

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Helmut-A.-Müller Straße 1 - 5
82152 Planegg

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

www.mbbm-ind.com

M. Sc. Andreas Jäger
Telefon +49(89)85602 141
Andreas.Jaeger@mbbm-ind.com

26. August 2025
M182522/03 Version 1 JAGE/BGG

Immission elektrischer und magnetischer Felder von Bahngleisen auf das Plangebiet

Bauleitverfahren in Grohn

Bericht Nr. M182522/03

Auftraggeber:

Freie Hansestadt Bremen
Die Senatorin für Bau, Mobilität,
Stadtentwicklung
Stadtplanung, Bauordnung Nord (Bauamt
Bremen-Nord)
Gerhard-Rohlf's-Str. 62
28757 Bremen

Bearbeitet von:

M. Sc. Andreas Jäger

Berichtsumfang:

Insgesamt 18 Seiten

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

Geschäftsführer:
Joachim Bittner,
Manuel Männel,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Unterlagen	4
3	Plangebiet	5
4	Berechnung der elektrischen und magnetischen Felder in der Umgebung der Bahnanlagen	7
4.1	Grundlagen	7
4.2	Berechnung der elektrischen und magnetischen Felder gemäß 26. BImSchV	7
4.3	Berechnung der durchschnittlichen Magnetfeldimmission (nicht im akkreditierten Bereich)	9
4.4	Berechnungsunsicherheit	12
4.5	Ergebnisse	13
5	Zusammenfassung	17

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Freie Hansestadt Bremen plant eine gemäßigte Nachverdichtung in Bremen-Nord, im Vegesacker Ortsteil Grohn, um Wohnraum zu schaffen. Das Plangebiet, das durch die Aufstellung eines Bebauungsplans zu einem Wohnquartier entwickelt werden soll, befindet sich südöstlich entlang eines Abschnitts der Hermann-Fortmann-Straße. Im Nordosten wird das Plangebiet durch die Straße „Kücksberg“ begrenzt. In ca. 30 m Entfernung vom Plangebiet in nördlicher und nordwestlicher Richtung verlaufen elektrifizierte Bahngleise, die zur Strecke zwischen Bremen-Vegesack und Bremen-Burg (bzw. Bremen Hauptbahnhof) gehören.

Aufgrund der unmittelbaren Nähe zu der elektrifizierten Bahnanlage ist mit der Einwirkung von elektrischen und magnetischen Feldern auf das Plangebiet und somit auch auf die mögliche künftige Bebauung zu rechnen. Die von der Bahnanlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder wurden daher berechnet und nach den Grenzwerten der 26. BImSchV [1] beurteilt. Darüber hinaus wurden die im Mittel über 24 Stunden auf das Plangebiet einwirkenden Magnetfelder abgeschätzt. Zur Beurteilung der durchschnittlichen Magnetfeldimmission wird ein Wert von $0,3 \mu\text{T}$ herangezogen, gemäß der Bremer Empfehlung zur Gesundheitsvorsorge bei Niederfrequenzanlagen [3].

2 Unterlagen

- [1] 26. BImSchV: 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über elektromagnetische Felder vom 14. August 2013
- [2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder, Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz LAI, September 2014
- [3] Empfehlung zur Gesundheitsvorsorge bei Niederfrequenzanlagen
Freie Hansestadt Bremen, die Senatorin für Wissenschaft, Gesundheit und Verbraucherschutz, November 2017
- [4] 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), August 2009
- [5] Hersteller-Zertifikat (Genauigkeit der Feld-, Leistungsflussdichte- und Schallpegelberechnung), WinField/EFC-400 –
Electrical and Magnetic Field Calculation Version >= V2021, 01.01.2021
- [6] Übersichtskarte Bremen-Nord inkl. Bahnstationen
Maßstab: 1:65 000, Stand: 06.08.2025
Landesamt GeoInformation Bremen
- [7] Luftbild (Orthophoto) des Plangebiets
Maßstab: 1:1000, Stand: 19.08.2025
Landesamt GeoInformation Bremen
- [8] Gutachten „Untersuchungen zu niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldimmissionen durch eine benachbarte S-Bahntrasse [...] in 28759 Bremen-Grohn“
K. Trost, Wissenschaftsladen Bonn, 2021
- [9] Gutachten „Elektromagnetische Beeinflussung der Umgebung durch die Elektrifizierung der Strecke Vegesack – Farge“
Balfour Beatty Rail GmbH, 2010
- [10] Infrastrukturregister der Deutschen Bahn
DB InfraGo, 2025
URL: <https://geoviewer.deutschebahn.com/maps/#/context/ISR/275618>,
aufgerufen am 08.08.2025
- [11] OpenRailwayMap
URL: <https://openrailwaymap.org/>, aufgerufen am 12.08.2025
- [12] Fahrplan der Linie RS1
NordWestBahn, gültig ab 15.12.2024
URL: <https://download.transdev.de/transdev/uploads/nwb/schedule/1505418/rs-1-bremen-farge-bremen-verden.pdf>, aufgerufen am 22.08.2025
- [13] Müller-BBM-Bericht Nr. M182522/04
„Immission elektrischer und magnetischer Felder von Bahngleisen auf das Plangebiet: Bauleitverfahren in Schönebeck, Borchshöher Str. 31 – 37“
Müller-BBM Industry Solutions GmbH, 14.08.2025

3 Plangebiet

Eine Übersichtskarte der Bahnstrecke in Bremen-Nord ist in Abbildung 1 zu sehen.

