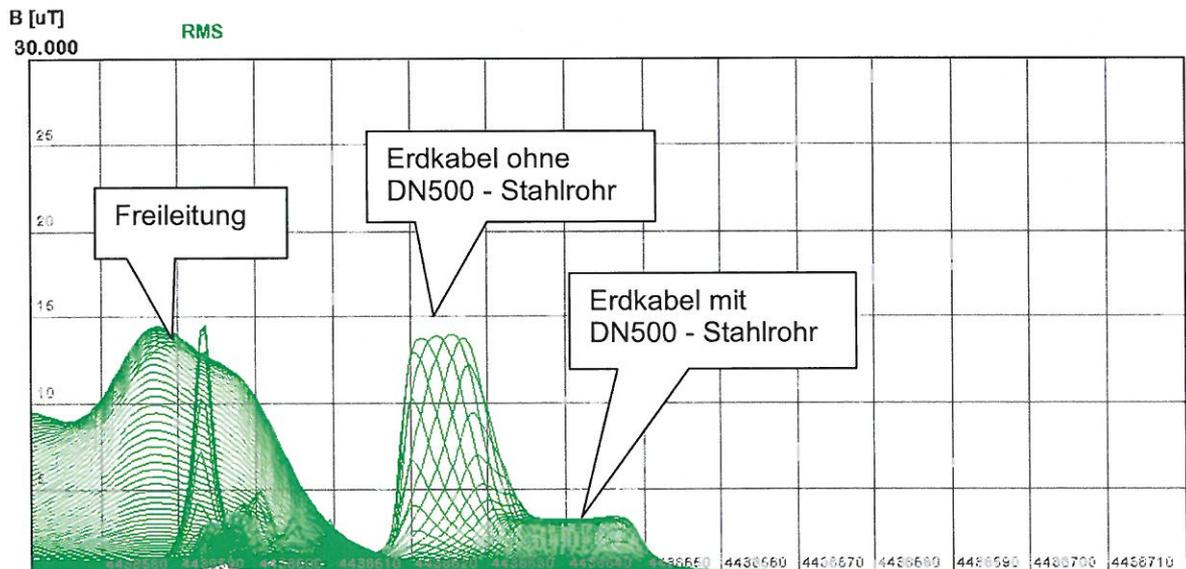


Abb. 7: Magnetische Flussdichte B [μ T] - 0,2 m Höhe, Schnitt entlang der X-Achse

