



**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

Immissionsgutachten elektromagnetische Felder

**Bauvorhaben Babenhausen,
Westlich der Frankfurter Straße – Einzelhandel‘**

Planungsstand: 02 2025

Auftraggeber: CMB PA GmbH & Co. KG
Wermbachstraße 46
63739 Aschaffenburg

Ziel der
Untersuchung: Beurteilung der einwirkenden elektrischen und
magnetischen Felder durch zwei 110-kV-Frei-
leitungen auf einen geplanten Einzelhandel

Bestellnummer: schriftlich von Hr. Brönner vom 17.07.2025

Berichts-Nr.: 4210355-EMF-IP v1

Sachverständige: Dr. Andrea Thiemann

Telefon-Durchwahl: (0 89) 57 91 – 37 56

E-Mail: Andrea.thiemann@tuvsud.com

Berichtsumfang: 19 Seiten

Datum: 08. August 2025

Unsere Zeichen:
IS-USG-MUC/tim/sas

Dokument:
2508 B NF-IP 26-AP CMB PA
Babenhausen v1.docx

Das Dokument besteht aus
19 Seiten.
Seite 1 von 19

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.

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
USt-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter tuvsud.com/impressum

Aufsichtsrat:
Walter Reithmaier (Vors.)
Geschäftsführung:
Simon Kellerer (Sprecher)
Thomas Kainz
Ferdinand Neuwieser
Paula Pias Peleteiro

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Niederlassung München
Umwelt Service
Genehmigungsmanagement
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland
Telefon: +49 89 5791-1040

tuvsud.com/de-is
Tel. Zentrale: 089 5190-4001

TÜV®



Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Örtliche Verhältnisse	3
3	Quellen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder	4
3.1	110-kV-Freileitung Nr. 426 Aschaffenburg – Weiterstadt (DB Energie GmbH)	4
3.2	110-kV-Freileitung Nr. 1050 Eppertshausen – Babenhausen (Westnetz GmbH)	5
4	Rechtliche und normative Grundlagen	6
4.1	26. BImSchV	6
4.1.1	Anwendungsbereich und maßgebliche Immissionsorte	6
4.1.2	Höchste betriebliche Anlagenauslastung	7
4.1.3	Berücksichtigung der Vorbelastung durch andere Niederfrequenzanlagen und ortsfeste Hochfrequenzanlagen	7
4.2	Schutz von Implantatträgern	8
4.3	Arbeitsschutzverordnung EMFV	9
5	Berechnung der Immissionswerte	10
5.1	Bewertung nach 26. BImSchV – höchste betriebliche Anlagenauslastung der Freileitung	11
5.1.1	Immissionswerte magnetische Flussdichte B	11
5.1.2	Immissionswerte Elektrische Feldstärke E	12
5.1.3	Zusammenfassung Immissionswerte	13
6	Zusammenfassung und Bewertung	14
7	Anhang	15
7.1	Literatur	15
7.2	Emissionsquellen niederfrequenter Felder - Allgemeine Informationen	16
7.3	Glossar	17
7.4	Berechnung der Unsicherheit nach DIN EN 50413	19

1 Aufgabenstellung

In der Frankfurter Straße in Babenhausen plant die CMB PA GmbH & Co. KG einen Einzelhandel mit zugehöriger Parkfläche zu errichten. Dafür wird eine bestehende 110-kV-Freileitung der DB zwischen Mast 10040 und 10041 durch Erhöhung der entsprechenden Masten von 18 m bzw. 17,5 m auf je 25 m angehoben. Zusätzlich überspannt eine weitere 110-kV-Freileitung der Westnetz GmbH das Gelände, ein Mast (Mast 30) befindet sich am nördlichen Ende des Grundstücks

Es sollen die von den Freileitungen ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder berechnet und mit den zulässigen Werten für die Allgemeinbevölkerung der 26. BImSchV [1] und den zulässigen Werten für Mitarbeiter nach der aktuellen Arbeitsschutzverordnung EMFV [7] bewertet werden. Dabei soll nur der Zustand des Endausbaus mit den erhöhten Masten der DB-Leitung betrachtet werden.

2 Örtliche Verhältnisse

Der geplante Einzelhandel soll an der Frankfurter Straße in Babenhausen (Gemarkung Babenhausen, Flur 9, Flurstücksnr. 67, 68/3, 68/4, 69/2, 70/7) errichtet werden wird eine Gesamthöhe von 6,22 m inklusive Photovoltaikanlage auf dem Dach haben. Über dem Grundstück verlaufen zwei 110-kV-Freileitungen der Westnetz GmbH bzw. der DB Energie. Im Zuge der Bauarbeiten wird die untere Traverse der Freileitung der DB auf eine Höhe von 25 m angehoben. In dem Einzelhandelsgebäude und am Parkplatz ist sowohl mit Besuchern zu rechnen, deren Aufenthaltsdauer auf eine kurze Zeitspanne begrenzt ist, als auch mit Mitarbeitern des Einzelhandels, welche sich über längere Zeit im Gebäude und am Grundstück aufhalten.

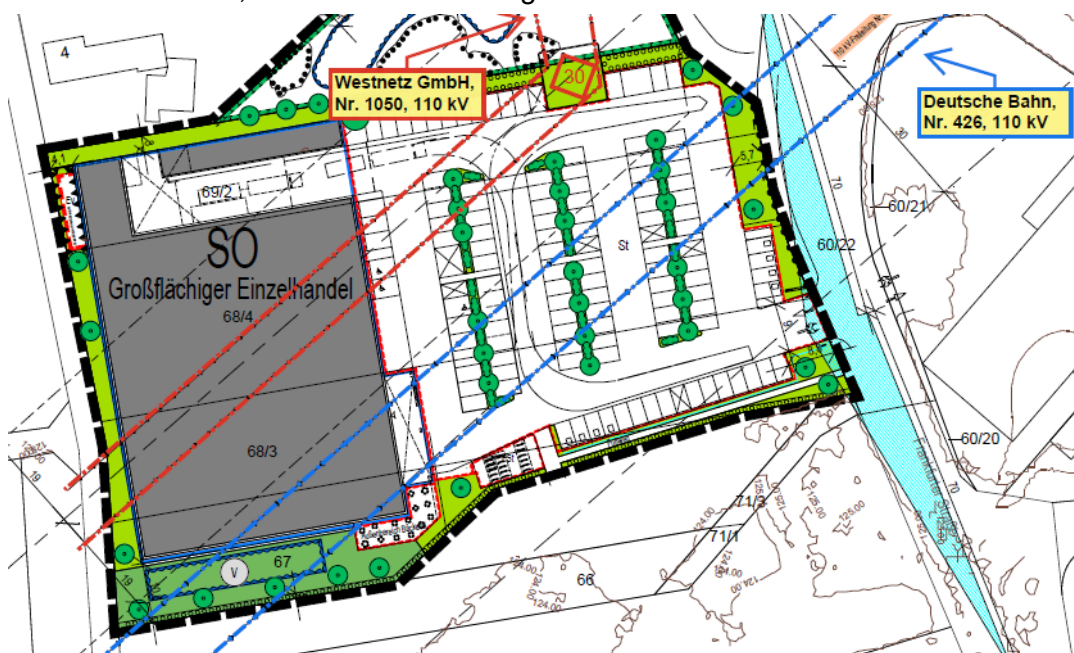


Abb. 1: Lageplan der Baufläche für den geplanten Einzelhandel mit Trassen der 110-kV-Freileitungen (Westnetz GmbH: rot; DB: blau gestrichelt) und Mast 30 (rotes Rechteck).

