

Anlage 10.2 - Minimierungsprüfung gem. 26. BImSchVVwV

Seit der Novelle der 26. BImSchV v. 14. August 2013 [14*] gilt neben der o.g. Grenzwertregelung ein ergänzender Vorsorgegrundsatz. Demgemäß sollen bei der wesentlichen Änderung einer Freileitung die von ihr ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder möglichst minimiert werden. Als Minimierungsmaßnahmen werden vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) grundsätzlich die folgende Möglichkeiten genannt:

- Optimierung der Mastkopfgeometrie (z.B. vertikale Seilanordnung) und
- Minimierung der Seilabstände (z.B. Verkürzung der Abstände zwischen den Aufhängepunkten der Leiterseile an den Traversen),
- Abstandsoptimierung (z.B. zusätzliche Masterrhöhungen),
- Optimierung der Leiteranordnung (Kompensation durch bestimmte Phasenanordnung).
- elektrischen Schirmung (z.B. zusätzliches Erdungsseil unterhalb der Leiterseile).

Die Konkretisierung des Minimierungsgebotes gem. § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV [14*] regelt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) [37*].

Die Prüfung möglicher Minimierungsmaßnahmen erfolgt hiernach individuell für die geplante Anlage einschließlich ihrer geplanten Leistung und für die festgelegte Trasse. Das Minimierungsgebot verlangt keine Prüfung nach dem im Energiewirtschaftsrecht verankerten sogenannten NOVA-Prinzip – Netzoptimierung vor Netzverstärkung vor Netzausbau – und keine Alternativenprüfung, wie zum Beispiel Erdkabel statt Freileitung.

Bei der Bewertung, ob und inwieweit eine Minimierungsmaßnahme Anwendung findet, ist insbesondere der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zwischen Aufwand und Nutzen zu wahren. Bei der Bewertung sind darüber hinaus die nachteiligen Auswirkungen auf andere Schutzgüter zu berücksichtigen. Außerdem kommt eine Minimierungsmaßnahme nicht in Betracht, wenn diese zu einer Erhöhung der Immissionen an einem anderen maßgeblichen Minimierungsort führt. Wirken sich eine oder mehrere Minimierungsmaßnahmen unterschiedlich auf das elektrische und das magnetische Feld aus, ist bei Niederfrequenzanlagen die Minimierung des magnetischen Feldes zu bevorzugen.

1 Maßgebliche Minimierungsorte und Bezugspunkte

Für die Minimierungsprüfung ist gemäß der 26. BImSchVVwV [37*] bei 110-kV-Freileitungen ein pauschaler Einwirkungsbereich von 200m vom ruhenden äußeren Leiterseil zu betrachten. Innerhalb dieses Einwirkungsbereichs wird nochmals zwischen maßgeblichen Minimierungsorten unterschieden, die innerhalb bzw. außerhalb eines Bewertungsabstandes von 10m vom ruhenden äußeren Phasenseil liegen. Für außerhalb des Bewertungsabstandes liegende Minimierungsorte sind für deren Minimierungsprüfung

* Verweis auf das Literaturverzeichnis am Ende des Erläuterungsberichtes (Anlage 1)

auf dem Bewertungsabstand Bezugspunkte zu bilden. Diese befinden sich auf dem Bewertungsabstand im Schnittpunkt mit der kürzesten Gerade zwischen dem jeweiligen Minimierungsort und der Trassenachse. Dabei kann bei dichter Bebauung bzw. einer Vielzahl von Minimierungsorten auch stellvertretend ein repräsentativer Bezugspunkt gewählt werden. Für innerhalb des Bewertungsabstands liegende maßgebliche Minimierungsorte bezieht sich die Prüfung und Bewertung auf deren konkrete Lage/Exposition (individuelle Prüfung).

In der Tabelle 1 sind die individuellen maßgeblichen Minimierungsorte (IMMO) und zugehörigen Flurstücke aufgeführt, die vollständig bzw. teilweise innerhalb des Bewertungsabstands von 10m liegen. Ein IMMO besteht dabei aus denjenigen Flurstücken, die ein im Zusammenhang genutztes Grundstück bilden.

Tabelle 1: Individuelle Maßgebliche Minimierungsorte (IMMO)

IMMO	Mast	Bl./BL	Gemarkung	Flur	Flurstücke	Nutzung	s. Anlage
1	19-20	1365	Rübenach	5	750/113, 750/112, 750/111	Gewerbe-/Freifläche	10.2.1-4
2	19-20	1365	Rübenach	5	750/84, 750/85	Gewerbe-/Freifläche	10.2.1-4
3	19-20	1365	Rübenach	5	750/128, 750/130, 750/132	Gewerbe-/Freifläche	10.2.1-4
4	19-20	1365	Rübenach	5	750/127, 750/129, 750/90, 750/91, 750/135, 750/137, 750/92, 750/139, 750/131	Gewerbe-/Freifläche	10.2.1-4
5	20-21	1365	Rübenach	5	750/143, 750/145	Gewerbe-/Freifläche	10.2.1-4
6	20-21	1365	Rübenach	5	750/142, 750/144, 750/98, 750/96, 750/97	Gewerbe-/Freifläche	10.2.1-4
7	20-21	1365	Rübenach	6	303/4, 303/5, 303/7, 303/6, 304/4, 304/3, 302/3, 302/2, 321/18, 321/14, 297/2, 297/1, 321/15, 303/3, 312/4	Gewerbe-/Freifläche	10.2.1-4
8	21-22	1365	Rübenach	6	321/10, 321/11, 292/2, 292/1, 275/2, 275/1, 274/6, 274/5, 266/12, 330/11, 251/6, 321/8, 323/4, 330/8	Gewerbe-/Freifläche	10.2.1-4

