

WESTNETZ

Teil von **innogy**



Neubau der
110-kV-Freileitung

Pkt. Sirzenich – Saarburg (Bl. 1366)

zum Ersatz der
Hochspannungsfreileitung Koblenz – Merzig (Bl. 2326)
auf dem Teilabschnitt Pkt. Sirzenich – Pkt. Ayl

Anlage 10.2
Minimierungsprüfung gem. 26. BImSchVVwV

Westnetz GmbH
Spezialservice Strom
Genehmigungen
Florianstraße 15 - 21
44139 Dortmund

Inhaltsverzeichnis

1	ALLGEMEINES.....	3
2	ERGEBNIS.....	4
3	MAßGEBLICHE MINIMIERUNGSORTE	5
3.1	INDIVIDUELLE MAßGEBLICHE MINIMIERUNGSORTE.....	5
3.2	BEZUGSPUNKTE UND MAßGEBLICHE MINIMIERUNGSORTE.....	8
4	MINIMIERUNGSPRÜFUNG	10
4.1	OPTIMIERUNG DER MASTKOPFGEOMETRIE.....	10
4.2	MINIMIERUNG DER SEILABSTÄNDE.....	10
4.3	ABSTANDSOPTIMIERUNG.....	11
4.4	ELEKTRISCHE SCHIRMUNG	12
4.5	PHASENANORDNUNG.....	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Maximalwerte der elektrischen und magnetischen Felder in den Leitungsabschnitten	4
Tabelle 2:	Individuelle Maßgebliche Minimierungsorte der Bl. 1366	7
Tabelle 3:	Individuelle Maßgebliche Minimierungsorte der Bl. 2386	7
Tabelle 4:	Bezugspunkte der Bl. 1366.....	8
Tabelle 5:	Bezugspunkte der Bl. 2386.....	9

1 Allgemeines

Beim Betrieb von Stromleitungen des Nieder-, Mittel-, Hoch und Höchstspannungsnetzes treten niederfrequente elektrische und magnetische Felder auf. Die Feldstärkewerte lassen sich messen und berechnen. Niederfrequente elektrische und magnetische Felder mit der in der Energieversorgung verwendeten Frequenz von 50 Hertz (Hz) sind voneinander unabhängig und können daher getrennt betrachtet werden.

Gemäß § 3 der 26. BImSchV dürfen in Bereichen, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Personen bestimmt sind, die hierfür geltenden Werte nicht überschritten werden. Diese betragen bei 50 Hz

- 5 kV/m für das elektrische Feld und
- 100 μ T für die magnetische Flussdichte.

Seit der Novelle der 26. BImSchV v. 14. August 2013 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 Masterhöhen),
- Optimierung der Leiteranordnung (Kompensation durch bestimmte Phasenordnung).
- elektrischen Schirmung (z.B. zusätzliches Erdungsseil unterhalb der Leiterseile).

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

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.

2 Ergebnis

Für die geplante Maßnahme wurden die Maximalwerte der elektrischen Felder und der magnetischen Flussdichte für den theoretisch ungünstigsten Fall bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung auf den in Kapitel 3.1 aufgeführten Individuellen Maßgeblichen Minimierungsorten berechnet. Darüber hinaus wurden die Maximalwerte der elektrischen Felder und der magnetischen Flussdichte für den theoretisch ungünstigsten Fall bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung für verschiedene Bezugspunkt (Kapitel 3.2) entlang der Leitung berechnet.

Als Minimierungsmaßnahmen werden durchgeführt:

- Optimierung der Mastkopfgeometrie durch Nutzung von Tannenmasten bzw. Tonnenmasten,
- Minimierung der Seilabstände durch Einsatz des sog. Siedlungsmasts (A65) bei Siedlungsquerung,
- Abstandsoptimierung durch Masterrhöhungen und

Weitere Minimierungsmaßnahmen wurden geprüft und sind jedoch entweder aus technischen bzw. betrieblichen Gründen nicht vorzugswürdig oder führen zu keinen oder nur zu geringen Effekten, die den Aufwand oder die damit verbundenen Nachteile für andere Schutzgüter, nicht rechtfertigten.

