

# bayernwerk netz

Projekt  
**Ersatzneubau der  
110-kV-Leitung Neustadt an der Donau,  
Ltg.-Nr. B63C**

Landkreis  
Eichstätt, Kelheim

Regierungsbezirk  
Oberbayern, Niederbayern

Anlage 4 – 6

**Immissionen - Bericht zur 26. BImSchV**  
zum Planfeststellungsverfahren gemäß § 43 EnWG

Träger des Vorhabens:  
**Bayernwerk Netz GmbH**  
Lilienthalstraße 7  
93049 Regensburg

Verfasser des Entwurfs:  
**Omexom Hochspannung GmbH**  
Welfenstraße 17  
70736 Fellbach

**Versionsverlauf des Dokuments „Bericht zur 26. BImSchV“**

In dieser Tabelle werden sämtliche Änderungen/Anpassungen/Ergänzungen – die im Zuge des Genehmigungsverfahrens notwendig werden – vermerkt.

Version	Kurzbeschreibung der Inhaltsänderung/Verweis	Datum	Bearbeiter
1			
2			
3			
4			
5			

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>4</b>
<b>Glossar und Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Allgemeines und rechtliche Grundlagen .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Elektromagnetische Feldimmissionen .....</b>	<b>8</b>
2.1 Elektrische Felder.....	8
2.2 Magnetische Felder .....	8
<b>3 Nachweis der Grenzwerteinhaltung mittels Feldlinienbild .....</b>	<b>9</b>
3.1 Eingangparameter.....	9
3.2 Überprüfung auf Vorbelastungen.....	9
3.3 Berechnungsergebnis .....	9
<b>4 Minimierungsoptionen und Bewertung.....</b>	<b>12</b>
4.1 Abstandsoptimierung .....	12
4.2 Elektrische Schirmung.....	12
4.3 Minimierung der Seilabstände.....	12
4.4 Optimierung der Mastkopfgeometrie .....	13
4.5 Optimieren der Leiterseilanordnung .....	13

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mastbild – Mast Nr. E4 (Tonnenmast).....	10
Abbildung 2: Feldlinienbild - elektrische Feldstärke E (Mast Nr. E4).....	11
Abbildung 3: Feldlinienbild - magnetische Flussdichte B (Mast Nr. E4) .....	11

## Glossar und Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
A	Ampere (Einheit für die Stromstärke)
A/m	Ampere pro Meter (Einheit für die magnetische Feldstärke)
B	magnetische Flussdichte
BImSchG	Bundesimmissionschutzgesetz
26. BImSchV	26. Bundesimmissionschutzverordnung
26. BImSchVVwV	Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
E	elektrische Feldstärke
Hz	Hertz (Einheit für die Frequenz)
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Internationale Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung)
kV	Kilovolt (Einheit für die elektrische Spannung, 1 kV = 1000 V)
kV/m	Kilovolt pro Meter (Einheit für die elektrische Feldstärke)
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
T	Tesla (Einheit für die magnetische Flussdichte)
UW	Umspannwerk
WHO	Weltgesundheitsorganisation
$\mu$ T	Mikrotesla (Einheit für die magnetische Flussdichte)

## 1 Allgemeines und rechtliche Grundlagen

Zur Erfüllung ausreichender Übertragungskapazitäten sowie zur Deckung des prognostizierten Leistungsbedarfs in der Region ist ein Ersatzneubau der bestehenden 110-kV-Ltg. Nr. B63C geplant. Bei den vorgesehenen Maßnahmen handelt es sich um die Änderung einer bestehenden Hochspannungsfreileitung mit einer Nennspannung von 110 kV oder mehr, die gemäß § 43 Satz 1 Nr. 1 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) einer Planfeststellung bedarf.

Im Rahmen der Planfeststellung sind die Vorschriften des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) zu beachten. Hierbei richten sich die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen an die Freileitung nach § 22 BImSchG. Gemäß § 22 Abs. 1 Nr. 1, 2 BImSchG sind nicht genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach Stand der Technik vermeidbar sind, bzw. dass nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Schädliche Umwelteinwirkungen sind nach § 3 Abs. 1 BImSchG Immissionen, die nach Art, Ausmaß und Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder Nachbarschaft herbeizuführen. Eine Konkretisierung der rechtlichen Anforderungen hinsichtlich der elektromagnetischen Feldimmissionen erfolgt durch die Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV). Gemäß § 3 Abs. 2 der 26. BImSchV sind Niederfrequenzanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass sie bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, die im Anhang 1a der 26. BImSchV bestimmten Grenzwerte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte nicht überschreiten. Diese betragen bei 50 Hz:

- 5 kV/m für das elektrische Feld (E)
- 100 µT für die magnetische Flussdichte (B)

Die in der Verordnung genannten Grenzwerte basieren auf den im Jahr 2010 von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgeschlagenen Grenzwerten und sollen dem Schutz und der Vorsorge der Allgemeinheit vor den Auswirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern dienen. Die Werte werden ebenfalls vom Rat der Europäischen Gemeinschaft empfohlen. Auf Basis des derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstandes hat ICNIRP ihre Grenzwertempfehlung für niederfrequente magnetische Wechselfelder im Jahr 2010 auf 200 µT angehoben. In Deutschland wird demgegenüber am niedrigeren Grenzwert von 100 µT festgehalten.

Beim Nachweis über die Einhaltung der Grenzwerte sind Immissionen anderer Niederfrequenzanlagen und ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz mit zu berücksichtigen (Anmerkung: Nicht berücksichtigt werden müssen Hochfrequenzanlagen des Mobilfunks, da diese deutlich höhere Funkfrequenzen ab 890 MHz besitzen).

Seit der Novelle der 26. BImSchV vom 14. August 2013 gilt neben der o.g. Grenzwertregelung ein ergänzender Vorsorgegrundsatz, nach dem bei einer Neuerrichtung oder wesentlichen Änderung einer Freileitung ausgehende elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder nach dem Stand der Technik und unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich minimiert werden sollen. Die Prüfung und Bewertung der Minimierungsmaßnahmen, welche für die geplanten Freileitungen vorgesehen sind, sind entsprechend der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) zu untersuchen.

## 2 Elektromagnetische Feldimmissionen

Elektrische Freileitungen erzeugen aufgrund der unter Spannung stehenden und Strom führenden Leiter elektrische und magnetische Felder. Es handelt sich hierbei um Wechselfelder mit einer Frequenz von 50 Hertz (Hz). Diese Frequenz ist dem Niederfrequenzbereich zugeordnet.

### 2.1 Elektrische Felder

Das elektrische Feld resultiert aus der Betriebsspannung der Leitung und ist deshalb vom Betrag nahezu zeitlich konstant. Elektrische Feldlinien können als sternförmig vom Leiter abgehende Feldlinien veranschaulicht werden. Die Dichte der Feldlinien und somit auch die elektrische Feldstärke nehmen mit dem Abstand zum Leiterseil ab. Die Stärke der elektrischen Felder wird gemessen in Kilovolt pro Meter (kV/m).

Wesentliche Parameter für die Stärke des elektrischen Feldes sind die elektrischen Betriebsparameter der Freileitung, hier insbesondere die Betriebsspannung. Darüber hinaus spielt für die bodennahe Feldstärke in der Umgebung der Freileitung die Anzahl, Abstände und Anordnung der Systeme zueinander (Mastkopfgeometrie) sowie die Zuordnung der Phasen eine wichtige Rolle. In geringem Maße hat auch die verwendete Beseilung (Aufbau und Dimension der Leiterseile) sowie die Anzahl und Anordnung der Erdseile Einfluss auf die bodennahe elektrische Feldstärke. Durch diese Parameter wird insbesondere der Verlauf der Feldstärke in unmittelbarer Nähe der Freileitung bestimmt. Mit zunehmendem Abstand von der Freileitung nimmt die Feldstärke ab und auch der Einfluss dieser Parameter wird immer geringer.

Elektrische Felder können mithilfe elektrisch leitfähiger Materialien oder durch Bewuchs gut abgeschirmt werden.

### 2.2 Magnetische Felder

Magnetische 50-Hz-Felder und 16,7-Hz-Felder treten nur dann auf, wenn elektrischer Strom fließt. Der Betriebsstrom, der durch die Leiterseile fließt, ist im Gegensatz zur Spannung nicht konstant. Er schwankt je nach Einspeisehöhe oder Verbrauch. Im gleichen Verhältnis ändert sich auch die Stärke des Magnetfeldes.

Wie für elektrische Felder gilt auch für magnetische Felder, dass die Feldstärken dort am höchsten sind, wo die Leiterseile dem Boden am nächsten sind, also i.d.R. in der Mitte zwischen zwei Masten. Mit zunehmender Höhe der Leiterseile und mit zunehmendem seitlichem Abstand nimmt die Feldstärke schnell ab.

