



DB Systemtechnik

Fachtechnische Stellungnahme

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) - PFA 6 20.3 Elektromagnetische Felder Fachtechnische Stellungnahme zur Umsetzung der 26. BImSchV

Dokument: 16-51222-I.T-IVP24(5)-BE-1901-V3
Datum: 2.3.2018

Fachabteilung: EMV, LST, ETCS und Übertragungstechnik



Änderungsindex

Version	Datum	Änderungsinhalte
1.0	29.3.2017	Ersterstellung
1.1	21.7.2017	redaktionelle Änderungen
2.0	15.12.2017	Korrekturen bei Immissionsort 6-7; Anpassungen gemäß Leitfaden der DB Netz; Erweiterungen um die Kapitel zur Minimierung (Untersuchung des Minimierungspotentials, sowie die Maßnahmenbewertung und Empfehlungen für Minimierungsmaßnahmen)
3.0	2.3.2018	redaktionelle Anpassungen

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Angaben zum Auftrag	5
2	Grundlagen der Stellungnahme	6
3	Beschreibung der geplanten Anlage	6
4	Gesetzliche Anforderungen	8
5	Ermittlung der relevanten Immissionsorte im Projektbereich	8
6	Betrachtung der elektrischen und magnetischen Felder	8
6.1	Grundlegende Zusammenhänge	8
6.2	Auswirkungen auf Personen	10
6.3	Nachweisführung	10
7	Berücksichtigung anderer Niederfrequenzanlagen	10
8	Berücksichtigung von Hochfrequenzanlagen (9 kHz – 10 MHz)	11
9	Anforderungen zur Vorsorge	15
10	Ergebnisse und Zusammenfassung	20
11	Unterschriften	20

Verzeichnis der Anlagen

Anhang 1: Übersicht über alle maßgeblichen Immissionsorte und maßgeblichen Minimierungsorte im PFA 6 der Schienenanbindung der festen Fehmarnbeltquerung

Anhang 2: Dokumentation zur Kategorisierung der Orte in Anhang 1 anhand von Kartenausschnitten der Planunterlagen

Verzeichnis der Abkürzungen

AT	Autotransformator
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
26. BImSchVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV
BA	Bewertungsabstand
BT	Boostertransformator
EB	Einwirkungsbereich
EMF	elektromagnetische Felder
GA	Grenzwertausschöpfung
GIS	Geoinformationssystem
LAI	Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder [2]
LVA	Landesvermessungsamt
OL	Oberleitung
OLA	Oberleitungsanlage
PFA	Planfeststellungsabschnitt
S	Schiene
UG	Umgehungsleitung

Quellenverzeichnis

- [1] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV), BGBl. I S. 3266, 21.08.2013
- [2] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz; Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung, 17./18.09.2014, mit Beschluß der 54. Amtschefkonferenz vom 23.10.2014 (LAI)
- [3] Zustimmung des Eisenbahnbundesamtes zum Standardnachweis gemäß §3 und dem Standardnachweis mit der Nachweisführung zur Einhaltung des §4 der 26. BImSchV für Oberleitungsanlagen; Geschäftszeichen 22.17-22sav/080-2205#002 vom 18.10.2017
- [4] Liste der EMV-relevanten Niederfrequenzanlagen im Bereich der festen Fehmarnbeltquerung „20170131 DB-FBQ-Kreuzungsbereiche.xlsx“
- [5] EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur (BNetzA) (<http://77emf3.bundesnetzagentur.de/karte/Default.aspx>)
- [6] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) vom 26.02.2016; veröffentlicht im Bundesanzeiger vom 03.03.2016
- [7] Bekanntmachung der Begründung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV); Bundesanzeiger vom 03.03.2016
- [8] Bericht: 26. BImSchV Nachweis der Grenzwerteinhaltung an 15 kV Standard-Oberleitungsanlagen der DB Netz AG, 14-22168-T.TVI34(1)-BE1901-V1.0, 29.05.2015
- [9] Weitere vom Auftraggeber übergebene Projektunterlagen:
 - 36_00LLP_Gesamt_Vorabzug.zip (digitaler CAD-Oberleitungslageplan im PFA 6), 15.12.2016
 - Gebäudedaten (LoD1_UTM32.zip) des LVA mit Nutzungsart , 27.04.2016
 - Bebauungspläne sowie digitale shape-Dateien LS100 für GIS-Programme mit Nutzungsart , 20.10.2016
- [10] Leitfaden zur Umsetzung der 26. BImSchV bzw. 26. BImSchVVwV bei Planrechtsverfahren der DB Netz AG (Oberleitungsanlagen), Ausgabe A0 vom 15.11.2017

1 Angaben zum Auftrag

Aufgabenstellung:

Im Rahmen des Projekts zur Schienenanbindung der festen Fehmarnbeltquerung (FBQ) soll die Eisenbahnstrecke 1100 zwischen Bad Schwartau und Puttgarden elektrifiziert und teilweise zweigleisig aus- bzw. neugebaut werden. Die Oberleitungsanlage wird in diesem Bereich komplett neu errichtet. Die Einhaltung der in der 26. BImSchV (Stand 14.08.2013, veröffentlicht am 21.08.2013 im Bundesgesetzblatt) enthaltenen Vorgaben bzgl. der Immissionen durch elektromagnetische Felder soll für Planfeststellungsabschnitt 6 in dieser Stellungnahme nachgewiesen werden (Auftrag 16-51222).



Auftraggeber:

DB Netz AG

Regionalbereich Nord

Großprojekt Hinterlandanbindung FBQ

Hammerbrookstraße 44

20097 Hamburg

Ansprechpartner:

Herr Marcus Allendorf

Tel. 930 1414

E-Mail: Marcus.Allendorf@deutschebahn.com

Auftragnehmer:

DB Systemtechnik GmbH

EMV, LST und Funk

Völckerstraße 5

80939 München

Herr Walter Gutscher

Tel. 962 52529

E-Mail: Walter.Gutscher@deutschebahn.com

Verteiler des Berichtes:

DB Netz, I.NG-N-F

(1 x elektronisch)

DB Systemtechnik, I.T-IVP24(5)

(1 x gedruckt + 1 x elektronisch)

2 Grundlagen der Stellungnahme

Der vorliegenden Stellungnahme zur Betrachtung der elektromagnetischen Feldbelastung an den in PFA 6 identifizierten relevanten Orten liegen folgende Schriftstücke zugrunde:

- Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes, 26. BImSchV (Stand vom 14.08.2013) [1]
- Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, 128. Sitzung, 17./18. Sept. 2014 [2]
- Zustimmung des Eisenbahnbundesamtes zum Standardnachweis gemäß §3 und dem Standardnachweis mit der Nachweisführung zur Einhaltung des §4 der 26. BImSchV für Oberleitungsanlagen; Geschäftszeichen 22.17-22sav/080-2205#002 vom 18.10.2017 [3]
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV, Stand 26.02.2016) [6]
- Leitfaden zur Umsetzung der 26. BImSchV bzw. 26. BImSchVVwV bei Planrechtsverfahren der DB Netz AG (Oberleitungsanlagen); Ausgabe A0 vom 15.11.2017

Die Aussagen dieser fachtechnischen Stellungnahme basieren auf den Projektunterlagen [4] und [9] sowie der Online-Auskunft der Bundesnetzagentur [5].

3 Beschreibung der geplanten Anlage

Die Oberleitungsanlage soll für die Strecke 1100 in der DB-Bauart Re 200 (Fahrdrabt Ri 100, Tragseil Bz 50, 100K) errichtet werden (15 kV, 16,7 Hz). Die Einteilung gemäß 26. BImSchV erfolgt als Niederfrequenzanlage, die nach dem 22. August 2013 errichtet werden soll. Streckenweise werden Verstärkungs-, Speise- bzw. Umgehungsleitungen mitgeführt. Die Speisesituation ergibt sich aus dem Speiseplan:

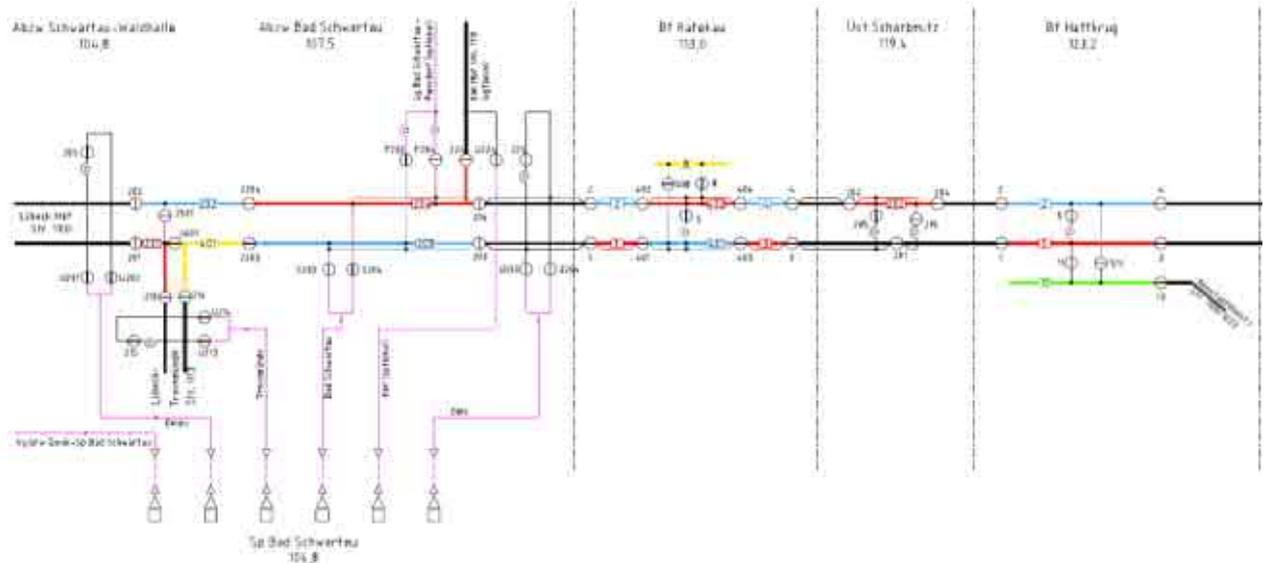


Abb. 1: Streckenband mit Schaltgruppenplan (Bereich Bad Schwartau - Haffkrug, Stand 19.04.2016)

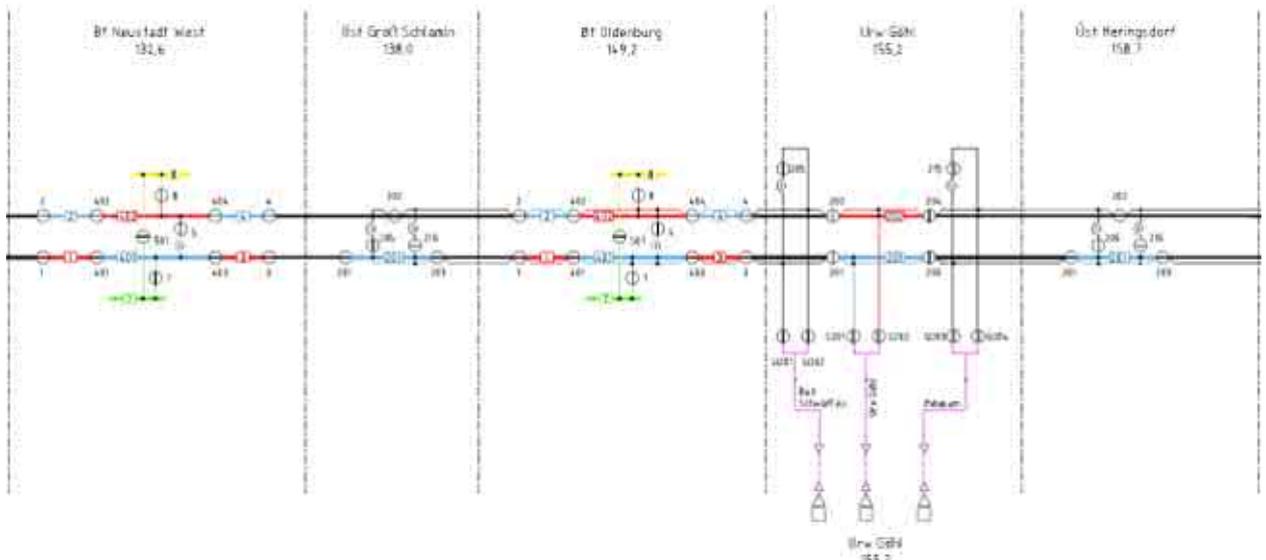


Abb. 2: Streckenband mit Schaltgruppenplan (Bereich Neustadt - Ust Heringsdorf, Stand 19.04.2016)