Die sich hiernach auf dem maßgeblichen Immissionsort ergebenden Maximalwerte der elektrischen Felder und der magnetischen Flussdichte für den theoretisch ungünstigsten Fall bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung betragen:

Ersatzneubau zwischen Punkt Sirzenich und Pkt. Ayl (Bl. 1366)	Neubau eines 110-kV-Freileitungsmasts in der UA Trier (Bl. 2386)
<p>Gesamt Magnetisches Feld: 8,3 μT Elektrisches Feld: 1,33 kV/m</p> <p>Ortsquerung Igel Magnetisches Feld: 2,9 μT Elektrisches Feld: 0,50 kV/m</p>	<p>Gesamt Magnetisches Feld: 11,5 μT Elektrisches Feld: 0,75 kV/m</p>

Tabelle 1: Maximalwerte der elektrischen und magnetischen Felder in den Leitungsabschnitten unter Berücksichtigung aller möglicher Phasenlagen

Die Vorgaben der 26. BImSchV werden somit sicher eingehalten.

3 Maßgebliche Minimierungsorte

Für die Minimierungsprüfung ist gemäß der 26. BImSchVVwV 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 Bewertungsabstands liegende Minimierungsorte sind für deren Minimierungsprüfung 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 den Sonderlageplänen dieser Anlage sind sowohl die Maßgeblichen Minimierungsorte und Bezugspunkte als auch der Bewertungsabstand und der Einwirkbereich dargestellt.

3.1 Individuelle Maßgebliche Minimierungsorte

In den Tabelle 2 und Tabelle 3 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.

Bl. 1366 – Individuelle Maßgebliche Immissionsorte						
Nr.	Spannfeld (M/M)	BL/BL (Bl./Bl.)	Gemarkung	Flur	Flurstücke	Nutzung
1	28/29	1366/1366	IGEL	5	276/116 115	Bauernhof
2	30/31	1366/1366	IGEL	19	15	Wohnhaus
3	30/31	1366/1366	IGEL	19	127	Wohnhaus
4	30/31	1366/1366	IGEL	19	30/2	Garten
5	30/31	1366/1366	IGEL	19	31	Wohnhaus
6	30/31	1366/1366	IGEL	19	32	Wohnhaus
7	30/31	1366/1366	IGEL	19	150/1 151/1	Wohnhaus
8	30/31	1366/1366	IGEL	19	152 153 154 155/1 155/7 33/1 33/25 34/2	Wohnhaus

Bl. 1366 – Individuelle Maßgebliche Immissionsorte

Nr.	Spannfeld (M/M)	BL/BL (Bl./Bl.)	Gemarkung	Flur	Flurstücke	Nutzung
9	30/31	1366/1366	IGEL	19	155/6	Wohnhaus
10	30/31	1366/1366	IGEL	19	35	Garten
11	31/32	1366/1366	IGEL	19	36 159 160	Wohnhaus
12	31/32	1366/1366	IGEL	19	37 161	Garten
13	31/32	1366/1366	IGEL	19	162/2 162/3	Garten Wohnhaus
14	31/32	1366/1366	IGEL	19	39 162/1	Wohn Garten
15	31/32	1366/1366	IGEL	19	116	Wohnhaus
16	31/32	1366/1366	IGEL	19	117	Wohnhaus
17	31/32	1366/1366	IGEL	19	176/3 177/3 178/3	
18	31/32	1366/1366	IGEL	19	176/4 176/5 176/6 177/4 177/5 177/6	Wohnhaus
19	31/32	1366/1366	IGEL	19	178/4	Wohnhaus
20	31/32	1366/1366	IGEL	19	224/3 224/4 225/2	Wohnhaus Spielplatz
21	34/36/37	1366/1366/1366	WASSERLISCH	13	739/11 16/16 838/25	Arbeitsstätte
22	36/37	1366/1366	WASSERLISCH	13	821/9 821/11 821/12 798/2 793/6 788	Arbeitsstätte
23	36/37	1366/1366	WASSERLISCH	13	563/2	Arbeitsstätte