Das Magnetfeld wird im Gegensatz zum elektrischen Feld nicht durch übliche im Trassenbereich befindliche Gegenstände oder Objekte wie Bäume, Büsche, Bauwerke usw. beeinflusst oder abgeschirmt.

Die Stärke des magnetischen Feldes wird in Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ) gemessen.



## 3 Nachweis der Grenzwerteinhaltung mittels Feldlinienbild

### 3.1 Eingangsparameter

Bei der geplanten viersystemigen 110-kV-Ltg.-Nr. B63C werden Zweierbündel mit einem Abstand von 400 mm verwendet. Es sind Leiterseile des Typs AL1/ST1A 565/72 (Aluminium-Stahl-Verbundseile) geplant. Die höchste betriebliche Anlagenauslastung umfasst damit eine maximale Stromstärke von 2200 A pro System. Die Grundfrequenz beträgt 50 Hz.

### 3.2 Überprüfung auf Vorbelastungen

Andere Niederfrequenzanlagen sowie Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz mit einem Abstand von maximal 300 Metern tragen relevant zur Vorbelastung bei. Im relevanten Betrachtungsabstand der 110-kV-Ltg. Nr. B63C sind keine entsprechenden Nieder- und Hochfrequenzanlagen vorhanden, so dass dieser Aspekt nicht weiter zu betrachten ist.

### 3.3 Berechnungsergebnis

Auf Basis der Mastkopfgeometrie des geplanten Mastes Nr. 4 (viersystemiger Tonnenmast), der aufgrund seiner großen Traversenausladung einen ungünstigen Umstand für die Leiterseilanordnung darstellt, wurden Feldlinienbilder berechnet. Die Feldlinienbilder beinhalten die Isolinien für die zu erwartende elektrische Feldstärke und die zu erwartenden magnetischen Flussdichten. Die Berechnung erfolgte mit dem Programm WinField der FGEU mbH. In der Berechnung wurde die höchste betriebliche Anlagenauslastung zugrunde gelegt (vgl. Kapitel 3.1).

Durch die Feldlinienbilder wird festgestellt, dass unter den stromführenden Leiterseilen der Grenzwert für die elektrische Feldstärke (E) von 5 kV/m ab einem Abstand von 2,9 m und der Grenzwert für die magnetische Flussdichte (B) von 100  $\mu$ T ab einem Abstand von 3,4 m unterschritten wird. Somit werden die höchstzulässigen Grenzwerte der 26. BImSchV bereits im direkten Nahbereich der Anlage eingehalten.

Der Bodenabstand der untersten Leiterseile der geplanten 110-kV-Ltg. Nr. B63C beträgt mindestens 9,0 m. Unter Berücksichtigung dieses Mindestabstandes wird festgestellt, dass die höchstzulässigen Grenzwerte der 26. BImSchV an einem beliebigen maßgeblichen Immissionsort sowie in der Nachweishöhe 1 m über Erdoberkante in allen Spannungsfeldern im relevanten Einwirkungsbereich um ein Vielfaches unterschritten werden. Schädliche Umweltauswirkungen durch elektrische Felder und magnetische Flussdichten, die beim Betrieb der 110-kV-Ltg. Nr. B63C entstehen, sind ausgeschlossen.