Fortsetzung Tabelle 1

IMMO	Mast	BI./BL	Gemarkung	Flur	Flurstücke	Nutzung	s. Anlage
9	21-22	1365	Rübenach	6	266/30, 266/32, 270/4, 266/29, 266/31, 256/2, 256/5, 255/2, 255/1, 254/5, 254/4, 253/3, 253/2, 252/2, 252/1, 250/1, 250/2, 248/4, 247/1, 248/3, 270/3, 251/8, 256/4, 338/10, 251/7, 330/6, 337/7, 338/36 338/14, 339/4, 247/2	Gewerbe-/Freifläche	10.2.1-4
10	23-24	1365	Rübenach	6	1298/3, 1299/3, 1298/5, 1299/5	Gewerbe-/Freifläche	10.2.1-4
11	201-202	596	Kesselheim Neuendorf	13 1	166/8 tlw., 165/5 tlw., 164/3 tlw., 163/3 tlw., 161/2 tlw., 157/8 tlw., 156/1, 174/13, 174/16 ,174/18 152/2 tlw., 155/3 tlw., 163/4 tlw.	Gewerbe-/Freifläche	10.2.3-1

Die außerhalb des Bewertungsabstands aber innerhalb des pauschal anzusetzenden Einwirkungsbereichs (bis 200m vom ruhenden äußeren Leiterseil) liegenden maßgeblichen Minimierungsorte und die Bezugspunkte (BP) bzw. repräsentativen Bezugspunkte, die diesen maßgeblichen Minimierungsorten zugeordnet sind, können der Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Bezugspunkte (BP)

Bezugs-punkt Nr.	Mast	BI./BL	maßgebliche Minimierungsorte	s. Anlage
1	23-1	1259/ 1365	Gewerbefläche Otto-Schönhagen-Straße	10.2.1-1
2	23-1	1259/ 1365	geplanter Verkehrsübungsplatz	10.2.1-1
3	1-2	1365	Gewerbefläche Dienstleistungszentrum Bubenheim/B9, An der Römervilla	10.2.1-1
4	1-2	1365	geplanter Verkehrsübungsplatz, Gewerbeflächen an der B9, August-Horch-Straße	10.2.1-1

Fortsetzung Tabelle 2

Bezugs- punkt Nr.	Mast	Bl./BL	maßgebliche Minimierungsorte	s. Anlage
5	2-3	1365	Gewerbefläche Dienstleistungszentrum Bubenheim/B9, An der Römervilla	10.2.1-1
6	3-4	1365	Gewerbeflächen Dienstleistungszentrum Bubenheim/B9, An der Römervilla und Jakob-Hasslacher-Straße	10.2.1-1
7	4-5	1365	Südlicher Randbereich Wohngebiet Im Schildchesacker	10.2.1-1
8	5-6	1365	Südlicher Randbereich Wohngebiet Im Kirschgarten, Wohngebiet an der Malterstraße, landwirtschaftliche Betriebsfläche "Kaulenstück"	10.2.1-1
9	6-7	1365	Gewerbefläche im Gewerbepark Metternich II	10.2.1-2
10	7-8	1365	Gewerbeflächen im Gewerbepark Metternich II	10.2.1-2
11	8-9	1365	Gewerbefläche am westlichen Rand des Gewerbegebiets Metternich I	10.2.1-2
12	9-10	1365	Krankenhaus	10.2.1-2
13	19-20	1365	Gewerbefläche im Industriegebiet A 61 / GVZ-Koblenz, Zaubheimer Straße	10.2.1-4
14	19-20	1365	Gewerbeflächen im Industriegebiet A 61 / GVZ-Koblenz, Zaubheimer Straße	10.2.1-4
15	20-21	1365	Gewerbeflächen im Industriegebiet A 61 / GVZ-Koblenz, Zaubheimer Straße	10.2.1-4
16	21-22	1365	Gewerbeflächen im Industriegebiet A 61 / GVZ-Koblenz, Zaubheimer Straße	10.2.1-4
17	22-23	1365	Gewerbeflächen im Industriegebiet A 61 / GVZ-Koblenz, Zaubheimer Straße	10.2.1-4
18	23-24	1365	Gewerbefläche im Industriegebiet A 61 / GVZ-Koblenz, Im Sinderfeld	10.2.1-4
19	24-25	1365	Gewerbefläche im Industriegebiet A 61 / GVZ-Koblenz, Am Rübenacher Wald	10.2.1-4
20	201-202	596	Gewerbefläche an der B9, August-Horch-Straße	10.2.3-1

Fortsetzung Tabelle 3

Bezugs- punkt Nr.	Mast	Bl./BL	maßgebliche Minimierungsorte	s. Anlage
21	202-203	596	Gewerbefläche an der B9, August-Horch-Straße	10.2.3-1
22	202-203	596	Gewerbefläche, August-Horch-Straße	10.2.3-1

2 Prüfung von Minimierungsmaßnahmen

Das geplante Vorhaben wird aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und der technischen Planung mit unterschiedlichen Mastausführungen hinsichtlich der Prüfung von Minimierungsmaßnahmen in die folgenden Leitungsabschnitte untergliedert:

- I. Abschnitt der Bl. 1365 zwischen Mast Nr. 23 (Bl. 1259) und Mast Nr. 2
Hier befinden sich die in Tabelle 2 aufgeführten Bezugspunkte Nr. 1 bis 4.
Individuell zu prüfende maßgebliche Minimierungsorte sind hier nicht vorhanden.
- II. Abschnitt der Bl. 1365 zwischen Mast Nr. 2 und Nr. 17
Hier befinden sich die in Tabelle 2 aufgeführten Bezugspunkte Nr. 5 bis 12.
Individuell zu prüfende maßgebliche Minimierungsorte sind hier nicht vorhanden.
- III. Abschnitt der Bl. 1365 zwischen Mast Nr. 17 und Nr. 25
Hier befinden sich die in Tabelle 1 aufgeführten individuell zu prüfenden maßgeblichen Minimierungsorte Nr. 1-10 und die in Tabelle 2 aufgeführten Bezugspunkte Nr. 13 bis 19.
- IV. Abschnitt der Bl. 1380 zwischen Mast Nr. 25 (Bl. 1365) und Mast Nr. 1 der Bl. 1380
Hier sind weder individuell zu prüfende maßgebliche Minimierungsorte noch Bezugspunkte vorhanden. Eine Prüfung möglicher Minimierungsmaßnahmen ist hier nicht erforderlich.
- V. Abschnitt der BL596 zwischen DB-Unterwerk Koblenz und Mast Nr. 2 (Bl. 1365)
Hier befinden sich der in Tabelle 1 aufgeführte individuell zu prüfende maßgebliche Minimierungsort Nr. 11 und die in Tabelle 2 aufgeführten Bezugspunkte Nr. 20 bis 22.