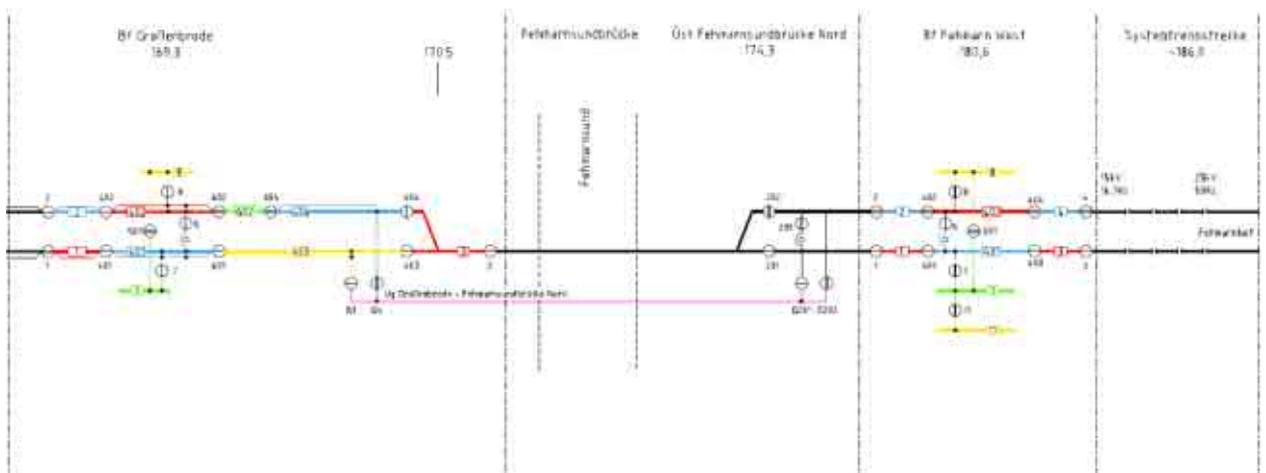


Abb. 3: Streckenband mit Schaltgruppenplan (Bereich Großenbrode - Fehmarnbelt, Stand 19.04.2016)

Der zu elektrifizierende Streckenabschnitt gliedert sich in 6 Planfeststellungsabschnitte (PFA1 - PFA6):

- PFA1 Bad Schwartau - Haffkrug
- PFA2 Bereiche Umfahrung Neustadt, Sierksdorf, Neustadt, Altenkrempe
- PFA3 Schashagen, Beschendorf, Manhagen, Lensahn, Damlos
- PFA4 Umfahrung Oldenburg, Oldenburg, Göhl
- PFA5 Heringsdorf, Neukirchen, Großenbrode
- PFA6 Fehmarnsundbrücke - Puttgarden (Strecke 1100 km 74,0 - 85,4, Bau-km 172,7 - 184,1, Stichstrecke nach Burg)
PFA6 beginnt eingleisig mit einer Umgehungsleitung bis km 76,9, der darauf folgende Abschnitt ist zweigleisig elektrifiziert. Die Stichstrecke 1103 nach Burg ist eingleisig.

Die Speisung der Strecke im PFA 6 erfolgt vom Urw Göhl aus über die Oberleitung der Strecke 1100.

4 Gesetzliche Anforderungen

Für die zu errichtende genannte Oberleitungsanlage gelten die 26.BImSchV §3(2) (Stand 14.08.2013) und die Grenzwerte nach Anhang 1a:

elektrische Feldstärke, effektiv [kV/m]	5
magnetische Flußdichte, effektiv [μ T]	300

Diese Immissionsgrenzwerte gelten für Orte, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung. Dabei orientiert sich die Kategorisierung der Orte in diesem Dokument an [2] §II.3.2. Für Oberleitungsanlagen gilt dabei als höchste betriebliche Anlagenauslastung die Nennspannung bzw. der maximale thermische Dauerstrom (siehe [2] §II.3.3). Die maßgeblichen Immissionsorte befinden sich gemäß LAI §II.3.1 [2] in einem Streifen von 10 m Breite von Gleismitte, der jeweils zu beiden Seiten an das elektrifizierte Gleis angrenzt.

§3(3) in [1] schreibt dabei die Berücksichtigung von Immissionen durch andere Niederfrequenzanlagen und bestimmte Hochfrequenzanlagen gemäß der Formeln in [1] Anhang 2 vor.

Da für die geplante Anlage am 04.03.2016 noch kein vollständiger Planfeststellungsantrag vorlag, gilt die 26. BImSchVVwV (Stand 26.02.2016 [6]). Diese fordert für Oberleitungsanlagen die Prüfung der folgenden technischen Möglichkeiten zur Minimierung der elektromagnetischen Immissionen an maßgeblichen Minimierungsorten (Gebäude oder Grundstücke mit besonders schützenswerter Nutzung gemäß [1] §4, sowie alle Gebäude(-teile) mit einer Bestimmung zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen im Einwirkungsbereich - im Abstand bis 100 m von der elektrifizierten Bahntrasse):

1. Abstandsoptimierung
2. Einsatz von Auto-Transformatoren
3. Einsatz von Booster-Transformatoren
4. Installation eines Rückleiterseils
5. Minimieren des Fahrstroms durch zweiseitige Speisung.

5 Ermittlung der relevanten Immissionsorte im Projektbereich

Der Projektbereich für PFA 6 wird entlang der Strecke auf relevante Orte hin überprüft. Alle Orte im relevanten Streckenbereich, welche evtl. zu betrachten sind, wurden zunächst tabellarisch erfasst (siehe Anhang 1 und dazugehörigen Lagepläne in Anhang 2). Daraufhin wurden diese Orte dahingehend bewertet, ob es sich um Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen handelt. In einem solchen Fall erfolgte eine weitere Kategorisierung in maßgebliche Immissionsorte (gemäß LAI §II.3.1 [2]) sowie in maßgebliche Minimierungsorte. Anhang 1 stellt diese Kategorisierung tabellarisch dar und in Anhang 2 sind die kategorisierten Orte bzgl. ihrer Lage zur Bahntrasse dargestellt.

Ergebnis: Es wurden maßgebliche Immissionsorte (Ild. Nr. 6-9a und 6-10b) und maßgebliche Minimierungsorte entlang der Strecke identifiziert (Ild. Nr. 6-5, 6-6, 6-9, 6-9a, 6-10a, 6-10b, 6-10c, 6-11a, 6-11b, 6-11c, 6-12, 6-13, 6-14, 6-15, 6-17, 6-18, 6-19, 6-21 und 6-22). Die Orte Ild. Nr. 6-9a und 6-10b sind zugleich maßgebliche Immissionsorte und maßgebliche Minimierungsorte.

6 Betrachtung der elektrischen und magnetischen Felder

6.1 Grundlegende Zusammenhänge

Im folgenden finden sich tiefergehende Betrachtungen zur Umweltverträglichkeit von niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern bei elektrifizierten Bahnstrecken.

Physikalisch bedingt, baut sich um eine unter Spannung stehende Oberleitung (bei der DB beträgt die Spannung i. a. 15 kV / 16,7 Hz) gegenüber Schiene bzw. Erde ein elektrisches Feld auf (vgl. Abb. 4). In unmittelbarer Nähe eines Leiters nimmt die Feldstärke reziprok mit der Entfernung zum Leiter ab ($E \sim r^{-1}$) und ist in einem Abstand von 1 m von einem in Regelhöhe gespannten Fahrdrabt schon auf einen Wert, der etwa der Hälfte des Vorsorgegrenzwerts der 26. BImSchV von 5 kV/m (26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 21.08.2013) entspricht, abgefallen. Im Gleisbereich direkt unter der Oberleitung kann das elektrische Feld bis zu etwa 2 kV/m betragen, unabhängig von der Anzahl der Leiter im darüber befindlichen Kettenwerk und solange keine 110 kV-Bahnstromleitungen mitgeführt werden. Nach außen nähert sich das Abstandsgesetz für das unbeeinflusste Feld in größerer Entfernung einer quadratischen Abnahme ($E \sim r^{-2}$), da die durch Influenz im Erdboden hervorgerufene gegenpolige Ladung bei größeren Abständen eine Kompensation bewirkt. Das elektrische Feld wird durch in ihm befindliche Hindernisse (z. B. Wände, Wälle, Bewuchs) mehr oder weniger stark verzerrt bzw. abgeschirmt. Innerhalb von Bauwerken tritt erfahrungsgemäß eine beträchtliche Abschirmwirkung um etwa den Faktor 20 auf.

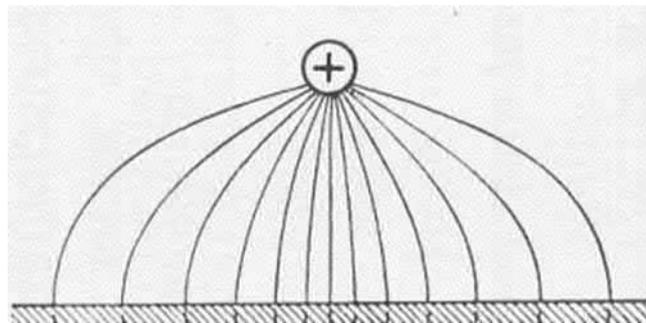


Abb. 4: Feldlinien des elektrischen Feldes zwischen einem unter Spannung stehenden Leiter und Erde

Unter diesen Gesichtspunkten kann das elektrische Feld einer Oberleitung folglich im Hinblick auf die Einhaltung des Grenzwerts von 5 kV/m bei 16,7 Hz (26. BImSchV) vernachlässigt werden.

Sobald ein Oberleitungssystem, bestehend aus dem Oberleitungskettenwerk als Hinleiter und den Fahrschienen als Rückleiter, stromdurchflossen ist, entstehen konzentrisch um die einzelnen Leiter magnetische Wechselfelder mit Netzfrequenz (bei der DB mit 16,7 Hz). Die Stärke des magnetischen Feldes eines Leiters fällt reziprok mit der Entfernung zum Leiter ab ($B \sim r^{-1}$) (vgl. Abb. 5). Sie ist proportional zum Strom und folgt somit in gleichem Maße den bahntypisch kurzzeitigen Stromschwankungen.

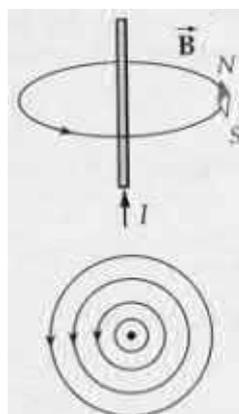


Abb. 5: Feldlinien des magnetischen Feldes um einen stromdurchflossenen Leiter

Die Felder mehrerer Leiter addieren sich vektoriell, wobei sich ab einer gewissen Entfernung von der Oberleitungsanlage die Felder durch den „Hinstrom“ und den „Rückstrom“ teilweise kompensieren.

6.2 Auswirkungen auf Personen

Die Influenz von elektrischen Ladungen auf der Körperoberfläche durch das E-Feld bewirkt einen Stromfluss im Körper. Auch durch Magnetfeldänderungen werden im menschlichen Körper Ströme induziert. Durch die in der 26. BImSchV festgelegten Vorsorgewerte wird sichergestellt, dass die Schwellenstromdichten, ab denen eine Reizung bzw. Beeinträchtigung auftritt oder gar eine Gefahr zu befürchten ist, nicht überschritten werden.

Ein Vergleich mit den festgelegten Grenzwerten der 26. BImSchV (5 kV/m für das E-Feld und 300 μ T für das B-Feld) zeigt, dass selbst unmittelbar unter der Oberleitung – auch auf stark frequentierten Strecken – diese noch deutlich unterschritten werden.

Durch die entfernungsabhängige Abnahme sind in der Nachbarschaft einer elektrifizierten Strecke die magnetischen Felder schon so stark abgesunken, dass diese nach derzeitiger Erkenntnislage auch für schutzbedürftige Personengruppen (z. B. HSM-Träger) keine Beeinträchtigung darstellen.

Aus Sicht des Personenschutzes vor den Wirkungen von elektromagnetischen Feldern ist eine Ausweitung der aus anderen Gründen ohnehin erforderlichen Mindestabstände von Oberleitungsanlagen/Gleisen nicht erforderlich.

Nach dem heutigen internationalen, medizinisch-wissenschaftlichen Erkenntnisstand sind durch magnetische Felder dieser Größenordnung keine Stimulanzen und gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten.