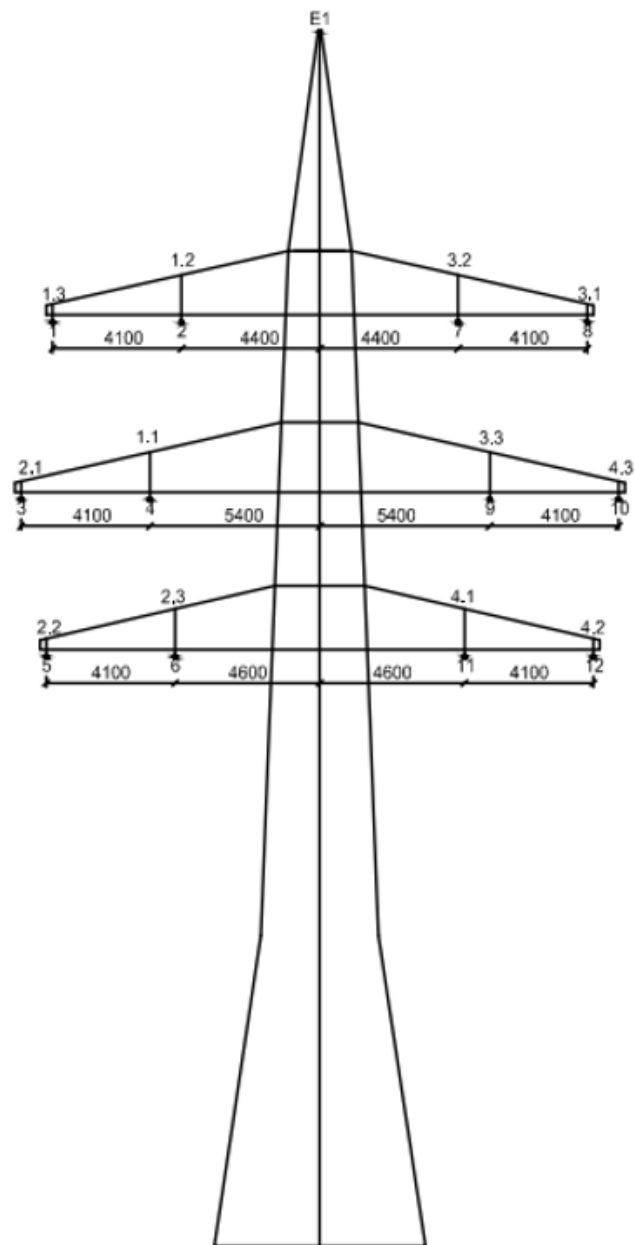


Abbildung 1: Mastbild – Mast Nr. E4 (Tonnenmast)

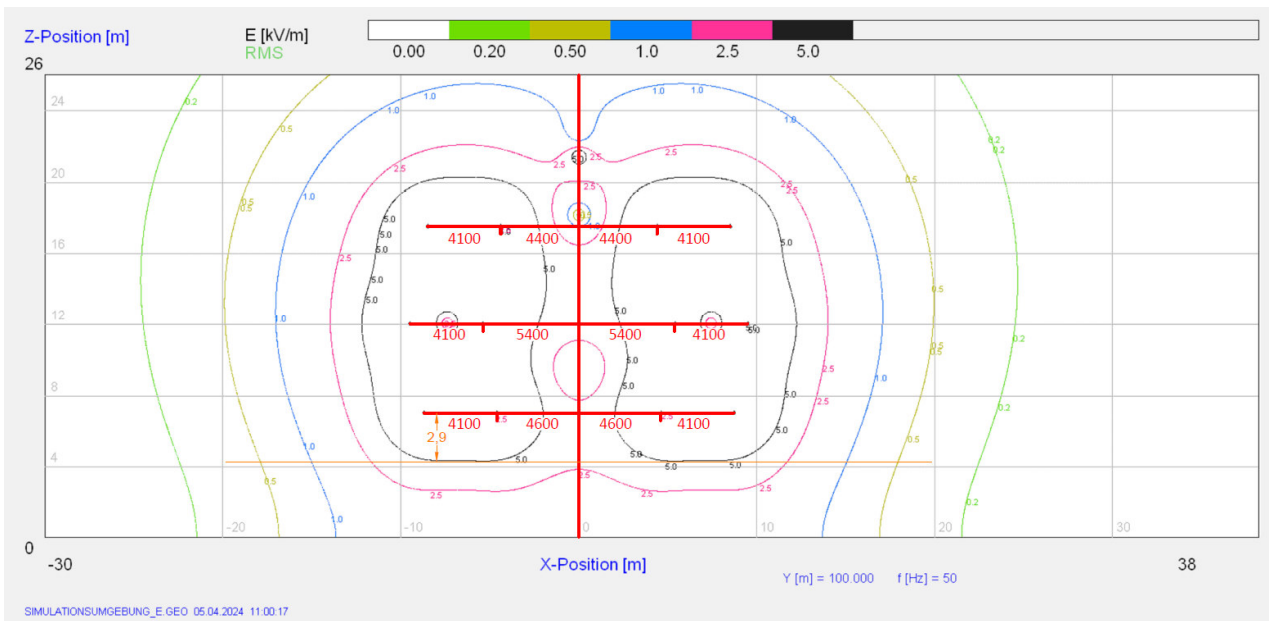


Abbildung 2: Feldlinienbild - elektrische Feldstärke E (Mast Nr. E4)

