

Untersuchung der elektrischen und magnetischen Felder

Gleisanschluss BMW-Werk Dingolfing

Strecke 5634 Landshut (Bay) Hbf – Bayerisch Eisenstein km 26,331 – km 28,580

Untersuchung gemäß 26. BImSchV

Bericht Nr. 775-02588-EM

im Auftrag der

Vössing Ingenieurgesellschaft mbH

80335 München

München, im Januar 2025

Untersuchung der elektrischen und magnetischen Felder

Gleisanschluss BMW-Werk Dingolfing

Strecke 5634 Landshut (Bay) Hbf – Bayerisch Eisenstein km 26,331 – km 28,580

Untersuchung gemäß 26. BImSchV

Bericht-Nr.: 775-02588-EM

Datum: 17.01.2025

Auftraggeber: Vössing Ingenieurgesellschaft mbH
Nymphenburger Str. 20b
80335 München

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure GmbH
Landaubogen 10
D-81373 München
T + 49 89 544 217 - 0
F + 49 89 544 217 - 99
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter: M.Sc. P. Zobel
B.Eng. T. Leopold

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	7
2. Grundlagen.....	8
3. Örtliche Gegebenheiten	11
4. Ermittlung der elektrischen und magnetischen Felder.....	12
4.1 Einwirkungsbereich.....	12
4.2 Vorbelastung aus Niederfrequenzanlagen.....	12
4.3 Vorbelastung aus Hochfrequenzanlagen.....	13
4.4 Flussdichte- und Feldstärkewerte der Bahnstromoberleitungen.....	14
5. Beurteilung der Immissionen.....	16
5.1 Einwirkungen auf den Menschen.....	16
5.2 Einwirkungen auf Geräte und Anlagen	16
6. Minimierung	17
6.1 Vorprüfung.....	17
6.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen	18
6.3 Prüfung des Minimierungspotentials.....	19
7. Anlagen	21

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Übersichtslageplan Lage im Netz (Quelle: OpenRailwayMap, Stand 9.1.2025).	11
Abbildung 2:	Übersichtslageplan Nachbarschaft des Planvorhabens.....	11
Abbildung 3:	Einwirkungsbereich der geplanten Oberleitungsanlage.....	12
Abbildung 4:	Verlauf 110kV-Freileitung zw. Uw Teisbach und Uw Grühlhof und deren Einwirkungsbereich.....	13
Abbildung 5:	Ortsfeste Sendeanlagen 9 kHz – 10 MHz, BNetzA, Abruf: 07.01.2025	14
Abbildung 6:	Berechne Flussdichte- und Feldstärkewerte ausgehend von der Strecke 5634 (Bestand) und dem Gleisanschluss an das BMW-Werk (Planung)	15
Abbildung 7:	Ausschnitt aus Ablauf der Minimierung - Vorprüfung.....	17
Abbildung 8:	Einwirkungsbereich der Minimierungsprüfung für die geplante Bahnstromoberleitung	18
Abbildung 9:	Ausschnitt aus Ablauf der Minimierung – Ermittlung Maßnahmen	19
Abbildung 10:	Ausschnitt aus Ablauf der Minimierung – Maßnahmenbewertung.....	20

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Maßgebende Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen gem. Anhang 1a der 26. BImSchV, Anhang 1a (zu §3): Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen	9
Tabelle 2:	Höchstzulässige Effektivwerte für die elektrische Feldstärke sowie die magnetische Flussdichte für den Expositionsbereich 2 nach UVV.....	10
Tabelle 3:	Anhaltswerte für die Mindeststörfestigkeiten technischer Geräte.....	16

Grundlagenverzeichnis:

- [1] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV); Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266)
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV), (BAnz AT 03.03.2016 B5), vom 26. Februar 2016
- [3] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BIm-SchV) in der überarbeiteten Fassung gem. Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz, 128.Sitzung vom 17. und 18. September 2014
- [4] Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern; Empfehlungen der Strahlenschutzkommission (SSK); Bonn 14.09.2001
- [5] Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, BGV B11 (VBG 25) – UVV Elektromagnetische Felder, Juni 2001
- [6] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BIm-SchG), 26. September 2002, in der aktuellen Fassung
- [7] TE Nr. 3, Richtlinie für Schutzmaßnahmen an Tk-Anlagen gegen Beeinflussung durch Netze der elektrischen Energieübertragung, -verteilung sowie Wechselstrombahnen, Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen, April 2005
- [8] Hintergrundpapier: Grenzwerte im Bereich niederfrequenter Felder (u. a. Stromübertragung), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Februar 2013
- [9] TE Nr. 7 „Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen“ Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen, April 2005
- [10] Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (Elektromagnetische-Verträglichkeit-Gesetz – EMVG) vom 14. Dezember 2016 (BGBl. I S. 2879), das zuletzt durch Artikel 51 des Gesetzes vom 23. Juni 2021 (BGBl. I S. 1858) geändert worden ist.
- [11] 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
- [12] DB-Richtlinie 997 Modul 0102; Oberleitungsanlagen; Oberleitungsanlagen planen und errichten; 1.1.2001
- [13] DB-Richtlinie 997 Modul 0201; Oberleitungsanlagen; Grundsätze für Rückstromführung, Bahnerding, Potenzialausgleich; 1.3.2013

- [14] DB-Richtlinie 800 Modul 0130; Netzinfrastruktur Technik entwerfen; Streckenquerschnitte auf Erdkörpern; 1.2.1997
- [15] DB-Richtlinie 819 Modul 0803; LST-Anlagen planen Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Starkstrombeeinflussungen durch das Bahnsystem induktive Beeinflussung – Berechnung; 20.12.1996
- [16] DIN EN 50182 Leiter für Freileitungen - Leiter aus konzentrisch verseilten runden Drähten, Dezember 2001
- [17] Standardnachweis „26.BImSchV Nachweis der Grenzwerteinhaltung an 15 kV-Standard-Oberleitungsanlagen der DB Netz AG“, 14-22168-T.TVI34(1)-BE-1902-V2.0, DB Systemtechnik, Fachabteilung EMV, LST und Übertragungstechnik I.IVP 24(5), 29.02.2016
- [18] Leitfaden zur Umsetzung der 26. BImSchV bzw. 26 BImSchV VwV bei Planrechtsverfahren der DB Netz AG (Oberleitungsanlagen), erstellt unter Mitwirkung von bzw. in Abstimmung mit I.T-IVP24(5), HLI 1, freigegeben durch EBA mit Schreiben 22.17-22sav/080-2205#002 v. 18.10.2017, DB Netz AG vom 15.11.2017
- [19] WinField Version 2018, Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie – FGEU mbH
- [20] Bebauungs- und Grünordnungsplan „St 2074“ der Stadt Dingolfing vom 09.12.2009
- [21] Erläuterungsbericht zur Vorplanung, Gleisanschluss BMW-Werk Dingolfing an Strecke 5634 vom 11.06.2024
- [22] Lagepläne Gleisanschluss BMW-Werk Dingolfing an Strecke 5634 (Anlage 6.11 – 6.14) mit Stand vom 12.11.2024