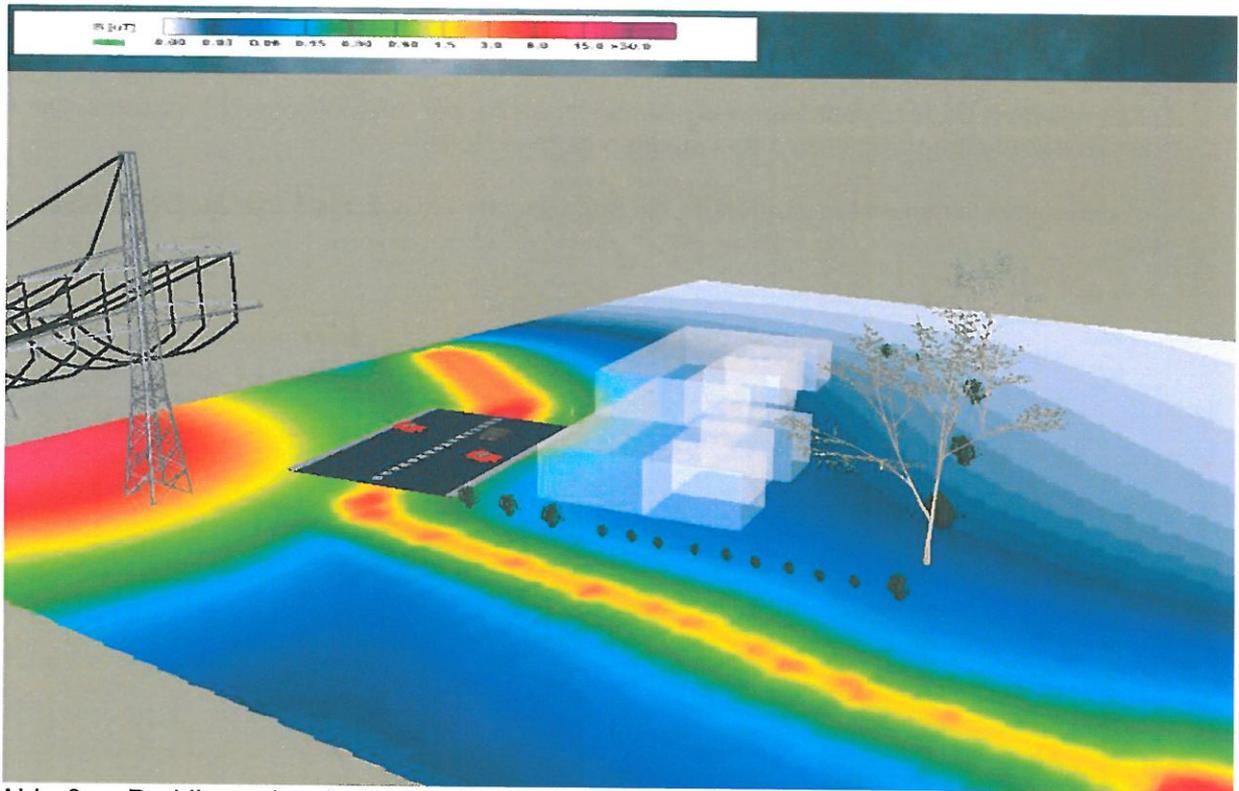


Abb. 8: Dreidimensionale Ansicht für die **Magnetische Flussdichte** mit DN500 Stahlrohr

4.2.2 Zusammenfassung

Im ungünstigsten Fall - bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung - sind damit folgende Immissionswerte für die magnetische Flussdichte B bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung zu erwarten:

Immissionsort	Höhe	magn. Flussdichte B
Maximalwert über Erdkabel im DN500-Stahlrohr, 1,3 m Tiefe	0,2 m	3,1 $\mu\text{T} \pm 0,2 \mu\text{T}$
Maximalwert über Erdkabel ohne Schirmung, Übergang 1,3 m zu 2,6 m Tiefe	0,2 m	13,8 $\mu\text{T} \pm 1,0 \mu\text{T}$
Maximalwert im Gebäude Durchschnitt im Gebäude und-Garten des Kindergartens	0,2 m	0,25 $\mu\text{T} \pm 0,15 \mu\text{T}$ 0,09 $\mu\text{T} \pm 0,03 \mu\text{T}$

Tab. 5: Immissionswerte an den Bezugspunkten für die 110 kV - Freileitung

5 Zusammenfassung und Bewertung

Die elektrische Feldstärke ist bei allen untersuchten Varianten auf dem vorgesehenen Grundstück nicht relevant. Unterschiede ergeben sich hingegen bei der magnetischen Flussdichte. Die Felder der Freileitungstrasse spielen dabei nur eine geringe Rolle.

An den Immissionspunkten wurden für die magnetische Flussdichte folgende Ergebnisse ermittelt:

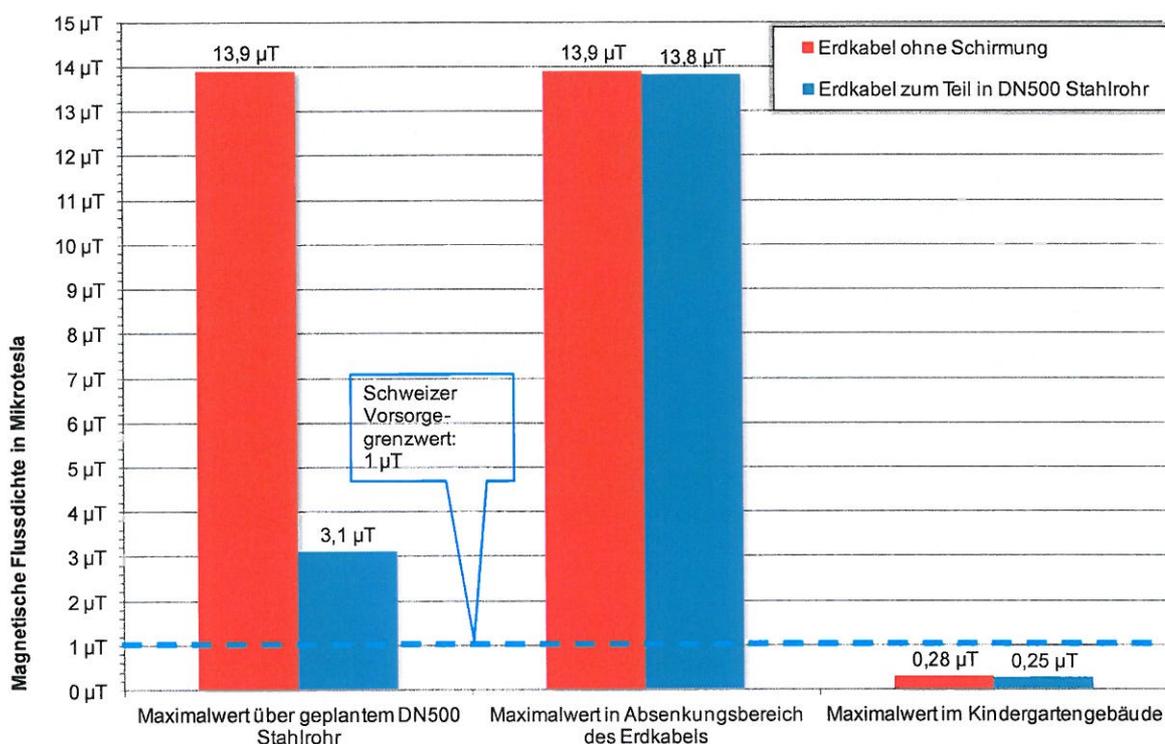


Abb. 9: Magnetische Flussdichte in 0,2 m Höhe über Boden für die jeweiligen Varianten

Ohne weitere Schirmungsmaßnahmen der Erdkabeltrasse, werden in 0,2 m Höhe über Boden, direkt über der Leitung auf dem Parkplatz des Kindergartens Immissionswerte bis 13,9 µT erreicht, im Kindergartengebäude maximal 0,28 µT.

Die mit der letzten Planungsvariante umgesetzten Maßnahmen:

- Verlegung des 110 kV Erdkabels in DN 500 Stahlrohren im Bereich des Kindergartens.
- Absenkung der Kabeltrasse von 1,3 m auf 2,6 m bei der Unterquerung der nördlich des Kindergartens gelegenen Straße.
- Verschiebung des Baukörpers des Kindergartengebäudes in südöstliche Richtung und bessere Anpassung der Bauform an den Trassenverlauf.

führen zu einer deutlichen Verminderung der Immissionswerte im Kindergartengebäude und dem angrenzenden Garten. Ohne diese Maßnahmen würden noch 1,3 µT (Bericht Nr.: 2 351 666 IP vom 25. Juli 2015) im Kindergartengebäude erzielt.

Mit den oben beschriebenen Maßnahmen, werden in 0,2 m Höhe über Boden, direkt über dem Erdkabel im DN500 Stahlrohr nur noch 3,1 µT erreicht. Auf dem Parkplatz des Kindergartens, dort wo das Kabel aus dem Rohr austritt und auf 2,6 m abgesenkt wird, ergibt sich nur eine ge-

ringe Reduzierung der Immissionswerte auf $13,8 \mu\text{T}$; im Kindergartengebäude selbst werden jedoch nur noch maximal $0,25 \mu\text{T}$, im Schnitt sogar nur $0,09 \mu\text{T}$ erreicht.

Im Kindergartengebäude und dem zugehörigen Garten (ohne Parkplatz) können damit sogar im ungünstigsten Betriebsfall die Schweizer Vorsorgerichtwerte sowie die Richtwerte der Stadt München für Kindergärten eingehalten werden.

Grundlage für die Richtwerte der Stadt München ist hingegen nicht die maximale sondern die mittlere Feldbelastung. Im täglichen Betrieb der Leitung ist von deutlich geringeren Werten auszugehen. Laut Auskunft der Bayernwerke lag die Auslastung der derzeitigen Leitung im Jahr 2014 maximal bei ca. 50 % bis 60 %, im Schnitt nur bei etwa 33 %. Da die Magnetfeldwerte sich proportional dazu vermindern, ist auch hier von einem Drittel niedrigeren Durchschnittswerten auszugehen, was bedeutet, dass mit der geschirmten Variante im Gebäude auch die Richtwerte der Stadt München sicher eingehalten werden.