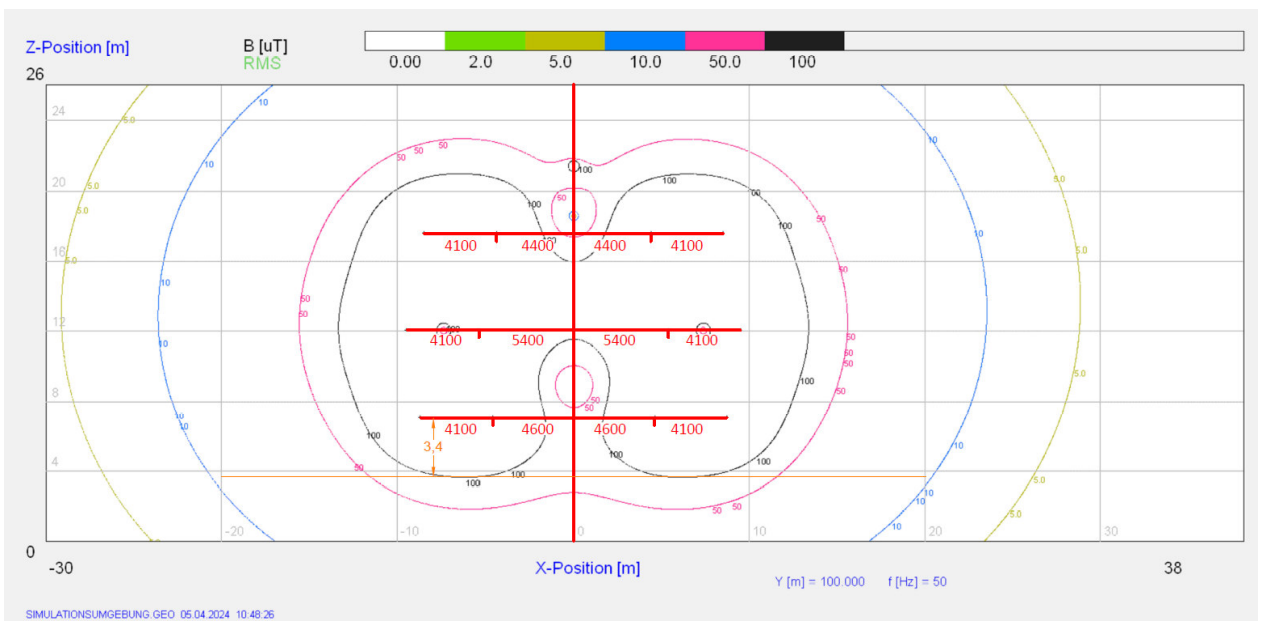


Abbildung 3: Feldlinienbild - magnetische Flussdichte B (Mast Nr. E4)

## 4 Minimierungsoptionen und Bewertung

Nach Kapitel 5.3 der 26. BlmSchVVwV sind die zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten zur Minimierung zu prüfen und zu bewerten.

### 4.1 Abstandsoptimierung

Ziel dieser Maßnahme ist es, die Distanz der Leiterseile zu maßgeblichen Minimierungsorten zu vergrößern. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist grundsätzlich im Nahbereich der Trasse hoch und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Trasse ab.

Die Trassierung der 110-kV-Ltg. Nr. B63C wurde nicht nur nach den in der DIN EN 50341 geforderten Mindestbodenabständen von 6,0 durchgeführt, sondern die Mindestbodenabstände auf 9,0 m erhöht. Mit dieser Maßnahme werden die Grenzwerte der 26. BlmSchV weit unterschritten und eine hohe Minimierungswirkung erzielt. Eine darüber hinausgehende Erhöhung der Bodenabstände durch Masterhöhungen hätte keine nennenswerte Immissionsreduzierung zur Folge und ist aufgrund des damit verbundenen Aufwandes und den negativen Auswirkungen auf andere Schutzgüter wie beispielsweise Landschaftsbild, Eingriff in den Boden etc. unverhältnismäßig.

### 4.2 Elektrische Schirmung

Die Maßnahme der elektrischen Schirmung umfasst das zusätzliche Anbringen von Schirmflächen- oder Leitern unterhalb oder seitlich der spannungsführenden Leiter. Eine Schirmung beeinflusst ausschließlich das elektrische Feld und hat eine eher geringe Wirksamkeit. Die Umsetzung der Maßnahme würde in der Regel eine zusätzliche Traverse erfordern, was durch die Notwendigkeit einer damit verbundenen Masterhöhung auch auf das Landschaftsbild und den Eingriff in den Boden (Fundamentverstärkung) auswirken würde. Aufgrund der geringen Wirksamkeit, dem äußerst geringen Minimierungspotentials und in Anbetracht der sehr geringen Immissionswerte wird die Maßnahme als unverhältnismäßig im Sinne von Kapitel 3.1 der 26. BlmSchVVwV bewertet. Eine elektrische Schirmung wird daher nicht vorgesehen.