6.3 Nachweisführung

Gesetzlich ist der Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte der 26. BImSchV §3(2), wie in Kap. 4 dargestellt, für die maßgeblichen Immissionsorte zu führen:

An zwei maßgeblichen Immissionsorten entlang der Strecke 1103 im PFA 6 (Ild. Nr. 6-9a - Wohnmobilstellplatz und 6-10b - Werkstatt) ist eine eingleisige OLA nach Standardbauweise Re200 geplant. Für eingleisige Strecken dieser Standard-Bauart wurde die Einhaltung der Grenzwerte des §3(2) der 26. BImSchV bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung bereits nachgewiesen ([8]).

Dieser allgemeingültige Nachweis ([8]) ist vom Eisenbahn-Bundesamt anerkannt (Geschäftszeichen 22.17-22sav/080-2205#002 vom 18.10.2017 [3]). Mit der damit nachgewiesenen Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte genügt die geplante Bahnanlage den Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass generell keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch die magnetischen und elektrischen Felder der erwarteten Größenordnung im Bereich der geplanten Bahntrasse hervorgerufen werden und die Immissionsgrenzwerte der 26. BImSchV §3(2) mit Anhang 1a deutlich unterschritten werden.

7 Berücksichtigung anderer Niederfrequenzanlagen

Gemäß §3(3) der 26. BImSchV sind bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flußdichte zusätzlich alle Immissionen zu berücksichtigen, die durch andere Niederfrequenzanlagen (> 1000 V), sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz, die einer Standortbescheinigung nach §§ 4 und 5 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen, gemäß [1] Anhang 2a entstehen.

Relevant zur Vorbelastung an den maßgebenden Immissionsorten tragen in der Regel nur andere Niederfrequenzanlagen bei, wenn der maßgebliche Immissionsort zugleich auch in einem der in Abschnitt II.3.1 der LAI definierten Bereiche um diese andere Niederfrequenzanlage liegt. Dies bedeutet, dass für Bahnstromoberleitungsanlagen lediglich in einem 10 m-Bereich von der Gleismitte des elektrifizierten Gleises eventuelle Einwirkungsbereiche aus anderen Anlagen zu berücksichtigen sind. Dies weiterhin nur, wenn sich in diesen „Überlappungsbereichen“ gleichzeitig Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt (26. BImSchV §3(2)) befinden. Der Bereich um Stromkabel ist dort auf einen Radius von 1 m um diese Kabel festgelegt.

Nach Spartenanfragen durch das Projekt bei den zuständigen Behörden, wurde eine Liste mit allen relevanten Niederfrequenzanlagen entlang der Strecke zur Verfügung gestellt ([4]). Im PFA 6 finden sich die folgenden relevanten Niederfrequenzanlagen (im 80 m Korridor):

Identifikation			Leitungsmerkmale		Betroffenheit	DB-Angaben	DB-Baukilometer (ca.)	
Leitungs-Nr	Art	Ausführung	Betroffenheit	Abschnitt	von	bis		
				Pfa-Nr.	(in km)	(in km)		
10-014	Einfachleitung	120/16 NA2XS2Y	Direkte Kreuzung	Pfa 6	175	175,5		
00-138	Einfachleitung	3x1x240 N2XS2Y	Direkte Kreuzung	Pfa 6	176,5	178		
00-139	Einfachleitung	3x1x240 N2XS2Y	Direkte Kreuzung	Pfa 6	176,5	178		
10-096	Einfachleitung	120/16 NA2XS2Y	Nahbereich	Pfa 6	177	177,5		
Mummendorf	Station	Schaltschrank	Nahbereich	Pfa 6	177,5	178		
10-096	Einfachleitung	120/16 NA2XS2Y	Direkte Kreuzung	Pfa 6	177,5	178		
10-096	Einfachleitung	120/16 NA2XS2Y	Nahbereich	Pfa 6	177,5	178		
10-019	Einfachleitung	120/16 NA2XS2Y	Direkte Kreuzung	Pfa 6	179	180		
10-017	Einfachleitung	120/16 NA2XS2Y	Direkte Kreuzung	Pfa 6	179	180		

Tab. 1: Liste aller Niederfrequenzanlagen (>1000 V) im PFA 6 (im 80 m Korridor).

Entlang der Strecke 1100 findet sich im PFA 6 kein vorhandener maßgeblicher Immissionsort, so daß demnach auch keine Überlagerung mit anderen Niederfrequenzanlagen zu betrachten wäre. Auch entlang der Strecke 1103 sind an den dortigen maßgeblichen Immissionsorten keine weiteren Niederfrequenzanlagen im relevanten Abstand (siehe [4]) gelistet. Ein Nachweis der Einhaltung des §3(3) der 26. BImSchV zur Überlagerung mit anderen Niederfrequenzanlagen entfällt daher im PFA 6.

8 Berücksichtigung von Hochfrequenzanlagen (9 kHz – 10 MHz)

Gemäß §3(3) der 26. BImSchV sind bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flußdichte zusätzlich alle Immissionen zu berücksichtigen, die durch andere Niederfrequenzanlagen, sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz, die einer Standortbescheinigung nach §§ 4 und 5 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen, gemäß [1] Anhang 2a entstehen.

Zur Ermittlung der sich im Projektbereich befindenden relevanten Hochfrequenzanlagen dient die Datenbank der Bundesnetzagentur (<http://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/Default.aspx>). Die für die Überlagerung relevanten Funkanlagen werden dort mit einem blau umrandeten Dreieckssymbol () dargestellt.

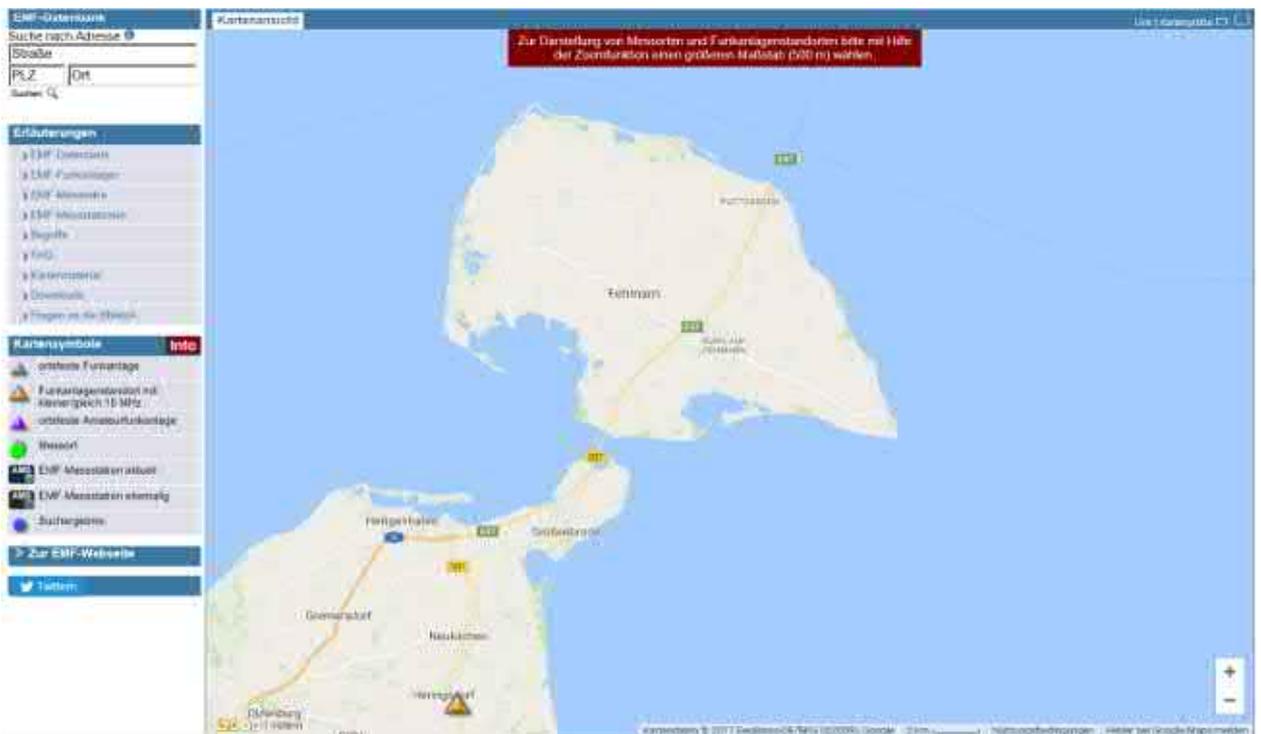


Abb. 6: Auszug der EMF-Datenbankauswertung im PFA 6 (26.6.2017)

Es gibt **keine relevante Funkanlage** in der Nähe des Projektbereichs des PFA 6

Die nächste Hochfrequenzanlage (bis 10 MHz) bei Heringsdorf (Standortbescheinigungs-Nr.: 320388) ist mehr als 10 km vom betrachteten Streckenbereich entfernt und trägt damit nicht relevant zur Vorbelastung bei.

Nachfolgend sind Auszüge des gesamten PFA 6 dargestellt, bei der die für die Datenbankauswertung erforderliche Auflösung gewählt ist.

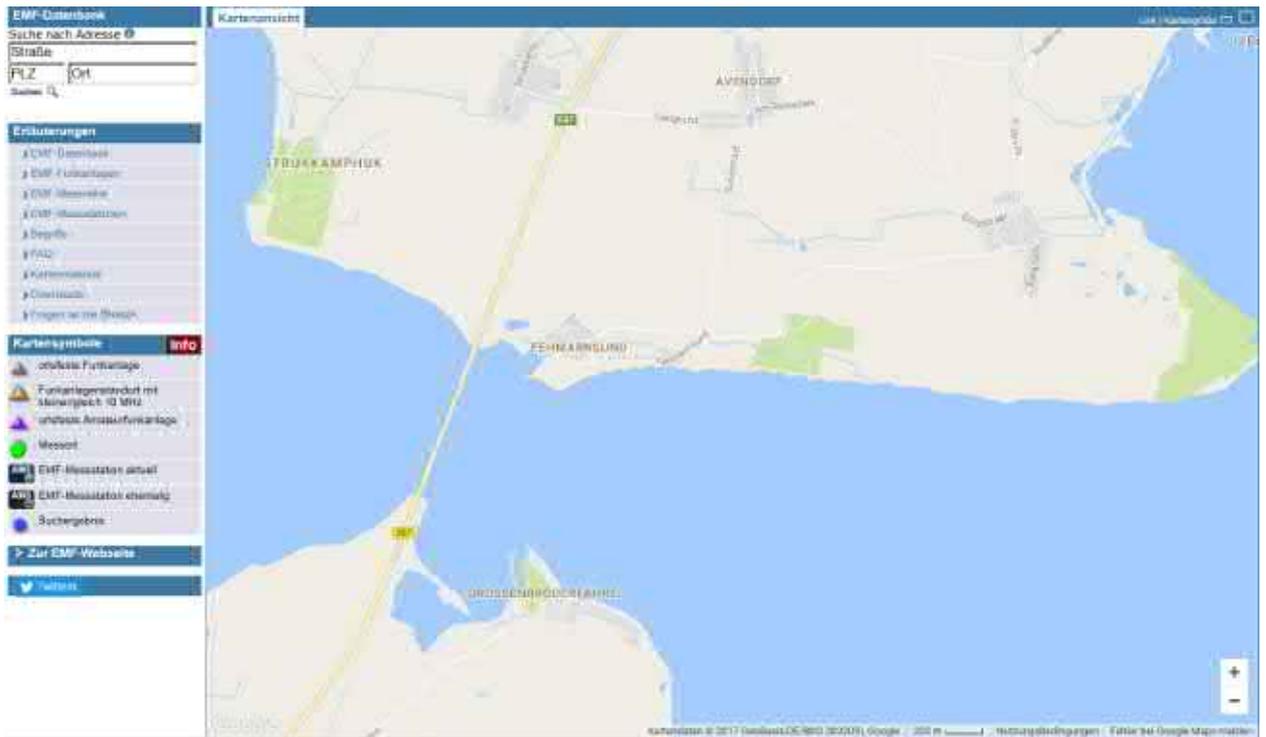


Abb. 7: EMF-Datenbank-Auszug (26.6.2017)