1. Aufgabenstellung

Für das BMW-Werk 2.40 in Dingolfing sollen die Gleisanlagen ausgebaut werden. Am Westkopf des Bf Dingolfing befinden sich die Werkabstellgleise A und B. Diese sind Stumpfgleise und bieten eine begrenzte Abstellnutzlänge, welche die Anforderungen für den stabilen Ablauf des Produktionsbetriebs nicht erfüllen. Darüber bietet die aktuelle Gleisinfrastruktur keine Abstellmöglichkeit für E-Loks, sodass diese nach Landshut zurückfahren müssen.

Im Rahmen des Projekts sollen die folgenden Gleise der BMW AG elektrifiziert werden:

- a) Zuführungsgleis aus dem Bahnhof Dingolfing
- b) Bestehende Abstellgleise parallel zur DB-Strecke 5634
- c) Neubau/Verlängerung (Gleise A und B) der bestehenden Abstellgleise
- d) abschnittsweise Abstellgleis im Anschluss der Gleise A und B
- e) Anschluss an die Strecke 5634 Richtung Loiching

Bei den geplanten Oberleitungsanlagen handelt es sich um Niederfrequenzanlagen i. S. des § 1 Abs. 2 Nr. 2 der 26. BImSchV, sodass für den Neubau gem. § 3 Abs. 2 der 26. BImSchV ein Grenzwertnachweis bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung erforderlich ist.

Im Rahmen einer Untersuchung der elektrischen und magnetischen Felder werden die vorhabenbedingten Feldstärken rechnerisch ermittelt und nach den Vorgaben der 26. BImSchV beurteilt. Zudem erfolgt eine Prüfung des Minimierungsgebots gemäß § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV nach der Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchVVwV).

Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure GmbH am 11.12.2024 von der Vössing Ingenieurgesellschaft mbH beauftragt.

2. Grundlagen

Rechtsgrundlage für die Beurteilung der Einwirkung elektrischer und magnetischer Felder auf Menschen ist die Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26 BImSchV) [1] in der Fassung vom 14. August 2013.

Mit Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz (in seiner 128. Sitzung) [3] wurden im September 2014 die Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder überarbeitet. Die darin enthaltenen Erläuterungen und Empfehlungen sollen die Verfahrensweise des Vollzugs der Novelle der 26. BImSchV (i. d. F. vom 14.08.2013) bundesweit vereinheitlichen. Gem. § 1 der 26. BImSchV sind:

„[...]1. Hochfrequenzanlagen:

ortsfeste Anlagen, die elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 9 Kilohertz bis 300 Gigahertz erzeugen, ausgenommen sind Anlagen, die breitbandige elektromagnetische Impulse erzeugen und der Landesverteidigung dienen,

2. Niederfrequenzanlagen:

ortsfeste Anlagen zur Umspannung und Fortleitung von Elektrizität mit einer Nennspannung von 1000 Volt oder mehr, einschließlich Bahnstromfern- und Bahnstromoberleitungen und sonstiger vergleichbarer Anlagen im Frequenzbereich von 1 Hertz bis 9 Kilohertz,

3. Gleichstromanlagen: [...]“

Die Grenzwerte der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte sind in § 2 (Hochfrequenzanlagen) und § 3 (Niederfrequenzanlagen) mit dem dazugehörigen Anhang 1 festgelegt. Für Niederfrequenzanlagen gilt:

„§ 3 Niederfrequenzanlagen

(1) Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Niederfrequenzanlagen, die vor dem 22. August 2013 errichtet worden sind, so zu betreiben, dass sie in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung die im Anhang 1a genannten Grenzwerte nicht überschreiten, wobei Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz die Hälfte des in Anhang 1a genannten Grenzwertes der magnetischen Flussdichte nicht überschreiten dürfen. Dabei bleiben, soweit nicht im Einzelfall hinreichende Anhaltspunkte für insbesondere durch Berührungsspannungen hervorgerufene Belästigungen bestehen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer für die Nachbarschaft unzumutbar sind, außer Betracht

1. kurzzeitige Überschreitungen der Grenzwerte nach Satz 1 in Verbindung mit Anhang 1a um nicht mehr als 100 Prozent mit einer Dauer von nicht mehr als 5 Prozent eines Beurteilungszeitraumes von einem Tag und

2. kleinräumige Überschreitungen der Grenzwerte der elektrischen Feldstärke nach Satz 1 in Verbindung mit Anhang 1a um nicht mehr als 100 Prozent außerhalb von Gebäuden.

(2) Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Niederfrequenzanlagen, die nach dem 22. August 2013 errichtet werden, so zu errichten und zu betreiben, dass sie bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Men-

schen bestimmt sind, die im Anhang 1a genannten Grenzwerte nicht überschreiten, wobei Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz die Hälfte des in Anhang 1a genannten Grenzwertes der magnetischen Flussdichte nicht überschreiten dürfen. Bestehende Genehmigungen und Planfeststellungsbeschlüsse bleiben unberührt.

(3) Bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte nach Absatz 1 und Absatz 2 sind alle Immissionen zu berücksichtigen, die durch andere Niederfrequenzanlagen sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz, die einer Standortbescheinigung nach §§ 4 und 5 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen, gemäß Anhang 2a entstehen.

(4) Wirkungen wie Funkenentladungen auch zwischen Personen und leitfähigen Objekten sind zu vermeiden, wenn sie zu erheblichen Belästigungen oder Schäden führen können.“

Folgende Tabelle zeigt die maßgebenden Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen gem. Anhang 1a der 26. BImSchV:

Tabelle 1: Maßgebende Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen gem. Anhang 1a der 26. BImSchV, Anhang 1a (zu §3): Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen		
Frequenz (f) in Hertz (Hz)	Grenzwerte	
	Elektrische Feldstärke in Kilovolt pro Meter (kV/m) (effektiv)	Magnetische Flussdichte in Mikrottesla (μ T) (effektiv)
0	-	500
1 - 8	5	$40\,000 / f^2$
8 - 25	5	$5\,000 / f$
25 - 50	5	200
50 - 400	$250 / f$	200
400 - 3 000	$250 / f$	$80\,000 / f$
3 000 - 10 000 000	0,083	27

Für die Netzfrequenz von Bahnstromanlagen bei 16,7 Hz gilt ein Grenzwert der elektrischen Feldstärke von 5 kV/m und für die magnetische Flussdichte von 300 μ T.