Da dem Abschnitt IV keine maßgeblichen Minimierungsorte und Bezugspunkte zugeordnet werden können, werden im Folgenden nur für die Leitungsteilabschnitte I, II, III und V die gem. Kapitel 5.3.1 der 26. BImSchVVwV [37*] grundsätzlich in Frage kommenden folgenden Minimierungsmaßnahmen geprüft:

* Verweis auf das Literaturverzeichnis am Ende des Erläuterungsberichtes (Anlage 1)

- Optimierung der Mastkopfgeometrie
- Minimierung der Seilabstände
- Abstandsoptimierung
- Elektrische Schirmung
- Optimierung der Leiteranordnung

2.1 Optimierung der Mastkopfgeometrie

Durch die Wahl des Mastkopfes kann eine für die Kompensation von entstehenden elektrischen und magnetischen Feldern geometrisch günstigere Anordnung der Leiterseile ermöglicht werden. Dabei ist für die Kompensation von elektrischen und magnetischen Feldern eine vertikale Anordnung der Außenleiterseile i.d.R. grundsätzlich günstiger als eine horizontale (s. Kapitel 5.2.1.4 bzw. 5.3.1.4 der 26. BImSchVVwV). Auch die Anordnung der Leiterseile eines Stromkreises in Dreiecksform kann zu einer Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder beitragen. Eine Anordnung der Leiterseile im Mastkopf, die felderkompensierend wirkt, kann aber nachteilig für andere Schutzgüter sein oder auf Grund der örtlichen Gegebenheiten nicht oder nur eingeschränkt möglich sein. So führt eine vertikale Anordnung der Leiterseile zu größeren Masten und bedingt zusätzliche Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes. Auch technische Gründe können gegen eine vertikale Anordnung der Leiterseile sprechen, z.B. wenn bei einer Unterkreuzung einer anderen Freileitung oder bei bestimmten Anbindung zu vorhanden Masten bzw. Anlagenportalen eine vertikale Anordnung zu einer Unterschreitung der einzuhaltenden Mindestabstände zwischen den Leiterseilen oder Gelände führt.

Prüfung Abschnitt I:

Nach technischer Prüfung konnte unter Berücksichtigung der Leiterseilanbindungen an den vorhandenen Mast Nr. 23 der Bl. 1259 (untere Einebenentraverse) für den Mast Nr. 1 ein Mastbild mit vertikaler Seilanordnung (A 63, s. Anlage 3 Blatt 5) gewählt werden, welches hinsichtlich der Schutzstreifenbreite und auch hinsichtlich der Kompensation von elektrischen und magnetischen Feldern am Bewertungsabstand günstiger ist als ein Einebenenmast mit horizontaler Anordnung. Obwohl die vertikale Seilanordnung mit einem höheren Mast und damit mit einer etwas höheren Landschaftsbildbeeinträchtigung verbunden ist, wird die vertikale Seilanordnung zur Minimierung der Schutzstreifenbreite und auch zur Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder hier als vorzugswürdig angesehen. Denn der Mast Nr. 1 befindet sich zwischen den höheren 110-kV-Masten Nr. 23 (Bl. 1259) und Nr. 2, so dass die zusätzliche Landschaftsbildbeeinträchtigung hier als verhältnismäßig angesehen wird.

Prüfung Abschnitt II

Hier wurde ein Mastbild gewählt (Masttyp AA 61, s. Anlage 3 Blatt 1+2), dass für die Mitführung der insgesamt vier 110-kV-Stromkreise geeignet ist und unter Berücksichtigung einer optimierten Mastausteilung mit größeren Mastabständen und

damit weniger Maststandorten einen ausgleichenden Kompromiss hinsichtlich Masthöhe (Minimierung Landschaftsbild), Trassenbreite (Schutzstreifen) und Seilanordnung (Minimierung elektrischer u. magnetischer Felder) darstellt. Das hier geplante Mastbild besitzt drei Traversenebenen. Dieses Mastbild ist damit zwar höher als ein Mastbild mit doppelter Einebene (Mast mit zwei Traversenebenen) aber niedriger als ein Mast mit einer ausschließlich vertikalen Seilanordnung sämtlicher Leiterseile (Mast mit fünf Traversenebenen). Die Wahl eines Mastbildes mit vertikaler Seilanordnung wird hier wegen der damit verbundenen zusätzlichen Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch höhere Maste als nicht vorzugswürdig angesehen (zusätzlich zwei Traversenebenen mit je rd. 5m Abstand). Auch der Einebenenmast wird hier nicht als vorzugswürdig angesehen, da er zu deutlich breiteren Schutzstreifen führt und auch hinsichtlich der elektrischen und magnetischen Feldstärkewerte als ungünstigeres Mastbild zu bewerten ist.

Bei dem gewählten Masttyp AA 61 dienen die unteren beiden Traversen der Mitführung der 50-Hz-Stromkreise der Westnetz. Die Anordnung der Aufhängepunkte am Mast wurden dabei so gewählt, dass die Leiterseile eines Stromkreises der beiden 50-Hz-Systeme etwa in einer Dreiecksform zueinander liegen, was zu einer Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder führt. Zusätzlich wurde hier zur weiteren Minimierung eine spezielle Dreiecksanordnung gewählt, bei der nur ein Leiterseil an der untersten Traverse befestigt ist (umgekehrte Donauanordnung). Hierdurch ergeben sich nochmals geringfügige Verbesserungen für das elektrische und magnetische Feld, da die beiden anderen Leiterseile des Stromkreises und insbesondere das zu den Bezugspunkten am nächsten liegende äußere Leiterseil höher liegt.