Tab. 1: Technische Daten der 110-kV-Freileitung Nr. 426 der DB Energie GmbH

3.2 110-kV-Freileitung Nr. 1050 Eppertshausen – Babenhausen (Westnetz GmbH)

Von der Westnetz GmbH, vertreten durch Herrn Siebers, wurden die technischen Parameter der Freileitungstrasse zur Verfügung gestellt, welche die Grundlage für die Begutachtung bildeten.

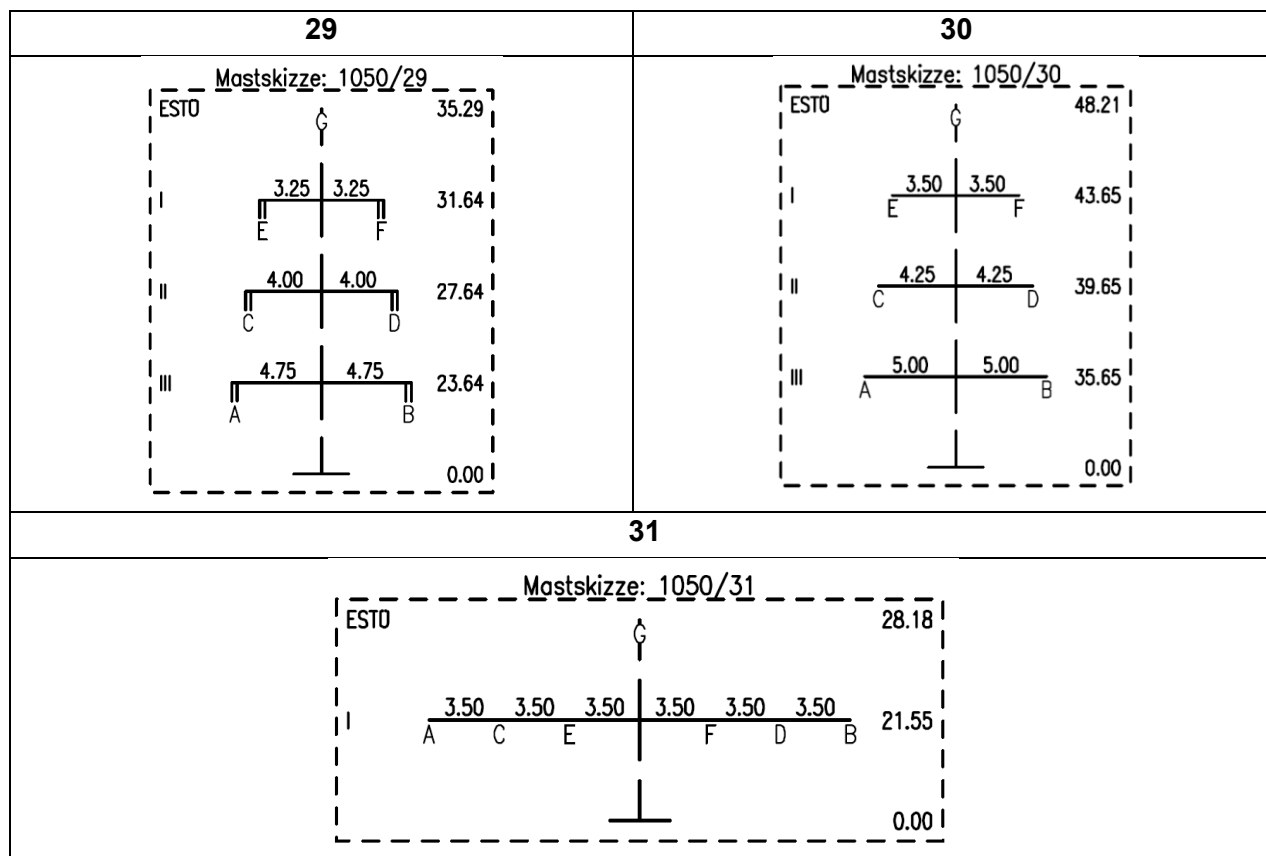


Abb. 3: Mastbild der relevanten Masten der Freileitung Nr. 1050 mit Mastnummern

Bezeichnung	110-kV-Freileitung Nr. 1050 (Mast 29 – 31) Eppertshausen – Babenhausen
Betreiber:	Westnetz GmbH
Nennspannung:	110 kV
Frequenz:	50 Hz
th. zulässiger Dauerstrom je Phasenleiter:	650 A
Anzahl Stromsysteme:	2
Beseilung - Phasenleiter:	2 x 3 x 1 x 265-AL/35-ST
Beseilung –ESLK:	1 x 1 x 185-AL/30-ST1
Vertikale Isolatorkettenlänge:	1,90 m (Mast 29)



Bezeichnung	110-kV-Freileitung Nr. 1050 (Mast 29 – 31) Eppertshausen – Babenhausen	
Phasenbelegung:	Mast 29 & 30: W W V V U U	Mast 31: U V W W V U
Masttyp:	Tanne, Einebene	
Mastnummern im Plangebiet:	Nr. 29-31	
Max. Durchhang	6,80 m	

Tab. 2: Technische Daten der 110-kV-Freileitung Nr. 1050 der DB Energie GmbH

4 Rechtliche und normative Grundlagen

4.1 26. BImSchV

Aufgrund § 3, Abs. (1) der 26. Verordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16.12.96 (BGBl I 66 S. 1966ff) in der Fassung vom 14. August 2013 sind zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen Niederfrequenzanlagen, die nach 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 in Tab. 3 genannten Grenzwerte nicht überschreiten.

Der Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage beschreibt den Bereich, in dem die Anlage einen signifikanten von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen.

Frequenz	Elektrische Feldstärke E	Magnetische Flussdichte B
16,7 Hz	5 kV/m	300 μ T
50 Hz	5 kV/m	100 μ T ¹

Tab. 3: Grenzwerte für ausgewählte Frequenzen nach Anhang 1 der 26. BImSchV²

4.1.1 Anwendungsbereich und maßgebliche Immissionsorte

Maßgebliche Immissionsorte sind Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und sich im Einwirkungsbereich einer ortsfesten elektrotechnischen Anlage befinden, die mit Wechselstrom mit einer Nennspannung von mehr als 1.000 Volt betrieben wird.

¹ Gemäß §3 der 26.BImSchV müssen Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hz die Hälfte des im Anhang 1a genannten Grenzwertes von 200 μ T für die magnetische Flussdichte einhalten

² An Orten zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen im Einwirkungsbereich der Anlage



Dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen Gebäude und Grundstücke, in oder auf denen nach der bestimmungsgemäßen Nutzung Personen regelmäßig länger – mehrere Stunden – verweilen können. Als Anhaltspunkt ist dabei die üblicherweise anzunehmende durchschnittliche Aufenthaltsdauer einer einzelnen Person heranzuziehen. Das schutzwürdige Gebäude oder Grundstück muss nicht notwendigerweise einem dauernden Aufenthalt, z. B. dem Wohnen, dienen.