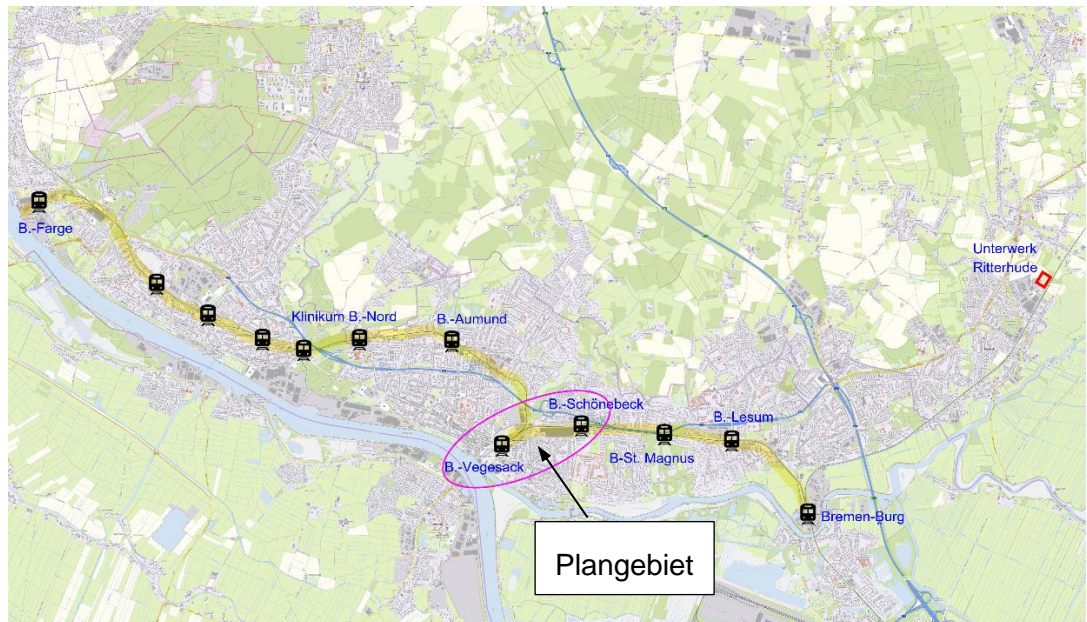


Abbildung 1. Übersichtskarte der Bahn-Haltestellen im Bremer Norden [6]. Der Abschnitt zwischen den Haltestellen „Bremen-Schönebeck“ und „Bremen-Vegesack“ ist pink umkreist, das einspeisende Unterwerk „Ritterhude“ ist rot umrandet.

Die gesamte Bahnstrecke zwischen den Haltestellen Bremen-Burg und Bremen-Farge wird vom Unterwerk Ritterhude versorgt. Auf der Bahnstrecke verkehren Züge der NordWestBahn, Linie RS1. Bremen-Farge ist eine Endhaltestelle, Züge, die hier einfahren und halten, setzen ihre Fahrt in die entgegengesetzte Richtung fort. Der Bahnhof Vegesack ist ein Kopfbahnhof, auch hier setzen Züge nach einem Halt die Fahrt in umgekehrte Fahrtrichtung fort.

Die Bahnstrecke Bremen-Burg nach Bremen-Vegesack wurde 1967 elektrifiziert. Die Strecke ist zweigleisig, Infrastrukturbetreiber ist die DB InfraGo.

Die Elektrifizierung der Strecke zwischen Vegesack und Farge erfolgte im Jahr 2011. Hier ist die Farge-Vegesacker-Eisenbahn GmbH die Infrastrukturbetreiberin. Zwischen Vegesack und Farge verläuft die Bahnstrecke weitestgehend eingleisig, bis auf einzelne Abschnitte bzw. auf die Haltestellen, wo es Ausweichgleise gibt, damit in entgegengesetzte Richtungen fahrende Züge aneinander vorbeifahren können.

Das Plangebiet liegt zwischen den Haltestellen Bremen-Schönebeck und Bremen-Vegesack im Süden der Bahngleise. Ein Luftbild des Plangebiets ist in der folgenden Abbildung dargestellt:



Abbildung 2. Luftbild des Plangebiets (rot umrandet), aus [7].

Der Streckenabschnitt zwischen den Haltestellen Bremen-Schönebeck und Bremen-Vegesack, der nördlich des betrachteten Plangebiets verläuft, ist dreigleisig und gehört zur Strecke zwischen Vegesack und Bremen-Burg.

4 Berechnung der elektrischen und magnetischen Felder in der Umgebung der Bahnanlagen

4.1 Grundlagen

Die Berechnung erfolgt mit dem Programm WinField EP, Version ≥ 2021 . Modelliert werden die Anlagenteile, die wesentlich zur Immission magnetischer Felder beitragen. Im Fall von Bahnanlagen handelt es sich um die Schienen und den Fahrdrabt.

In Abbildung 3 ist eine schematische Darstellung einer eingleisigen Bahnstrecke zu sehen.

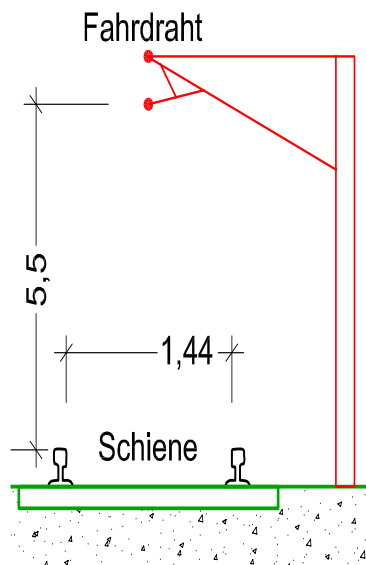


Abbildung 3. Schnitt durch eine Bahnstrecke mit einem Gleis und einem Fahrdrabt.

Der Schienenabstand beträgt 1,44 m (Normalspur), die Fahrdrabthöhe über den Gleisen 5,5 m, die Fahrdrabtspannung 15 kV.

4.2 Berechnung der elektrischen und magnetischen Felder gemäß 26. BImSchV

Um die elektrischen und magnetischen Felder im Umfeld des Streckenabschnitts nach den Grenzwerten der 26. BImSchV beurteilen zu können, wird Maximallast angenommen. Gemäß des DB-Infrastrukturregisters [10] beträgt der höchste Zugstrom im Abschnitt zwischen Bremen-Burg und Bremen-Vegesack 600 A.

Angesichts der 15-min-Taktung der Linie RS1 auf der Strecke zwischen Bremen-Burg und Bremen-Vegesack und der mehrgleisigen Streckenführung wird jedoch angenommen, dass – richtungsunabhängig – maximal zwei Züge gleichzeitig anfahren (beschleunigen) bzw. bremsen können, und dass sowohl beim Anfahr- als auch beim Bremsvorgang der höchste Zugstrom in den Fahrdrabt eingespeist bzw. zurückgespeist wird. Demzufolge wird das Doppelte des höchsten Zugstroms für den Modellstrom des Fahrdrabts angesetzt. Die zu berücksichtigenden Züge können hierbei auch auf der Strecke zwischen Vegesack und Farge verkehren, da der dafür nötige Strom über den Streckenabschnitt zwischen Schönebeck und Vegesack fließen muss.

1. Strecke Schönebeck – Vegesack

- Ein Fahrdrabt
Modellspannung: **15 kV**, Modellstrom: **1200 A**
Höhe: 5,5 m über GOK (Geländeoberkante)
- Zwei Schienen (Rückleitung)
Modellspannung: **0 kV**, Modellstrom je **-600 A**
Höhe: 0 m über GOK
- restliche Fahrdrähte (zur Berechnung des elektrischen Felds)
Modellspannung: **15 kV**, Modellstrom: **0 A**
Höhe: 5,5 m über GOK
- restliche Schienen
Modellspannung: **0 kV**, Modellstrom je **0 A**
Höhe: 0 m über GOK

2. Strecke Vegesack – Farge (als Vorbelastung mitberücksichtigt)

- Ein Fahrdrabt
Modellspannung: **15 kV**, Modellstrom: **600 A**
Höhe: 5,5 m über GOK (Geländeoberkante)
- Zwei Schienen (Rückleitung)
Modellspannung: **0 kV**, Modellstrom je **-300 A**
Höhe: 0 m über GOK

Anmerkungen:

Im Sinne einer Worst-Case-Abschätzung wird angenommen, dass auf der Strecke Schönebeck – Vegesack der Modellstrom durch denjenigen Fahrdrabt fließt, der dem Plangebiet am nächsten ist, und dass auf den Fahrdrähten der anderen Gleise kein Strom fließt. Auch der Strom, der die Strecke Farge – Vegesack versorgt, fließt im Modell über diesen Fahrdrabt, dadurch ergibt sich der doppelte Zugstrom bis zum Streckenabschnitt zwischen Schönebeck und Vegesack, dort teilt sich der Strom auf. Im Realbetrieb werden gemäß der OpenRailwayMap [11] jedoch die beiden nördlichen Gleise genutzt.

Zudem wird angenommen, dass der Rückstrom ausschließlich auf den Schienen zurückfließt. In der Realität fließt nicht der gesamte Rückstrom auf den Schienen zum Unterwerk zurück, sondern auch über das Erdreich und – so vorhanden – auch über in der Erde liegende metallene Teile (Rohre, Erdungsanlagen u. Ä.). Dieser sog. Streustrom kann dazu führen, dass die von den Bahnanlagen ausgehenden Magnetfelder mit zunehmender Entfernung weniger stark abfallen als prognostiziert und z. T. zusätzliche Feldquellen auf dem Plangebiet (z. B. aufgrund von Rohrleitungen) entstehen.

Weiterhin wird angenommen, dass die Ströme durch die Fahrdrähte zwischen Schönebeck und Vegesack sowie zwischen Vegesack und Aumund in die gleiche Stromrichtung fließen, sich die entstehenden Magnetfelder also konstruktiv überlagern und nicht kompensieren. Dies stellt eine Worst-Case-Abschätzung dar.

4.3 Berechnung der durchschnittlichen Magnetfeldimmission (nicht im akkreditierten Bereich)

Einer Beurteilung anhand des Wertes von 0,3 µT (Bremer Empfehlung zur Gesundheitsvorsorge bei Niederfrequenzanlagen) liegt üblicherweise eine Berechnung oder Messung zugrunde, bei der der im Mittel über 24 Stunden eingespeiste Strom bzw. das im Mittel über 24 Stunden gemessene Magnetfeld angesetzt wird. Im Streckenbereich zwischen Bremen-Burg und Bremen-Farge gibt es jedoch keine Messeinrichtung, die den tatsächlich eingespeisten Strom erfasst. Daher wird der 24-h-Effektivstrom abgeschätzt. Als Grundlage hierfür dient der Fahrplan, öffentlich zugängliche Informationen (zur Strecke, zum Triebzug etc.) sowie das Gutachten, das vor der Elektrifizierung der Farge-Vegesacker Strecke von der Balfour Beatty Rail GmbH [9] erstellt wurde.

Grundsätzlich gilt zu beachten, dass die gesamte Bahnstrecke zwischen Bremen-Burg und Bremen-Farge vom Unterwerk Ritterhude versorgt wird. Das bedeutet, dass nur dann ein Strom durch den Fahrdraht beim Plangebiet fließt – und es zu einer Magnetfeldimmission kommt – wenn eine Bahn zwischen Schönebeck und Farge fährt. Die östlich vom der Haltestelle Schönebeck verkehrenden Züge müssen nicht einberechnet werden.

RS 1 Bremen-Farge > Bremen Hbf > Verden (Aller)																Fahrplan ab 15.12.2024			
Verkehrstage	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1	RS 1
Montag bis Freitag	5	• 4	•	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4	• 4
Samstag	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sonn- und Feiertag	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Zugnummer	83111	82893	83113	82895	83115	83115	82897	83117	82899	83119	82901	83121	83123	82903	83125	82905	83127	82907	
Bremen-Farge	ab	06:41	07:11	07:41	07:41	08:11	08:41	09:11	09:41	10:11	10:41	11:11	11:41	12:11	12:41	13:11	13:41	14:11	14:41
Bremen-Turnerstraße	ab	06:45	07:15	07:45	07:45	08:15	08:45	09:15	09:45	10:15	10:45	11:15	11:45	12:15	12:45	13:15	13:45	14:15	14:45
Bremen-Kreinslogger	ab	06:47	07:17	07:47	07:47	08:17	08:47	09:17	09:47	10:17	10:47	11:17	11:47	12:17	12:47	13:17	13:47	14:17	14:47
Bremen-Mühlenstrasse	ab	06:49	07:19	07:49	07:49	08:19	08:49	09:19	09:49	10:19	10:49	11:19	11:49	12:19	12:49	13:19	13:49	14:19	14:49
Bremen-Blumenthal	ab	06:51	07:21	07:51	07:51	08:21	08:51	09:21	09:51	10:21	10:51	11:21	11:51	12:21	12:51	13:21	13:51	14:21	14:51
Klinikum Bremen-Nord	ab	06:53	07:23	07:53	07:53	08:23	08:53	09:23	09:53	10:23	10:53	11:23	11:53	12:23	12:53	13:23	13:53	14:23	14:53
Bremen-Aumund	ab	06:55	07:25	07:55	07:55	08:25	08:55	09:25	09:55	10:25	10:55	11:25	11:55	12:25	12:55	13:25	13:55	14:25	14:55
Bremen-Vegesack	an	06:59	07:29	07:59	07:59	08:29	08:59	09:29	09:59	10:29	10:59	11:29	11:59	12:29	12:59	13:29	13:59	14:29	14:59
Bremen-Vegesack	ab	07:05	07:20	07:35	07:50	08:05	08:05	08:20	08:35	08:50	09:05	09:20	09:35	10:05	10:20	10:35	10:50	11:05	11:20
Bremen-Schönebeck	ab	07:07	07:22	07:37	07:52	08:07	08:07	08:22	08:37	08:52	09:07	09:22	09:37	10:07	10:22	10:37	10:52	11:07	11:22
Bremen-St. Magnus	ab	07:09	07:24	07:39	07:54	08:09	08:09	08:24	08:39	08:54	09:09	09:24	09:39	10:09	10:24	10:39	10:54	11:09	11:24
Bremen-Lesum	ab	07:11	07:26	07:41	07:56	08:11	08:11	08:26	08:41	08:56	09:11	09:26	09:41	10:11	10:26	10:41	10:56	11:11	11:26
Bremen-Burg	ab	07:14	07:29	07:44	07:59	08:14	08:14	08:29	08:44	08:59	09:14	09:29	09:44	10:14	10:29	10:44	10:59	11:14	11:29
Bremen-Oslebshausen	ab	07:17	07:32	07:48	08:02	08:17	08:17	08:32	08:48	09:02	09:17	09:32	09:47	10:17	10:32	10:47	11:02	11:17	11:32
Bremen-Walle	ab	07:21	07:36	07:52	08:06	08:21	08:21	08:36	08:52	09:06	09:21	09:36	09:51	10:21	10:36	10:51	11:06	11:21	11:36
Bremen Hbf	an	07:24	07:39	07:55	08:09	08:24	08:24	08:39	08:55	09:09	09:24	09:39	09:54	10:24	10:39	10:54	11:09	11:24	11:39
Bremen Hbf	ab			07:57	08:27			08:57				09:57				10:57			

Felertage Niedersachsen|Bremen
Mi 25., Do 26. Dezember 2024 Weihnachten | Mi 1. Januar 2025 Neujahr | Fr 18. April Karfreitag | So 20., Mo 21. April Ostern | Do 1. Mai Tag der Arbeit | Do 29. Mai Christi Himmelfahrt | So 8., Mo 9. Juni Pfingsten | Fr 3. Oktober Tag der Deutschen Einheit | Fr 31. Oktober Reformationstag

Sonderregelungen Zug
4 verkehrt nicht am Di 24. und Di 31. Dezember 2025
5 verkehrt auch am Di 24. und Di 31. Dezember 2025

Abbildung 4. Auszug aus dem Fahrplan der Linie RS1 der NordWestBahn [12].

Der Effektivstrom (Durchschnittsstrom) von Burg nach Farge nimmt ab, geografisch gesehen sinkt der Strom von Ost nach West. Das Unterwerk befindet sich im Osten. Ganz im Westen liegt die Endhaltestelle Bremen-Farge, hier erwartet man demzufolge den geringsten Effektivstrom. Der Grund hierfür ist, dass der Strom über den Fahrdraht zum Triebzug fließt, diesen versorgt, und dann über die Schienen zum Unterwerk zurückfließt. Der Strom wählt hierfür den einfachsten Weg. Wenn ein Zug z. B. östlich von der Haltestelle Schönebeck fährt, fließt über den Fahrdraht beim Plangebiet (aufgrund dieser Zugfahrt) kein Strom.

Je näher sich also ein Streckenabschnitt am Unterwerk befindet, desto häufiger liegt ein Anfahr- bzw. Bremsvorgang auf dem Stromkreis, der vom Unterwerk bis zur Position des Zuges reicht, denn über alle Streckenabschnitte zwischen Unterwerk und Zugposition fließt bei einem Anfahren oder Bremsen Strom. Beim gleichmäßigen Fahren nach Erreichen der Zielgeschwindigkeit fließt ebenfalls ein Strom, dieser ist jedoch geringer, da der Zug zum Großteil von allein rollt und entsprechend kaum noch angetrieben werden muss. Bei Bremsvorgängen wird Bremsenergie als Strom wieder über den Fahrdrabt ins Bahnstromnetz zurückgespeist, die auf der Strecke eingesetzten Elektrotriebzüge vom Typ Coradia Continental des Herstellers Alstom sind zu dieser sogenannten Rekuperation fähig.

Mithilfe des Fahrplans (siehe Abbildung 4) kann man nun den über 24 h gemittelten Strom im Streckenabschnitt zwischen Bremen-Schönebeck und Bremen-Vegesack abschätzen. Hierbei ist zu beachten, dass sich die Fahrpläne zwischen Schönebeck und Vegesack sowie zwischen Vegesack und Farge unterscheiden. Während zwischen den Haltestellen Vegesack und Farge zur Hauptverkehrszeit, welche zwischen 5 Uhr und 23 Uhr liegt, die Züge im 30-min-Takt fahren, gibt es im Abschnitt zwischen Bremen Hbf und Vegesack in der Hauptverkehrszeit sowohl eine 30-min-Taktung als auch eine 15-min-Taktung. Die Taktung ist abhängig von der Uhrzeit (z. B. zu Pendler-Stoßzeiten: 15-min-Takt) und vom Wochentag (Mo. – Fr. andere Taktung als samstags und sonntags). Vereinfacht kann man sagen, dass von den 24 Stunden eines durchschnittlichen Tages 10 h auf den 15-min-Takt entfallen, 10 h auf den 30-min-Takt, und 4 h auf keine Züge (nachts, Mo. – Fr.) bzw. auf einen 60-min-Takt Samstag- und Sonntagnacht.

Für den Streckenabschnitt zwischen Vegesack (V) und Aumund (A) wurde der Effektivstrom $I_{\text{eff},V-A}$ im Rahmen des Müller-BBM-Berichts Nr. M182522/04 [13] bereits abgeschätzt, dieser beträgt $I_{\text{eff},V-A} = 133 \text{ A}$. Zu dieser Stromstärke kommt noch der Beitrag des Abschnitts zwischen Schönebeck (S) und Vegesack (V) hinzu, genannt $I_{\text{eff},S-V}^*$, der sich aufgrund der mehrgleisigen Infrastruktur und der z. T. höheren Taktung anders berechnet. Insgesamt kommt man auf einen für die Modellierung anzunehmenden Gesamt-Effektivstrom von:

$$I_{\text{eff}} = I_{\text{eff},V-A} + I_{\text{eff},S-V}^* \quad (1)$$

Zur Abschätzung des Anteils $I_{\text{eff},S-V}^*$ werden folgende Annahmen getroffen: Für die reine Fahrtzeit zwischen Schönebeck und Vegesack braucht eine S-Bahn der Linie RS1 laut Fahrplan mindestens zwei Minuten. Diese zwei Minuten gliedern sich wie folgt: 2 min = 15 s (Anfahrt) + 60 s (gleichmäßiges Rollen) + 15 s (Bremsen) + 30 s (Stehen). Tatsächlich stehen die Züge am Bahnhof Vegesack insbesondere dann länger, wenn ein Richtungswechsel erfolgt, wenn es sich also um Züge handelt, die vom Bremer Hauptbahnhof kommend über Vegesack nach Farge fahren. Die genaue Dauer der Stehzeit ist allerdings nachrangig.

Die Zeitaufteilung wurde wie folgt hergeleitet: Die Streckenlänge zwischen den beiden Haltestellen beträgt ca. 1,3 km. Auf dem Streckenabschnitt sind Höchstgeschwindigkeiten zwischen 40 bzw. 100 km/h zulässig [11], da auf geraden Abschnitten höhere Geschwindigkeiten erlaubt sind als in Kurven. Laut der technischen Daten des verwendeten Triebzugtyps (Alstom Coradia Continental) beträgt die Beschleunigung 1,2 m/s². Um auf eine mittlere Höchstgeschwindigkeit von etwa 70 km/h zu beschleunigen, braucht der Zug demnach ca. 15 s. So erklärt sich die Zeit fürs Anfahren bzw. Bremsen. Unter der Annahme, dass sich die zwei Minuten zwischen den Haltestellen in 1,5 min Fahrtzeit und (mindestens) 30 s Stehzeit aufteilen, kommt man auf eine mittlere Geschwindigkeit von ca. 60 km/h auf dem Streckenabschnitt. Das ist angesichts der zulässigen Höchstgeschwindigkeit eine plausible Worst-Case-Annahme.

Beim Anfahren zieht der Zug die volle Leistung, also 600 A (höchster Zugstrom auf der Strecke laut DB-Infrastrukturregister [10]). Es wird angenommen, dass beim Bremsvorgang ebenfalls 600 A fließen (Worst Case) – auch wenn die Rückspeisung tatsächlich mit Verlusten verbunden ist. Während des gleichmäßigen Fahrens bzw. Rollens des Zuges (der Zug rollt immer ein Stück ohne Antrieb, dann wird per Tempomat nachgesteuert, dann rollt der Zug wieder usw.), zieht jeder der beiden gleichzeitig fahrenden Züge maximal 10 % des höchsten Zugstroms, also 60 A.

Dies ergibt: $2 \cdot 0,25 \text{ min} \cdot 600 \text{ A} + 1 \text{ min} \cdot 60 \text{ A} = 360 \text{ A} \cdot \text{min}$

In einer Stunde, in der 15-min-Taktung herrscht, kommt man dann auf den folgenden Strom mal Fahrzeit: $360 \text{ A} \cdot \text{min} \cdot 2$ (Züge gleichzeitig im Streckenabschnitt zwischen Schönebeck und Farge¹) $\cdot 4$ (Züge pro Stunde) = 2880 A·min

Während einer Stunde, in der die Linie RS1 im 30-min-Takt fährt, gilt: $360 \text{ A} \cdot \text{min} \cdot 2$ (Züge gleichz. im Streckenabschnitt Schönebeck – Farge) $\cdot 2$ (Zug/h) = 1440 A·min

Zwischen ca. 0:30 Uhr und 4:30 Uhr fahren keine Züge. Die Ausnahme stellen die Nächte an den Wochenenden dar, deshalb ist ein Faktor von 2/7 (zwei von sieben Nächten in der Woche) zu berücksichtigen.

Hier ist der Faktor: $360 \text{ A} \cdot \text{min} \cdot 2$ (Züge gleichzeitig im Streckenabschnitt zwischen Schönebeck und Farge) $\cdot 1$ (Züge pro Stunde) $\cdot 2/7 = 206 \text{ A} \cdot \text{min}$

Der über 24 h gemittelte Anteil $I_{\text{eff,S-V}}^*$ berechnet sich dann wie folgt:

$$I_{\text{eff,S-V}}^* = \frac{2880 \text{ A} \cdot \text{min}}{60 \text{ min}} \cdot \frac{10 \text{ h}}{24 \text{ h}} + \frac{1440 \text{ A} \cdot \text{min}}{60 \text{ min}} \cdot \frac{10 \text{ h}}{24 \text{ h}} + \frac{206 \text{ A} \cdot \text{min}}{60 \text{ min}} \cdot \frac{4 \text{ h}}{24 \text{ h}} = 31 \text{ A} \quad (2)$$

¹ Im Streckenabschnitt zwischen Bremen-Schönebeck und Bremen-Farge fahren gleichzeitig in der Regel zwei Züge (richtungsunabhängig). Im Gutachten des Wissenschaftsladens Bonn aus dem Jahr 2021 [8] steht zwar, dass dort „maximal drei Züge“ fahren können, unter Berücksichtigung des Fahrplans der Linie RS1 [12] war es jedoch nicht möglich, einen Fall zu finden, in dem drei Züge im Streckenabschnitt verkehren. Daher wird der Faktor 2 angenommen.

Eingesetzt in Gl. (1) ergibt sich für den Modellstrom im Fahrdrabt:

$$I_{\text{eff}} = 133 \text{ A} + 31 \text{ A} = 164 \text{ A}$$

Für die Modellierung und die Beurteilung nach dem 0,3-µT-Wert wird Folgendes angenommen:

1. Strecke Schönebeck – Vegesack
 - Ein Fahrdrabt (dem Plangebiet nächstgelegen)
Modellstrom: **164 A**
Höhe: 5,5 m über GOK (Geländeoberkante)
 - Zwei Schienen (Rückleitung)
Modellstrom je **-82 A**
Höhe: 0 m über GOK
2. Strecke Vegesack – Farge (als Vorbelastung mitberücksichtigt)
 - Ein Fahrdrabt
Modellstrom: **133 A**
Höhe: 5,5 m über GOK (Geländeoberkante)
 - Zwei Schienen (Rückleitung)
Modellspannung: **0 kV**, Modellstrom je **-66,5 A**
Höhe: 0 m über GOK

4.4 Berechnungsunsicherheit

Die Unsicherheit der Feldberechnung beträgt gemäß [1] 1,4 % und wird im Weiteren bei der Angabe der Berechnungsergebnisse additiv berücksichtigt.

Zusätzliche Unsicherheiten der Modellierung bleiben im Weiteren unberücksichtigt.

Anmerkung:

Die Berechnung der elektrischen Feldstärke wurde in 2 m Höhe über GOK durchgeführt, da sich die offenen, unter Spannung stehenden Anlagenteile in Höhen von mehr als 2 m befinden (die Schienen als Rückleiter haben die Spannung 0 V). Die Berechnung in 2 m Höhe stellt somit den Worst-Case-Fall dar.

Der Abstand zwischen der Grenze des Plangebiets und der Gleismitte beträgt ca. 35 m. In diesem Abstand vom Gleis tritt der Maximalwert der magnetischen Flussdichte in 2 m Höhe auf. Es ist jedoch eine ähnliche Magnetfeldimmission in 0 m Höhe zu erwarten, daher wurde die magnetische Flussdichte zusätzlich in 0 m Höhe berechnet.

Die Berechnungsauflösung beträgt für die Darstellung der Ergebnisse 0,5 m x 0,5 m, für die Angabe der Maximalwerte 0,1 m x 0,1 m.

4.5 Ergebnisse

4.5.1 26. BlmSchV

In den nachfolgenden Abbildungen sind die auf Basis des maximalen Stromes errechneten Werte der magnetischen Flussdichte über dem Plangebiet dargestellt.

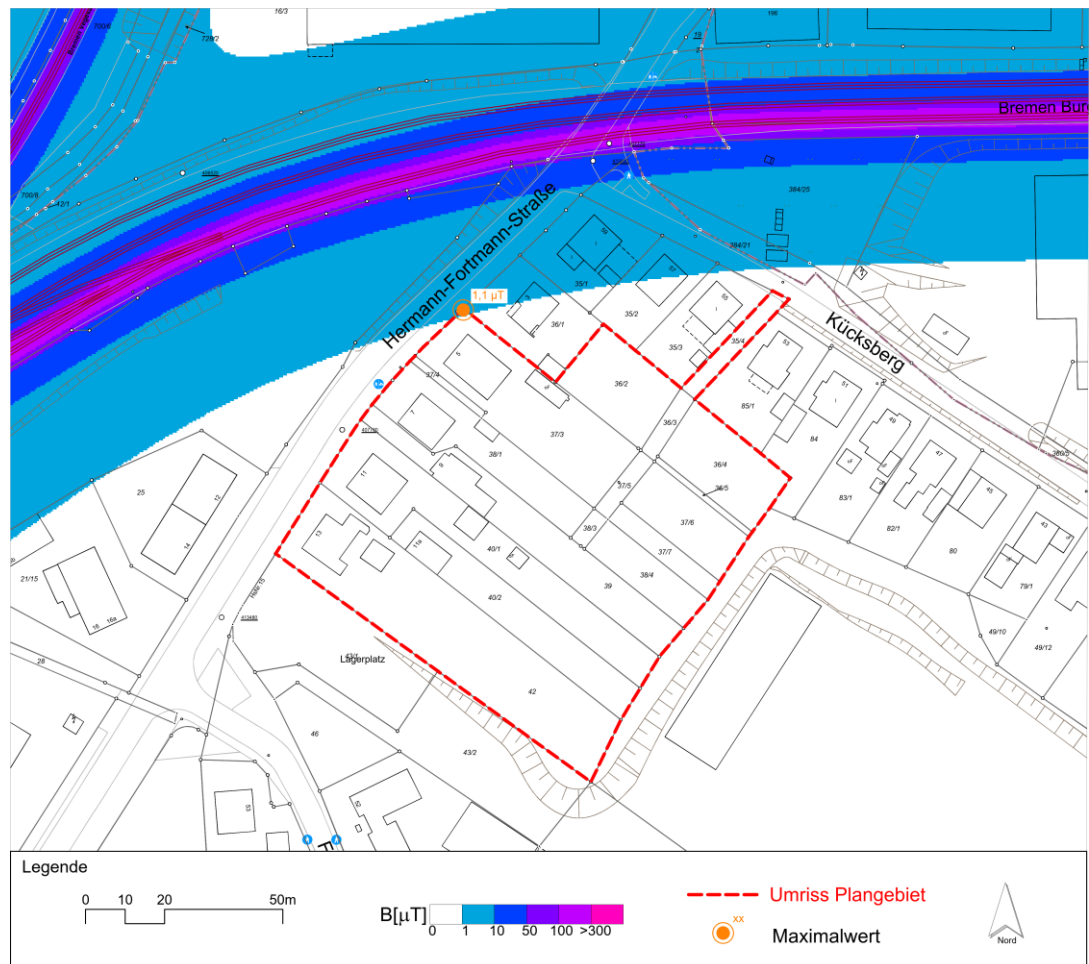


Abbildung 5. Horizontalschnitt der berechneten magnetischen Flussdichte in 2 m über GOK.

Wie man anhand von Abbildung 5 erkennen kann, tritt die maximale Immission in der nördlichen Ecke des Plangebiets auf dem Flurstück mit der Nummer 37/3 (Hermann-Fortmann-Straße, Hausnummer 5) auf. Der berechnete Maximalwert ist $1,1 \mu\text{T}$. Dieser Wert liegt deutlich unterhalb des Grenzwerts der 26. BlmSchV bei 16,7 Hz, welcher $300 \mu\text{T}$ beträgt.

Die Immissionen in 0 m Höhe über GOK sind denjenigen in 2 m Höhe ähnlich, was in Abbildung 6 zu sehen ist. Die berechneten Maximalwerte in 0 m und in 2 m Höhe sind praktisch gleich und treten an der gleichen Position auf.

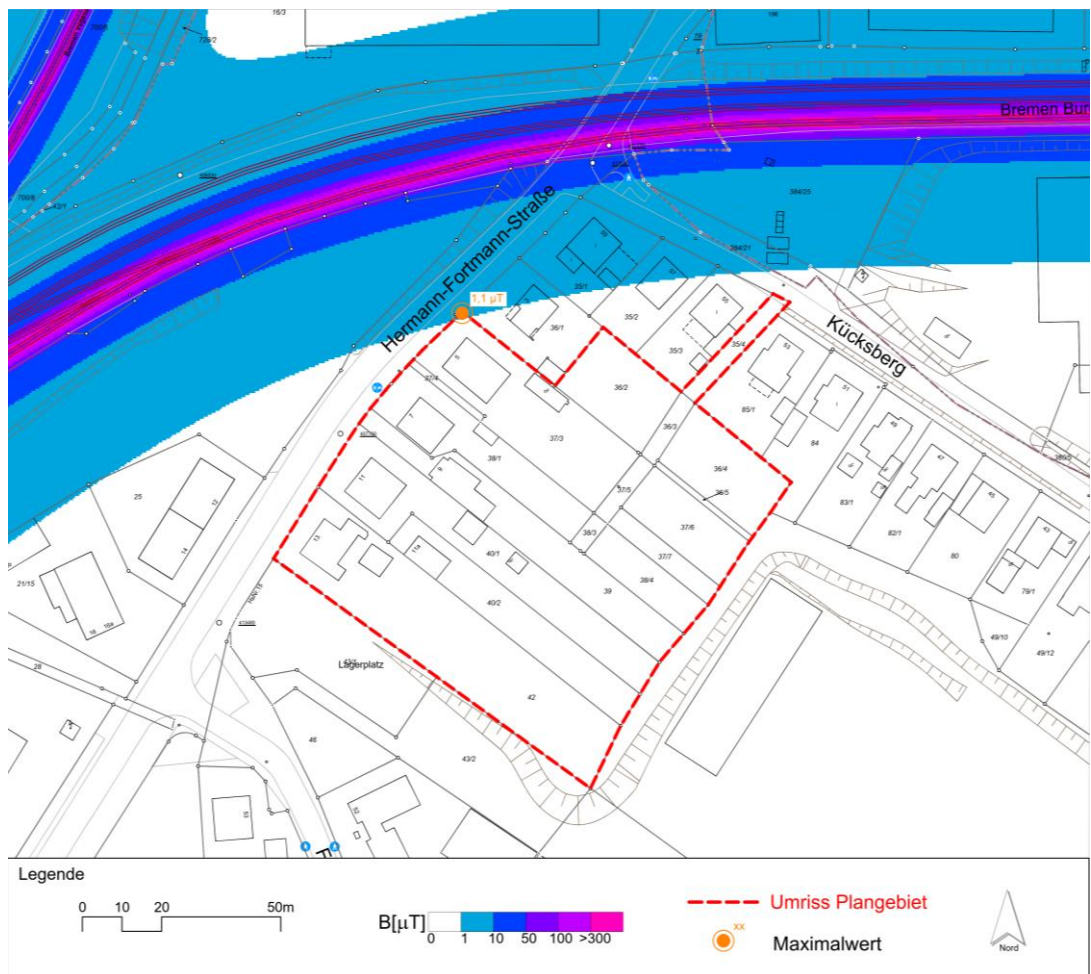


Abbildung 6. Horizontalschnitt der berechneten magnetischen Flussdichte in 0 m über GOK.

Die berechneten Maximalwerte an der Grenze des Plangebiets sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 1. Berechnete Maximalwerte der magnetischen Flussdichte (B_{max}) bzw. elektrischen Feldstärke (E_{max}).

Ort	Höhe	B_{max}	E_{max}
Nördliche Ecke des Plangebiets (Flurstück 37/3)	2 m	1,1 μ T	0,02 kV/m
	0 m	1,1 μ T	---

Das Berechnungsergebnis der elektrischen Feldstärke ist in Abbildung 7 zu sehen:

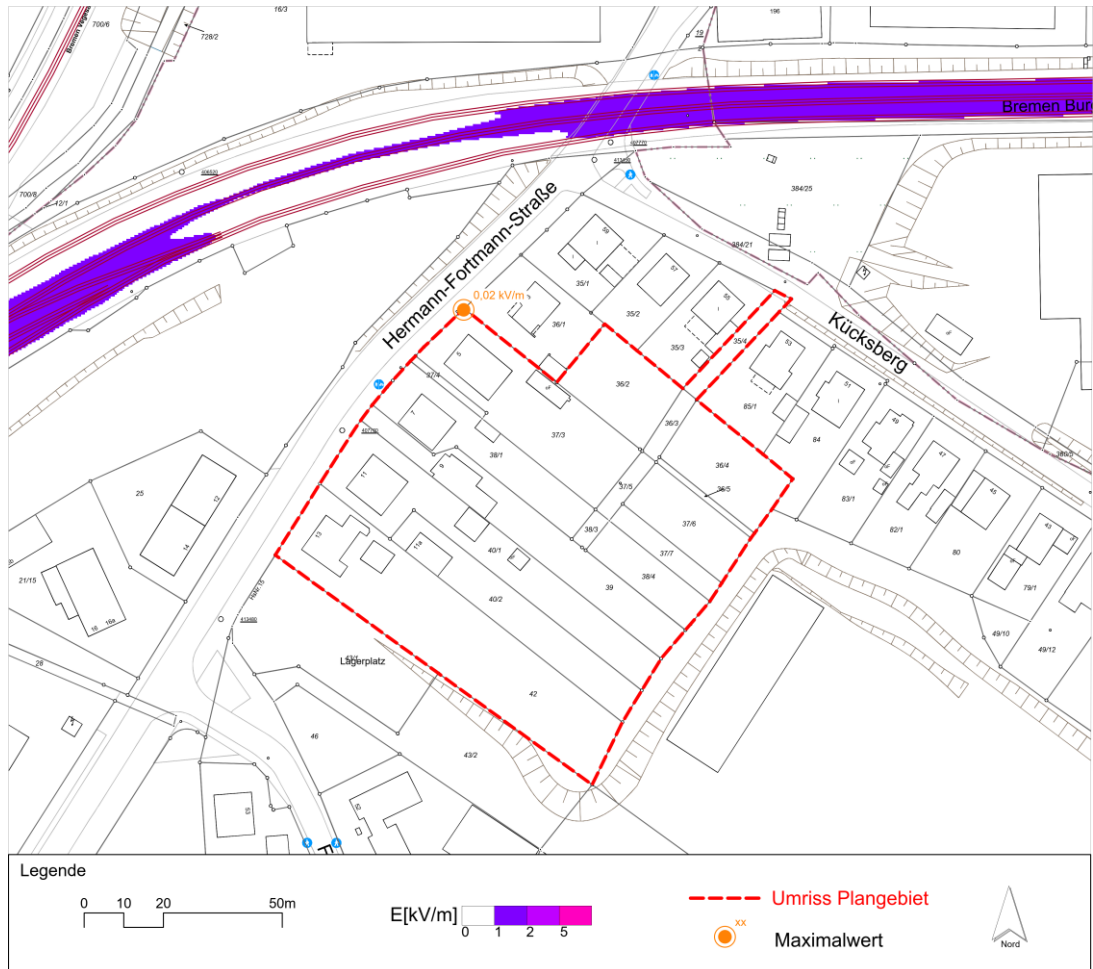


Abbildung 7. Horizontalschnitt der berechneten elektrischen Feldstärke in 2 m über GOK.

4.5.2 Bremer Empfehlung zur Gesundheitsvorsorge (nicht im akkreditierten Bereich)

In den folgenden Abbildungen sind die im 24-Stunden-Durchschnitt zu erwartenden Magnetfeldimmissionen zu sehen:

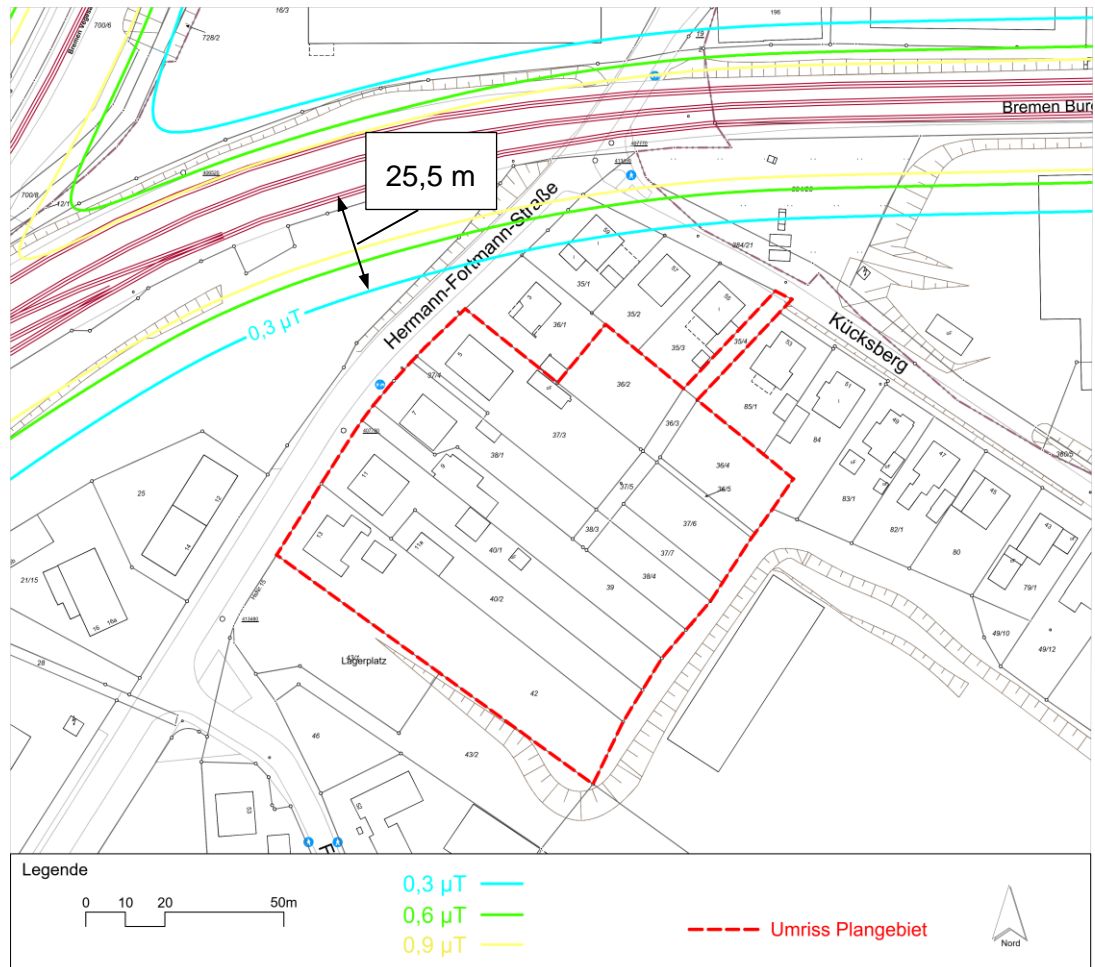


Abbildung 8. Horizontalschnitt der berechneten magnetischen Flussdichte-Isolinien in 2 m über GOK. Die 0,3-µT-Isolinie ist hellblau und gefettet dargestellt. Ihr Abstand zur Gleismitte beträgt 22,2 m.

Wie man anhand der Abbildung 8 sehen kann, liegt der das Plangebiet vollständig außerhalb des Bereichs im Umfeld der Bahnstrecke, in dem der Wert von 0,3 µT überschritten wird. Der Abstand von der Gleismitte bis zur 0,3-µT-Isolinie beträgt 25,5 m (aufgerundet: 26 m).

Auf eine Darstellung des Horizontalschnitts in 0 m Höhe wird verzichtet, da die Berechnung in 2 m Höhe den Worst Case darstellt und qualitativ kein Unterschied zwischen den Horizontalschnitten in 0 m und 2 m Höhe besteht.

5 Zusammenfassung

Beurteilung nach 26. BImSchV

Auf der Grundlage der technischen Daten der elektrifizierten Bahnstrecke zwischen den Haltestellen Bremen-Schönebeck und Bremen-Vegesack wurden die zu erwartenden elektrischen und magnetischen Felder berechnet und nach den Grenzwerten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) beurteilt. Hierbei wurde die Nennspannung der Oberleitung (15 kV) zur Berechnung der elektrischen Feldstärke angesetzt sowie der Maximalstrom des Fahrdrachts von 1200 A (doppelter höchster Zugstrom laut DB-Infrastrukturregister) zur Berechnung der magnetischen Flussdichte.

Der gemäß 26. BImSchV zulässige Wert für 16,7-Hz-Anlagen beträgt 300 μT für die magnetische Flussdichte und 5 kV/m für die elektrische Feldstärke.

Sowohl der Grenzwert der elektrischen Feldstärke als auch der Grenzwert der magnetischen Flussdichte wird an der Grenze des Plangebiets weder erreicht noch überschritten.

Der Maximalwert der magnetischen Flussdichte beträgt 1,1 μT und wird in der nördlichen Ecke des Plangebiets auf dem Flurstück mit der Nummer 37/3 (Hermann-Fortmann-Straße, Hausnummer 5) erreicht. Der Maximalwert der elektrischen Feldstärke beträgt 0,02 kV/m und tritt ebenfalls in 2 m Höhe und an der gleichen Position auf.

Beurteilung nach der Bremer Empfehlung zur Gesundheitsvorsorge (außerhalb des akkreditierten Bereichs)

Zusätzlich wurde der über 24 Stunden durchschnittlich in den Fahrdracht eingespeiste Strom abgeschätzt, um auf dieser Grundlage die durchschnittlich zu erwartende Magnetfeldimmission auf dem Plangebiet zu berechnen und diese anhand des Werts von 0,3 μT zu beurteilen. Der 0,3- μT -Wert der magnetischen Flussdichte sollte der Bremer Empfehlung zur Gesundheitsvorsorge zufolge an Daueraufenthaltsbereichen von Kindern bzw. an dem Wohnen gewidmeten Bereichen unterschritten werden.

Die Berechnung der magnetischen Flussdichte auf Grundlage des 24-h-Effektivstroms ergab, dass der Wert von 0,3 μT ab einem Abstand von 25,5 Metern (aufgerundet: 26 m) zur Gleismitte (des dem Plangebiet nächstgelegenen Gleises) unterschritten wird. Das Plangebiet ist mehr als 35 m vom nächstgelegenen Gleis (Gleismitte) entfernt, daher eignen sich Flurstücke des Plangebiets (im Sinne der Bremer Empfehlung zur Gesundheitsvorsorge) für eine Nachverdichtung.

Hinweis:

Die Emissionen der nahegelegenen elektrifizierten Bahnstrecke zwischen Vegesack und Farge wurden mitberücksichtigt. Im Umfeld des betrachteten Streckenabschnitts gibt es keine weiteren Niederfrequenzanlagen, die im Sinne einer Vorbelastung zu berücksichtigen sind.

Für den Inhalt des vorliegenden Berichtes zeichnet verantwortlich:



M. Sc. Andreas Jäger

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



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-00

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.