Prüfung Abschnitt III

In diesem Abschnitt wurde ein Mastbild (A 78, s. Anlage 3 Blatt 3+4) gewählt, das zum einen die Mitführung der insgesamt vier 110-kV-Stromkreise ermöglicht und zum anderen ohne Schutzstreifenverbreiterungen im bebauten Gewerbegebiet auskommt. Ein anderes Mastbild ist aus betrieblichen, technischen und privatrechtlichen Gründen hier nicht vorzugswürdig. Das gewählte Mastbild mit einer vertikalen Leiterseilanordnung vermeidet zusätzliche Nutzungsbeeinträchtigungen durch Schutzstreifenverbreiterungen und ist auch für die Kompensation von elektrischen und magnetischen Feldern i.S. der 26. BImSchVVwV (s. Kapitel 5.2.1.4 bzw. 5.3.1.4) [37*] grundsätzlich als günstig zu bewerten.

Prüfung Abschnitt V

Hier sind für die 110-kV-Bahnstromleitung aus technischen Gründen Masten mit einer horizontalen Leiterseilanordnung (Einebene) vorgesehen (s. Anlage 3 Blatt 7+8). Nur hierdurch können die notwendigen Mindestabstände zu den unterkreuzten 110-kV-Stromkreisen der vorhandenen Bl. 1259 unter gleichzeitiger Berücksichtigung der technischen Mindestabstände zwischen Leiterseilen und Boden ausreichend hergestellt werden. Eine vertikale Seilanordnung scheidet hier daher aus technischen Gründen aus.

* Verweis auf das Literaturverzeichnis am Ende des Erläuterungsberichtes (Anlage 1)

2.2 Minimierung der Seilabstände

Durch eine Minimierung der lichten Abstände der stromführenden Leiterseile zueinander im Mastkopf können Immissionen des magnetischen Feldes verringert werden. Die größte Wirkung ergibt sich dabei in unmittelbarer Trassennähe und nimmt mit zunehmenden Abstand ab.

Eine Abstandsreduzierung zwischen den Leiterseilen der aufliegenden Stromkreissysteme kann bei Tragmasten einer Freileitung z.B. durch die Verwendung von sogenannten V-Ketten statt ausschwingbarer Hängeketten ermöglicht werden. Durch die Fixierung der Leiterseile mittels V-Ketten ist eine engere Leiterseilführung in Richtung Mastschaft möglich. V-Ketten werden bei Tragmasten aus technischer und betrieblicher Sicht ohnehin dort eingesetzt, wo die örtlichen Gegebenheiten eine besonders schmale Trassenführung bzw. schmale Schutzstreifen zwingend erfordern.

Der Einbau von V-Ketten ist aber aus technischer Sicht nicht grundsätzlich als vorzugswürdig anzusehen, denn die mechanische Belastung und damit das Beschädigungsrisiko ist bei dynamischen Bewegungen des Leiterseils, z.B. bei Starkwind, höher als bei Hängeketten, welche seitlich ausschlagen können und somit nur zug- und nicht wie V-Ketten auch druckbelastet werden. Auch sind die Traversen für die V-Ketten i.d.R. für die geänderten Befestigungspunkte länger auszuführen. Bei Freileitungsneubaumaßnahmen wird daher aus technischer Sicht zunächst grundsätzlich der Einbau von Hängeketten bevorzugt.

Bei Abspannmasten ist der Abstand der Aufhängepunkte an den Traversen insbesondere davon abhängig, für welchen Leitungswinkelbereich der Abspannmast geeignet sein soll. Die Abstände zwischen den Leiterseilen selbst und zum Mastschaft hin ergeben sich dabei unter den Rahmenbedingungen der für den Masttyp vorgesehenen maximalen Spannfeldlängen unter Berücksichtigung der einzuhaltenden technischen Mindestabstände der Leiterseile zu geerdeten Bauteilen oder anderen Leiterseilen auch im ausgeschwungenen Zustand. Die Seilabstände zum Mastschaft werden dabei grundsätzlich mit der Maßgabe festgelegt, dass ein Besteigen des Mastes für Inspektionen oder Instandhaltungsmaßnahmen möglichst ohne Freischaltungen von Stromkreisen erfolgen kann und die Seile für zukünftige Seilarbeiten nebeneinander heruntergelassen werden können. Die bei dem vorliegenden Vorhaben verwendeten Abspannmaste wurden unter Berücksichtigung der jeweiligen Mastkopfgeometrie (s.o.) und der jeweils erforderlichen Winkelgruppe hinsichtlich der Seilabstände unter diesen o.g. technischen und betrieblichen Rahmenbedingungen minimiert. Eine weitere Seilabstandsminimierung ist bei den gewählten Abspannmasten somit nicht gegeben.

Prüfung Abschnitt I:

Hier wird ausschließlich ein Abspannmast verwendet, dessen Seilabstände im Mastkopf unter den o.g. technischen und betrieblichen Rahmenbedingungen minimiert sind.