Nach Anhang 2a der 26. BImSchV müssen die Immissionsbeiträge der elektrischen und magnetischen Felder aller Niederfrequenzanlagen und von Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz folgende Bedingungen erfüllen:

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

$I_{E,i}$: Immissionsbeitrag des elektrischen Feldes bei der Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz

$I_{M,i}$: Immissionsbeitrag des magnetischen Feldes bei der Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz

$G_{E,i}$: Grenzwert der elektrischen Feldstärke bei der Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz

$G_{M,i}$: Grenzwert der magnetischen Flussdichte bei der Frequenz i im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz

Zu der Grenzwertbildung im Bereich der niederfrequenten Felder wird auf das Hintergrundpapier des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) vom Februar 2013 verwiesen [8].

Gem. § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV sind darüber hinaus bei der Errichtung und wesentlichen Änderung von Niederfrequenzanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren. Die sog. Minimierungsprüfung sowie mögliche Minimierungsmaßnahmen sind in der Verwaltungsvorschrift zu 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) [2] geregelt.

Die Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit [5] hat in den Unfallverhütungsvorschriften (UUV) für elektromagnetische Felder für eine dauerhafte Exposition (Expositionsbereich 2) folgende höchstzulässigen Effektivwerte für die elektrische Feldstärke, sowie die magnetische Flussdichte definiert:

Tabelle 2: Höchstzulässige Effektivwerte für die elektrische Feldstärke sowie die magnetische Flussdichte für den Expositionsbereich 2 nach UUV		
Frequenz (f) in Hertz (Hz)	Grenzwerte	
	Effektivwert der elektrischen Feldstärke in kV/m	Effektivwert der magnetischen Flussdichte in mT⁽¹⁾
0 - 1	20	21,22
1 - 16,67	20	21,22/ f
16,67 - 1 000	333,3/ f	21,22/ f

⁽¹⁾Über Flächenelemente von 100 cm² zu mitteln

Die in der UUV enthaltenen Grenzwerte sind bei 16,7 Hz sowohl für das elektrische Feld mit 20 kV/m als auch für die magnetische Flussdichte mit 1.270 μT deutlich über den Grenzwerten der 26. BImSchV.

3. Örtliche Gegebenheiten

Die folgende Abbildung zeigt einen Übersichtslageplan des bestehenden Streckennetzes (Strecke 5634) mit Kennzeichnung der Lage des Ausbaubereichs für den Gleisanschluss am BMW-Werk Dingolfing.

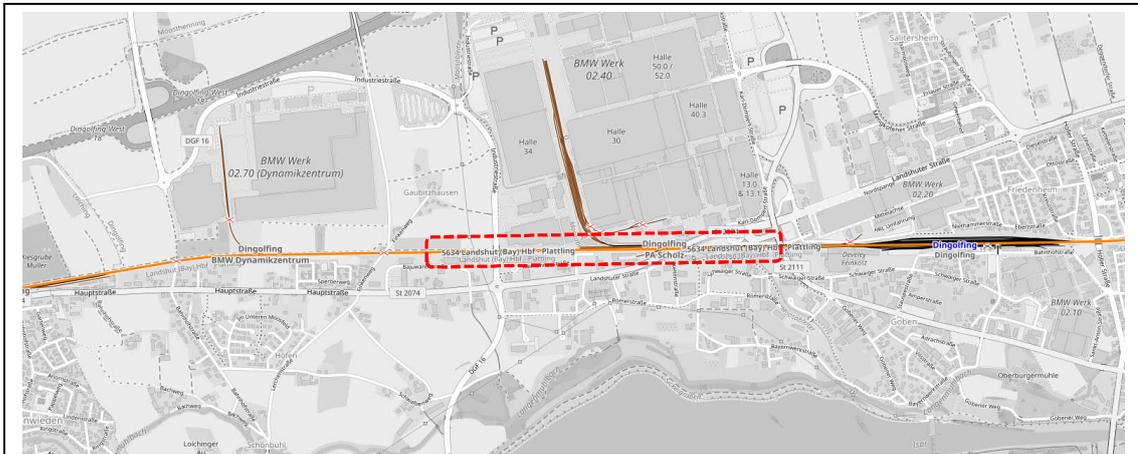


Abbildung 1: Übersichtslageplan Lage im Netz (Quelle: OpenRailwayMap, Stand 9.1.2025)

Südlich des Planvorhabens liegt der Geltungsbereich des Bebauungsplans „St 2074“ der Stadt Dingolfing [20], welcher angrenzend an die Bahnstrecke Gewerbegebiete (GE) und Industriegebiete (GI) festsetzt. Nordwestlich des Planvorhabens befindet sich ein Sondergebiet (SO) der Photovoltaikanlage Gaubitzhausen. Die nächstgelegenen Wohnnutzungen liegen in einem Abstand von ca. 120 m nordwestlich zur geplanten Oberleitungsanlage am Finkenweg. Die folgende Abbildung zeigt die Nutzungen in der Nachbarschaft.