Wir empfehlen zusätzlich folgende Minderungsmaßnahmen für das niederfrequente Magnetfeld nach Möglichkeit umzusetzen:

- Der Bereich der Kabeltrasse wo das Erdkabel von 1,3 m auf 2,6 m Tiefe abgesenkt wird, sollte mit Stahlplatten überdeckt werden.

Alle Immissionswerte liegen jedoch deutlich unter den Grenzwerten der 26. BImSchV. Der Schweizer Anlagengrenzwert ($1 \mu\text{T}$) sowie der Münchner Richtwert für Kindergärten ($0,4 \mu\text{T}$) kann mit der geschirmten Lösung der Erdkabeltrasse ebenfalls im Gebäude und im Garten des Kindergartens sicher eingehalten werden.

6 Anhang

6.1 Literatur

- [1] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1966)
- [2] Novellierte Fassung der 26. BImSchV vom 19.02.2013, Drucksache 17/12372, Vom Deutschen Bundestag angenommen, Zustimmung Bundesrat steht noch aus.
- [3] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) des Länderausschusses für Immissionsschutz; 2004
- [4] DIN VDE 0848-1 : August 2000, Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern
- [5] DIN EN 50413 (VDE 0848-1) : August 2009; Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz)
- [6] 1999/519/EG; Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz — 300 GHz); Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 199/59
- [7] ICNIRP – Richtlinie 1998, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics 74 (4): 494-522; 1998.
- [8] ICNIRP – Richtlinie 2009, Guidelines for limiting exposure to static magnetic fields, Health Physics 96 (4): 504-514; 2009.
- [9] ICNIRP – Richtlinie 2010, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz), Health Physics 99 (6): 818-836; 2010.
- [10] Elektromagnetische Felder im Alltag - Aktuelle Informationen über Quellen, Einsatz und Wirkungen; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe und Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Bezug über www.lfu.bayern.de/strahlung/index.htm
- [11] 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
- [12] SSK 2008; Empfehlung der Strahlenschutzkommission (SSK) zum Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern der elektrischen Energieversorgung und –anwendung, veröffentlicht vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Bundesanzeiger Nr. 142a am 18. September 2008

6.2 Glossar

B	Symbol für magnetische Flussdichte.
BlmSchV	Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BlmSchG)
E	Symbol für Elektrische Feldstärke.
elektrische Feldstärke	Diese wird durch den elektrischen Spannungsabfall zwischen zwei Punkten erzeugt. (siehe „Volt pro Meter“). Sie hängt daher einerseits von der verwendeten Spannung am Leiter ab und der Entfernung hierzu.
EMF	Abkz. für <u>E</u> lektro <u>m</u> agnetische <u>F</u> elder
Frequenz	Schwingungszahl von Wellen je Sekunde, gemessen in Herz
Hertz (Hz)	Technische Einheit für 1 Schwingung pro Sekunde
Magnetfeld, magnetische Flussdichte	Dies ist ein Maß für das von einem Strom oder Permanentmagneten erzeugte Magnetfeld.
Spannung Hochspannung (kV)	Eine elektrische Spannung über 1.000 Volt (1 kV) wird im Allgemeinen als Hochspannung bezeichnet. Beispielsweise arbeitet die Bahn typischerweise mit 15 kV, Hochspannungsfreileitungen werden mit den Spannungsebenen 20 kV, 30 kV, 110 kV, 220 kV oder 20 kV betrieben. Ab 220 kV spricht man von Höchstspannung.
Tesla, Mikrotesla (μ T)	Technische Maßeinheit für die magnetische Flussdichte in Tesla oder mehr gebräuchlich Mikrotesla was einem Millionstel Tesla entspricht. In dieser Einheit sind die Grenzwerte der 26. BlmSchV im Niederfrequenzbereich angegeben. Früher war hierfür auch die Einheit Gauß gebräuchlich. 1 Gauß entspricht 100 μ T.
Volt pro Meter (V/m)	Technische Maßeinheit für die elektrische Feldstärke. Diese ist ein Maß für den Spannungsabfall zwischen zwei Punkten. Die Feldstärke von 1 V/m entspricht daher einer Spannungsverminderung von 1 Volt in 1 m Abstand. In dieser Einheit sind die Grenzwerte der 26. BlmSchV angegeben.