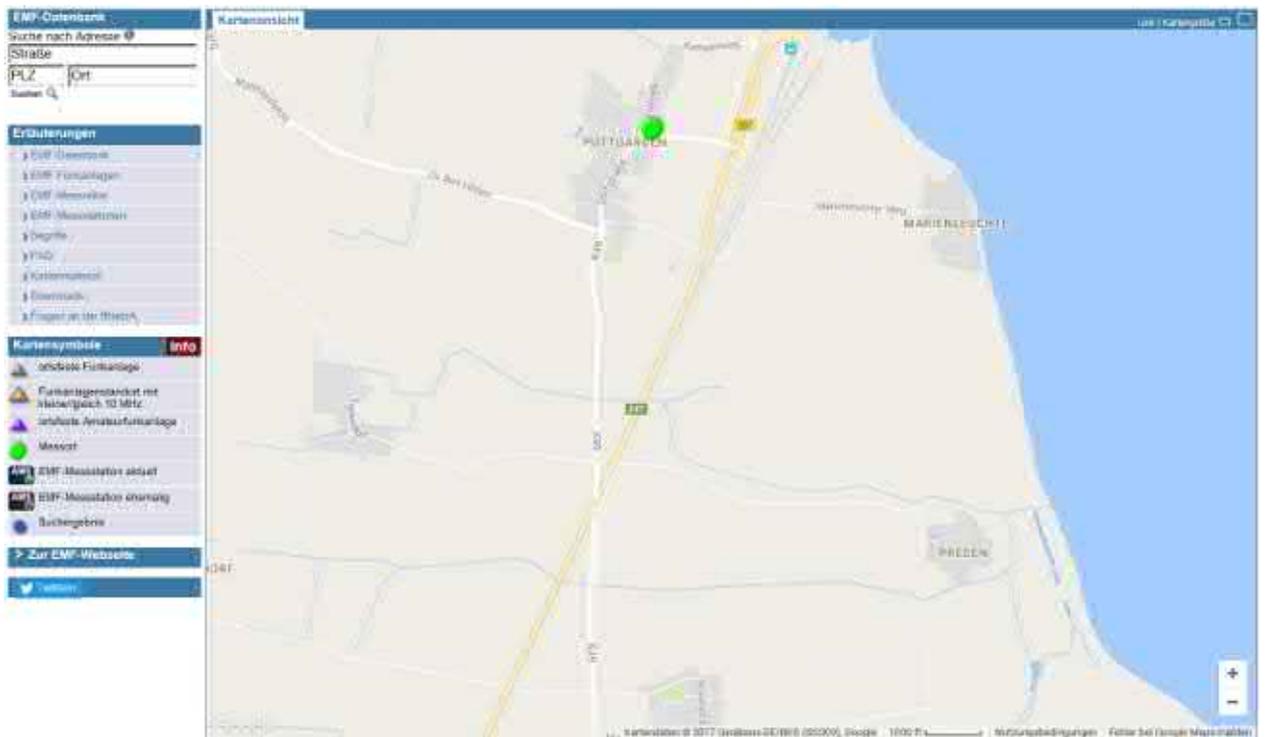


Abb. 8: EMF-Datenbank-Auszug (26.6.2017)

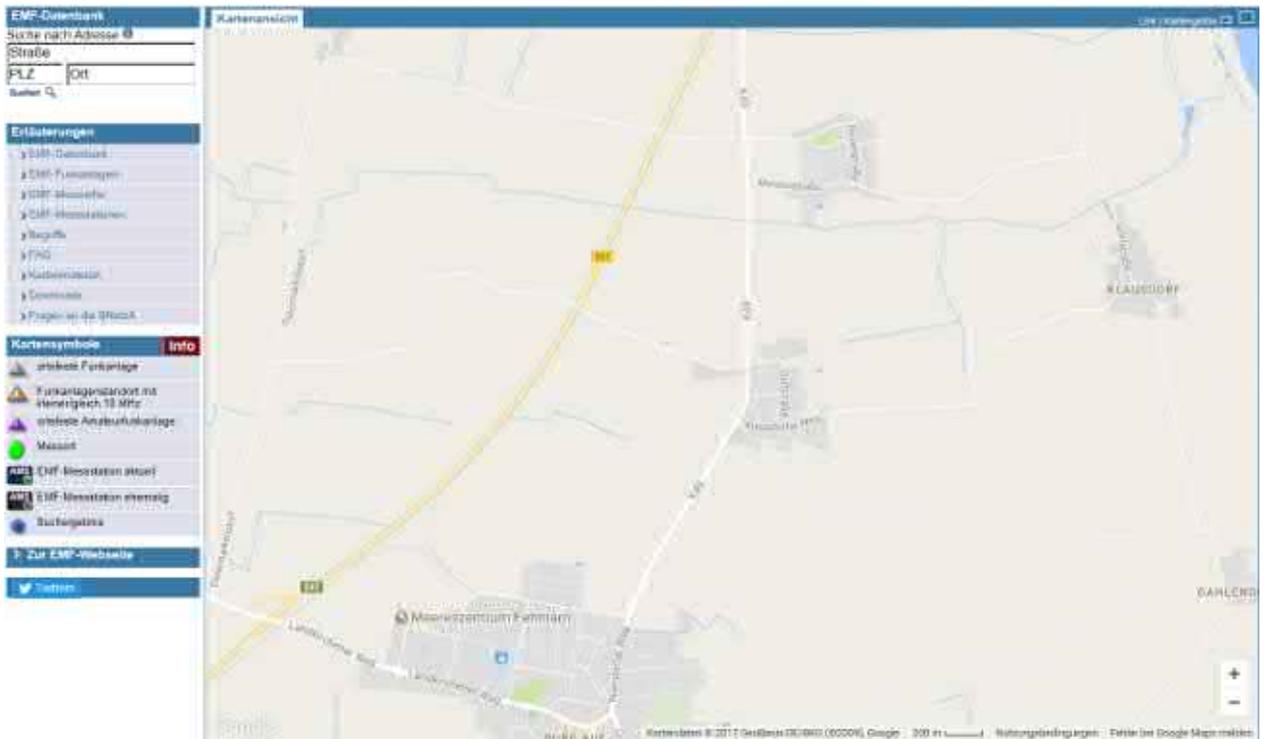


Abb. 9: EMF-Datenbank-Auszug (26.6.2017)

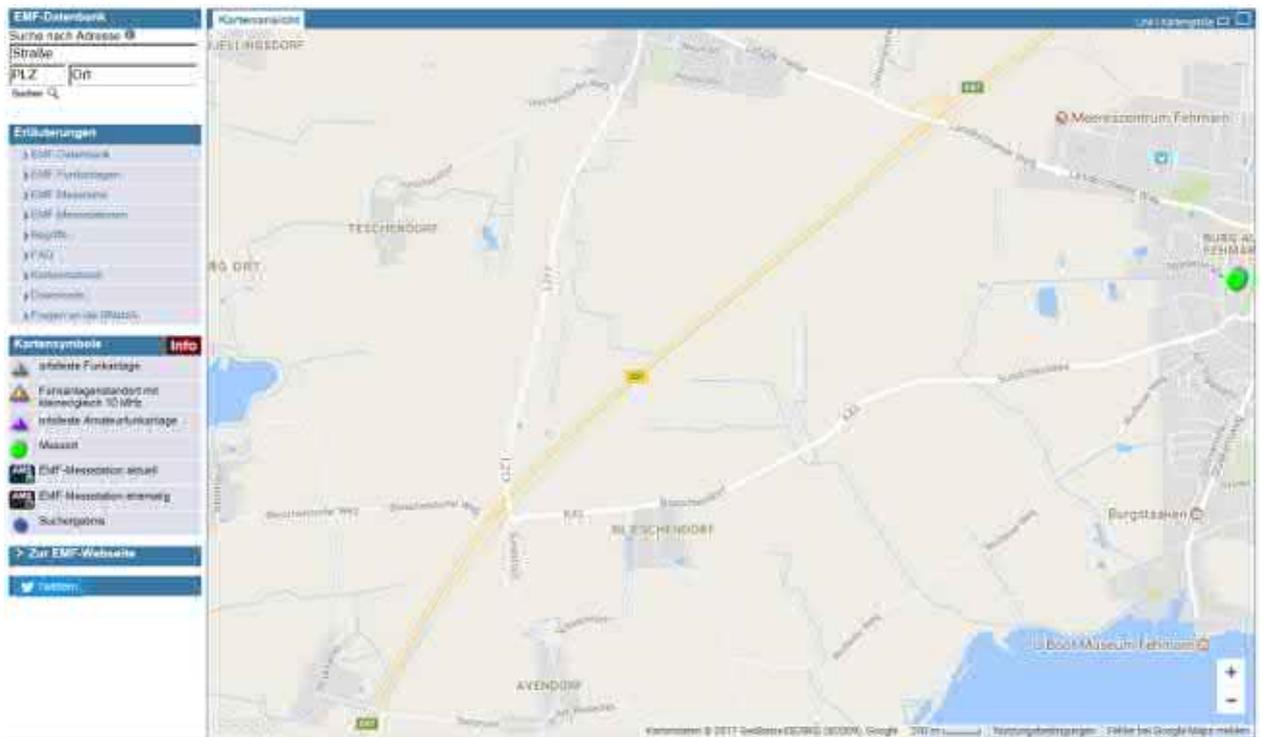


Abb. 10: EMF-Datenbank-Auszug (26.6.2017)

9 Anforderungen zur Vorsorge

Die 26. BImSchV [1] regelt im §4 Anforderungen zur Vorsorge. Abschnitt (2) dieses Paragrafen schreibt bei der Errichtung und bei wesentlichen Änderungen von Niederfrequenzanlagen sowie Gleichstromanlagen vor, 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. Näheres regelt eine Verwaltungsvorschrift gemäß § 48 des Bundesimmissionsschutzgesetzes. Diese Verwaltungsvorschrift ist die 26. BImSchVVwV [6].

Im Rahmen zur Untersuchung des Minimierungsgebots sind die Schritte Vorprüfung, Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und Maßnahmenbewertung durchzuführen.

Die 26. BImSchVVwV legt im Abschnitt 3.2.1.2 den Einwirkungsbereich von Bahnoberleitungen mit einem Abstand von 100 m fest.

Abschnitt 2.11 der 26. BImSchVVwV definiert den *maßgeblichen Minimierungsort*. Ein maßgeblicher Minimierungsort ist eine im Einwirkungsbereich der jeweiligen Anlage liegendes Gebäude oder Grundstück im Sinne des §4 Absatz 1 26. BImSchV - das sind Wohnungen, Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze oder ähnliche Einrichtungen mit den dazugehörigen Gebäuden und Grundstücken - sowie jedes Gebäude oder Gebäudeteil, das zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen (Definition für Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt siehe [2] §II.3.2) dient.

Der Bewertungsabstand für Oberleitungsanlagen wird im Abschnitt 3.2.2 der 26. BImSchVVwV für Bahnoberleitungen mit 10 m festgelegt. Befindet sich kein maßgeblicher Minimierungsort innerhalb des Bereichs zwischen Anlagenmitte / Trassenachse und des Bewertungsabstandes, so ist das Minimierungspotential nur an den Bezugspunkten zu ermitteln.

Der Bezugspunkt ist laut Abschnitt 2.4 der 26. BImSchVVwV ein Punkt, der für maßgebliche Minimierungsorte, die außerhalb des Bewertungsabstandes liegen, ermittelt wird. Er liegt im Bewertungsabstand auf der kürzesten Geraden zwischen dem jeweiligen maßgeblichen Minimierungsort und der jeweiligen Anlagenmitte/Trassenachse. Der Bezugspunkt ist so gewählt, dass durch eine auf diesen Punkt bezogene Minimierung die Feldstärken in größeren Abständen ebenfalls minimiert werden.

Liegt mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort zwischen der Anlagenmitte/Trassenachse und dem Bewertungsabstand, so ist eine individuelle Minimierungsprüfung erforderlich. Hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden. Im Fall I befinden sich alle maßgeblichen Minimierungsorte im Bereich zwischen der Anlagenmitte/Trassenachse und dem Bewertungsabstand; im Fall II liegen sowohl innerhalb als auch außerhalb dieses Bereiches maßgebliche Minimierungsorte.

Im Fall I ist das Minimierungspotential für die innerhalb des Bewertungsabstandes liegenden maßgeblichen Minimierungsorte zu ermitteln.

Im Fall II ist das Minimierungspotential für die innerhalb des Bewertungsabstandes liegenden maßgeblichen Minimierungsorte und an den Bezugspunkten für die außerhalb des Bewertungsabstandes liegenden maßgeblichen Minimierungsorte zu ermitteln. Bei dichter Bebauung - wie z. B. in Burg auf Fehmarn - mit einer Vielzahl von Bezugspunkten, können stattdessen ein oder mehrere repräsentative Bezugspunkte gewählt werden (§3.2.2.1 f.).

Bei der individuellen Minimierungsprüfung ist zusätzlich zu prüfen, ob eine Minimierungsmaßnahme zu einer Erhöhung der Immissionen an innerhalb des Bewertungsabstandes liegenden maßgeblichen Minimierungsorten führen würde.