### 4.3 Minimierung der Seilabstände

Bei dieser Maßnahme sollen die Abstände zwischen den Leiterseilen minimiert werden, hierzu gehört auch die Minimierung der Seilabstände innerhalb eines Systems und zu anderen Systemen. Dabei sind aber Mindestisolierluftstrecken zwischen den Seilen, zwischen Leiterseilen und dem Mast sowie anderen geerdeten Anlagenteilen oder zum Boden entsprechend DIN EN 50341 einzuhalten. Zudem ist zu beachten, dass verringerte Abstände besondere Maßnahmen bei der Wartung, zum Beispiel bei der Besteigbarkeit der Maste, nach sich ziehen. Die Wirksamkeit der

Maßnahme ist im Nahbereich der Anlage hoch, wird aber auch durch andere Parameter (Mastkopfgeometrie, Phasenordnung) stark beeinflusst und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Anlage ab.

Der verwendete Gestängetyp (Tonne und Donau- Einebene) wurde in seiner Entwicklung bereits in Hinblick auf diese Abstände optimiert, d. h. die dort verwendeten geometrischen Abmessungen orientieren sich an den normativen Mindestabständen und wurden nur dort um das notwendige Maß vergrößert, wo betriebliche Anforderungen (Besteigbarkeit bei Wartung) und Anforderungen der Arbeitssicherheit dies erforderlich machen. Weitergehende Maßnahmen zur Minimierung der Seilabstände hätten aufgrund der ohnehin geringen Immissionswerten nur eine äußerst geringe zusätzliche Reduktion der elektromagnetischen Feldimmissionen zur Folge und sind daher nicht verhältnismäßig im Sinne von Kapitel 3.1 der 26. BImSchVVwV.

#### **4.4 Optimierung der Mastkopfgeometrie**

Die wesentlichen Unterschiede der verschiedenen Mastkopfgeometrien bestehen in der geometrischen Anordnung der Phasen eines Stromkreises, die horizontal, vertikal oder dreieckförmig sein kann. Gemäß Kapitel 5. 3. 1.4 der 26. BImSchVVwV ist für die Kompensation von elektromagnetischen Feldimmissionen grundsätzlich eine vertikale Anordnung vorteilhaft. Bei einer weiteren Entfernung von der Anlage, typischerweise ab Abständen von 100 m und mehr von der Trassenachse, sind jedoch nur noch marginale Unterschiede zwischen den Mastkopfgeometrien nachweisbar.

Bei der 110-kV-Ltg. Nr. B63C ist die Tonnenanordnung (vertikale Anordnung) die Vorzugbauweise, da diese deutliche Vorteile hinsichtlich der elektrischen Symmetrie, dem Verhältnis aus Masthöhe und Trassenbreite, dem Landschaftsbild sowie der Anforderungen an das Gestänge und die Gründung bietet.

Weitergehende Optimierungen hinsichtlich der Auswahl der Mastkopfgeometrie sind nicht vorgesehen, da sie aufgrund der ohnehin schon sehr niedrigen Immissionswerten nur noch ein äußerst geringes Minimierungspotential bieten. In Hinblick auf andere Schutzgüter werden sie daher als nicht mehr verhältnismäßig im Sinne von Kapitel 3.1 der 26. BImSchVVwV erachtet.

#### **4.5 Optimieren der Leiterseilanordnung**

Die 110-kV-Ltg. Nr. B63C verbindet das UW Neustadt mit der vorhandenen 110-kV-Leitung Ingolstadt – Sittling, Ltg. Nr. B63. Die erforderliche Phasenordnungen hängt damit von den angebundenen Anlagen ab und kann daher aus technischen Gründen nicht angepasst und/oder optimiert werden. Unabhängig davon würde sich aufgrund der ohnehin schon niedrigen Immissionswerten kein nennenswertes Minimierungspotential ergeben. Eine Optimierung ist daher aus genannten Grund nicht mehr verhältnismäßig im Sinne von Kapitel 3.1 der 26. BImSchVVwV.