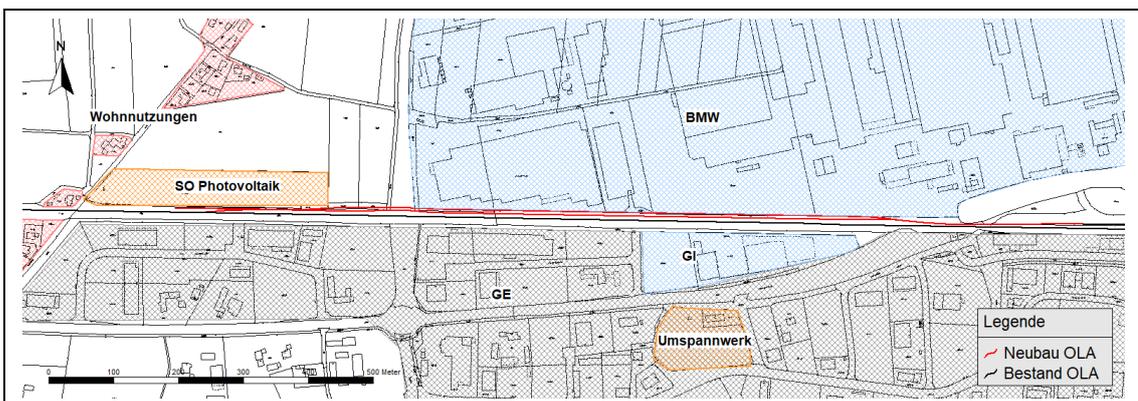


Abbildung 2: Übersichtslageplan Nachbarschaft des Planvorhabens

4. Ermittlung der elektrischen und magnetischen Felder

4.1 Einwirkungsbereich

Bei der Errichtung oder der wesentlichen Änderung von Niederfrequenzanlagen sind die Grenzwerte der 26. BImSchV an Orten zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen im Einwirkungsbereich der Anlage einzuhalten. Hierbei handelt es sich nach Absatz II.3.2 der Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) um Gebäude und Grundstücke, in oder auf denen nach der bestimmungsgemäßen Nutzung Personen regelmäßig länger – mehrere Stunden – verweilen können. Hierzu zählen insbesondere Wohngebäude, Krankenhäuser, Schulen, Schulhöfe, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze und Kleingärten. Weiterhin sind z.B. Gaststätten, Büro-, Geschäfts-, Verkaufsräume und Werkstätten als Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt anzusehen.

Die Einwirkungsbereiche von Niederfrequenzanlagen sind in Absatz II.3.1 der LAI-Hinweise [3] erläutert. Für Bahnoberleitungen beträgt der Einwirkungsbereich 10 m beidseits zur Gleismitte des elektrifizierten Gleises. Für die geplanten Oberleitungsanlagen (rote Linie) ist der vorhabenbedingte Einwirkungsbereich von 10 m beidseits zur Gleismitte (schwarz-gestrichelte Linie) im folgenden Übersichtslageplan dargestellt.

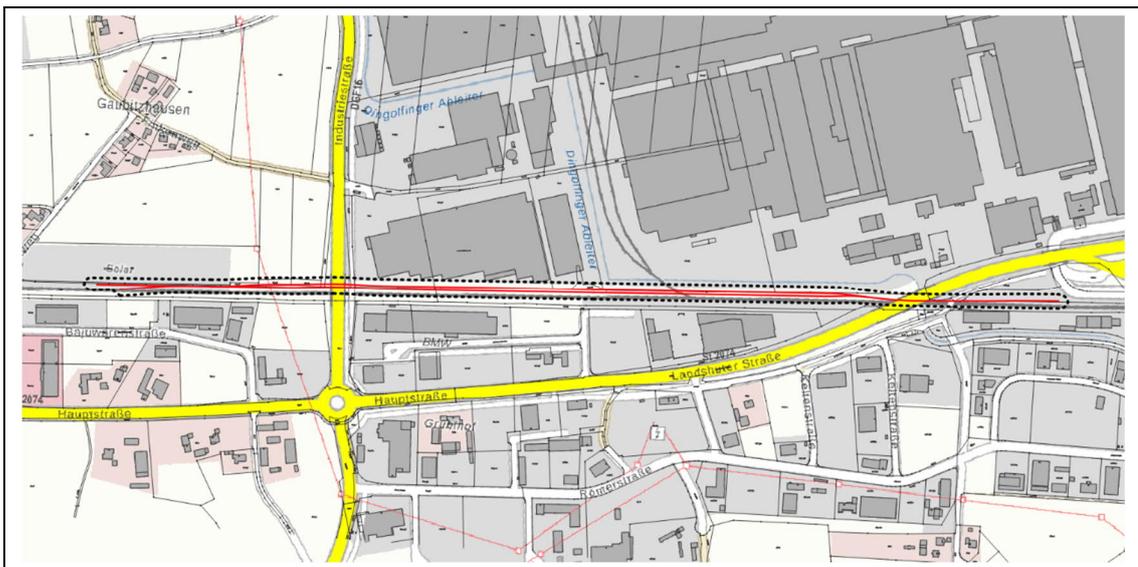


Abbildung 3: Einwirkungsbereich der geplanten Oberleitungsanlage

Es ist erkennbar, dass innerhalb dieses Einwirkungsbereichs keine Immissionsorte vorliegen. Für eine Bewertung der Auswirkungen durch das Planvorhaben erfolgt im Folgenden daher eine flächenhafte Betrachtung der elektrischen und magnetischen Felder.

4.2 Vorbelastung aus Niederfrequenzanlagen

Das Planvorhaben schließt an die elektrifizierte Gleisanlage der Bahnstrecke 5634 an. Die Nachbarschaft unterliegt dementsprechend einer bereits vorhandenen Vorbelastung durch elektrische und

magnetische Felder bei 16,7 Hz, sodass sich durch das Planvorhaben keine völlig neue Immissions-situation ergibt.

Bei der Beurteilung der vorhabenbedingten elektrischen und magnetischen Felder gem. § 3 Abs. 3 der 26. BImSchV sind darüber hinaus Immissionen auch andere Niederfrequenzanlagen (Anlagen der Energieversorgung bei 50 Hz) im Umfeld der Anlage mit zu berücksichtigen, sofern sich deren Einwirkungsbereiche überlagern. In einem ersten Schritt wurde deswegen geprüft, ob andere Niederfrequenzanlagen in einem Untersuchungsabstand ≤ 50 m zum Planvorhaben liegen. Zwischen Finkenweg und Industriestraße verläuft eine 110kV-Freileitung, Leitungsabschnitt von Umspannwerk Teisbach und Umspannwerk Grühlhof, welche die Bahnstrecke 5634 überquert. Die folgende Abbildung zeigt den Verlauf dieser 110kV-Freileitung (blaue Linie).