Bl. 1366 – Individuelle Maßgebliche Immissionsorte

Nr.	Spannfeld (M/M)	BL/BL (Bl./Bl.)	Gemarkung	Flur	Flurstücke	Nutzung
24	37/38/39	1366/1366/1366	WASSERLISCH	13	550/140 550/141 550/142 550/143	Garten
25	38/39	1366/1366	WASSERLISCH	13	550/71 550/72 550/73 550/74 550/54 550/59 550/75 550/77	Arbeitsstätte
26	38/39	1366/1366	WASSERLISCH	13	550/45	Arbeitsstätte
27	38/39	1366/1366	WASSERLISCH	13	550/22	Arbeitsstätte
28	38/39/40	1366/1366/1366	WASSERLISCH	13	550/11 550/13 550/18 550/21	Arbeitsstätte
29	39/40	1366/1366	WASSERLISCH	13	550/7 550/9	Arbeitsstätte
30	39/40	1366/1366	WASSERLISCH	13	550/15	Arbeitsstätte
31	39/40	1366/1366	WASSERLISCH	13	550/5	Arbeitsstätte
32	54/55	1366/1366	TAWERN	3	2 1/2	Wohnhaus Garten
33	54/55	1366/1366	TAWERN	3	3/3 3/2	Wohnhaus Garten

Tabelle 2: Individuelle Maßgebliche Minimierungsorte der Bl. 1366

Bl. 2386 – Individuelle Maßgebliche Immissionsorte

Nr.	Spannfeld (M/M)	BL/BL (Bl./Bl.)	Gemarkung	Flur	Flurstücke	Nutzung
1	P007/1A/1	2386/2386/2386	TRIER	5	70/44	Arbeitsstätte
2	P007/1A/1	2386/2386/2386	TRIER	5	70/42	Arbeitsstätte

Tabelle 3: Individuelle Maßgebliche Minimierungsorte der Bl. 2386

3.2 Bezugspunkte und Maßgebliche Minimierungsorte

Die außerhalb des Bewertungsabstands aber innerhalb des pauschal anzusetzenden Einwirkungsreichs (bis 200m vom ruhenden äußeren Leiterseil) liegenden maßgeblichen Minimierungsorte und die Bezugspunkte (BP) bzw. repräsentativen Bezugspunkte, die diesen maßgeblichen Minimierungsorten zugeordnet sind, können den Tabelle 4 und Tabelle 5 entnommen werden.

Bl. 1366 – Bezugspunkte				
Nr.	Art	Spannfeld (M/M)	BL/BL (Bl./Bl.)	Lage maßgeblicher Minimierungsorte
1	ind	2/3	1366/1366	Tierschutzverein - Tierasyl
2	rep	6/7	1366/1366	Ortsrandlage
3	ind	7/8	1366/1366	Ortsrandlage
4	ind	9/10	1366/1366	Bauernhof
5	ind	29/30	1366/1366	Sportschützenplatz
6	rep	30/31	1366/1366	Ortsrandlage
7	rep	30/31	1366/1366	Ortsrandlage
8	rep	31/32	1366/1366	Ortsrandlage
9	rep	31/32	1366/1366	Ortsrandlage
10	rep	32/33	1366/1366	Ortsrandlage
11	rep	33/34	1366/1366	
12	ind	34/36	1366/1366	Garten
13	rep	34/36	1366/1366	Campingplatz
14	rep	37/38	1366/1366	Ortsrandlage
15	rep	38/39	1366/1366	Ortsrandlage
16	ind	40/41	1366/1366	Garten
17	ind	42/43	1366/1366	Garten
18	ind	42/43	1366/1366	Garten
19	ind	43/44	1366/1366	Wohnhaus
20	ind	53/54	1366/1366	Ortsrandlage
21	rep	54/55	1366/1366	Ortsrandlage
22	rep	54/55	1366/1366	Ortsrandlage
23	ind	58/59	1366/1366	Garten
24	ind	60/61	1366/1366	Garten/Wohnhaus
25	rep	62/63	1366/1366	Ortsrandlage

Tabelle 4: Bezugspunkte der Bl. 1366

Bl. 2386 – Bezugspunkte

Nr.	Art	Spannfeld (M/M)	BL/BL (Bl./Bl.)	Lage maßgeblicher Minimierungsorte
1	rep	P007/1A	2386/2386	Ortsrandlage
2	rep	P007/1A	2386/2386	Ortsrandlage
3	rep	1A/1	2386/2386	Ortsrandlage
4	rep	1A/1	2386/2386	Ortsrandlage

Tabelle 5: Bezugspunkte der Bl. 2386

4 Minimierungsprüfung

4.1 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 vorhandenen Masten bzw. Anlagenportalen eine vertikale Anordnung zu einer Unterschreitung der einzuhaltenden Mindestabstände zwischen den Leiterseilen oder Gelände führt.

Für die geplante Freileitung Bl. 1366 wurde ein Mastbild mit vertikaler Seilanordnung (A78 und A65, vgl. Anlage 5) gewählt, welches hinsichtlich der Schutzstreifenbreite und auch hinsichtlich der Kompensation von elektrischen und magnetischen Feldern am Bewertungsabstand günstiger ist als z.B. ein Einebenenmast mit horizontaler Seilanordnung. Obwohl die vertikale Seilanordnung mit höheren Masten und damit mit einer höheren Landschaftsbildbeeinträchtigung verbunden ist, wird die vertikale Seilanordnung zur Minimierung der Schutzstreifenbreite und auch zur Minimierung elektrischer und magnetischer Feldern hier insgesamt als vorzugswürdig angesehen, insbesondere unter Berücksichtigung der Vorbelastung des Landschaftsbilds durch die Bestandsmasten.

Für den geplanten Neubaumast 1A der Bl. 2386 in der UA Trier wurde ein Mast mit vertikaler Seilanordnung (A63, vgl. Anlage 5) gewählt, welches hinsichtlich der Schutzstreifenbreite und auch hinsichtlich der Kompensation von elektrischen und magnetischen Feldern am Bewertungsabstand günstiger ist als z.B. ein Einebenenmast mit horizontaler Seilanordnung. Obwohl die vertikale Seilanordnung mit höheren Masten und damit mit einer höheren Landschaftsbildbeeinträchtigung verbunden ist, wird die vertikale Seilanordnung zur Minimierung der Schutzstreifenbreite und auch zur Minimierung elektrischer und magnetischer Feldern hier insgesamt als vorzugswürdig angesehen, insbesondere unter Berücksichtigung der Vorbelastung des Landschaftsbilds durch die vorhandene UA und diverser Hoch- und Höchstspannungsleitungen im direkten Umfeld.

4.2 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.

Die Seilaufhängepunkte und Traversenabstände sind bei den verwendeten Winkel- und Tragmasten im Mastkopf bereits so gewählt, dass eine weitere Abstandsreduzierung der Seile untereinander (z.B. durch Verschiebung in Richtung Mastschaft) unter Berücksichtigung

- der für den Masttyp vorgesehenen maximalen Spannfeldlängen,

- der einzuhaltenden technischen Mindestabstände der Leiterseile zu geerdeten Bauteilen (Mastgestänge) bzw. anderen Leiterteilen auch im ausgeschwungenen Zustand,
- der betrieblich notwendigen Maßgabe den Mast für Inspektionen oder Instandhaltungsmaßnahmen ohne Freischaltung von Stromkreisen besteigen zu können und
- dass die Seile für zukünftige Seilarbeiten nebeneinander heruntergelassen werden können

Nicht mehr signifikant möglich ist.

Im Bereich der Ortsquerung Igel, wo Wohngrundstücke direkt überspannt werden, wurde der Masttyp A65 gewählt, der für kleinere Spannfeldlängen entwickelt wurde als der Masttyp A78. Dadurch besitzt der Masttyp A65 u.a. etwas geringere Traversenausladungen und damit auch Seilabstände. Neben der in erster Linie durch die Verwendung des Masttyps A65 beabsichtigten Verringerung der Nutzungsbeeinträchtigungen durch schmalere Schutzstreifen, ergeben sich durch die Verwendung dieses Masttyps auch Vorteile im Hinblick auf die Minimierung der elektrischen und magnetischen Felder bei den überspannten maßgeblichen Immissionsorten und stellt somit auch eine Minimierungsmaßnahme i.S. der 26. BImSchVVwV dar.

4.3 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 Masterhöhen 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 Phaseuseile 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 Phaseuseilen 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 zunehmendem 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).

Für die geplante Freileitung wurde im Bereich der bebauten Ortsteile eine Abstandsvergrößerung geprüft und im Rahmen der Trassierung insoweit umgesetzt, wie dies unter Berücksichtigung der damit

verbundenen Nachteile für das Landschaftsbild, die Grundstücksinanspruchnahmen und auch hinsichtlich der wirtschaftlichen Aspekte noch als verhältnismäßig angesehen wird.

Eine weitere Abstandsvergrößerung durch höhere Masten wird aus Gründen der weiteren zusätzlichen Landschaftsbild- und Grundstücksbeeinträchtigung und auch aus wirtschaftlichen Gründen hier als nicht vorzugswürdig angesehen.

Für den geplanten Masten in der UA Trier ist einer Masterhöhung von 17,5m vorgesehen. Eine weitere Abstandsvergrößerung durch höhere Masten wird aus Gründen der weiteren zusätzlichen Stadtbildbeeinträchtigung und auch aus wirtschaftlichen Gründen hier als nicht vorzugswürdig angesehen.

4.4 Elektrische Schirmung

Durch den Einbau von elektrisch leitfähigen Schirmleitern (z.B. geerdetes zusätzliches Leiterseil) seitlich oder unterhalb der Leiterseile 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 Leiterseile oder beidseitig seitlich außen ergibt sich i.d.R. ein Mehraufwand für eine ggf. anzupassende Konstruktion der Maste oder durch das Schirmseil selbst (Notwendigkeit einer zusätzlichen unteren Traversenebene oder breiterer unterer Traversen und statische Anpassung der Maste/Fundamente). Dies führt i.d.R. auch zu zusätzlichen Schutzgutbeeinträchtigungen durch z.B. höhere Masten und/oder breitere Schutzstreifen.

Eine Anbringung von Schirmleitern direkt unterhalb der Leiterseile mittels einer zusätzlichen unteren Traversenebene mit höheren Masten oder seitlich durch eine Verlängerung der unteren Traverse wird hier auf Grund des damit verbundenen Aufwands und der Nutzungsbeeinträchtigung der Grundstücke (zusätzliche Höhenbeschränkungen oder breitere Schutzstreifen) als nicht verhältnismäßig angesehen.

4.5 Phasenordnung

Durch eine bestimmte Anordnung der drei Leiterseile bzw. Leiterbündel eines Drehstromkreises (Phasenordnung) können die Immissionen des magnetischen und elektrischen Feldes verringert werden. Voraussetzung ist dabei, dass mehr als ein Drehstromkreissystem auf der Freileitung vorhanden ist. Die Wirksamkeit der Änderung der Phasenordnung wird dabei vom Mastkopfbild und dem Seilabstand beeinflusst und ist abhängig vom Abstand des jeweiligen Immissionsorts zu den Leiterseilen. Eine Änderung der Phasenordnung, die bei einem Immissionsort zu einer Reduzierung der Feldstärkewerte führt, kann jedoch bei einem anderen Immissionsort in Abhängigkeit von dessen Lage die gegenteilige Wirkung haben.

Nach Prüfung der unterschiedlichen Phasenlagen hat sich herausgestellt, dass keine Phasenlage vorzugswürdig ist, da es für jede Phasenlage an mindestens einem maßgeblichen Minimierungsort eine günstigere Phasenlage bzgl. des elektrischen oder des magnetischen Feldes gibt.