Der Einwirkungsbereich einer Freileitung ist gemäß den Hinweisen des LAI zur Durchführung der 26. BImSchV [2] für Freileitungen als Streifen angrenzend an den ruhenden äußeren Leiter der Freileitung definiert. Für 110-kV-Freileitungen beträgt die Breite des Streifens 10 m.

4.1.2 Höchste betriebliche Anlagenauslastung

Für die Immissionsauswirkung der Anlage ist die elektrische und magnetische Feldstärke bei „höchster betrieblicher Anlagenauslastung“ zu ermitteln. Diese ist laut 26. BImSchV nicht durch die tatsächliche zu erwartende maximale Auslastung der Anlage, sondern durch eine technische Grenze charakterisiert, bei Freileitungen und Sammelschienen durch den thermischen maximal zulässigen Dauerstrom des verwendeten Leiterquerschnitts sowie die Nennspannung. Im vorliegenden Fall begrenzt ein technischer Engpass den maximalen betrieblichen Strom.

4.1.3 Berücksichtigung der Vorbelastung durch andere Niederfrequenzanlagen und ortsfeste Hochfrequenzanlagen

Laut § 3 Abs. (3) der 26. BImSchV sind bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte 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. Dies betrifft vor allem Langwellen-, Mittelwellen- und Kurzwellenrundfunksender, die eine Reichweite bis zu 1000 km haben.

Gemäß Abs. II.3.4 LAI 2014 [2] ist die Vorbelastung von anderen **Niederfrequenzanlagen** im Einwirkbereich zu berücksichtigen, wenn sie relevant zur Immission beitragen. Im vorliegenden Fall befinden sich keine weiteren Niederfrequenzanlagen im Einwirkungsbereich.

Gemäß Abs. II.3.4 der LAI-Hinweise zur Durchführung der 26. BImSchV tragen Immissionen durch **Hochfrequenzanlagen** im oben genannten Frequenzbereich ab einem Abstand von 300 m nicht relevant zur Vorbelastung bei und machen daher eine gezielte Vorbelastungsermittlung entbehrlich, sofern keine gegenteiligen Anhaltspunkte bestehen.

Die nächstgelegene, diesbezüglich relevante Hochfrequenzanlage befindet sich nordöstlich in Zellhausen (Abstand größer als 5 km; Quelle: emf-Datenbank der BNetzA, Stand: 07.08.2025) und muss daher nicht berücksichtigt werden.

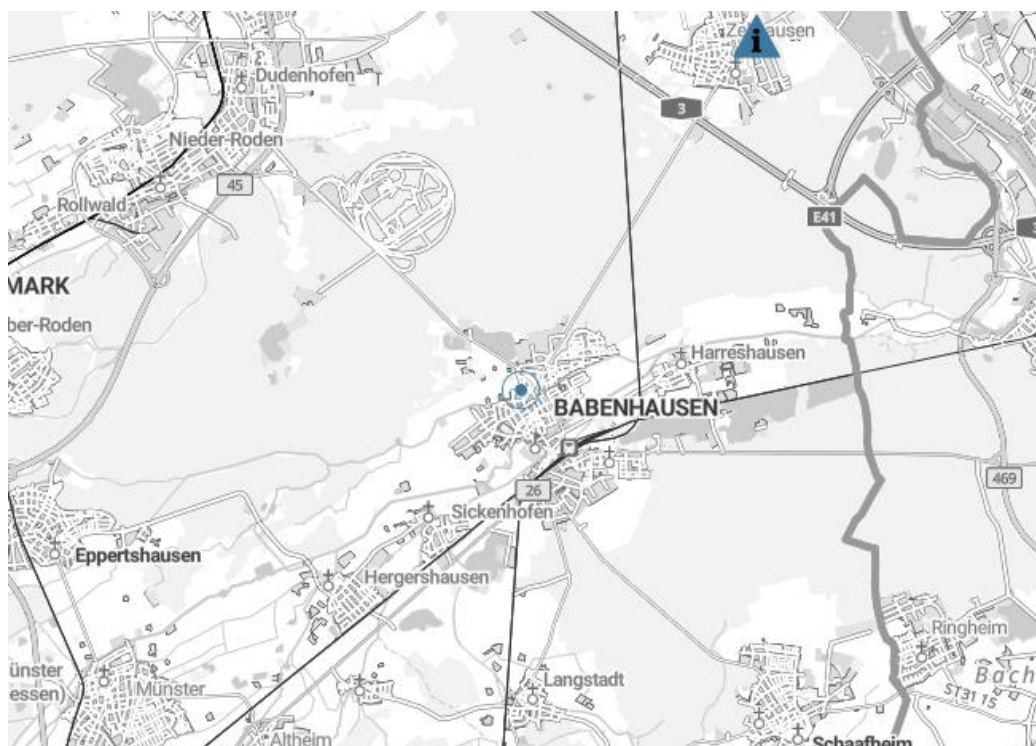


Abb. 4: Übersicht des Bauvorhabens (blauer Kreis) und die nächstgelegenen Funkanlage ≤ 10 MHz (blaue Dreiecke) aus EMF-Datenbank der BNetzA vom 07.08.2025

4.2 Schutz von Implantatträgern

Die 26. BImSchV berücksichtigt nicht die Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf elektrisch oder elektronisch betriebene (z.B. Herzschrittmacher oder Defibrillatoren oder Insulinpumpen) oder passive Implantate.

Zulässige Werte sind in den Technischen Regeln zur EMFV (TREM-F-NF, Teil 2) [7] in Tabelle A1.25 bis A1.28 für besonderes schutzbedürftige Arbeitnehmer definiert. Die dort angegebenen Werte stellen die strengsten Anforderungen für eine Vielzahl an Implantaten dar.

In der folgenden Tabelle sind die entsprechenden effektiven Richtwerte der TREMF-NF dargestellt.

Grenzwert / Richtwert	magn. Fluss- dichte B in μT	el. Feldstärke E in kV/m	magn. Fluss- dichte B in μT	el. Feldstärke E in kV/m
Frequenz	16,7 Hz		50 Hz	
Träger von aktiven kardialen Implantaten				
EMF-Verordnung 2016 ³ (2013/35/EU) nach Tab. A1.25 bzw. Tab 1 26 der TREMF-NF	300	19	100	6,4

³ Die Schwellenwerte für Träger aktiver bzw. passiver Implantate sind in der TREMF-NF nicht als Effektivwerte, sondern als Spitzenwerte angegeben. Bei sinusförmigen Feldern, wie im vorliegenden Fall, lassen sich diese direkt durch Multiplikation bzw. Division mit der Wurzel von 2 ineinander umrechnen.



Grenzwert / Richtwert	magn. Fluss- dichte B in μT	el. Feldstärke E in kV/m	magn. Fluss- dichte B in μT	el. Feldstärke E in kV/m
Frequenz	16,7 Hz		50 Hz	
Träger von passiven Implantaten				
EMF-Verordnung 2016 ³ (2013/35/EU) nach Tab. A1.27 und A1.28 der TREMF-NF	4.000	20	1300	20

Tab. 4: Schwellenwerte für Träger aktiver und passiver Implantate nach TREMF-NF

4.3 Arbeitsschutzverordnung EMFV

Die Rechtsgrundlage in Deutschland für beruflich exponierte Personen ist derzeit in einer Übergangsphase. Die EMF-Verordnung ist in ihrer finalen Fassung im November 2016 erschienen, die zugehörigen Technischen Regeln zur EMF-Verordnung 2023. Die bisher parallel gültige Unfallverhütungsvorschrift für elektromagnetische Felder DGUV V15 befindet sich gerade im Zurückziehungsprozess. Der Geltungsbereich umfasst in beiden Fällen jedoch berufsgenossenschaftlich Versicherte, also Angestellte des Unternehmens und deren Arbeitsplätze.

In der folgenden Tabelle sind die Anforderungen der EMFV an die Effektiv- und Spitzenwerte für die magnetische Flussdichte sowie für die elektrische Feldstärke für die hier relevante Frequenz zusammengefasst.

Grenzwert / Richtwert	magn. Fluss- dichte B in μT	el. Feld- stärke E in kV/m	magn. Fluss- dichte B in μT	el. Feld- stärke E in kV/m
Frequenz	16 2/3 Hz	16 2/3 Hz	50 Hz	50 Hz
Arbeitsschutz				
EMF-Verordnung 2016 ⁴ (2013/35/EU)				
- untere Auslöseschwelle, Expo- sitionszone 0/1	1.500	20	1.000	10
- obere Auslöseschwelle, Expo- sitionszone 2	18.000	20	6.000	20
- Gliedmaßen, Expositionszone 3	53.000	-	18.000	-

⁴ Abweichend von der EU-Richtlinie sind die Auslöseschwellen in der EMFV nicht als Effektivwerte, sondern als Spitzenwerte angegeben. Bei sinusförmigen Feldern, wie im vorliegenden Fall, lassen sich diese direkt durch Multiplikation bzw. Division mit der Wurzel von 2 ineinander umrechnen.

5 Berechnung der Immissionswerte

Anhand der technischen Daten der Freileitungstrassen wurden die niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder mit dem Programm WinField (Version 2025) berechnet.

Die Berechnung wurde für den Fall der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung durchgeführt, d.h. bei der höchsten Betriebsspannung sowie dem maximal möglichen Strom auf den Leitungen nach Angaben von DB Energie und der Westnetz GmbH.

Das elektrische Feld wird durch Gebäudewände und -decken sehr gut abgeschirmt und muss deshalb im Inneren von Gebäuden nicht betrachtet werden.

Die Berechnung wurde in 1 m Höhe über Grund bzw. Gebäude, repräsentativ für den Außenbereich des Grundstücks und das Dach des Einzelhandels durchgeführt.

Die magnetische Flussdichte wird durch die Gebäudewände nahezu nicht abgeschwächt. Die Felder im Außen- und Innenbereich sind daher nahezu identisch.

Die Szenerie mit den Freileitungen wurde im Rechenprogramm modelliert, wie es in den folgenden Abbildungen dargestellt ist. Die Berechnungsauflösung beträgt jeweils 0,2 m x 0,2 m.

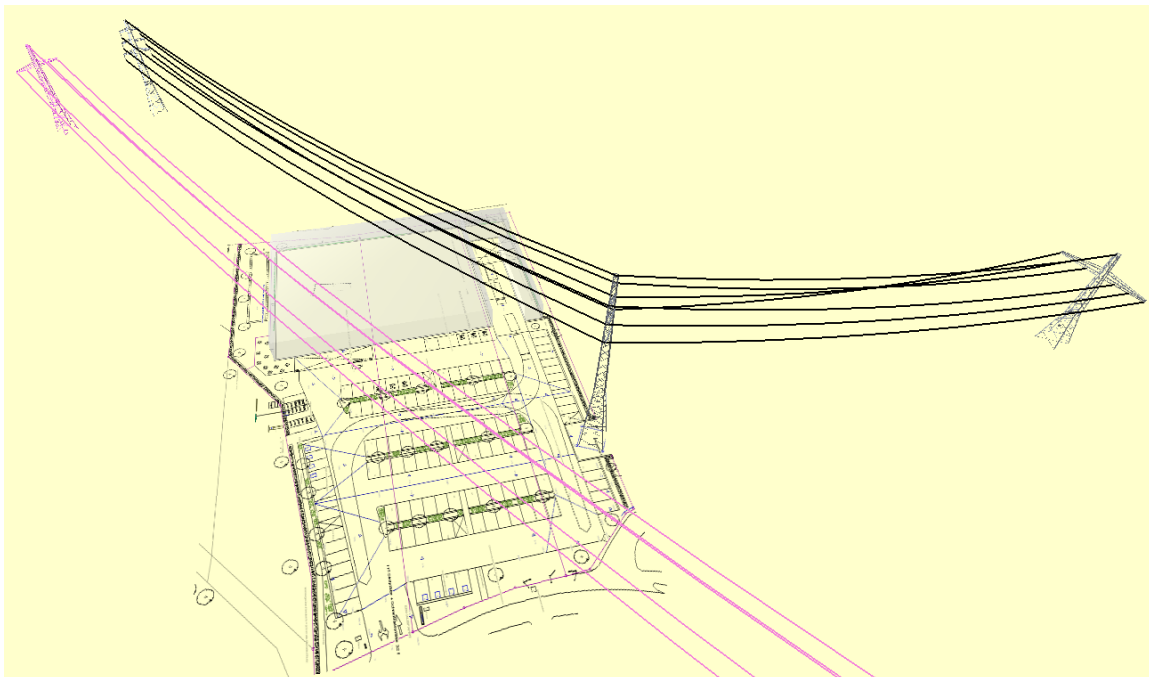


Abb. 5: Rechenmodell mit Freileitungen (DB: magenta, Westnetz: schwarz) – Blick Richtung Westen.

5.1 Bewertung nach 26. BImSchV – höchste betriebliche Anlagenauslastung der Freileitung

Aufgrund der verschiedenen Frequenzen der beiden Freileitungen gibt es auch verschiedene Grenzwerte für die magnetische Flussdichte. Im Gegensatz dazu bleiben die Grenzwerte für das elektrische Feld dieselben. Für die magnetische Flussdichte muss die Summe aus den mit dem jeweiligen Grenzwert gewichteten Immissionen kleiner als eins sein, um eine Einhaltung der Grenzwerte nachzuweisen. Um jedoch einen Eindruck der Höhe der magnetischen Flussdichte zu erhalten werden neben der prozentualen Ausschöpfung der 26. BImSchV auch die Werte der magnetischen Flussdichte gezeigt. Hierbei kann die Quelle der Felder jedoch nicht unterschieden werden.

5.1.1 Immissionswerte magnetische Flussdichte B

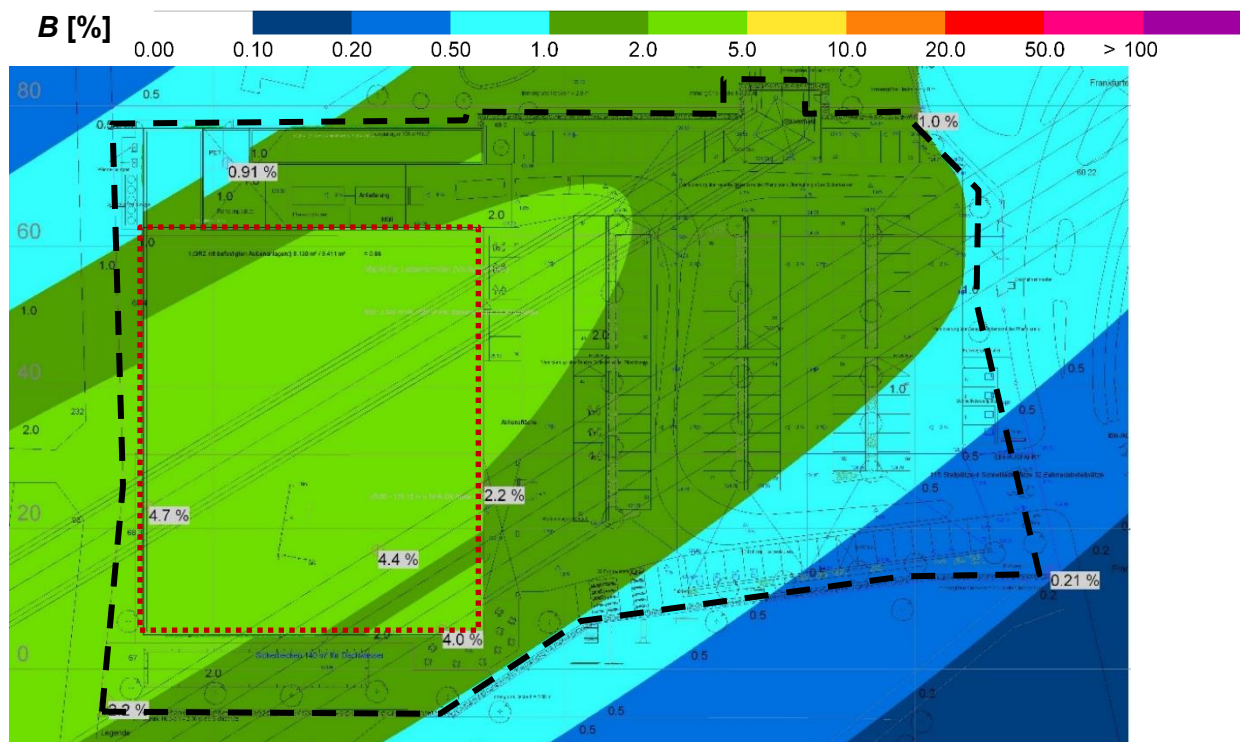


Abb. 6: **Magnetische Flussdichte B [%]** des Grenzwertes gemäß 26. BImSchV in 1 m Höhe über dem Erdboden bzw. des Gebäudes bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung. Das Grundstück des Einzelhandels ist schwarz, das Gebäude rot markiert.

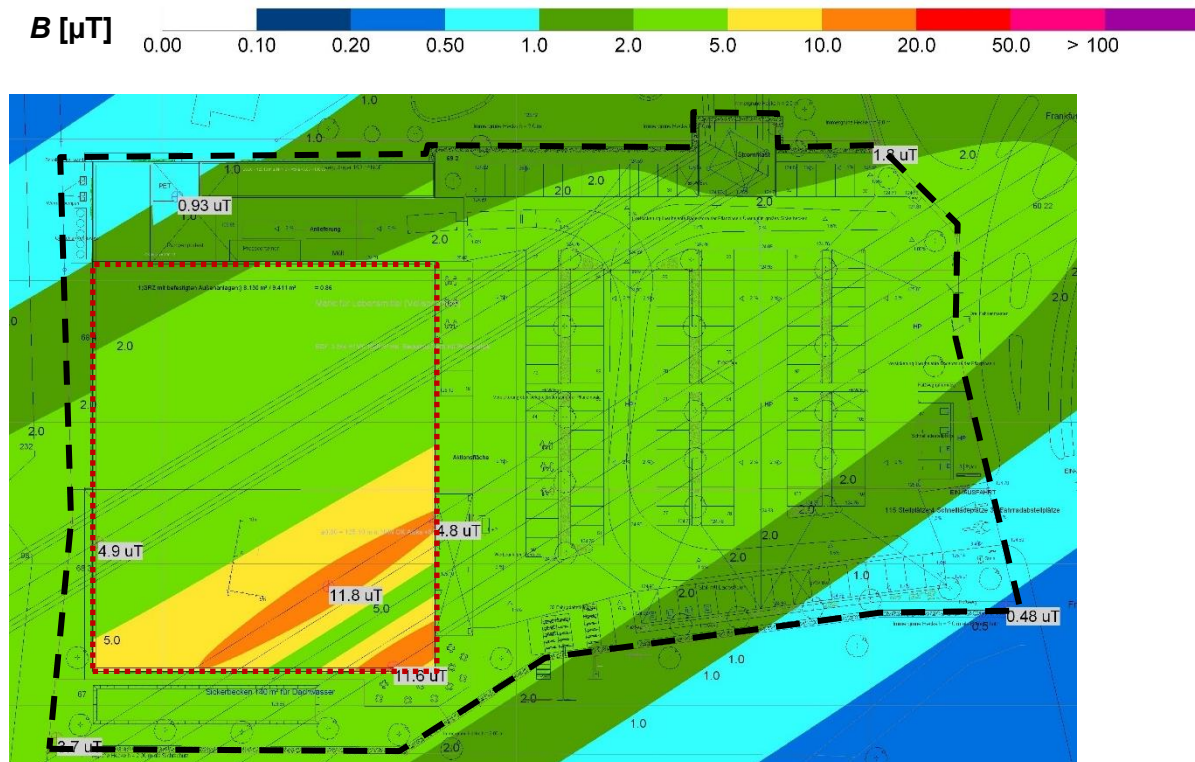


Abb. 7: **Magnetische Flussdichte B [μT]** in 1 m Höhe über dem Erdboden bzw. des Gebäudes bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung. Das Grundstück des Einzelhandels ist schwarz, das Gebäude rot markiert.

5.1.2 Immissionswerte Elektrische Feldstärke E

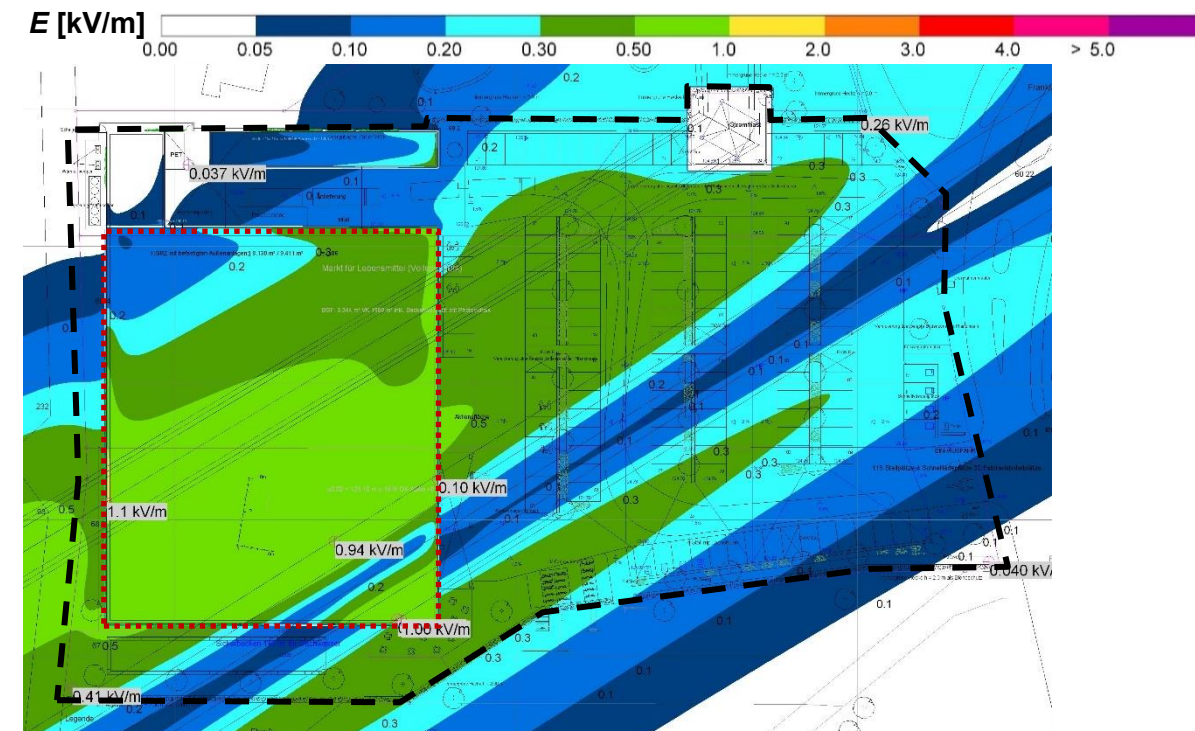


Abb. 8: **Elektrische Feldstärke E [kV/m]** in 1 m Höhe über dem Erdboden bzw. des Gebäudes bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung. Das Gelände des Einzelhandels ist schwarz, das Gebäude rot markiert.

5.1.3 Zusammenfassung Immissionswerte

Immissionsort	Berechnungshöhe über Erdbodenoberkante	Magnetische Flussdichte B		Elektrische Feldstärke E	
		Summe 50 Hz und 16,7 Hz-Felder	Ausschöpfung des GW der 26. BImSchV ⁵	Summe 50 Hz und 16,7 Hz-Felder	Ausschöpfung des GW der 26. BImSchV
Rampenpodest zwischen Leergutlager und Anlieferung	1 m	0,85 μT	0,91 %	0,037 kV/m	0,74 %
Nordöstliche Grundstücksecke	1 m	1,8 μT	1,0 %	0,26 kV/m	5,2 %
Südöstliche Grundstücksecke	1 m	0,48 μT	0,21 %	0,040 kV/m	0,80 %
Südwestliche Grundstücksecke	1 m	3,7 μT	2,2 %	0,41 kV/m	8,2 %
Maximaler Wert unterhalb Freileitung der DB GmbH	7,2 m	11,8 μT	4,4 %	0,94 kV/m	20 %
Maximalwert unterhalb Freileitung der Westnetz GmbH	7,2 m	4,9 μT	4,7 %	1,1 kV/m	22 %
Maximalwert auf der Parkfläche vor dem Einzelhandel	1 m	4,8 μT	2,2 %	0,1 kV/m	2,0 %

Tab. 5: Berechnete Werte für die **magnetische Flussdichte** und die **elektrische Feldstärke** in als Summenwerte für die beiden Feldquellen sowie und als prozentuale Ausschöpfung des Grenzwerts für das geplante Einzelhandelsgelände, der Maximalwert ist jeweils fett hervorgehoben

Die im ungünstigsten Fall - bei **höchster betrieblicher Anlagenauslastung** – zu erwartenden Immissionswerte für die **magnetische Flussdichte B** und die **elektrische Feldstärke E** liegen bei den Berechnungen deutlich unter dem maximal zulässigen Wert gemäß der 26. BImSchV. Der Maximalwert der magnetischen Flussdichte auf dem Dach beträgt 11,8 μT . Die höchste Ausschöpfung des Grenzwerts der magnetischen Flussdichte wird mit 4,7 % an der westlichen Gebäudekante erreicht. Die höchste Ausschöpfung der elektrischen Feldstärke wird am gleichen Ort mit 22 % erreicht, die elektrische Feldstärke beträgt hier 1,1 kV/m.

Die Grenzwerte der 26. BImSchV werden damit auf dem gesamten Grundstück sowie innerhalb und auf dem Dach des Gebäudes sicher eingehalten.

Da bereits die Grenzwerte der 26. BImSchV sicher eingehalten werden, werden auch die zulässigen Werte der Arbeitsschutzverordnung der EMFV sicher eingehalten. Gleiches gilt auch für Träger aktiver und passiver Implantate und Schwangerer.

⁵ Bei der Ausschöpfung des Grenzwerts wird jeweils der Anteil des 50 Hz Feldes bzw. des 16,7 Hz Feldes mit dem jeweiligen Grenzwert gewichtet und aus den beiden Werten die Summe gebildet. Die Zahl in Prozent entspricht dann der Ausschöpfung des Grenzwerts.



6 Zusammenfassung und Bewertung

Die Untersuchung der Auswirkung der von der Hochspannungs-Freileitung verursachten elektrischen und magnetischen Felder auf den geplanten Einzelhandel erbrachte folgende Ergebnisse:

- Für den Vergleich der Immissionswerte mit den Grenzwerten der 26. BImSchV ist der ungünstigste Fall - die **höchste betriebliche Anlagenauslastung** - zu betrachten. Dabei ergab sich, dass die Grenzwerte der 26. BImSchV für die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte selbst bei einer Höhe von 1 m über dem Dach des Einzelhandels sicher eingehalten werden.
Der höchste berechnete Wert für die magnetische Flussdichte beträgt auf dem Dach maximal 11,8 μT bzw. 4,7 % vom Grenzwert⁶.
Für die elektrische Feldstärke wurden maximal 0,94 kV/m bzw. 19,4 % vom Grenzwert berechnet.
- Da bereits die Grenzwerte der 26. BImSchV sicher eingehalten werden, werden auch die Auslöseschwellen der Arbeitsschutzverordnung EMFV sowie die Schwellenwerte für Träger aktiver und passiver Implantate und Schwangere sowohl auf dem Gelände als auch auf einer Höhe von 1 m über Dachhöhe sicher eingehalten.
- Für die geplante Bebauung sind zusätzlich auch die Hinweise des Netzbetreibers DB Energie sowie Westnetz GmbH zu beachten.

Abteilung Umwelt Service
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Andrea Thiemann'.

Dr. Andrea Thiemann

Sabrina Schreitmüller

Öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige für die
Bestimmung der Exposition durch elektromagnetische Felder

⁶ Der Ort der höchsten magnetischen Flussdichte und der höchsten Grenzwertausschöpfung sind dabei auf Grund der unterschiedlichen Grenzwerte für die beiden Freileitungen nicht identisch, da für die Grenzwertausschöpfung die Summe der gewichteten Immissionen je Frequenz gebildet werden muss.



7 Anhang

7.1 Literatur

- [1] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16.12.1996 (BGBl. I S. 1966), zuletzt geändert am 14. August 2013 durch Artikel 1 der Verordnung zur Änderung der Vorschriften über elektromagnetische Felder und das telekommunikationsrechtliche Nachweisverfahren (BGBl. I vom 21.08.2013 Nr. 50 S. 3266).
- [2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) des Länderausschusses für Immissionsschutz; 128. Sitzung, September 2014.
- [3] 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): Oktober 2020.
- [4] 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 EU.
- [5] DIN EN 50341-1 (VDE 0210-1): 2013; Freileitungen über AC 1kV – Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen.
- [6] 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.
- [7] TREMF-NF; Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern; Statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz; Teile Allgemeines, 1 bis 3, GMBI. 03-12/2023 vom 14.02.23, Bek. vom 6.1.23
- [8] Höhenplan – Bestandsplan 110-kV-Stromleitung Nr. 1050 Eppertshausen – Babenhausen, BL 1050 PP_23-30_5B, Mast Nr. 23 bis 30, Maßstab der Länge 1:2000, Maßstab der Höhe 1:500, Westnetz GmbH, Stand 19.12.2006
- [9] Höhenplan – Bestandsplan 110-kV-Stromleitung Nr. 1050 Eppertshausen – Babenhausen, BL 1050 PP 30-31 6, Mast Nr. 30 bis 31, Maßstab der Länge 1:2000, Maßstab der Höhe 1:500, Westnetz GmbH, Stand 19.12.2006
- [10] Höhenplan – Bauplan 110-kV-Bahnstromleitung Nr. 426 Aschaffenburg – Weiterstadt, BL 426 PP 10040-10041, Mast Nr. 10040 bis 10041, Maßstab der Länge 1:2000, Maßstab der Höhe 1:500, DB Energie GmbH, Stand 04.12.2019
- [11] Planzeichnung Westliche Frankfurter Straße Babenhausen, Maßstab 1:500, Planungsträger: Stadt Babenhausen, Vorhabenträger: CMB PA GmbH & Co. KG, Stand: 10.02.2025

7.2 Emissionsquellen niederfrequenter Felder - Allgemeine Informationen

Im niederfrequenten Bereich ($16 \frac{2}{3}$ Hz - Bahnstrom, 50 Hz Netzversorgung) sind elektrisches und magnetisches Feld getrennt zu betrachten. Das elektrische Feld, gemessen mittels der elektrischen Feldstärke in V/m (Volt pro Meter), wird dabei durch die an der Quelle anliegenden Spannung erzeugt, d.h. so genannte Hochspannungsleitungen mit Spannungen bis 400.000 Volt (400 kV) erzeugen ein stärkeres elektrisches Feld als unsere Hausinstallationen, die mit 240 Volt betrieben werden. Die Spannung und damit die elektr. Feldstärke sind unabhängig von der Auslastung der Quelle.

Dagegen entsteht das magnetische Feld, gemessen mittels der magnetischen Flussdichte B in μT (Mikrotesla) oder nT (Nanotesla, $1 \mu\text{T} = 1000 \text{ nT}$), durch die in der Quelle fließenden Ströme und ist damit direkt abhängig von der Anzahl und Stärke der Verbraucher, die z.B. mit einer Stromleitung versorgt werden.

Während sich das elektrische Feld sehr einfach durch alle leitfähigen Materialien, Gitter und auch Hauswände abschirmen lässt, durchsetzt das magnetische Feld nahezu ungehindert Hauswände und -decken. Durch die Wände der zu errichtenden Gebäude wird das elektrische Feld der Freileitung daher in den Innenräumen nahezu vollständig abgeschirmt. Das niederfrequente magnetische Feld wird jedoch durch normale Fassaden nahezu nicht geschwächt. Im Gebäude sind daher annähernd die gleichen Magnetfeldwerte, wie im Außenbereich zu erwarten.

Jedoch nehmen sowohl das elektrische wie auch das magnetische Feld rasch mit dem Abstand von der Quelle ab. Höhere Belastungswerte sind daher nur im unmittelbaren Nahbereich von der Quelle anzutreffen.

Die folgenden Abbildungen zeigen den Feldverlauf mit dem Abstand von typischen Feldquellen.

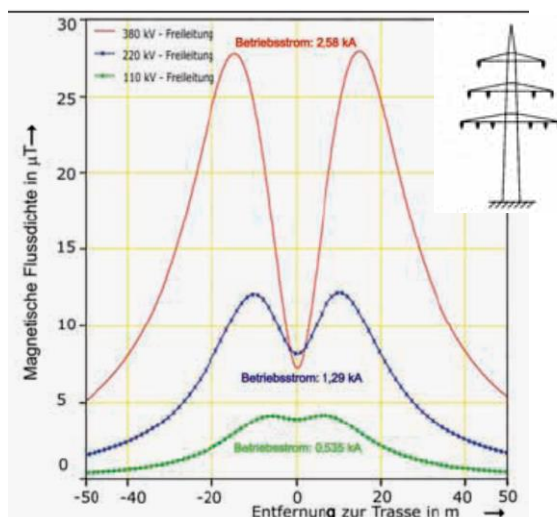


Abb. 9: Feldverlauf des Magnetfeldes an einer Hochspannungsleitung

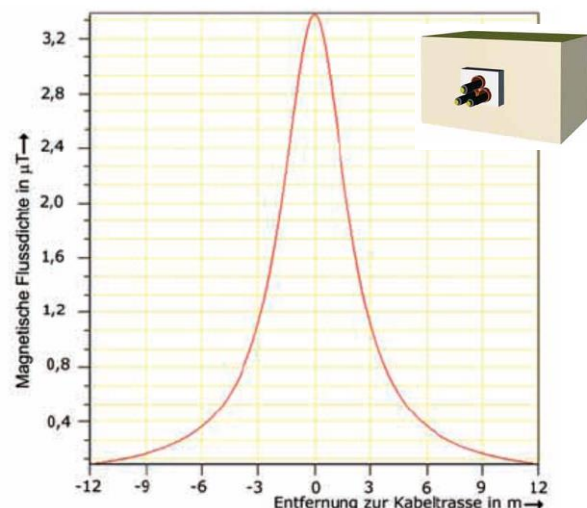


Abb. 10: Feldverlauf eines 110kV-Erdkabels in 1 m Höhe

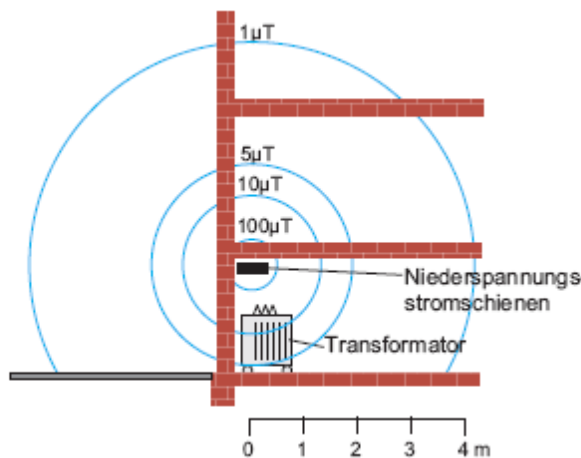


Abb. 11: Feldverlauf des Magnetfeldes um einen Transformator

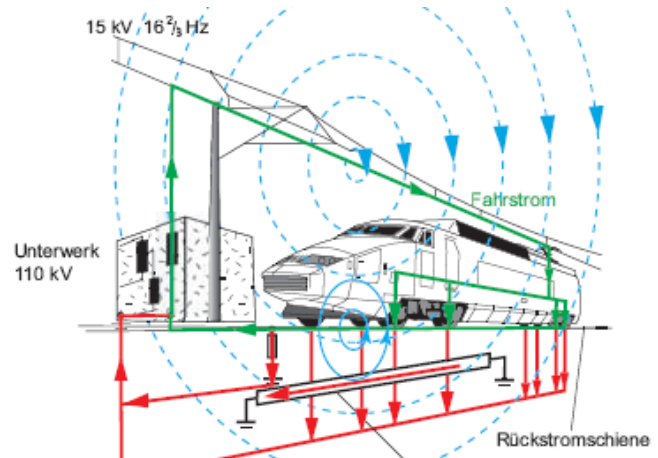


Abb. 12: typischer Verlauf des Magnetfeldes um eine Bahnüberleitung

7.3 Glossar

A	Ampere (Maßeinheit elektrischer Strom)
AC	Abkürzung für engl. „alternating current“ in Deutsch Drehstrom oder Wechselstrom
Al	Aluminium
B	Symbol für magnetische Flussdichte.
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)
BGBI.	Bundesgesetzblatt
Bündelleiter	Leiter, der aus mehreren Teilleitern besteht
E	Symbol für Elektrische Feldstärke.
EOK	Erdoberkante
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.
DC	Abkürzung von „direct current“ in Deutsch Gleichstrom
Drehstromsystem	ein aus drei gleich großen um 120° verschobenen Spannungen und Ströme gebildetes Wechselstromsystem
EMF	Abk. für <u>E</u> lektromagnetische <u>F</u> elder
FLM	<u>F</u> reileitungs <u>m</u> onitoring
Frequenz	Schwingungszahl von Wellen je Sekunde, gemessen in Herz
Hertz (Hz)	Technische Einheit für 1 Schwingung pro Sekunde
HGÜ	Hochspannungsgleichstromübertragung
Leiterseil	seilförmiger Leiter



IO	Immissionsort
L1, L2, L3	Bezeichnung der jeweils um 120° Phase verdrehten Leiter eines Drehstromsystems, L1 wird dabei der Phase 0° zugeordnet, L2 der Phase 120° und L3 der Phase 240°
Magnetfeld, magnetische Flussdichte	Dies ist ein Maß für das von einem Strom oder Permanentmagneten erzeugte Magnetfeld.
M IO	Maßgeblicher Immissionsort nach LAI-Hinweisen der 26. BImSchV
Max IO	Höchster Wert auf dem Grundstück des Immissionsorts
Querträger	seitlicher Ausleger (Traverse) an einem Mast zur Befestigung der Leiter
Spannung Mittelspannung Hochspannung Höchstspannung (kV)	Eine elektrische Spannung über 1.000 Volt (1 kV) wird laut VDE allgemein 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 380 kV betrieben. In der Energietechnik wird die Spannungsebenen von 3 kV bis 30 kV als Mittelspannung bezeichnet, der Spannungsbereich von 60 kV bis 110 kV als Hochspannung, ab 220 kV spricht man von Höchstspannung.
St	Stahl
System, Stromsystem, Stromkreis	Ein Stromsystem besteht in der Drehstromtechnik bei einer Frequenz von 50 Hz jeweils aus drei elektrischen Leitern, die auch als Phasen bezeichnet werden. Diese haben die Aufgabe die elektrischen Betriebsströme zu führen. In der im vorliegenden Projekt verwendeten Gleichstromtechnik besteht ein Stromsystem hingegen aus zwei elektrischen Leitern, die auch als Pole bezeichnet werden und die ebenfalls die Aufgabe haben, die elektrischen Betriebsströme zu führen.
Tragmast (T)	Tragmast, Freileitungsmast zur vertikalen Fixierung von Leitern (hängende Isolatoren)
Traverse	Querträger eines Masts für eine Hochspannungsleitung
Umspannwerk	Schaltanlage mit Transformatoren zum Verbinden von Netzen verschiedener Spannungen
Tesla, Mikrottesla (µT)	Technische Maßeinheit für die magnetische Flussdichte in Tesla oder mehr gebräuchlich Mikrottesla was einem Millionstel Tesla entspricht. In dieser Einheit sind die Grenzwerte der 26. BImSchV im Niederfrequenzbereich angegeben. Früher war hierfür auch die Einheit Gauß gebräuchlich. 1 Gauß entspricht 100 µT.
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. BImSchV angegeben.
Winkelabspannmast (WA)	Abspannmast bei Richtungsänderungen der Freileitung, nimmt Leiterzugkräfte in Richtung der Gesamtmittelkraft auf, zusätzlicher Festpunkt in der Leitung

7.4 Berechnung der Unsicherheit nach DIN EN 50413

Programm: Winfield Version 2025 Parameter: magnetische Flussdichte						
Komponente	Einflussfaktor	Quelle	festgelegte Unsicherheit	Verteilung	Divisionsfaktor	Standardunsicherheit
Software	Rundung, Softwarefehler, Segmentierung etc.	Herstellerzertifikat	0,00001%	Normal	2	0,000005%
Systemdaten	Abweichung tatsächlicher Lage der Leiter vom Plan	Schätzung	1,4%	Normal	2	0,7%
elektrische Betriebsdaten	kurzzeitige Stromschwankungen	Schätzung	0,0% ⁷	Normal	2	0,0%
Geodaten	Geländemodell, Gebäudedaten, ferromagnetische Materialien	Schätzung	2,6%	Normal	2	1,3%
Kombinierte Standardunsicherheit:						1,5%
Erweiterungsfaktor:						2
erweiterte Standardunsicherheit:						3%

Tab. 6: Erweiterte Standardunsicherheit des Berechnungsverfahrens für die magn. Flussdichte

Programm: Winfield Version 2025 Parameter: Elektrische Feldstärke						
Komponente	Einflussfaktor	Quelle	festgelegte Unsicherheit	Verteilung	Divisionsfaktor	Standardunsicherheit
Software	Rundung, Softwarefehler, Segmentierung etc.	Herstellerzertifikat	0,0001%	Normal	2	0,00005%
Systemdaten	Abweichung tatsächlicher Lage der Leiter vom Plan	Schätzung	1,4%	Normal	2	0,7%
elektrische Betriebsdaten	Spannungsschwankungen	Schätzung	0,0% ²⁷	Normal	2	0,0%
Geodaten	abweichende Leitfähigkeit vom Erdboden, Geländemodell, Gebäudedaten und Bewuchs	Schätzung	2,6%	Normal	2	1,3%
Kombinierte Standardunsicherheit:						1,5%
Erweiterungsfaktor:						2
erweiterte Standardunsicherheit:						3%

Tab. 7: Erweiterte Standardunsicherheit des Berechnungsverfahrens für die el. Feldstärke

⁷ elektrische Betriebsdaten per Definition ohne Unsicherheit, da es sich hierbei um normative Nennwerte handelt.