Prüfung Abschnitt II:

Das Potential einer Felderminimierung durch den Einsatz von V-Ketten zur Verringerung der Seilabstände ist hier für die Bezugspunkte und erst recht für die den Bezugspunkten zugeordneten maßgeblichen Minimierungsorten als gering zu bewerten. Die Wirkung einer Felderreduzierung durch eine Verringerung der Seilabstände im Mastkopf ist an den hier mindestens rd. 50 m vom Bewertungsabstand entfernt liegenden maßgeblichen Minimierungsorten kaum mehr vorhanden. Eine Minimierungswirkung durch V-Ketten würde sich hier auch allein deshalb kaum messbar auf die Minimierungsorte auswirken, da die geplante Freileitung in diesem Leitungsabschnitt mittig zwischen zwei bestehenden Hoch- bzw. Höchstspannungsfreileitungen verläuft und diese bestehenden Freileitungen auf Grund ihrer größeren Nähe zu den Minimierungsorten einen relevanteren Immissionsanteil haben. Eine zusätzliche Verringerung der Seilabstände durch V-Ketten an den Tragmasten im Mastkopf wird in diesem Leitungsabschnitt somit unter Berücksichtigung der oben beschriebenen technischen Nachteile von V-Ketten gegenüber Hängeketten als nicht vorzugswürdig bewertet und hier daher der Masttyp AA 61 mit Hängeketten verwendet.

Prüfung Abschnitt III

Um den Schutzstreifen für die geplante Freileitung im hier vorhandenen Gewerbegebiet und den hier am Schutzstreifenrand unmittelbar stehenden Gebäuden nicht gegenüber dem vorhandenen Schutzstreifen erweitern zu müssen, wurde in diesem Abschnitt allein aus technischen und privatrechtlichen Gründen eine engere Leiterseilführung unter Verwendung von V-Ketten an den Tragmasten geplant. Die geplante Verwendung von V-Ketten ermöglicht hier gleichzeitig eine Minimierung der magnetischen Felder für die im unmittelbaren Trassenbereich befindlichen maßgeblichen Minimierungsorte. V-Ketten sind hier im Hinblick auf Trassenbreite, privatrechtliche und betriebliche Belange und auch bzgl. einer Minimierung der Feldstärkewerte somit als vorzugswürdig anzusehen.

Prüfung Abschnitt V:

Hier werden ausschließlich Abspannmaste verwendet, deren Seilabstände im Mastkopf unter den o.g. technischen und betrieblichen Rahmenbedingungen minimiert sind.

2.3 Abstandsoptimierung

Grundsätzlich führt eine Vergrößerung des Abstands der Leiterseile zu den maßgeblichen Minimierungsorten bzw. den Bezugspunkten zu einer Verringerung der Immissionen an diesen Orten. Die Vergrößerung der Distanz kann mittels Masthöhungen oder Verkürzung der Spannfeldlängen (ohne gleichzeitige Masthöhenreduktion) realisiert werden. Die Wirksamkeit einer zusätzlichen vertikalen Abstandserhöhung ist dabei i.d.R. in Spannfeldmitte unmittelbar unterhalb der Phasenseile am größten, da hier die Bodenabstände i.d.R. auch am geringsten sind. Sie nimmt in Richtung der Masten, wo die Abstände ohnehin auf Grund der hohen Aufhängepunkte am Mast stetig zunehmen, stark ab. Mit zunehmendem seitlichem Abstand werden die Immissionen zusätzlich deutlich

reduziert. Das Minimierungspotential ist somit erheblich abhängig vom bereits vorhandenen vertikalen und horizontalen Abstand zu den Phasenseilen und wirkt sich daher je nach Lage des Minimierungsortes unterschiedlich aus. Das Minimierungspotential an einem Minimierungsort verhält sich dabei nicht linear zur Abstandsvergrößerung. Der mögliche zusätzliche Minimierungseffekt sinkt überproportional mit zunehmenden Abstand. Eine mit einer Masterhöhung verbundene Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder hat den höchsten Effekt für diejenigen Orte unmittelbar unterhalb der Leiterseile, bei denen der bei 110-kV-Freileitungen technisch erforderliche kleinstmögliche Abstand vorliegt (Bei 110-kV-Freileitungen beträgt der Mindestabstand gem. EN 50341 bzw. VDE 0210 zwischen Gelände und untersten Leiterseilen 6m). Das Minimierungspotenzial ist somit geringer bei den Minimierungsorten, die bereits größere vertikale Abstände als die technisch erforderlichen Mindestabstände zum Leiterseil besitzen (z.B. im Nahbereich eines Maststandortes) bzw. nicht unmittelbar unterhalb der Leiterseile also seitlich liegen (z.B. Bezugspunkte).

Eine Abstandsvergrößerung erfordert i.d.R. höhere Masten oder zusätzliche Maststandorte. Hierdurch ergeben sich i.d.R. Verschlechterungen hinsichtlich der Landschaftsbildbeeinträchtigung und/oder von Grundstücks-/ Bodeninanspruchnahmen (z.B. durch zusätzliche oder ungünstigere Maststandorte bzw. größere Fundamente).

Prüfung Abschnitt I:

Die Höhen der Masten Nr. 1 und Nr. 2 der Bl. 1365 werden hier technisch begrenzt durch die Aus- bzw. Unterkreuzungen der Stromkreise der Hochspannungsfreileitungen Bl. 0596 bzw. Bl. 1259. Die Maststandorte und -höhen wurden hier so festgelegt, dass die Mindestabstände nach EN 50341 sowohl zwischen den sich über-/unterkreuzenden 110-kV-Leiterseilen als auch zwischen den untersten Leiterseilen und Gelände bzw. der hier kreuzenden B9 ausreichend eingehalten werden. Eine weitere Masterhöhung scheidet hier auf Grund der einzuhaltenden technischen und betrieblichen Rahmenbedingungen aus.