Für die jeweilige Anlage ist bezogen auf die festgelegten Bezugspunkte und maßgeblichen Minimierungsorte das Minimierungspotential zu prüfen. Dazu listet die 26. BImSchVVwV im Abschnitt 5.2.3 die nachfolgenden Minimierungsmaßnahmen auf:

Abstandsoptimierung:

Feldverursachende Anlagenteile, wie Verstärkungs- oder Speiseleitungen, sind innerhalb des Betriebsgeländes mit größtmöglicher Distanz zu maßgeblichen Minimierungsorten zu errichten. Möglich ist zum Beispiel die erhöhte Anbringung und geeignete Ausrichtung von Querträgern.

Minimierung der Distanz zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch den Einsatz von Auto-Transformatoren:

Ein möglichst hoher Anteil des Rückstroms wird aus Gleis und Erdreich ferngehalten und mit möglichst geringer Distanz zu den Anlagenteilen geführt, die die höchsten zufließenden Ströme leiten wie Speise- und Verstärkungsleitungen sowie Fahrdrähte.

Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Einsatz von Booster-Transformatoren ohne Isolierstöße:

Ein möglichst hoher Anteil des Rückstroms wird aus Gleis und Erdreich ferngehalten und mit möglichst geringer Distanz zu den Anlagenteilen geführt, die die höchsten zufließenden Ströme leiten wie Speise- und Verstärkungsleitungen sowie Fahrdrähte.

Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Installation eines Rückleiterseils ohne Isolierstöße:

Ein möglichst hoher Anteil des Rückstroms wird aus Gleis und Erdreich ferngehalten und mit möglichst geringer Distanz zu den Anlagenteilen geführt, die die höchsten zufließenden Ströme leiten wie Speise- und Verstärkungsleitungen und Fahrdrähte.

Minimierung des Fahrstroms:

Die Streckenabschnitte werden zweiseitig gespeist.

Die Prüfung möglicher Minimierungsmaßnahmen erfolgt individuell für die geplante Anlage einschließlich ihrer geplanten Leistung und für die festgelegte Trasse. Ein Variantenvergleich der drei Trassierungs-Varianten aus der Umweltverträglichkeitsstudie zur Planfeststellung (Bestandstrasse, Raumordnungstrasse, Optimierungsvorschlag) ist im Rahmen der Nachweisführung zur Einhaltung von [1] §4(2) und [6] vom Gesetzgeber also ausdrücklich nicht vorgesehen.

Es sind immer sämtliche Minimierungsmaßnahmen zu prüfen, da eine Anwendung mehrerer Minimierungsmaßnahmen in Betracht kommen kann.

Das Vorgehen zur Umsetzung des Minimierungsgebots ist in drei Teilabschnitte unterteilt:

- **Vorprüfung:**
Die Vorprüfung dient der Feststellung, ob für die jeweilige Anlage überhaupt eine Minimierung durchzuführen ist und damit eine Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen erforderlich wird.
- **Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen:**
Die Prüfung der Minimierung ist von der Lage der maßgeblichen Minimierungsorte in Bezug auf den Bewertungsabstand abhängig. Es wird zwischen einer Prüfung nur an den Bezugspunkten und einer individuellen Minimierungsprüfung unterschieden.
- **Maßnahmenbewertung, Festlegung der Minimierungsmaßnahmen:**
Im letzten Teilschritt Maßnahmenbewertung ist die Verhältnismäßigkeit der ermittelten technischen Möglichkeiten zur Minimierung zu bewerten. In die Bewertung mit einzubeziehen sind zum Beispiel die Wirksamkeit der Maßnahmen, die Auswirkung auf die Gesamtmission an den maßgeblichen Minimierungsorten, die zu erreichende Immissionsreduzierung an den maßgeblichen Minimierungsorten, die Investitions- und Betriebskosten der Maßnahmen sowie die Auswirkungen auf die Wartung und Verfügbarkeit der Anlagen.

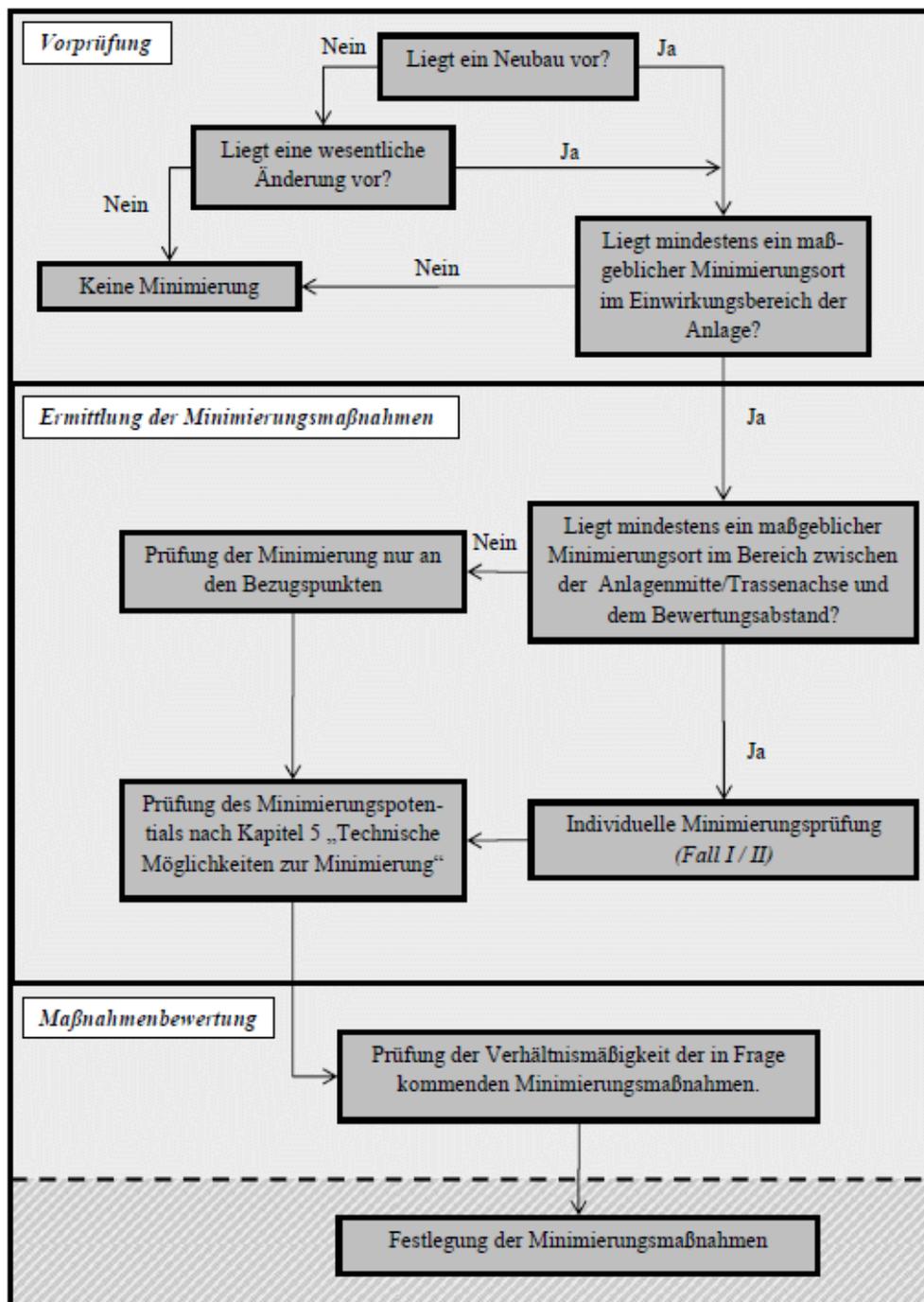
Es kommen nur Maßnahmen in Betracht, die mit generell vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand und Nutzen umgesetzt werden können. Dieser Aufwand kann erheblich davon abhängen, ob eine Minimierungsmaßnahme auf die gesamte Anlage oder nur auf einen Teil, zum Beispiel einen Leitungsabschnitt, angewendet wird.

Bei der Auswahl der in Betracht kommenden Minimierungsmaßnahmen sind zudem mögliche nachteilige Auswirkungen auf andere Schutzgüter zu berücksichtigen.

Abschließend erfolgt die endgültige Festlegung der Minimierungsmaßnahmen.

Dazu stellt die 26. BImSchVVwV im Anhang I ein Flussdiagramm bereit, welches den Ablauf grafisch darstellt. Es ist im Nachgang wiedergegeben.

Flussdiagramm zum Vorgehen zur Umsetzung des Minimierungsgebots (Quelle: 26. BImSchVVwV, Anhang I):



Vorprüfung:

Bei der Elektrifizierung der Schienenanbindung der festen Fehmarnbeltquerung im PFA 6 liegt eine Neuelektrifizierung vor. Dies entspricht einem Neubau einer Niederfrequenzanlage gemäß 26. BImSchV.

Im Anhang 1 werden die maßgeblichen Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Anlage tabellarisch aufgelistet. Die Tabelle unterscheidet dabei bereits zwischen maßgeblichen Minimierungsorten, die sich aufgrund ihrer Lage innerhalb bzw. außerhalb des Bewertungsabstands von der Anlage entfernt befinden.

Damit ist die Vorprüfung gemäß 26. BImSchVVwV abgeschlossen.

Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen:

Der erste Aufgabe bei der Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen besteht darin, festzustellen, ob maßgebliche Minimierungsorte im Bereich zwischen der Anlagenmitte / Trassenachse und dem Bewertungsabstand liegen. Die Eingruppierung der maßgeblichen Minimierungsorte wurde bereits in der Vorprüfung durchgeführt. Das Ergebnis ist in der Tabelle in Anlage 1 mit eingetragen.

Als nächster Schritt werden aus der Tabelle in Anhang 1 als Ergebnisse die Orte, für welche eine Prüfung des Minimierungspotentials durchzuführen ist (sog. maßgebliche Minimierungsorte), extrahiert. Geeignete maßgebliche Minimierungsorte konnten dabei zusammengefaßt werden und ein gemeinsamer repräsentativer Bezugspunkt festgelegt werden, an dem die Prüfung der fünf Minimierungsvarianten durchzuführen ist. Diese Nachweispunkte für die Prüfung des Minimierungspotentials sind in Tab. 2 gelistet.

lfd. Nr. gemäß Anhang 1	Beschreibung	Nutzungsart	Nachweispunkt/-bereich
6-5	Mischgebiet mit Haus 64, 66, 67 Strukkamp Grundstück	Wohnen	km 76,74 (Bau-km 175,4), Abstand 10 m links
6-6	Pumpstation	Arbeit	km 76,79 (Bau-km 175,45), Abstand 10 m rechts
6-9	Mischgebiet	Wohnen, Arbeit	km 7,46 (Bau-km 17,46), Abstand 10 m südlich
6-9a	Wohnmobilstellplatz	Campen	km 7,46 (Bau-km 17,46), 5,5 < d < 10 m südlich ^{*1)}
6-10a, 6-10b, 6-10c	Gewerbegebiet mit Werkstatt und Lagerhallen	Arbeit	km 7,54 (Bau-km 17,54), 8,6 < d < 10 m links ^{*1)}
6-11	Gewerbegebiet mit Gebäuden	Arbeit	km 7,5 (Bau-km 17,5), Abstand 10 m links
6-12, 6-13	Baumarkt, Waschstraße	Arbeit	km 7,8 (Bau-km 17,5), Abstand 10 m links
6-14	Gewerbegebiet	Arbeit	km 8,0 (Bau-km 18,0), Abstand 10 m links
6-15	Gewerbegebiet	Arbeit	km 8,2 (Bau-km 18,2), Abstand 10 m links
6-17, 6-18, 6-19, 6-23	Wohngebiet, Wohngebäude mit Grundstück	Wohnen	km 7,5 (Bau-km 17,5), Abstand 10 m rechts

6-21, 6-22,	Werkstatt, Lager- halle	Arbeit	km 7,63 (Bau-km 17,63), Abstand 10 m rechts
6-24	Gewerbegebiet	Arbeit	km 7,75 (Bau-km 17,75), Abstand 10 m rechts

Tab. 2: Nachweisorte für die Prüfung der Minimierungsmaßnahmen an maßgeblichen Minimierungsorten; *1): individuelle Minimierungsprüfung durchzuführen

Für die Prüfung und Bewertung der Minimierungsmaßnahmen werden die Minimierungsorte mit der lfd. Nr. 6-5 (Wohngebiet in Strukkamp bahnlinks) und 6-6 (Pumpstation mit Gebäuden bahnrechts, in denen sich Orte - Arbeitsplätze - zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt befinden) im Streckenbereich km 76,70-76,82 (Streckennr. 1100) aufgrund der räumlichen Nähe (Minimierungsmaßnahmen wirken auf beide Orte) gemeinsam betrachtet. Die Oberleitungsanlage in diesem Streckenbereich entspricht der Standard-Bauart Re200 eingleisig mit Umgehungsleitung.