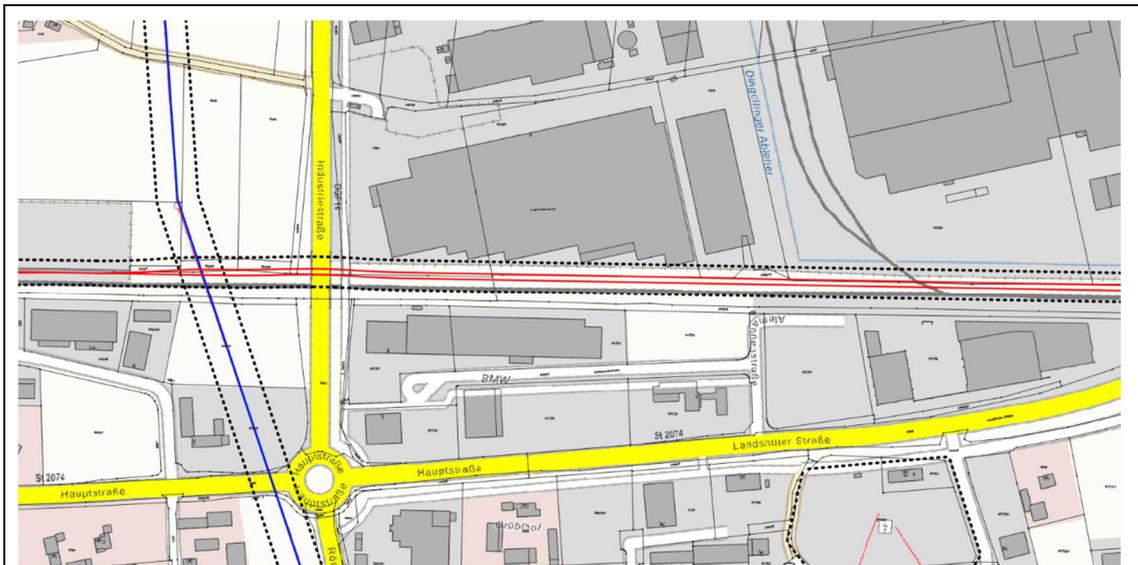


Abbildung 4: Verlauf 110kV-Freileitung zw. Uw Teisbach und Uw Grühlhof und deren Einwirkungsbereich

Nach Absatz II.3.4 der LAI-Hinweise tragen Immissionen durch andere Niederfrequenzanlagen nur an den maßgebenden Immissionsorten relevant zur Vorbelastung bei, wenn diese zugleich im jeweiligen Einwirkungsbereich der Anlage liegen (vgl. Absatz II.3.1 der LAI-Hinweise). Für die 110kV-Freileitung beträgt der Einwirkungsbereich 10 m beidseits des jeweils äußeren Leiters (s. schwarzgestrichelte Linie in der Abbildung oben). Die Summenbetrachtung der Immissionsbeiträge ist nur dann anzuwenden, wenn sich die jeweiligen Einwirkungsbereiche der verschiedenen Niederfrequenzanlagen überschneiden und sich in diesem Überschneidungsbereich maßgebliche Immissionsorte befinden. Da dies nicht der Fall ist, kann eine Summenbetrachtung entfallen.

4.3 Vorbelastung aus Hochfrequenzanlagen

Bei der Beurteilung von Niederfrequenzanlagen sind neben den Vorbelastungen durch vorhandene Niederfrequenzanlagen gem. § 3 Abs. 4 der 26. BImSchV auch die Feldstärken von ortsfesten Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz zu berücksichtigen, die einer Standortbescheinigung nach §§ 4 und 5 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen. Diese Anlagen sind aus der EMF-Datenbank der

Bundesnetzagentur ersichtlich. In der EMF-Datenbank werden entsprechende Sendeanlagen als blaue Dreiecke  gekennzeichnet (vgl. Abbildung 5).

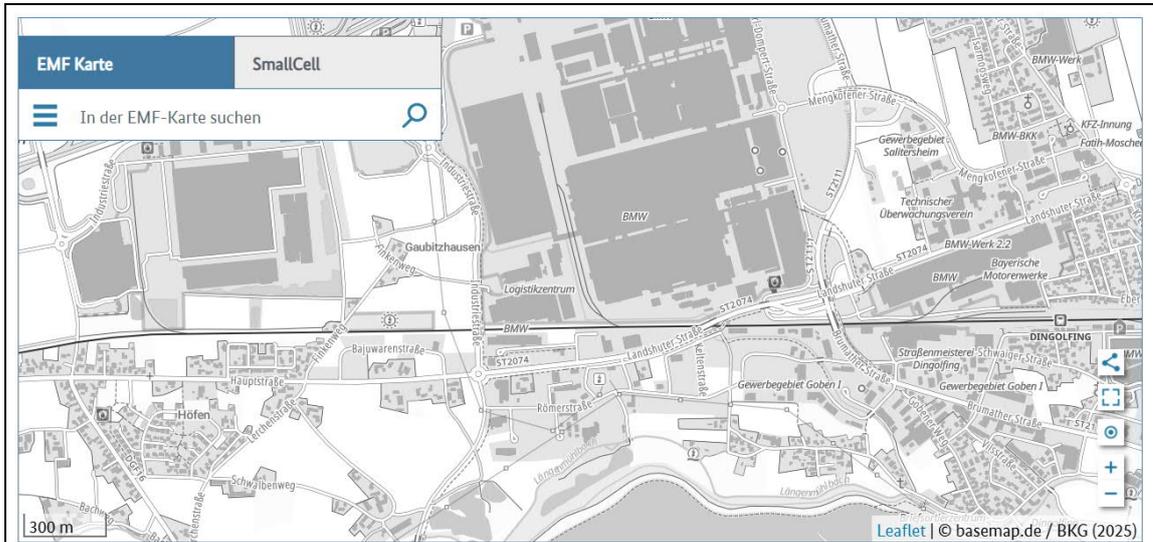


Abbildung 5: Ortsfeste Sendeanlagen 9 kHz – 10 MHz, BNetzA, Abruf: 07.01.2025

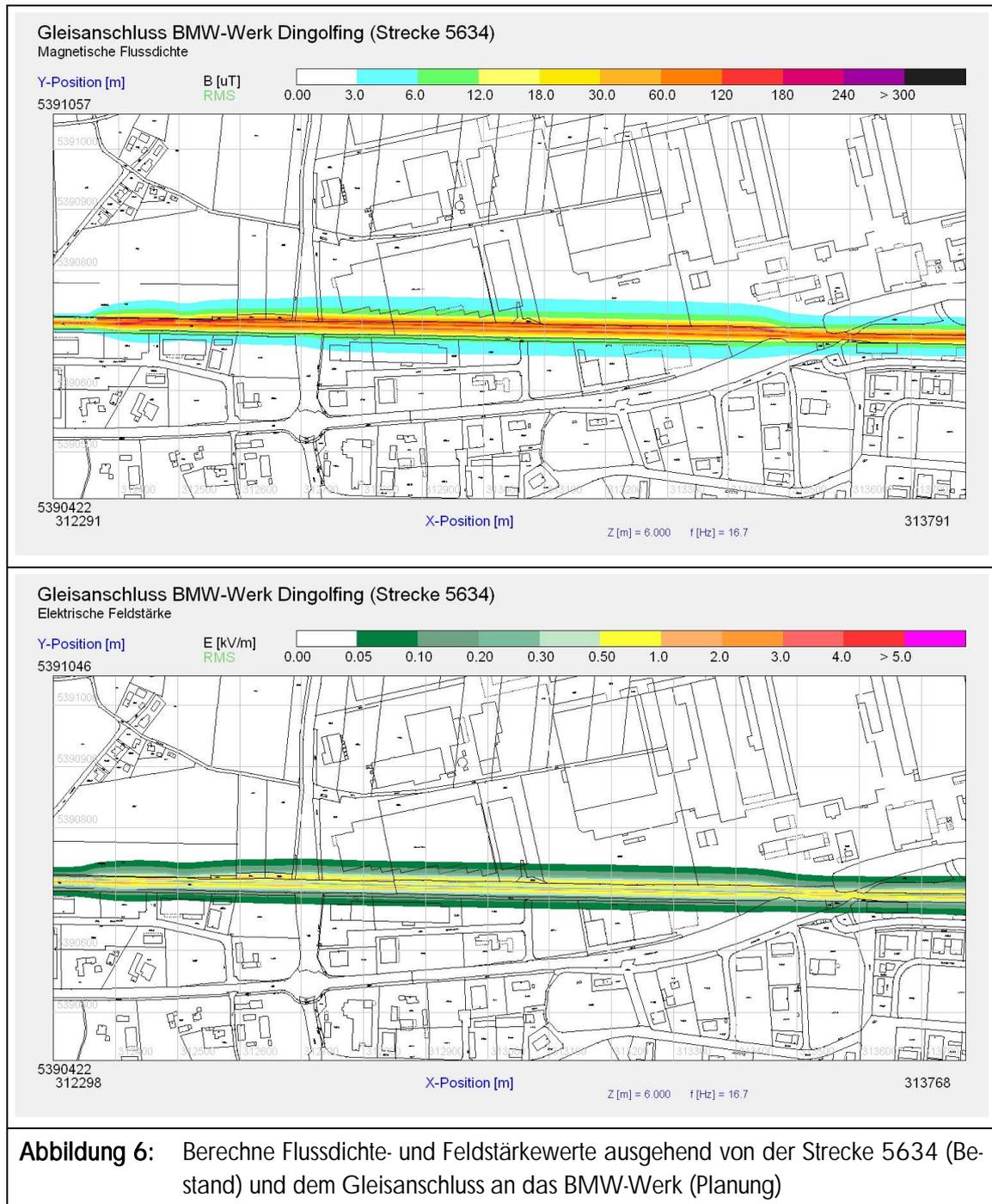
Es zeigt sich, dass nicht mit Einwirkungen aus Hochfrequenzanlagen zwischen 9 kHz und 10 MHz gerechnet werden muss, da keine entsprechenden Anlagen in der Nachbarschaft vorhanden sind.

4.4 Flussdichte- und Feldstärkewerte der Bahnstromoberleitungen

Für die Ermittlung der vorhabenbedingten elektrischen und magnetischen Felder wurden Prognoseberechnungen unter Berücksichtigung einer höchsten betrieblichen Anlagenauslastung durchgeführt. Für die Ergebnisse dieser Simulationen sind die Annahmen über den Lastzustand (Dauerstrombelastbarkeit der Leiter) sowie für Bahntrassen die Verteilung der Rückströme über Schienen und Erdreich maßgebend. Als Basis für die Bilanzierung der Stromverteilung wurde die thermische Maximalspannung (Dauerstrombelastbarkeit nach [16] verwendet und nach den einschlägigen technischen Grundlagen [12], [13], [14], [15] aufgeteilt.

Die Prognoseberechnungen der Feldstärken erfolgten mit der Software WinField [19] für den Planfall (bestehende Oberleitungsanlage der Strecke 5634 plus geplante Oberleitungsanlagen des Gleisanschlusses). Ein Lageplan mit dem dreidimensionalen Berechnungsmodell ist in Anlage 1 dargestellt.

Die folgende Abbildung zeigt die flächenhaften Berechnungsergebnisse für die magnetische Flussdichte und die elektrische Feldstärke in einer Aufpunkthöhe $h = 6$ m. Diese Aufpunkthöhe entspricht in etwa der Fahrdrathöhe mit den höchsten Belastungswerten.



Bahnlinks treten die höchsten Flussdichtewerte im Bereich der eigenen Nutzungen (Halle 89.0 und Halle 89.1 des BMW-Werks 02.40) auf. Entlang der südlichen Hallenränder beträgt die magnetische Flussdichte bis zu $18 \mu\text{T}$. Bahnrechts sind die höchsten Flussdichtewerte auf dem Grundstück Alemannenstraße 8 zu erwarten. Entlang der nördlichen Gebäudeseite der dortigen Gewerbehalle des BMW-Werk 02.41 beträgt die magnetische Flussdichte bis zu $6 \mu\text{T}$.

Anmerkung: In den Prognoseberechnungen der elektrischen Feldstärke wurden keine Abschirmungseffekte berücksichtigt. Tatsächlich wird das E-Feld z.B. durch Gebäude nahezu vollständig abgeschirmt, sodass die Immissionen im Gebäudeinneren vernachlässigt werden können.

5. Beurteilung der Immissionen

5.1 Einwirkungen auf den Menschen

Die Beurteilung der Einwirkungen durch elektrische und magnetische Felder auf Menschen erfolgt nach den Vorgaben der 26. BImSchV. Für Bahnstromoberleitungen mit einer Netzfrequenz von 16,7 Hz gelten demnach Grenzwerte für die elektrische Feldstärke von 5 kV/m und für die magnetische Flussdichte von 300 μT . Die Prognoseergebnisse zeigen, dass die Grenzwerte der 26. BImSchV durch das Vorhaben zuverlässig eingehalten werden und in der Nachbarschaft höchstens zu 6 % (magnetische Flussdichte) ausgeschöpft werden. Schädliche Umwelteinwirkungen durch elektrische und magnetische Felder i.S. der Verordnung sind somit nicht zu erwarten.

5.2 Einwirkungen auf Geräte und Anlagen

Die 26. BImSchV gilt zum Schutz von Menschen vor elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern. In der Nachbarschaft des Planvorhabens kann es überdies zu einer negativen Beeinflussung von Geräten und Anlagen und deren Nutzung kommen. Die geplanten Bahnstromanlagen erfüllen grundsätzlich die EMV-Anforderungen zur Störaussendung nach § 4 des Gesetzes über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (EMVG), sodass negative Beeinflussungen handelsüblicher elektrischer Anlagen in der Nachbarschaft zunächst nicht zu erwarten sind. Einige sehr sensible technische Geräte können allerdings erhöhte Anforderungen an die Störfestigkeit haben. Allgemeingültige Grenzwerte für die elektromagnetische Einwirkung auf Geräte und Anlagen existieren jedoch nicht. Anhaltspunkte für die Störfestigkeit technischer Geräte können dem technischen Regelwerk für spezifische elektromagnetisch empfindliche Geräte und Betriebsmittel entnommen werden. Dies können zum Beispiel Kathodenstrahlröhren, Fernmeldeeinrichtungen, Labor- und Diagnosegeräte, wissenschaftliche und medizinische Diagnosegeräte usw. sein; die besonders empfindlichen Geräte können bereits ab Spitzenwerten des Effektivwertes der magnetischen Flussdichte von ca. 0,1 μT beeinflusst werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt Erfahrungswerte für Mindeststörfestigkeiten einiger exemplarischer Geräte.

Tabelle 3: Anhaltswerte für die Mindeststörfestigkeiten technischer Geräte	
Technische Geräte/Anlagen	Störschwelle B-Feld, NF
Feldemissions-Raster-Elektronenmikroskop	0,3 μT
PC-Kathodenstrahlmonitor (21 Zoll)	0,4 μT
PC-Kathodenstrahlmonitor (17 Zoll)	0,6 μT
Medizintechnik: EEG, EKG-Geräte	1,0 μT
Medizintechnik: Röntgenröhre	10 μT
Raster-Elektronenmikroskop	10 μT
ältere aktive Implantate (Herzschrittmacher), Defibrillatoren	20 bis 30 μT
neuere aktive Implantate (mit CE-Konformität)	100 μT

Die Beeinflussungsfragen sind im Vorfeld schwierig abschätzbar, da derartige Anlagen und Geräte keiner baulichen oder sonstigen Genehmigung unterliegen. Im vorliegenden Fall erscheint das Risiko von Störbeeinflussungen jedoch tendenziell gering, da die Nachbarschaft bereits im Ist-Zustand einer

Vorbelastung durch die Oberleitungsanlage der Bahnstrecke 5634 unterliegt und sich mit dieser Immissionssituation arrangiert hat.

6. Minimierung

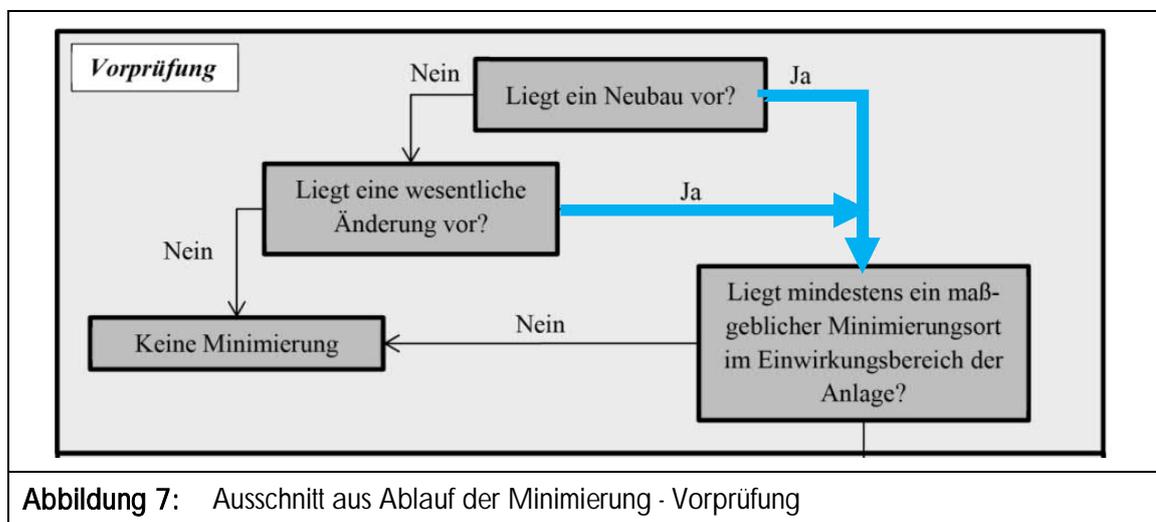
Nach § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV [1] sind zur Vorsorge bei der Errichtung und wesentlichen Änderung von Niederfrequenzanlagen sowie Gleichstromanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Wirkungsbereich zu minimieren. Durch das Minimierungsgebot wird die EMF-Belastung zusätzlich zur vorgeschriebenen Grenzwerteinhaltung an Orten mit höherem Schutzniveau weiter abgesenkt, wobei es abgesehen von der Verhältnismäßigkeit (Kosten-Nutzen-Prinzip) keine allgemeinen Festlegungen für das Niveau der Absenkungen gibt.

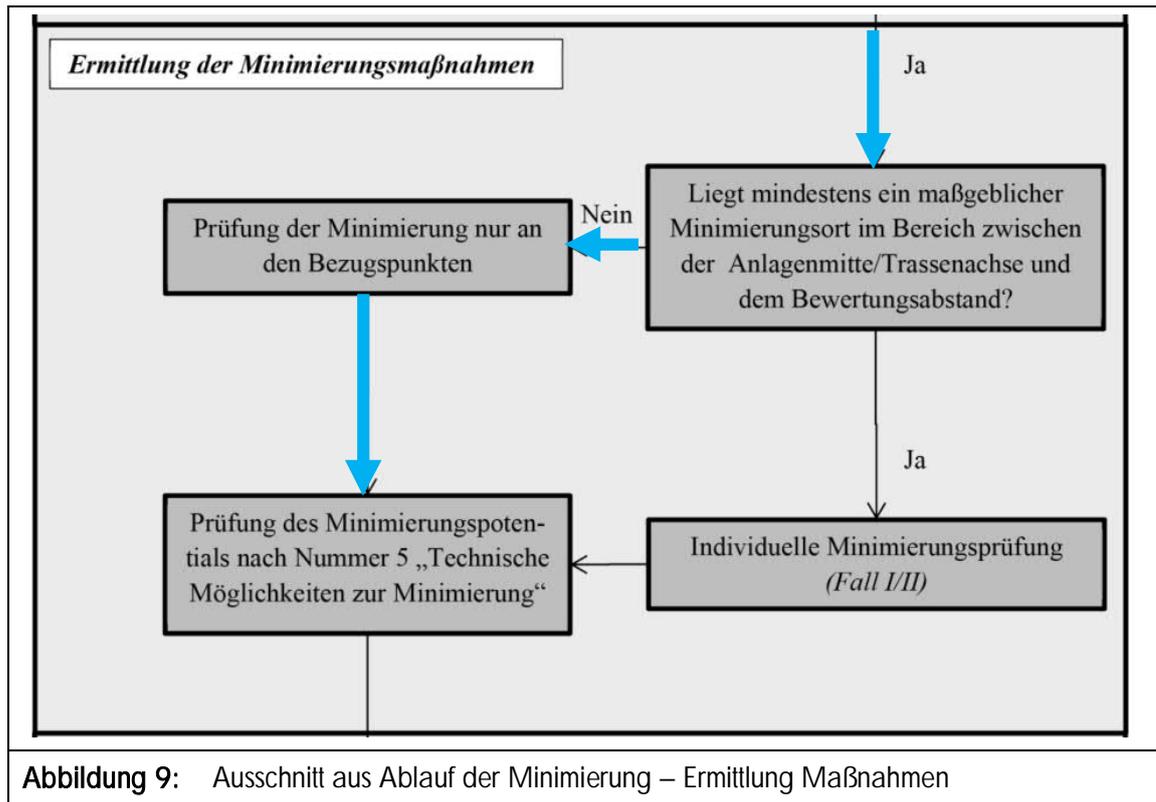
Das Minimierungsgebot ist in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchVVwV) [2] geregelt. Das Minimierungsgebot erfolgt nach folgenden Prüfschritten (vgl. Nr. 3.2 Satz 1 der 26. BImSchVVwV):

1. Schritt: Vorprüfung
2. Schritt: Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen
3. Schritt: Bewertung der Minimierungsmaßnahmen

6.1 Vorprüfung

Die Vorprüfung dient gemäß Nr. 3.2.1 der 26. BImSchVVwV der Feststellung, ob für die jeweilige Anlage überhaupt eine Minimierung durchzuführen und damit eine Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen erforderlich ist. Der Anwendungsbereich ist auf den Neubau oder eine wesentliche Änderung von Niederfrequenzanlagen oder Gleichstromanlagen beschränkt. Im Rahmen des Vorhabens ist der Neubau von elektrifizierten Gleisanlagen geplant. Damit ist die Bedingung für eine Minimierungsprüfung gegeben (siehe Abbildung 7).



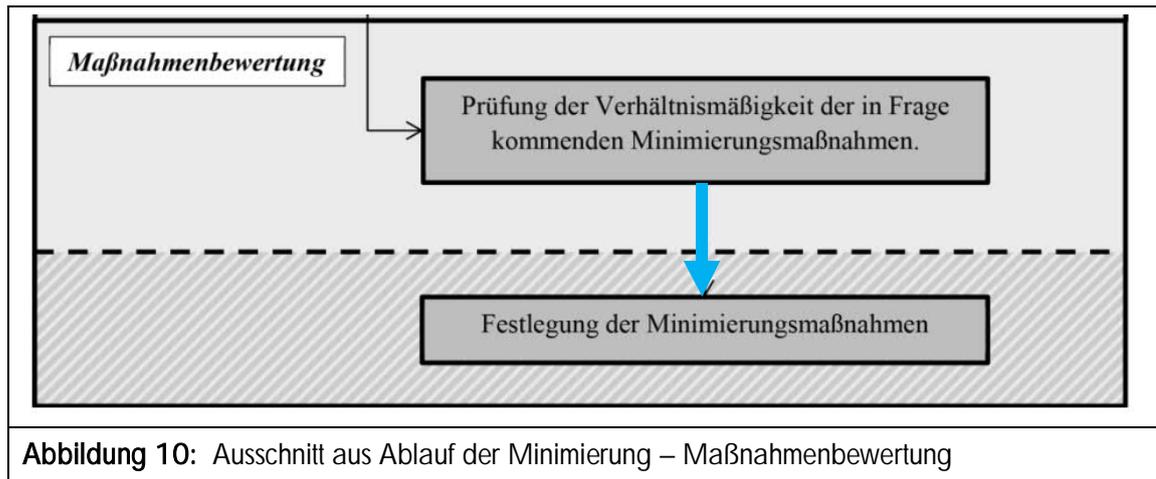


6.3 Prüfung des Minimierungspotentials

Die Prüfung erfolgt auf Basis der in Nr. 5.2.3 der 26. BImSchVVwV aufgeführten technischen Möglichkeiten zur Minimierung bei Bahnstromoberleitungen:

- Abstandsoptimierung
- Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Einsatz von Auto-Transformatoren
- Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Einsatz von Booster-Transformatoren ohne Isolierstöße
- Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Installation eines Rückleiterseils ohne Isolierstöße
- Minimieren des Fahrstroms

Im dritten Schritt der Minimierung erfolgt die Prüfung der Verhältnismäßigkeit der in Frage kommenden Minimierungsmaßnahmen mit anschließender Festlegung und Zusammenfassung der vorgesehenen Minimierungsmaßnahmen (siehe Abbildung 10).



Die genannten Minimierungsmöglichkeiten sind i.d.R. nur bei Elektrifizierungsmaßnahmen ganzer Streckenabschnitte umsetzbar bzw. verhältnismäßig und kommen im vorliegenden Fall für einen Gleisanschluss an eine elektrifizierte Bestandsstrecke nicht infrage.

Der Anschluss und die Versorgung erfolgen über die bereits elektrifizierte Strecke 5634. Durch die Elektrifizierung der Werksgleise sind keine höhere Auslastung auf der Strecke selbst und auch keine höheren Fahrströme auf der Oberleitung zu erwarten als bisher. Eine Änderung der bestehenden Speisung oder die Installation von Rückleiterseilen wären für den gesamten Versorgungsabschnitt der bestehenden Bahnstrecke erforderlich. Aufgrund der vergleichsweise geringen Länge der geplanten Oberleitung von ca. 2 km wäre diese Maßnahme mit einem unverhältnismäßigen Umbau- und Kostenaufwand verbunden.

Dieses Gutachten umfasst 21 Seiten und 1 Anlage. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure GmbH gestattet.

Möhler + Partner Ingenieure GmbH

München, den 17. Januar 2025

i. V. M.Sc. Paul Zobel

i. A. B.Eng. Tim Leopold

7. Anlagen

Anlage 1: Berechnungsmodell

Anlage 1: Ansicht Berechnungsmodell