Prüfung Abschnitt II:

In diesem Leitungsabschnitt wurden für die Verringerung der Mastanzahl bereits Masten mit größeren Höhen vorgesehen als dies bei einer der Bestandsleitung entsprechenden Mastausteilung mit kleineren Mastabständen der Fall wäre. Die durchschnittliche Masthöhe beträgt hier auch wegen der geplanten zusätzlichen Mitführung der beiden 16 2/3 Hz-Stromkreise der DB Energie oberhalb der 50 Hz-Stromkreise der Westnetz bereits rd. 43 m über Gelände. Sie ist damit rd. 8 m höher als die durchschnittliche Masthöhe der zu ersetzenden Freileitung. Eine weitere Masterhöhung bzw. Spannungsfeldverkürzung mit zusätzlichen Masten, die zu zusätzlichen Eingriffen in das Landschaftsbild, größeren Grundstücks- und Bodeninanspruchnahmen (durch größere bzw. zusätzliche Fundamente) und Mehrkosten führen, wird hier als nicht vorzugswürdig angesehen. Hinzu kommt, dass in diesem Leitungsabschnitt bei der Gesamtbewertung berücksichtigt werden muss, dass keine maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstands liegen und die Minimierungswirkung einer Masterhöhung auf die

nochmals mindestens rd. 50m weiter entfernten liegenden maßgeblichen Minimierungsorte um einen mehrfachen Faktor geringer ist. Auch die Tatsache, dass die geplante Freileitung in diesem Leitungsabschnitt mittig zwischen zwei bestehenden Hoch- bzw. Höchstspannungsfreileitungen der DB-Energie bzw. Amprion verläuft und diese bestehenden Freileitungen auf Grund ihrer größeren Nähe zu den Minimierungsorten einen relevanteren Immissionsanteil haben, führt zu der Bewertung, dass weitere Masterhöhungen unter Berücksichtigung der damit verbundenen o.g. Nachteile bei der geplanten Freileitung als unverhältnismäßig anzusehen ist.

Prüfung Abschnitt III:

Da hier eine unmittelbare Überspannung von Minimierungsorten (Gewerbegebiet) erfolgt, wurde eine Abstandsvergrößerung geprüft und insoweit auch für die Planung umgesetzt, wie dies aus Sicht der Vorhabenträger unter Berücksichtigung der damit verbundenen Nachteile für das Landschaftsbild, die Grundstücksinanspruchnahmen und auch hinsichtlich der wirtschaftlichen Aspekte gerade noch als verhältnismäßig angesehen wird.

Die für die Planung gewählte zusätzliche Abstandvergrößerung ergibt sich unter den im Folgenden beschriebenen Maßgaben. Zum einen wurde hier eine kürzere Mastausteilung gewählt, welche der bestehenden Mastausteilung entspricht. Zum anderen wurden die Höhen der Maste in etwa an die außerhalb des Leitungsabschnitts stehenden Maste der geplanten Freileitung angepasst. Die Leitung ist somit innerhalb und außerhalb der Bebauung in etwa gleich hoch. Durch die kürzeren Mastabstände in diesem Leitungsabschnitt ergeben sich geringere Seildurchhänge, wodurch sich in Verbindung mit der o.g. Masthöhenanpassung in diesem Abschnitt erheblich höhere Abstände zwischen Leiterseilen und Boden ergeben als dies gem. EN 50341 aus technischer Sicht mindestens erforderlich wäre.

Die zusätzliche Masterhöhung, die zu einer Verschlechterung der optischen Wirkung bzw. der Landschaftsbildbeeinträchtigung führt, wird hier unter Berücksichtigung der damit verbundenen Minimierungswirkung für die unmittelbar überspannten Gewerbeflächen noch als verhältnismäßig bewertet, da die außerhalb der Bebauung stehenden Maste der geplanten Freileitung vergleichbare Masthöhen haben. Gleichzeitig wird durch die gewählte standortgleiche Mastausteilung im Gewerbegebiet trotz kürzerer Mastabstände eine erhebliche zusätzliche Beeinträchtigungen der bestehenden Grundstücksnutzung weitestgehend reduziert.

Eine weitere Abstandsvergrößerung durch höhere oder noch enger zueinander liegende Maststandorte wird aus Gründen der damit verbundenen nochmals zusätzlichen Landschaftsbild- und Grundstücksbeeinträchtigung und auch aus wirtschaftlichen Gründen hier als nicht vorzugswürdig angesehen.

Prüfung Abschnitt V:

Die Höhen der Maste werden hier technisch begrenzt durch die Unterkreuzungen der vorhandenen Hoch-/Höchstspannungsfreileitungen Bl. 4511 (Amprion) und der Bl. 1259 (Westnetz) sowie der Anbindung an die Portale des UW Koblenz. Die Maststandorte und

Höhen der Maste wurden hier so festgelegt, dass sowohl die Abstände nach EN 50341 zwischen den sich über-/unterkreuzenden 110-kV-Leiteseilen als auch die vertikalen Abstände der Leiteseile zum Gelände sicher eingehalten werden können und die Anbindung an die Portale der UW Koblenz möglich ist. Eine weitere Abstandserhöhung scheidet hier auf Grund der einzuhaltenden technischen und betrieblichen Rahmenbedingungen aus.

2.4 Elektrische Schirmung

Durch den Einbau von elektrisch leitfähigen Schirmleitern (z.B. geerdetes zusätzliches Leiteseil) seitlich auf gleicher Höhe oder unterhalb der Leiteseile können die elektrischen Felder verringert werden. Eine Wirkung kann hierbei jedoch i.d.R. nur in unmittelbarer Trassennähe festgestellt werden. Mit zunehmender Entfernung zur Trassenachse ist kein signifikanter Effekt mehr vorhanden. Eine Reduzierung des magnetischen Feldes erfolgt hierdurch nicht. Durch den Einbau von Schirmleitern unterhalb der Leiteseile oder beidseitig seitlich außen ergibt sich i.d.R. ein Mehraufwand für eine ggf. anzupassende Konstruktion der Maste oder durch das Schirmseil selbst (zusätzliche untere Traversenebene oder breitere unterer Traversen und statische Anpassung der Maste/Fundamente). Dies führt i.d.R. auch zu zusätzlichen Schutzgutbeeinträchtigungen durch z.B. höhere Maste und/oder breitere Schutzstreifen.

Prüfung Abschnitt I:

Der Einbau eines zusätzlichen geerdeten Schirmseils unterhalb der stromführenden Leiteseile hätte am 10m seitlich gelegenen Bewertungsabstand nur einen geringen Minimierungseffekt und würde höhere und statisch angepasste Maste erfordern und wird daher hier als nicht vorzugswürdig bewertet. Entsprechendes gilt auch für eine seitliche Anbringung außen neben den Leiteseilen, die breitere Traversen und breitere Schutzstreifen erforderlich machen würde. Auf den maßgeblichen Minimierungsorten selbst wäre in der Örtlichkeit ohnehin eine Minimierung des elektrischen Feldes praktisch nicht messbar, da diese nochmals mindestens rd. 60m vom äußeren Phasenseil entfernt liegen und zudem zwischen der geplanten Freileitung und den maßgeblichen Minimierungsorten sich vorhandene Hoch-/Höchstspannungsfreileitungen befinden, die zum einen das elektrische Feld der geplanten Freileitung nahezu vollständig abschirmen und zum anderen wegen der größeren Nähe selbst eine höhere Immissionswirkung auf die Minimierungsorte haben. Da kein bzw. kein signifikant messbarer Minimierungseffekt auf den maßgeblichen Minimierungsorten selbst vorhanden ist, wird der Einbau von Schirmleitern direkt unterhalb oder seitlich der Leiteseile mittels zusätzlicher unterer Traversenebene (mit höheren Masten) oder breiterer unterer Traverse auf Grund des damit verbundenen Aufwands und der Nachteile beim Landschaftsbild und/oder Nutzungsbeeinträchtigung der Grundstücke (zusätzliche Höhenbeschränkungen oder breitere Schutzstreifen) als nicht verhältnismäßig angesehen.

Prüfung Abschnitte II und III

Bei der geplanten Freileitung ist auf Grund der Mitführung der Stromkreise der DB-Energie und der Westnetz auf der Gemeinschaftsleitung zwischen Mast Nr. 2 und Mast Nr. 25 die Auflage von zwei Aluminium-Stahlseilen mit Lichtwellenleiterkern (LWL) vorgesehen, die für den separaten Netzbetrieb der beiden Vorhabenträger erforderlich sind. Das eine LWL-Seil wird dabei über die Mastspitze geführt und dient hierdurch dem erforderlichen Blitzschutz der Leitung (sogenanntes Erdseil). Das andere zusätzliche LWL-Seil wird am Mastschaft in Höhe der Unterkante der untersten Traverse befestigt und verläuft somit etwa in Höhe der unteren stromführenden Leiterseile mittig zwischen den unteren Leiterseilen entlang der Trassenachse. Dieses untere LWL-Seil liegt zwar nicht unterhalb der Leiterseile oder seitlich außen und ist somit eigentlich keine wirksame Maßnahme mit einer signifikanten Schirmungswirkung entsprechend den Anmerkungen der 26. BImSchVVwV (s. Kapitel 5.3.1.2, Wirksamkeit) [37*]. Dennoch wird hierdurch das elektrische Feld zumindest für die in unmittelbarer Nähe der Trassenachse liegenden Teilflächen der maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes geringfügig verringert. Eine Anbringung von weiteren Schirmleitern direkt unterhalb der Leiterseile mittels zusätzlicher unterer Traversenebene mit höheren Masten oder seitlich durch eine Verlängerung der unteren Traverse wird hier auf Grund des damit verbundenen Aufwands und der Nachteile beim Landschaftsbild und/oder Nutzungsbeeinträchtigung der Grundstücke (zusätzliche Höhenbeschränkungen oder breitere Schutzstreifen) als nicht verhältnismäßig angesehen.

Prüfung Abschnitt V

Hier ist die Führung des Erdseils aus technischen Gründen zwischen den Masten Nr. 201 und 202 wegen der für die Unterkreuzung der Hochspannungsfreileitungen Bl. 1259 einzuhaltenden Mindestabstände nicht über die Mastspitze sondern im Mastschaft in Höhe der unteren Traverse vorgesehen. In diesem Bereich erfolgt somit entsprechend den Teilabschnitten II/III ebenfalls eine geringfügige Minimierung des elektrischen Feldes für die in Trassenachsnähe liegenden maßgeblichen Minimierungsorte. Eine weitere Anbringung zusätzlicher Schirmleiter mit zusätzlichen oder breiteren Traversen ist hier nicht vorzugswürdig, da dies neben statisch aufwendigeren Masten zu erweiterten Einschränkungen der Grundstücksnutzung führen würde (zusätzliche Höhenbeschränkung oder breitere Schutzstreifen).

2.5 Optimierung der Leiter- bzw. Phasenordnung

Durch eine bestimmte Anordnung der Phasen eines Stromkreises (Leiteranordnung) können die Immissionen des magnetischen und elektrischen Feldes verringert werden. Voraussetzung ist dabei, dass mehr als ein Drehstromkreissystem gleicher Frequenz auf der Freileitung vorhanden ist. Die Wirksamkeit der Änderung der Phasenordnung wird dabei vom Mastkopfbild und dem Leiterseilabstand beeinflusst und ist abhängig vom Abstand des jeweiligen Immissionsorts zu den Leiterseilen. Eine Änderung der Phasenordnung, die bei einem Immissionsort zu einer Reduzierung der

* Verweis auf das Literaturverzeichnis am Ende des Erläuterungsberichtes (Anlage 1)

Feldstärkewerte führt, kann jedoch bei einem anderen Immissionsort je nach dessen Lage die gegenteilige Wirkung haben.

Um eine bestimmte Phasenlage für eine Freileitung herstellen und auch dauerhaft sicherstellen zu können, die unabhängig von Phasenordnungen der angebunden Umspann-/Schaltanlagen oder Freileitungen ist, ist es i.d.R. erforderlich, dass die Möglichkeit besteht, ggf. einen Phasentausch auf der betrachteten Freileitung an geeigneter Stelle selbst durchführen zu können. Hierfür ist ggf. ein gegenüber dem Standardmast aufwendigerer Spezialmast mit breiteren oder zusätzlichen Traversen notwendig.

Die Minimierungsbetrachtung der Phasenordnung der Stromkreise mit 50 Hz und 16 2/3 Herz erfolgte unabhängig voneinander, da diese auf Grund der unterschiedlichen Frequenz keine gegenseitige Minimierungs- bzw. Verstärkungswirkung haben.

Prüfung der Phasenlagen der 50 Hz-Stromkreise:

Die Herstellung einer für alle individuellen Minimierungsorte und Bezugspunkte durchgehend immer beste Phasenlage für die magnetischen und elektrischen Feldstärkewerte ist hinsichtlich der Stromkreise mit 50Hz nicht möglich. Aber zumindest gibt es im Leitungsabschnitt III für die direkt überspannten individuellen maßgeblichen Minimierungsorte eine Phasenlage, die insgesamt betrachtet zur Reduzierung der magnetischen Felder als vorzugswürdig zu bewerten ist. Diese Phasenlage führt an den Bezugspunkten im Abschnitt III zwar hinsichtlich des magnetischen Feldes nicht für jeden zu dem günstigsten Immissionswert aber auch nicht zu dem schlechtesten Wert. Aus diesem Grund wird diese Phasenlage trotz höherem technischen Aufwand für die Planung als insgesamt vorzugswürdig angesehen und berücksichtigt. Um diese vorzuziehende Phasenlage im Abschnitt III herstellen zu können, ist es erforderlich, den Mast Nr. 1 der Bl. 1380 als Spezialmast auszuführen (s. Anlage 3, Blatt 6). Nur hierdurch kann die erforderliche Phasenlagendrehung zur Anbindung an die Stromkreise der vorhanden 110-kV-Freileitung Koblenz – Niederhausen, Bl. 0100, hier ermöglicht werden.

Im Abschnitt II gibt es für die Stromkreise mit 50 Hz keine Phasenlage, die für jeden hier vorhandenen Bezugspunkt als Beste zu bewerten ist. Hier wäre im Sinne der 26. BImSchVVwV [37^{*}] somit keine Phasenlage vorzugswürdig. Für den Abschnitt II wird daher die Phasenlage gewählt, die sich aus technischen Gründen durch die Herstellung der Leiterseilverbindung aus dem Abschnitt III ausgehend vom Mast Nr. 17 (AA78) zum Mast Nr. 16 (AA61) ergibt. Diese sich danach ergebende Phasenlage in Abschnitt II ermöglicht für das magnetische Feld der 50Hz-Stromkreise zwar nicht für jeden Bezugspunkt den jeweils niedrigsten Wert, dafür aber auch nicht den jeweils höchsten. Für den sich an Abschnitt II unmittelbar anschließenden kurzen Abschnitt I mit nur einem Neubaumast ist eine separate Phasenlagenänderung aus technischen Gründen nicht möglich. Die Phasenlage ergibt sich hier als Folge der im Abschnitt II gewählten Phasenlage durch die Herstellung der Stromkreisverbindung von Mast 2 (Bl. 1365) über Mast Nr. 1 zum Mast Nr. 23 (Bl. 1259).

* Verweis auf das Literaturverzeichnis am Ende des Erläuterungsberichtes (Anlage 1)

Prüfung der Phasenlagen der 16 2/3 Hz-Stromkreise:

Auch hinsichtlich der Stromkreise mit 16 2/3 Hz ist die Herstellung einer für alle individuellen Minimierungsorte und Bezugspunkte durchgehend immer besten Phasenlage für die magnetischen und elektrischen Feldstärkewerte nicht möglich. Hier ist jedoch ebenfalls im Leitungsabschnitt III eine Phasenlage vorzugswürdig, die insgesamt betrachtet zumindest auf den unmittelbar überspannten individuellen maßgeblichen Minimierungsorten zu den günstigsten magnetischen Feldstärkewerten führt. Außer für den Bezugspunkt 19 stellt diese Phasenlage auch die günstigste Phasenlage für alle anderen Bezugspunkte hinsichtlich der magnetischen Feldstärkewerte dar.

Im Abschnitt II gibt es ebenfalls eine Phasenlage, die für die hier ausschließlich vorhandenen Bezugspunkte minimierend ist und daher als vorzugswürdig angesehen wird.

Im Abschnitt V hingegen ist keine Phasenlage als vorzugswürdig anzusehen, da die für sämtliche Bezugspunkte hier günstigste Phasenlage gleichzeitig die ungünstigste Phasenlage für den individuellen maßgeblichen Minimierungsort Nr. 11 darstellt. Hier wird daher aus technischen Gründen die Phasenlage gewählt, die sich durch die Anbindung an Mast Nr. 2 mit der aus dem Abschnitt II ankommenden Phasenlage ergibt.

Die Planung der Phasenlagen für die 50 Hz- und 16 2/3 Hz- Stromkreise sieht unter Berücksichtigung der obigen Bewertung für die geplante Freileitung für die betrachteten Leitungsabschnitte wie folgt aus:

Tabelle 3: geplante Phasenlagen

	geplante Phasenlage der 50Hz - Stromkreise	geplante Phasenlage der 16 2/3 Hz - Stromkreise
Abschnitt I		keine 16 2/3 Hz- Stromkreise
Abschnitt II		
Abschnitt III		
Abschnitt V	keine 50 Hz-Stromkreise	

Durch die in Tabelle 3 dargestellten Phasenlagen ergeben sich unter Berücksichtigung der weiteren o.g. vorgesehenen Minimierungsmaßnahmen gem. Kapitel 2 für die geplante Freileitungsverbindung an den individuellen Minimierungsorten bzw. Bezugspunkten gegenüber der jeweils ungünstigsten Phasenlage für die 50 Hz-Stromkreise eine Reduzierung von bis zu 6,6 μT für das magnetische Feld und bis zu 0,6 kV/m für das elektrische Feld. Für die 16 2/3-Hz- Stromkreise ergeben sich Reduzierungen von bis zu 1,3 μT für das magnetische Feld und bis zu 0,3 kV/m für das elektrische Feld.