Nach Prüfung der verschiedenen Minimierungsmöglichkeiten der Immissionen an diesen beiden maßgeblichen Minimierungsorten 6-5 und 6-6 wird die Minimierungsmaßnahme „Einsatz von Rückleitungsseilen“ innerhalb einer kompletten Nachspannlänge im km-Bereich ca. 76,5 - ca. 77,0 empfohlen.

Die maßgeblichen Minimierungsorte mit der lfd. Nr. 6-9 mit 6-9a, 6-10a, 6-10b, 6-10c, 6-11, 6-12, 6-17, 6-18, 6-19, 6-21, 6-22, 6-23 und 6-24 im Streckenbereich Streckenende Bahnhof Fehmarn-Burg (Strecken-km 7,46) bis km 7,84 der Strecke 1103 befinden sich räumlich eng zusammenhängend im Ortsbereich von Burg auf Fehmarn. Für die Beurteilung der Wirkung der Minimierungsmaßnahmen können diese Orte gemeinsam bewertet werden, da sich die Charakteristik der Oberleitungsanlage entlang der Strecke nicht ändert (Re200 eingleisig) und zu berücksichtigende maßgebliche Minimierungsorte in diesem km-Bereich beidseits der Strecke liegen.

Die maßgeblichen Minimierungsorte mit der lfd. Nr. 6-13, 6-14 und 6-15 im Streckenbereich km 7,85 bis 8,4 der Strecke 1103 hängen räumlich eng zusammen und die für die Immissionsbewertung maßgeblichen Parameter ändern sich entlang der Strecke in diesem Bereich nicht gravierend, so daß auch für diese Orte eine gemeinsam gültige Maßnahmenbewertung durchgeführt wird. In diesem Bereich zweigt die Strecke 1104 ab und die mit Oberleitung ausgerüstete Abstellgruppe liegt im Gleisdreieck der Strecken 1100, 1103 und 1104. Da in diesem Bereich die maßgeblichen Minimierungsorte einseitig bahnlinks liegen, genügt für die Prüfung der Minimierungsmöglichkeiten die Betrachtung des Bereichs bahnlinks. Die Strecke wird also in diesem Bereich vereinfachend als eingleisig elektrifiziert (Re200) mit bahnlinks gelegenen maßgeblichen Minimierungsorten betrachtet, ohne dadurch die Aussagekraft der Minimierungsprüfung und -bewertung für diesen Streckenbereich zu beschränken.

Nach Prüfung der verschiedenen Möglichkeiten zur Minimierung der Immissionen an diesen maßgeblichen Minimierungsorten entlang der Strecke 1103 in diesen Streckenbereichen (Bahnhof Burg - Strecken-km 7,84) und (Strecken-km 7,84 bis 8,5) im PFA 6 wird die Minimierungsmaßnahme „Einsatz von Rückleitungsseilen“ im Bereich von Streckenende im Bahnhof Burg auf Fehmarn komplett bis km 8,7 empfohlen. Die Anbringung sollte ab km ca. 7,85 bis ca. 8,7 bahnlinks erfolgen (Abstandsoptimierung).

Für die Orte 6-9a und 6-10b in diesem Streckenbereich, ist auch eine individuelle Minimierungsprüfung durchzuführen, da Teile beider Orte auch bis näher als 10 m zur Gleismitte heranreichen. Diese individuelle Minimierungsprüfung ergab dabei nur eine niedrige bis mittlere Wirksamkeit der Maßnahme „Einsatz von Rückleiterseilen“ für diese Orte am Streckenende der im Stich gespeisten Strecke 1103.

10 Ergebnisse und Zusammenfassung

Es erfolgte eine Betrachtung der geplanten Anlage hinsichtlich magnetischer und elektrischer Felder.

Aufgrund der Elektrifizierung ist generell von keinen gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch die magnetischen oder elektrischen Felder der erwarteten Größenordnung im Bereich der geplanten Bahntrasse auszugehen. Die Grenzwerte der 26. BImSchV werden deutlich unterschritten.

Die Untersuchung zur Berücksichtigung anderer Niederfrequenzanlagen oder ortsfester Hochfrequenzanlagen gem. 26. BImSchV § 3(3) ergab, dass keine relevanten, zu berücksichtigenden Niederfrequenzanlagen sowie ortsfesten Hochfrequenzanlagen im Projektbereich vorhanden sind.

Für die Anforderungen zur Vorsorge gem. §4 der 26. BImSchV konnte nach eingehender Prüfung des Minimierungspotentials und der Bewertung der Maßnahmen die Installation eines Rückleiterseils im Bereich der maßgeblichen Minimierungsorte als geeignete Minimierungsmaßnahme identifiziert werden. Eine abstandsoptimierte bahnlinke Aufhängung des Rückleiterseils im Bereich der maßgeblichen Immissionsorte 6-13, 6-14 und 6-15 führt zu einer weiteren Verringerung der Feldimmissionen an diesen Orten.

11 Unterschriften

geprüft:



Dr. Wilhelm Baldauf

erstellt:



Dr. Walter Gutscher

Anhang 1: Übersicht über alle maßgeblichen Immissionsorte und maßgeblichen Minimierungsorte im PFA 6 der Schienenanbindung der festen Fehmarnbeltquerung

lfd. Nr.	Strecke	PFA	Strecken-km.	Beschreibung	Abstand [m] ^{*4)}	Nutzungs-art	Kategorisierung gem. 26. BImSchV		Kategorisierung gemäß 26. BImSchVVwV		Bemerkung ^{*5)}
							Aufenthalt nicht nur vorübergehend	LAI §II.3.1 ^{*3)}	maßgeblicher Minimierungsort		
									im EB ^{*1)}	im BA ^{*2)}	
6-1	1100	6	ca. 74,3	Strand	74,6	Freizeit	x	-	-	-	n. r.: Abstand > 10 m, kein Gebäude, -teil
6-2	1100	6	ca. 75,4	Betriebsgebäude	51,9	Betriebsgebäude	-	-	-	-	n. r.: eingezäunt; kein nicht nur vorübergehender Aufenthalt
6-3	1100	6	ca. 75,5	Bushaltestelle	3,4	Warten	-	-	-	-	n. r.: nur vorübergehender Aufenthalt
6-4	1100	6	ca. 75,6 rechts	Gebäude mit Grundstück	131,4	Wohnen	x	-	-	-	n. r.: Abstand > 100 m
6-5	1100	6	76,703 - 76,769 links	Mischgebiet mit Haus 64, 66, 67 Strukkamp Grundstück	≥62,5	Wohnen	x	-	x	-	Prüfung der Minimierung am repräsentativen Bezugspunkt
6-6	1100	6	76,771 - 76,815 rechts	Pumpstation	≥42,5	Arbeit	x	-	x	-	Betriebsgebäude; Prüfung der Minimierung am repräsentativen Bezugspunkt
6-7	1100	6	77,820 - 77,831 links	altes Stellwerk	8,7	geht außer Betrieb	-	-	-	-	n. r. kein nicht nur vorübergehender Aufenthalt
6-8	1100	6	ca. 77,9	Wohnhäuser mit Grundstück	≥126,7	Wohnen	x	-	-	-	n. r.: Abstand > 100 m
6-9	1103	6	7,456	Mischgebiet	> 10	Wohnen, Arbeit	x	-	x	-	Wohnhäuser und weitere Gebäude im EW;

											Wohnmobilstellplatz im Abstand < 10 m (siehe 6-9a) Minimierung am repräsentativen Bezugspunkt
6-9a	1103	6	7,456	Wohnmobilstellplatz	5,5	Campen	x	x	x	x	Campen kann als besonders schutzwürde Nutzung angesehen werden und dem Wohnen gleichgestellt sein; individuelle Minimierungsprüfung
6-10	1103	6	7,465 - 7,783 links	Gewerbegebiet mit Werkstatt und Lagerhallen		Arbeit	x	(x)	x	(x)	weitere Unterteilung: siehe 6-10a bis 6-10c
6-10a	1103	6	7,469 - 7,498 links	Lagerhalle	11,6	Arbeit	x	-	x	-	Lagerräume sind eigentl. keine Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt; hier evtl. Arbeitsplatz Lagerist; Prüfung der Minimierung am repräsentativen Bezugspunkt
6-10b	1103	6	7,527 - 7,563 links	Werkstatt	8,6	Arbeit	x	x	x	x	individuelle Minimierungsprüfung
6-10c	1103	6	7,618 - 7,744 links	Lagerhallen	> 14	Arbeit	x	-	x	-	siehe 6-10a
6-11	1103	6	7,456 - 7,614 links	Gewerbegebiet mit Lagerhalle, Treibhaus und Straßenmeister ei		Arbeit	x	-	x	-	siehe 6-11a bis 6-11c
6-	1103	6	7,456	Lagerhalle	10,7	Arbeit	x	-	x	-	Lagerräume sind eigentl.

11a											keine Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt; hier evtl. Arbeitsplatz Lagerist; Prüfung der Minimierung am repräsentativen Bezugspunkt
6-11b	1103	6	7,456 - 7,504 links	Treibhaus	ca. 80	Arbeit	x	-	x	-	Prüfung der Minimierung am repräsentativen Bezugspunkt
6-11c	1103	6	7,529 - 7,598 links	Straßenmeister ei	54	Arbeit	x	-	x	-	Prüfung der Minimierung am repräsentativen Bezugspunkt
6-12	1103	6	7,624 - 7,842 links	Baumarkt	87	Arbeit	x	-	x	-	Prüfung der Minimierung im Bewertungsabstand am Bezugspunkt
6-13	1103	6	7,853 - 7,916 links	Waschstraße	11,4	Arbeit	x	-	x	-	Prüfung der Minimierung im Bewertungsabstand am Bezugspunkt
6-14	1103	6	7,941 - 8,011 links	Gewerbegebiet mit Gebäude für Handel und Dienstleistungen	70	Arbeit	x	-	x	-	Prüfung der Minimierung im Bewertungsabstand am Bezugspunkt
6-15	1103	6	8,038 - 8,437 links	Gewerbegebiet (noch größtenteils unbebaut)	> 10	Arbeit	x	-	x	-	Prüfung der Minimierung im Bewertungsabstand am Bezugspunkt
6-16	1103	6	7,53	Wartehäuschen	5,4	Warten	-	-	-	-	n. r.
6-17	1103	6	7,456 - 7,478	Wohngebäude mit Grundstück	> 70	Wohnen	x	-	x	-	F-Pl. 65: Allgemeine Wohnbebauung; Prüfung der Minimierung im Bewertungsabstand am Bezugspunkt
6-18	1103	6	7,485 - 7,56	Wohngebäude mit Grundstück	> 80	Wohnen	x	-	x	-	F-Pl. 65: Allgemeine Wohnbebauung; Prüfung

											der Minimierung im Bewertungsabstand am Bezugspunkt
6-19	1103	6	7,500 - 7,527 rechts	Wohngebäude mit Grundstück	52	Wohnen	x	-	x	-	B-Pl. 60: Mischgebiet; Prüfung der Minimierung im Bewertungsabstand am repräsentativen Bezugspunkt
6-20	1103	6	7,525 - 7,573 rechts	Speichergebäude	57	-	-	-	-	-	n.r.: kein Ort zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt
6-21	1103	6	7,602 - 7,648 rechts	Werkstatt	13	Arbeit	x	-	x	-	Prüfung der Minimierung im Bewertungsabstand am repräsentativen Bezugspunkt
6-22	1103	6	7,632 - 7,658	Lagerhalle	53	Arbeit	x	-	x	-	Lagerräume sind eigtl. keine Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt; hier evtl. Arbeitsplatz Lagerist; Prüfung der Minimierung am repräsentativen Bezugspunkt
6-23	1103	6	7,577 - 7,578 rechts	Wohngebäude mit Grundstück	> 30	Wohnen	x	-	x	-	Prüfung der Minimierung im Bewertungsabstand am repräsentativen Bezugspunkt
6-24	1103	6	7,687 - 7,840	Gewerbegebiet mit Gebäuden	> 25	Arbeit	x	-	x	-	Gebäude mit unbekannter Nutzung wurden als Orte zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt eingestuft, Prüfung der Minimierung im Bewertungsabstand am repräsentativen

											Bezugspunkt
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------

*1) im EB: innerhalb des Einwirkungsbereichs der Niederfrequenzanlage (OLA)

*2) im BA: innerhalb des Bewertungsabstands der Niederfrequenzanlage (OLA)

*3) LAI §II.3.1: maßgeblicher Immissionsort gemäß LAI §II.3.1

*4) Abstand [m] von Gleismitte des elektrifizierten Gleises

*5) n. r.: nicht relevant

Anhang 2: Dokumentation zur Kategorisierung der Orte in Anhang 1 anhand von Kartenausschnitten der Planunterlagen

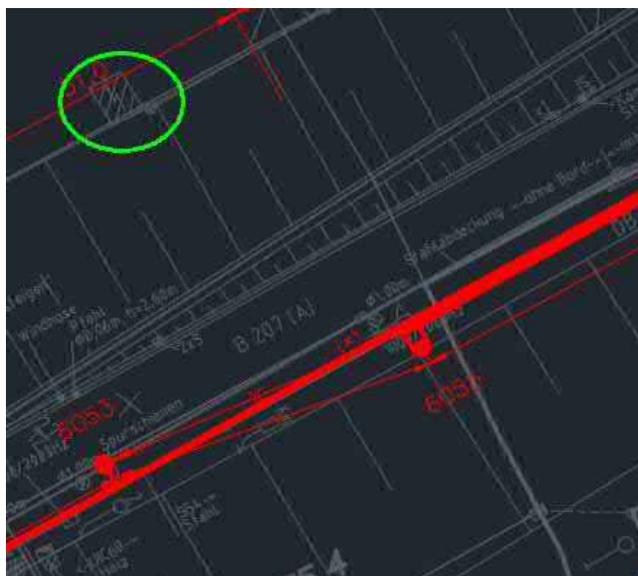
Lfd. Nr. 6-1 in Anhang 1:

Strand im Bereich bei km 74,3



Lfd. Nr. 6-2 in Anhang 1:

Elektrobetriebsgebäude in Bereich km 75,4



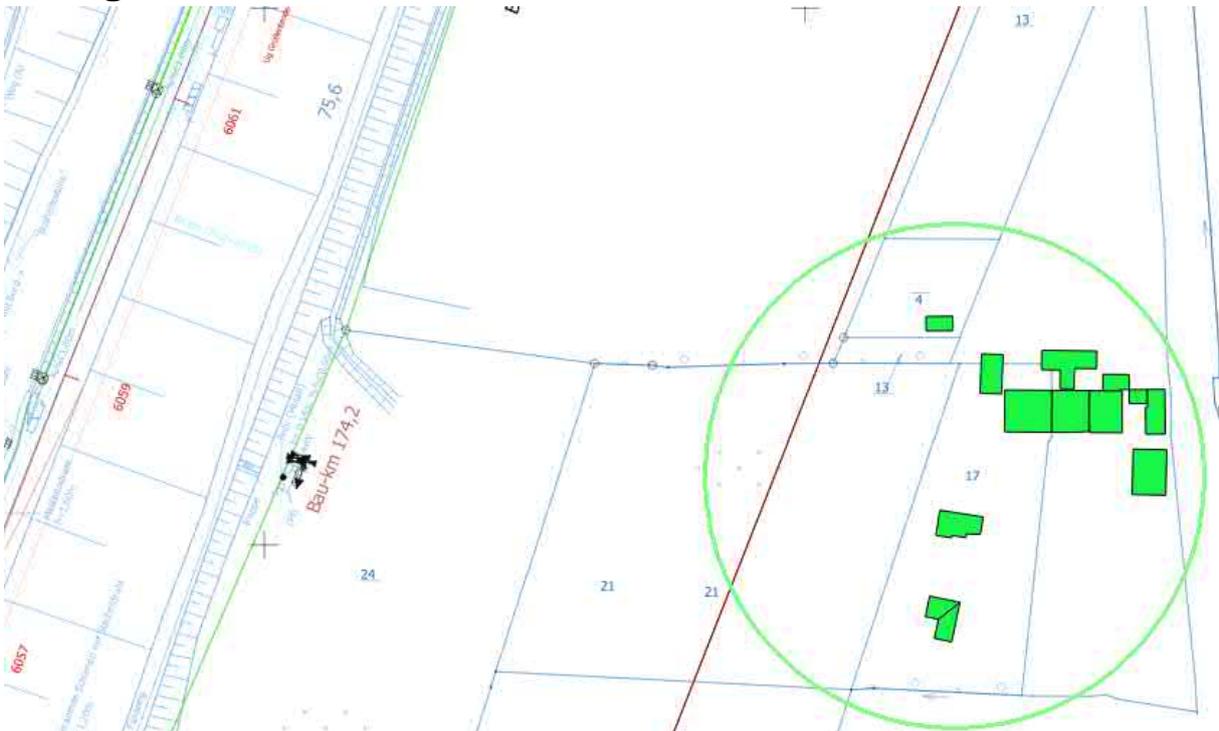
Lfd. Nr. 6-3 in Anhang 1:

Bushaltestelle im Bereich km 75,5



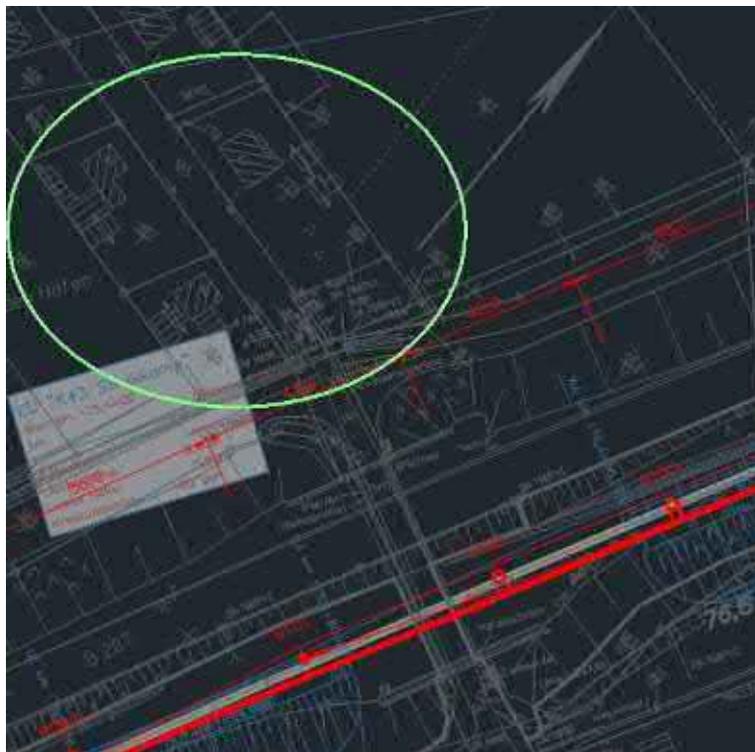
Lfd. Nr. 6-4 in Anhang 1:

Wohngebäude mit Grundstück im Bereich km 75,6



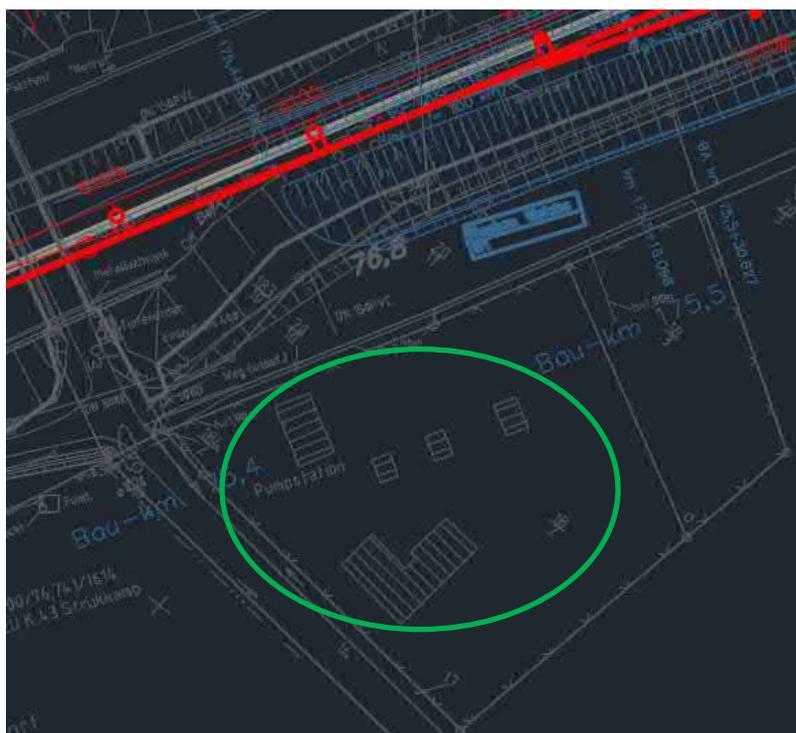
Lfd. Nr. 6-5 in Anhang 1:

Mischgebiet gemäß Flächennutzungsplan mit Wohngebäuden mit Grundstücken im Bereich km 76,7



Lfd. Nr. 6-6 in Anhang 1:

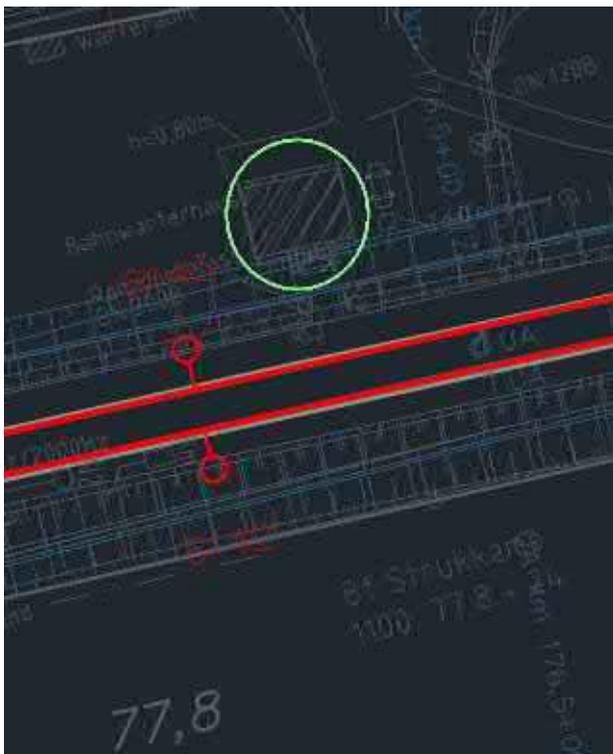
Pumpstation im Bereich km 76,8 mit Luftbild





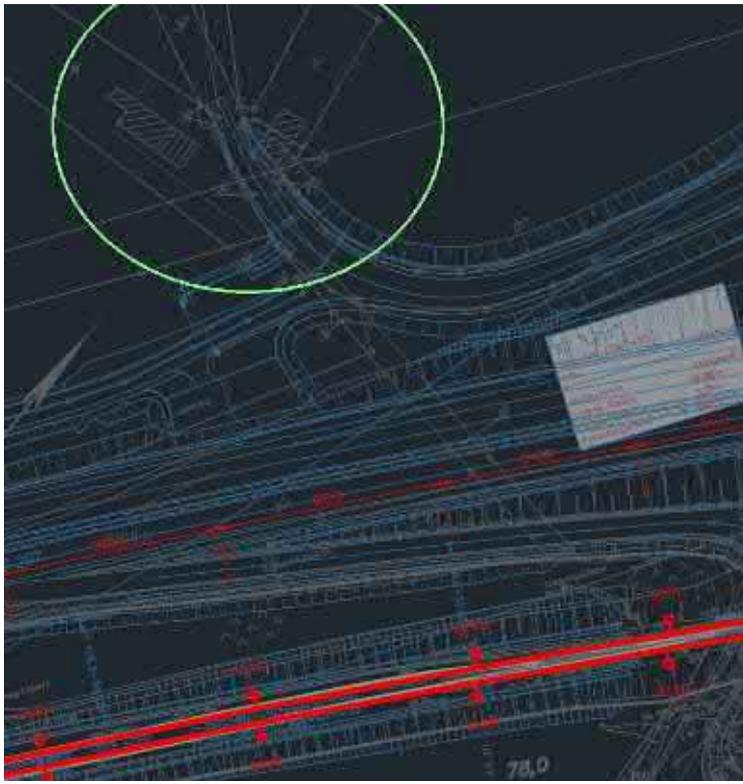
Lfd. Nr. 6-7 in Anhang 1:

Bahnwärterhaus im Bereich km 77,8



Lfd. Nr. 6-8 in Anhang 1:

Wohnhäuser im Bereich km 77,9



Lfd. Nr. 6-9 in Anhang 1:

Mischgebiet B-Pl 60 in Burg (Fehmarn)



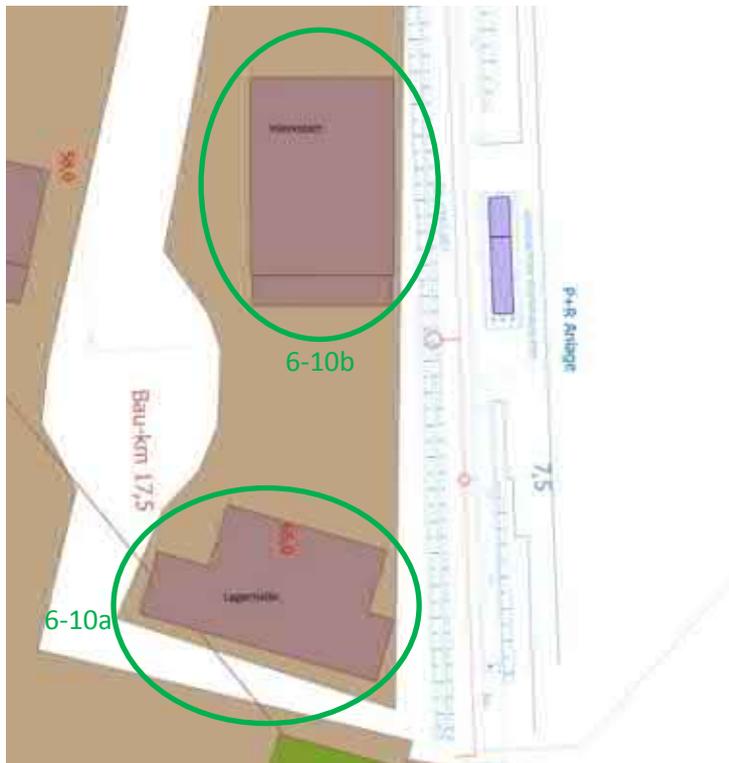
Lfd. Nr. 6-10 in Anhang 1:

Gewerbegebiet mit Werkstatt und Lagerhallen (BPI 60 Fehmarn) in km 7,465 - 7,783 (rot markiert)



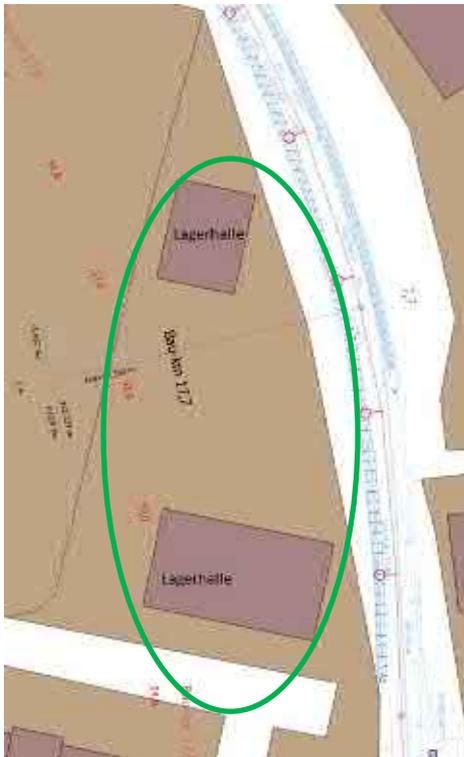
Lfd. Nr. 6-10a, 6-10b in Anhang 1:

Lagerhalle in km 7,48 (6-10a) und Werkstatt in km 7,54 (6-10b):



Lfd. Nr. 6-10c in Anhang 1:

Lagerhallen in km 7,618 - 7,744



Lfd. Nr. 6-11 in Anhang 1:

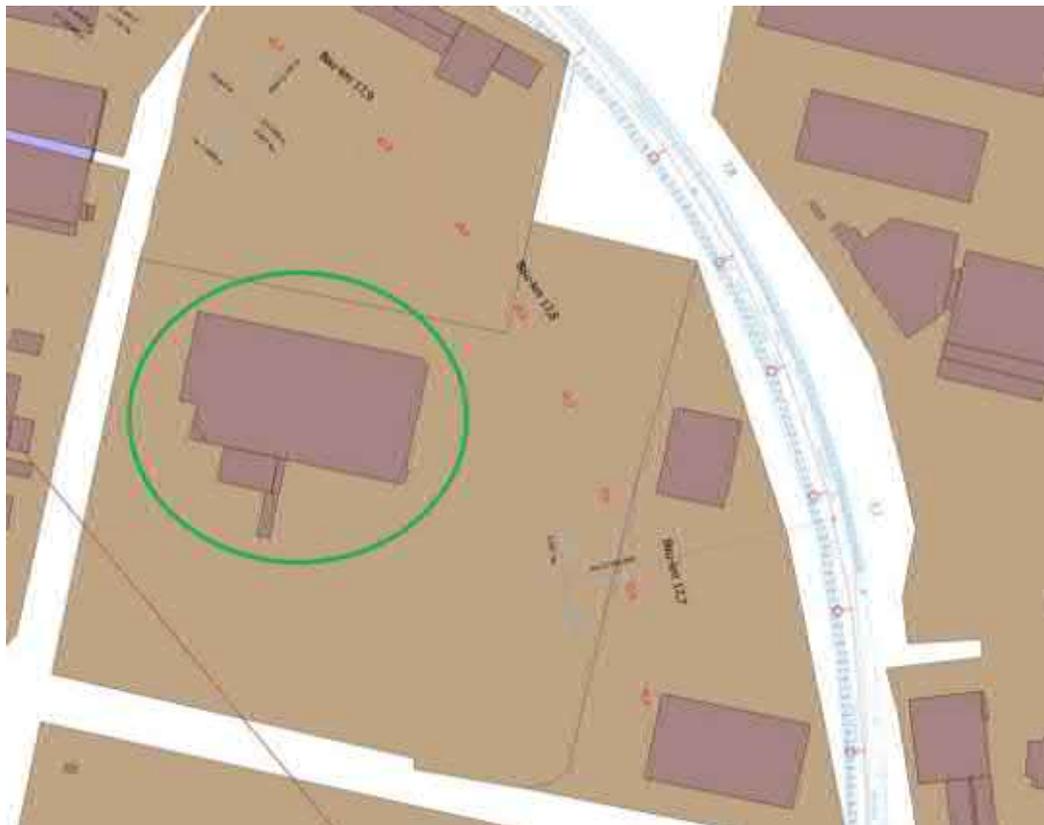
Gewerbegebiet mit Lagerhalle, Treibhaus und Straßenmeisterei





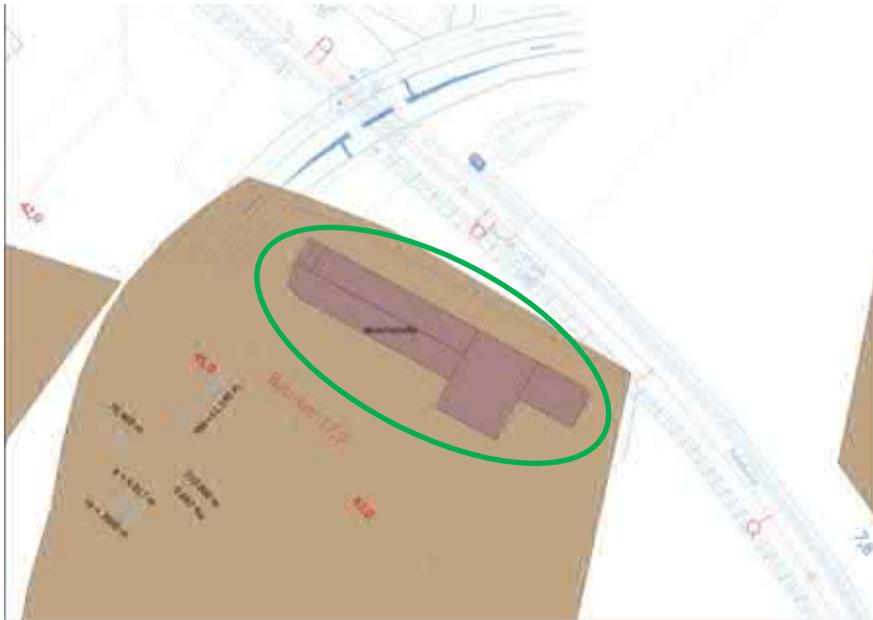
Lfd. Nr. 6-12 in Anhang 1:

Baumarkt mit Außenlager in km 7,624 - 7,842 links



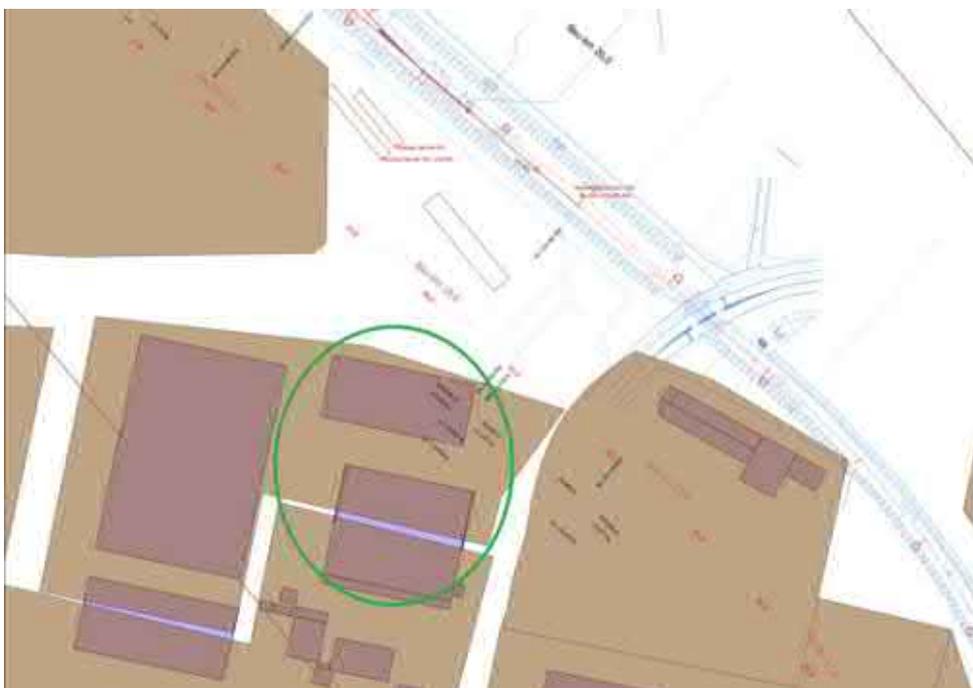
Lfd. Nr. 6-13 in Anhang 1:

Waschstraße in km 7,853 - 7,916



Lfd. Nr. 6-14 in Anhang 1:

Gebäude für Handel und Dienstleistungen in km 7,941 - 8,011 (Strecke 1103):



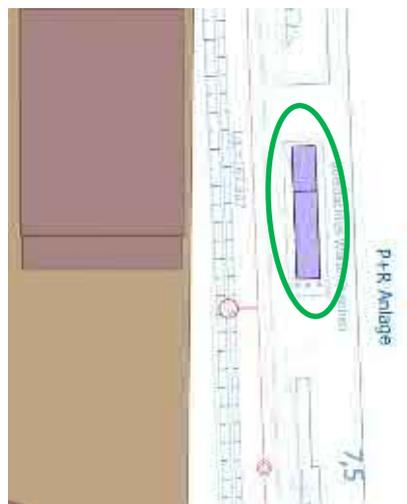
Lfd. Nr. 6-15 in Anhang 1:

Gewerbegebiet



Lfd. Nr. 6-16 in Anhang 1:

Wartehäuschen:



Lfd. Nr. 6-17 in Anhang 1:

Allgemeine Wohnbebauung im Abstand > 70 m bei km 7,5 (rot markiert)



Lfd. Nr. 6-18 in Anhang 1:

Allgemeine Wohnbebauung im Abstand > 80 m bei km 7,5



Lfd. Nr. 6-19 in Anhang 1:

Wohnhaus mit Grundstück bei km 7,5



Lfd. Nr. 6-20, 6-21 und 6-22 in Anhang 1:

Speichergebäude, Werkstatt und Lagerhalle bei ca. km 7,6:



Lfd. Nr. 6-23 in Anhang 1:

Wohngebäude mit Grundstücken bei ca. km 7,6:



Lfd. Nr. 6-24 in Anhang 1:

Gewerbegebiet bei km 7,7 - 7,8:

