

Auslegungsvermerk der Gemeinde

(Anhörungsverfahren § 43a EnWG i.V.m. § 73 VwVfG)

Der Plan hat satzungsgemäß ausgelegen in der Zeit

vom 20...
bis 20...

in der Gemeinde.....

Gemeinde



Planfeststellungsvermerk der Planfeststellungsbehörde

Nach § 43b EnWG i.V.m. § 74 VwVfG planfestgestellt durch Beschluss

vom 20...
bis 20...

Planfeststellungsbehörde



Auslegungsvermerk der Gemeinde

(Planfeststellungsbeschluss und festgestellter Plan (§ 43b EnWG i.V.m. § 74 VwVfG))

Der Planfeststellungsbeschluss und Ausfertigung des festgestellten Planes
haben ausgelegen in der Zeit

vom 20...
bis 20...

in der Gemeinde.....

Gemeinde



Erläuterungsbericht

110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung
Merkenich – Pkt. Rheindorf (Bl. 4901)

Stand: 19.07.2012

Inhalt: Seiten 1 bis 56

Ersteller:



Vorhabenträger:



Inhaltsverzeichnis

0	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	3
1	EINLEITUNG.....	5
1.1	ANLASS UND BEGRÜNDUNG.....	5
1.2	ABSCHNITTSBILDUNG DER FREILEITUNGSANBINDUNG	6
1.3	MAßNAHMENÜBERSICHT	7
2	ENERGIERECHTLICHES PLANFESTSTELLUNGSVERFAHREN UND UMWELTVERTRÄGLICHKEITS-PRÜFUNG	9
3	ZWECK UND RECHTSWIRKUNG DER PLANFESTSTELLUNG.....	9
4	ZUSTÄNDIGKEITEN	10
4.1	VORHABENTRÄGER	10
4.2	PLANFESTSTELLUNGSBEHÖRDE	10
5	VORHERGEHENDE PRÜFUNGEN IM RAHMEN DER RAUMORDNUNG	11
6	ALTERNATIVENPRÜFUNG	11
6.1	MITNUTZUNG VON BESTEHENDEN HÖCHSTSPANNUNGSFREILEITUNGEN BEREITS AB DER WESTLICHEN RHEINSEITE	11
6.2	BÜNDELUNGSVARIANTE IM BEREICH UA FÜHLINGEN.....	12
6.3	ERDKABEL	13
7	ANGABEN ZUR BAULICHEN GESTALTUNG DER LEITUNG.....	16
7.1	TECHNISCHE REGELWERKE	16
7.2	MASTE.....	16
7.3	BERECHNUNGS- UND PRÜFVERFAHREN FÜR MASTSTATIK UND -AUSTEILUNG	20
7.4	MASTGRÜNDUNGEN	21
7.5	BERECHNUNGS- UND PRÜFVERFAHREN FÜR MASTFUNDAMENTE.....	22
7.6	BESEILUNG, ISOLATOREN, BLITZSCHUTZSEIL.....	23
8	BESCHREIBUNG DER GEPLANTEN TRASSE (FEINTRASSE)	24
8.1	ALLGEMEINES.....	24
8.2	TEILABSCHNITT UA MERKENICH – UA FÜHLINGEN	24
8.3	TEILABSCHNITT UA FÜHLINGEN – PKT. RHEINDORF.....	27
8.4	BESONDERHEITEN FÜR MASTE IM ÜBERSCHWEMMUNGSGBIET DES RHEINS UND DER WUPPER	29
8.5	ANBRINGUNG VON FLUGWARNKUGELN IM BEREICH DER AUTOBAHNKREUZUNGEN	30
8.6	ARCHÄOLOGISCHE SITUATION IM TRASSENBEREICH	31
9	BAUDURCHFÜHRUNG	32
9.1	VORBEREITENDE ARBEITEN	32
9.2	ZUWEGUNG.....	32
9.3	BAUFLÄCHEN	33
9.4	HERSTELLEN DER BAUGRUBE FÜR DIE FUNDAMENTE	35
9.5	FUNDAMENTHERSTELLUNG	35

9.6	VERFÜLLUNG DER FUNDAMENTGRUBEN UND ERDABFUHR	36
9.7	MASTMONTAGE	36
9.8	SEILZUG	37
9.9	RÜCKBAUMAßNAHMEN	38
9.10	QUALITÄTSKONTROLLE DER BAUAUSFÜHRUNG	39
10	SICHERUNGS- UND SCHUTZMAßNAHMEN BEIM BAU UND BETRIEB DER FREILEITUNG	39
11	IMMISSIONEN	41
11.1	ELEKTRISCHE UND MAGNETISCHE FELDER	41
11.2	BETRIEBSBEDINGTE SCHALLIMMISSIONEN (KORONAGERÄUSCHE)	44
11.3	BAUBEDINGTE LÄRMIMMISSIONEN	47
11.4	STÖRUNGEN VON FUNKFREQUENZEN	47
11.5	OZON UND STICKOXIDE	47
12	RECHTLICHE SICHERUNG FÜR DEN BAU UND BETRIEB DER FREILEITUNG	48
12.1	PRIVATE GRUNDSTÜCKE	48
12.2	KLASSIFIZIERTE STRAßEN UND BAHNGELÄNDE	49
13	ERLÄUTERUNGEN ZUM RECHTSEWERBSVERZEICHNIS (ANLAGE 8)...	50
14	ERLÄUTERUNGEN ZUM KREUZUNGSVERZEICHNIS (ANLAGE 9)	52
15	VERZEICHNIS ÜBER LITERATUR/ GESETZE/ VERORDNUNGEN/ VORSCHRIFTEN/ GUTACHTEN ZUM ERLÄUTERUNGSBERICHT	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	ÜBERSICHT ÜBER FREILEITUNGSMAßNAHMEN	8
Tabelle 2:	WINKELGRUPPEN DER WAWE-MASTE	19
Tabelle 3:	MAßGEBENDE IMMISSIONSORTE IM BEREICH DER 110-/380-kV- HÖCHSTSPANNUNGSFREILEITUNG MERKENICH – PKT. RHEIN- DORF	44
Tabelle 4:	BEURTEILUNGSPEGEL (MAXIMAL-BETRACHTUNG) EINER 380-kV- FREILEITUNG IN ABHÄNGIGKEIT VOM ABSTAND ZUR LEITUNG	46

0 Abkürzungsverzeichnis

μT	Mikrotesla (10^{-6} Tesla)
Abs.	Absatz
AG	Aktiengesellschaft
BGV	berufsgenossenschaftliche Vorschriften
BImSchV	Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz
Bl.	Bauleitnummer
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
cm	Zentimeter
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EN	Europa-Norm
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz
ENV	Europäische Vornorm
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EOK	Erdoberkante
EU	Europäische Union
ff	fortfolgende
GDKW	Gas-Dampf-Kraftwerk
ggf.	gegebenenfalls
GHz	Gigahertz (10^9 Hertz)
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Hz	Hertz
i.S.	im Sinne
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
IRPA	International Radiation Protection Association
km	Kilometer
kN	Kilonewton (10^3 Newton)
KraftNAV	Kraftwerks-Netzanschlussverordnung
kV	Kilovolt (10^3 Volt)
m	Meter

Für Vermerk der Behörde

m ²	Quadratmeter
MHZ	Megahertz (10 ⁶ Hertz)
MVA	Megavoltampere (10 ⁶ Voltampere)
MW	Megawatt (10 ⁶ Watt)
Nr. / Nrn.	Nummer / Nummern
o.g.	oben genannten
Pkt.	Punkt
ppb	part per billion (1 : 10 ⁹)
rd.	rund
ROV	Raumordnungsverfahren
s.	siehe
T	Tragmast
TÖB	Träger öffentlicher Belange
UA	Umspannanlage
UKW	Ultrakurzwellen
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
vgl.	vergleiche
VPE	vernetzter Polyethylen
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz
WA	Winkel-/Abspannmast
WE	Winkel-/Endmast
z.B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Die vorliegenden Planfeststellungsunterlagen beinhalten die Planung der RheinEnergie AG für die Errichtung der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Merkenich – Pkt. Rheindorf, Bl. 4901, im Bereich der Städte Köln und Leverkusen. Der geplante Freileitungsneubau ist im Übersichtplan (Anlage 2) dargestellt und gelb markiert.

1.1 Anlass und Begründung

Anlass des Freileitungsvorhabens ist der von der RheinEnergie AG am Kraftwerksstandort Köln-Niehl geplante Bau eines Gas-Dampf-Kraftwerks (GDKW) mit einer zunächst vorgesehenen Leistung von bis zu 600 MW. Die geplante Freileitung und der Anschlusspunkt an das Hoch-/Höchstspannungsnetz soll so ausgelegt sein, dass zukünftig auch eine optionale Kraftwerksleistung von bis zu 1200 MW möglich ist.

Die RheinEnergie AG beabsichtigt die Stromeinspeisung aus dem geplanten GDKW in die 380-kV-Spannungsebene des Transportnetzes der Amprion GmbH. Im Rahmen des Anschlussbegehrens gemäß §§ 3 und 4 der Kraftwerks-Netzanschlussverordnung (KraftNAV) [1] hat die Amprion GmbH die Umspannanlage (UA) Opladen als technisch und betrieblich geeigneten, vorhandenen Anschlusspunkt bestätigt und der Einspeisung hier zugestimmt.

Nach Prüfung der Amprion GmbH verfügt der Anschlusspunkt UA Opladen über die notwendige Kurzschlussleistung für einen stabilen Kraftwerksbetrieb (vgl. § 6 Abs. 1 KraftNAV,). Die UA Opladen ist darüber hinaus als Anschlusspunkt geeignet, da diese neben einer ausreichenden Kurzschlussleistung auch einen ausreichenden Abfuhrquerschnitt besitzt, der die Aufnahme der geplanten Einspeiseleistung ohne umfangreiche Ausbaumaßnahmen des nachgelagerten, direkt oder indirekt angebundenen Transportnetzes ermöglicht. Andere vorhandene, näherliegende 380-kV-Anschlusspunkte an das Transportnetz der Amprion GmbH gibt es derzeit für den geplanten Kraftwerksanschluss nicht.

Für die direkte 380-kV-Einspeisung des in dem geplanten GDKW Köln-Niehl produzierten Stroms in den von der Amprion GmbH zugesagten Einspeisepunkt UA Opladen ist eine separate neue Stromkreisverbindung erforderlich, die aus schutztechnischen und betrieblichen Gründen unabhängig von sonstigen anderweitig genutzten Stromkreisen betrieben werden kann und freischaltbar sein muss.

Ausgehend von der UA Merkenich, die über Erdkabel mit dem geplanten GDKW Köln-Niehl verbunden wird, soll die Kraftwerkseinspeiseleitung bis zur UA Opladen als 380-kV-Freileitungsverbindung ausgeführt werden. Für die optional bis zu 1200 MW ange-

dachte Einspeiseleistung, reicht für die erforderliche Freileitungsverbindung ein einsystemiger 380-kV-Freileitungsstromkreis aus.

Für die Herstellung der einsystemigen Stromkreisfreileitungsverbindung ist im Teilabschnitt zwischen der UA Merkenich und dem Pkt. Rheindorf der Neubau einer Höchstspannungsfreileitung erforderlich. Ab dem Punkt (Pkt.) Rheindorf ist bis zur UA Opladen eine Mitführung des 380-kV-Freileitungsstromkreises über vorhandene oder zu erneuernde Höchstspannungsmasten der Amprion GmbH möglich (vgl. Kapitel 6.1).

1.2 Abschnittsbildung der Freileitungsanbindung

Die geplante Freileitungsverbindung zwischen der UA Merkenich und der UA Opladen wurde in zwei Verfahrensabschnitte unterteilt, für die jeweils eigenständige Planfeststellungsunterlagen erstellt wurden. Die Trennung der Verfahrensabschnitte erfolgt am Pkt. Rheindorf (s. Anlage 2), wo die vorhabenträgerbezogene Zuständigkeit und Verantwortung für die technische Planung, den Bau und den späteren Betrieb der geplanten 380-kV-Freileitungsverbindung wechselt.

Im Vorhabenteilabschnitt zwischen der UA Merkenich und dem Pkt. Rheindorf, der ausschließlich den in diesen Planfeststellungsunterlagen behandelten Neubau der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung UA Merkenich – Pkt. Rheindorf, Bl. 4901, umfasst, liegt die Zuständigkeit und Verantwortung für die technische Planung, den Bau sowie für den geplanten späteren Betrieb bei der RheinEnergie AG. Dieser Vorhabenteilabschnitt ist in dem Übersichtsplan der Anlage 2 gelb markiert und in den Lageplänen der Anlage 7 dargestellt.

Für den restlichen Vorhabenteilabschnitt, der verschiedene Änderungs- und Ersatzneubaumaßnahmen bei bestehenden Hoch-/Höchstspannungsfreileitungen der Amprion GmbH beinhaltet, liegt die Zuständigkeit und die Verantwortung für die technische Planung, den Bau sowie für den geplanten Betrieb bei der Amprion GmbH. Die diversen Maßnahmen an den Hoch-/Höchstspannungsfreileitungen der Amprion GmbH dienen dazu, den für die Kraftwerkseinspeisung benötigten 380-kV-Stromkreis ab dem Pkt. Rheindorf in die UA Opladen weitestgehend über eine bestehende Freileitung einführen zu können. Die hierfür im vorhandenen Hoch-/Höchstspannungsnetz der Amprion GmbH vorgesehenen Maßnahmen sind nicht Bestandteil der vorliegenden Planfeststellungsunterlagen. Für diesen Vorhabenteilabschnitt wird die Amprion GmbH mit eigenständigen Planunterlagen das Planfeststellungsverfahren beantragen. In der Umweltverträglichkeitsstudie (Anlage 13.1) erfolgt aber eine Gesamtbetrachtung des vorliegenden Planfeststellungsabschnitts der Rhein Energie AG mit dem Planfeststellungsabschnitt der Amprion GmbH.

1.3 Maßnahmenübersicht

Folgende Freileitungsmaßnahmen sind für die Herstellung der geplanten 380-kV-Verbindung im Planfeststellungsabschnitt der RheinEnergie AG zwischen der UA Merkenich und dem Pkt. Rheindorf vorgesehen:

1. Neubau der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung UA Merkenich – Pkt. Rheindorf der RheinEnergie AG
2. Rückbau der 110-kV-Hochspannungsfreileitung I UW Föhlingen – UW Merkenich der Rheinischen NETZGesellschaft mbH (RNG)
3. Rückbau der 110-kV-Hochspannungsfreileitung II UW Föhlingen – UW Merkenich der RNG

Im Zusammenhang mit dem Freileitungsneubau ist als Folgemaßnahme für die Errichtung des geplanten Mastes Nr. 16 die kleinräumige Verlagerung eines parallel zum Ufer der Wupper verlaufenden, befestigten Rad-/Fußweges im Bereich der Gemeinde Leverkusen auf dem Flurstück Nr. 359, Flur 11, Gemarkung Rheindorf geplant (s. Anlage 7.4).

Die Ermittlung der mit dem Bau und Betrieb der Neubau- und Folgemaßnahmen verbundenen Eingriffe in Natur- und Landschaft sowie die Darstellung der hierfür geplanten Kompensationsmaßnahmen sind in der Anlage 13 dargestellt.

Die unter Nr. 1 aufgeführte, geplante Kraftwerkseinspeiseleitung der RheinEnergie AG soll ausgehend von der UA Merkenich bis zum Pkt. Rheindorf als einsystemige 380-kV-Freileitung hergestellt werden. Zwischen der UA Merkenich und der UA Föhlingen soll sie im vorhandenen Trassenbereich der unter 2. und 3. genannten, bestehenden 110-kV-Freileitungen der Rheinischen NETZGesellschaft mbH (RNG) errichtet werden, die hierfür zurückgebaut werden müssen. Da die RNG weiterhin eine 110-kV-Verbindung zwischen der UA Merkenich und der UA Föhlingen benötigt, soll die geplante Freileitung in diesem Abschnitt als 110-/380-kV-Freileitung ausgeführt werden.

Zur besseren Übersicht sind die geplanten Freileitungsmaßnahmen im Abschnitt zwischen der UA Merkenich bis zum Pkt. Rheindorf in der folgenden Tabelle hinsichtlich Länge und Mastanzahl dargestellt.

Maßnahmen im Planfeststellungsabschnitt UA Merkenich – Pkt. Rheindorf	Anzahl der Maste		Länge der Leitungsabschnitte [km]	
	neu	entfallend	neu	entfallend
Im Teilabschnitt UA Merkenich – Pkt. Fühlingen				
la) Neubau der Bl. 4901 als 110-/380-kV-Freileitung von Mast Nr. 1b bis Mast Nr. 9	10	-	rd. 2,16	-
lb) Neubau der 380-kV-Leitungsverbindung vom geplanten Portal in der UA Merkenich bis Mast Nr. 1b der Bl. 4901	-	-	rd. 0,02	-
lc) Neubau der 110-kV-Leitungsverbindungen zwischen den vorhandenen Portalen in der UA Merkenich und Mast Nr. 1 bzw. Nr. 1b der Bl. 4901	-	-	rd. 0,15	-
ld) Neubau der 110-kV-Leitungsanbindung der UA Fühlingen von Mast Nr. 9 der Bl. 4901	-	-	rd. 0,05	-
le) Rückbau 110-kV-RNG-Freileitung 122/123 UW Fühlingen – UW Merkenich	-	10	-	rd. 2,14
lf) Rückbau 110-kV-RNG-Freileitung 124/125 UW Fühlingen – UW Merkenich	-	11	-	rd. 2,19
Im Teilabschnitt Pkt. Fühlingen – Pkt. Rheindorf				
II) Neubau der Bl. 4901 als 380-kV-Freileitung zwischen Mast Nr. 9 und bestehendem Mast Nr. 63 der Bl. 4560	8	-	rd. 2,84	-
Gesamtsumme:	18	21	rd. 5,2	rd. 4,3

Tabelle 1: Übersicht über Freileitungsmaßnahmen

Die Freileitungsmaßnahmen sind in den Plänen der Anlage 2 (Übersichtsplan) und der Anlage 7 (Lagepläne) dargestellt.

Die in der Tabelle 1 dargestellten Maßnahmen erfolgen innerhalb folgender Kommunen:

- Stadt Köln: Maßnahmen la, lb, lc, ld, le, lf, und II (teilw.)
 - Trassenlänge rd. 3,3 km
 - 13 Neubaumaste
 - 21 Rückbaumaste
- Stadt Leverkusen: Maßnahme II (teilw.)
 - Trassenlänge rd. 1,7 km
 - 5 Neubaumaste

Die Baukosten der rd. 5 km langen 110-/380-kV-Freileitung werden voraussichtlich rd. 6,3 Mio. € betragen.

Für Vermerk der Behörde

2 Energierightliches Planfeststellungsverfahren und Umweltverträglichkeitsprüfung

Gemäß § 43 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) [2] bedarf die Errichtung, der Betrieb und die Änderung von Hochspannungsfreileitungen mit einer Nennspannung von 110 kV oder mehr der Planfeststellung durch die nach Landesrecht zuständige Behörde. Für das Planfeststellungsverfahren gelten die §§ 72 bis 78 des Verwaltungsverfahrensgesetzes des Landes Nordrhein-Westfalen (VwVfG NRW) [3] nach Maßgabe des EnWG.

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens wird für den Bau und Betrieb der geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitungsverbindung eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) entsprechend dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) [4] durchgeführt. Zur Festlegung des Untersuchungsrahmens der UVP und der hierfür beizubringenden Unterlagen nach § 6 UVPG fand am 04.05.2010 ein Scopingtermin gem. § 5 UVPG bei der Bezirksregierung Köln statt.

Das für die UVP erstellte Gutachten einschließlich einer allgemein verständlichen Zusammenfassung i. S. von § 6 Abs. 3 Satz 2 und § 6 Abs. 4 Satz 2 UVPG ist in der Anlage 13.1 enthalten.

3 Zweck und Rechtswirkung der Planfeststellung

Es ist der Zweck der Planfeststellung, alle durch das Vorhaben berührten öffentlich-rechtlichen Beziehungen zwischen dem Vorhabenträger und den Betroffenen sowie Behörden abzustimmen, rechtsgestaltend zu regeln und den Bestand der Leitung öffentlich-rechtlich zu sichern.

Durch die Planfeststellung wird die Zulässigkeit des Vorhabens einschließlich der notwendigen Folgemaßnahmen an anderen Anlagen im Hinblick auf alle von ihm berührten öffentlichen Belange festgestellt. Neben der Planfeststellung sind andere behördliche Entscheidungen, insbesondere öffentlich-rechtliche Genehmigungen, Verleihungen, Erlaubnisse, Bewilligungen und Zustimmungen grundsätzlich nicht erforderlich (§ 75 Abs. 1 VwVfG NRW).

Die für den Bau und Betrieb der Anlage notwendigen privatrechtlichen Zustimmungen, Genehmigungen oder dinglichen Rechte für die Inanspruchnahme von Grundeigentum werden durch den Planfeststellungsbeschluss nicht ersetzt und müssen vom Vorhabenträger separat eingeholt werden. Auch die hierfür zu zahlenden Entschädigungen werden nicht im Rahmen der Planfeststellung festgestellt oder erörtert. Die Planfeststellung ist jedoch Voraussetzung und Grundlage für die Durchführung einer vorläufigen Besitz-einweisung und/oder eines Enteignungsverfahrens, falls im Rahmen der privatrechtl-

chen Verhandlungen eine gütliche Einigung zwischen Vorhabenträger und zustimmungspflichtigen Betroffenen nicht erzielt werden kann.

Ist der Planfeststellungsbeschluss unanfechtbar geworden, sind Ansprüche auf Unterlassung des Vorhabens, auf Außerbetriebsetzung, Beseitigung oder Änderung festgestellter Anlagen ausgeschlossen.

An dem Planfeststellungsverfahren werden nach Maßgabe der §§ 43 ff. EnWG in Verbindung mit den §§ 72 ff. VwVfG NRW alle vom Vorhaben Betroffenen beteiligt.

4 Zuständigkeiten

4.1 Vorhabenträger

Träger des Vorhabens im beantragten Planfeststellungsabschnitt ist die

RheinEnergie AG
Kraftwerke
Parkgürtel 24
50823 Köln

Die RWE Westfalen-Weser-Ems Netzservice GmbH wurde mit der technischen Planung und der Erstellung der Antragsunterlagen beauftragt.

4.2 Planfeststellungsbehörde

Die zuständigen Planfeststellungs- und Anhörungsbehörde für die in Tabelle 1 aufgeführten Maßnahmen ist die

Bezirksregierung Köln
Dezernat 25 - Verkehr
Zeughausstraße 2 – 10
50667 Köln

5 Vorhergehende Prüfungen im Rahmen der Raumordnung

Für das geplante Vorhaben wurde Anfang Februar 2010 bei der Bezirksregierung Köln, Dezernat 32 – Regionalentwicklung, die Prüfung der Erforderlichkeit eines Raumordnungsverfahrens beantragt.

Gemäß dem Schreiben vom 22. Februar 2010 der Bezirksregierung Köln ist für das eingereichte Vorhaben kein Raumordnungsverfahren erforderlich, da die geplante Freileitung gebündelt zu vorhandenen Höchstspannungsfreileitungstrassen verläuft und in diesem Zusammenhang ein Rückbau zweier 110-kV-Freileitungen vorgesehen ist.

6 Alternativenprüfung

6.1 Mitnutzung von bestehenden Höchstspannungsfreileitungen bereits ab der westlichen Rheinseite

Im Scopingtermin am 04.05.2010 wurde darum gebeten in den Antragsunterlagen darzulegen, warum eine Mitnutzung von Freileitungen der Amprion GmbH erst ab dem Pkt. Rheindorf und nicht bereits ab der westlichen Rheinseite vorgesehen ist.

Im Rahmen der Freileitungsplanung wurde für die 380-kV-Leitungsverbindung zwischen der UA Merkenich und der UA Opladen geprüft, inwieweit der Umfang der Freileitungsneubaumaßnahme sich durch eine Mitnutzung der vorhandenen Masten der beiden zwischen der UA Rommerskirchen und der UA Opladen verlaufenden 380-kV-fähigen Höchstspannungsfreileitungen Bl. 4560 und Bl. 4515, die sich im Eigentum der Amprion GmbH befinden, minimieren lässt.

Für die 380-kV-Einspeisung des in dem geplanten GDKW Köln-Niehl produzierten Stroms in den von der Amprion GmbH zugesagten Einspeisepunkt UA Opladen ist eine separate Stromkreisverbindung erforderlich, die aus schutztechnischen und betrieblichen Gründen unabhängig von sonstigen anderweitig genutzten Stromkreisen betrieben werden kann und freischaltbar sein muss. Eine Mitnutzung von vorhandenen 380-kV-Stromkreisen für die direkte Kraftwerkseinspeisung in den Anschlusspunkt UA Opladen scheidet daher aus.

Ein für die separate Kraftwerksleitungsverbindung benötigter freier 380-kV-Stromkreisplatz ist derzeit auf den beiden o.g. 380-kV-fähigen Freileitungen der Amprion GmbH weder auf der westlichen noch auf der östlichen Rheinseite vorhanden. Die bestehenden Freileitungen sind zur Zeit voll belegt und können auch aus technischen Gründen nicht mit zusätzlichen Traversen für weitere Stromkreise ausgestattet werden. So ist insbesondere aus statischen Gründen und zur Einhaltung der erforderlichen Min-

destabstände zwischen den Leiterseilen und zwischen Leiterseilen und Boden eine zusätzliche Anbringung von Traversen und Leiterseilen bei den vorhandenen Masten der Bl. 4515 und Bl. 4560 nicht möglich.

Die grundsätzliche Voraussetzung für eine Mitführung der Kraftwerksleitung über Masten der vorhandenen Höchstspannungsfreileitungen Bl. 4515 oder Bl. 4560 ist somit, dass ein 380-kV-fähiger Stromkreisplatz hierfür auf diesen Freileitungen frei gemacht werden kann. Dies setzt voraus, dass ein vorhandener Stromkreis, der einen 380-kV-fähigen Stromkreisplatz auf den o.g. Freileitungen nutzt, auf andere technisch hierfür geeignete Hochspannungsfreileitungen, die in Richtung UA Opladen verlaufen, umverlagert werden kann. Diese Verlagerung eines bestehenden Stromkreises ist technisch und betrieblich erst ab dem Pkt. Rheindorf umsetzbar. Ab hier kann ein in Richtung UA Opladen verlaufender 220-kV-Stromkreis, der derzeit einen 380-kV-fähigen Stromkreisplatz der 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Rommerskirchen – Opladen, Bl. 4560, nutzt, auf einen derzeit noch freien 220-kV-Stromkreisplatz der 220-kV-Hochspannungsfreileitung Föhlingen – Opladen, Bl. 2429, umverlagert werden. Anschließend kann dann ab dem Pkt. Rheindorf der frei gewordene 380-kV-Stromkreisplatz auf der Bl. 4560 für die geplante 380-kV-Kraftwerkseinspeiseleitung verwendet werden. Diese Möglichkeit der Mitnutzung von bestehenden Freileitungen der Amprion GmbH wurde bei der Planung des Gesamtvorhabens berücksichtigt. Die hierfür erforderlichen Änderungs- und Neubaumaßnahmen im bestehenden Stromtransportnetz werden mit eigenständigen Planfeststellungsunterlagen durch die Amprion GmbH beantragt.

Eine Mitnutzung von bestehenden Masten der Höchstspannungsfreileitungen Bl. 4515 oder Bl. 4560 der Amprion GmbH bereits ab der westlichen Rheinseite ist für die bis zur UA Opladen benötigte separate einsystemige 380-kV-Einspeiseleitung aus technischen und betrieblich Gründen nicht möglich.

6.2 Bündelungsvariante im Bereich UA Föhlingen

Im Scopingtermin am 04.05.2010 wurde darum gebeten, eine leicht geänderte Trassenführung im Bereich der UA Föhlingen zu prüfen. Die für die Prüfung vorgeschlagene Variante sieht eine etwa geradlinige Verlängerung der Trasse aus Richtung der UA Merkenich über den Mast Nr. 9 hinaus bis zur bestehenden Höchstspannungsfreileitung Bl. 4560 der Amprion GmbH vor. Die enge Bündelung mit der vorhandenen Freileitungen Bl. 4560 würde hierdurch bereits ab dem vorhandenen Mast Nr. 55 erfolgen können. Hierfür würde jedoch die Errichtung eines zusätzlichen Mastes notwendig, der statisch und geometrisch für einen Leitungswinkel von nahezu 90° ausgelegt werden müsste. Nach naturschutzfachlicher Prüfung und Bewertung des Gutachters (s. Anlage 13.1) ergeben sich durch diese Variante, die einen zusätzlichen Mast erfordert, aber keine

signifikanten Vorteile für Natur-, Landschaft oder den Artenschutz. Wegen der mit dem zusätzlichen Mast verbundenen Mehrkosten und Grundstücksinanspruchnahmen wird auf die Umsetzung dieser Variante daher verzichtet.

6.3 Erdkabel

Der grundsätzliche Unterschied zwischen einer Höchstspannungsfreileitung und einer Höchstspannungskabelanlage besteht darin, dass die Freileitung ein relativ einfaches, eine Kabelanlage jedoch ein hochkomplexes System ist, bei dem auf kleinsten Isolierdistanzen sehr hohe Spannungen sicher beherrscht werden müssen. In der Höchst- und Hochspannungsebene kommen heute fast ausschließlich Kunststoffkabel mit einer Isolationsschicht aus vernetztem Polyethylen (VPE) zum Einsatz.

Die Trassenbreite für eine einsystemige 380-kV-Kabelanlage, einschließlich eines durchgehenden jederzeit nutzbaren Fahrstreifens, würde in freier Landschaft rd. 8 - 10 m einnehmen. Für die Herstellung der Kabelanlage würde man für die Baubedarfsflächen zusätzlich temporär einen rd. 8 m breiten durchgehend frei zu machenden Trassenkorridor benötigen. Die durch Leitungsrechte zu sichernde Trassenbreite wäre zwar schmaler als die einer Freileitung, hätte aber, soweit sie nicht innerhalb vorhandener Straßen oder Wege verläuft, hinsichtlich der Nutzungs- und Entwicklungsmöglichkeit erheblich größere Einschränkungen. Die Kabeltrasse dürfte z.B. im Gegensatz zu den Freileitungstrassen nicht bebaut oder mit tief wurzelnden Pflanzen belegt werden. Auch muss im Störfall jederzeit eine durchgehende Befahrbarkeit der Kabeltrasse z.B. mit Baggern möglich sein. Im Gegensatz zu Hochspannungsfreileitungen ergeben sich flächenmäßig wesentlich größere durchgehende Eingriffe in den Boden. Hiermit verbundenen sind erhebliche Auswirkungen auf Flora, Fauna, Hydrologie (Drainagewirkung) und Bodenstruktur.

Für eine durchgehende 380-kV-Verkabelung des hier behandelten Planfeststellungsabschnitts zwischen der UA Merkenich und dem Pkt. Rheindorf müsste eine aufwendige Rheinkreuzung, z.B. mittels einer Unterdükerung des Rheins, hergestellt werden. Zusätzlich wäre für eine durchgehende Verkabelung am Pkt. Rheindorf oder im Fall von Teilverkabelungsvarianten an anderer Stelle für den Übergang des 380-kV-Erdkabels auf die 380-kV-Freileitung eine eingezäunte Kabelübergangsstation erforderlich, die aus Sicherheitsgründen möglichst außerhalb der Überschwemmungsbereiche von Rhein oder Wupper liegen sollte.

Bezüglich der Lebensdauer von 380-kV-VPE-Kabeln geht man auf Grund der Erfahrungen in der 110-kV-Ebene von rd. 40 Jahren aus. Allerdings liegen über die Lebensdauer von 380-kV-VPE-Kabel weltweit noch keine Langzeiterfahrungen vor. Für Hochspannungsfreileitungen kann die Betriebsdauer 80 Jahre und mehr betragen.

VPE-Kabel haben zwar i.d.R. eine geringere Fehlerrate als Freileitungen, jeder Kabelfehler ist aber immer mit einem Schaden der Isolierung und längeren Reparaturzeiten (mind. 1 - 2 Wochen) verbunden. So muss bei einer Beschädigung der Isolierung das Kabel mittels Bagger freigelegt, das defekte Kabelstück herausgeschnitten und durch eine Kabelverbindungsmuffe oder sogar durch ein neues Kabelstück mit Kabelmuffenverbindungen an jedem Ende ersetzt werden.

Die Verlegung von Erdkabeln in Überschwemmungsgebieten, wie im Bereich des Rheins und Wupper vorhanden, kann ggf. zu weiteren erheblichen Verzögerungen und Risiken bei erforderlichen Reparaturmaßnahmen führen, falls Schäden an den Erdkabeln in Hochwasserzeiten auftreten. Reparaturen können erst beginnen, wenn kein Hochwasser vorliegt und mit keinem Hochwasser in der Reparaturzeit (mind. 1 - 2 Wochen) zu rechnen ist. Im Gegensatz dazu kann die Reparatur oder ein Austausch von Leiterseilen oder Isolatoren bei Freileitung im Schadensfall soweit notwendig auch bei Hochwasser durchgeführt werden. Falls Schäden an Erdkabeln im Kreuzungsbereich mit dem Rhein auftreten, ist eine Reparatur i.d.R. nicht möglich. In diesem Fall müsste das betroffene Erdkabel im gesamten Kreuzungsbereich zeit- und kostenaufwendig erneuert werden.

Weltweit sind noch keine statistisch belastbaren Unterlagen über das Betriebsverhalten von 380-kV-VPE-Kunststoffkabeln verfügbar. Zu beachten ist dabei, dass Kabel nur in Teilstücken transportiert und verlegt werden können und Verbindungsmuffen zwischen den Teilstücken hergestellt werden müssen. Diese aufwendig in der Örtlichkeit herzustellenden Verbindungsmuffen sind anfälliger für Störungen als das Kabel selbst. Mit zunehmender Länge der Kabeltrasse steigt die Anzahl der erforderlichen Muffen und damit auch das Ausfallrisiko.

Wegen der fehlenden Langzeiterfahrung hat daher der Gesetzgeber den Übertragungsnetzbetreibern, im Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) [5] die Möglichkeit eingeräumt, unter bestimmten Voraussetzungen auf definierten Leitungsverbindungen Teilverkabelungen als Pilotprojekte einzusetzen, um allgemeine Erfahrungen mit dieser Technik zu sammeln. Für die 380-kV-Kabelpilotprojekte wurde in diesem Zusammenhang den Transportnetzbetreibern die Möglichkeit eingeräumt, hierfür ein Planfeststellungsverfahren durchführen zu können, was ansonsten für Erdkabel größer 110-kV grundsätzlich nicht möglich ist. Darüber hinaus können die entstehenden Mehrkosten von den Transportnetzbetreibern auf die Netzentgelte umlegt werden.

Für die geplante 380-kV-Leitungsverbindung zwischen der UA Merkenich und der UA Opladen gilt das EnLAG nicht. Auch können die wirtschaftlichen Nachteile einer 380-kV-Erdkabelvariante für einen Kraftwerksanschluss nicht über Netzentgelte kompensiert werden.

Für eine 380-kV-Höchstspannungskabelanlage wird ein deutlich höherer finanzieller Aufwand als bei einer entsprechenden 380-kV-Freileitung erforderlich. Die Investitionskosten einer der geplanten 380-kV-Freileitung entsprechenden gleich langen 380-kV-Kabelanlage liegen u.a. auch auf Grund der erforderlichen aufwendigen Rheinkreuzung voraussichtlich um den rd. 3-4 fachen Faktor höher.

Da 380-kV-Kabelanlagen erheblich teurer sind und Langzeiterfahrungen zur Abschätzung des Betriebsrisikos fehlen, werden zusätzlich zu den im EnLAG hierfür vorgesehenen Pilotprojekten 380-kV-Erdkabel derzeit nur im seltenen Ausnahmefall verwendet, wenn z.B. eine 380-kV-Freileitungsverbindung technisch oder betrieblich gar nicht realisiert werden kann (z.B. innerhalb von dicht bebauten Innenstädten, wo kein ausreichender Trassenraum für die Errichtung von Masten und die Herstellung von Leiterseilverbindungen vorhanden ist). Dieser Sonderfall liegt z.B. für die Leitungsverbindung zwischen dem geplanten Kraftwerk und der UA Merkenich vor.

Für den in den vorliegenden Planfeststellungsunterlagen dargestellten Vorhabensabschnitt zwischen der UA Merkenich und dem Pkt. Rheindorf wird die Ausführung der 380-kV-Leitungsverbindung als Freileitung vorgezogen. Hier ist unter Ausnutzung von oder Bündelung mit bestehenden Freileitungstrassen eine Freileitung technisch und betrieblich unter Berücksichtigung der bestehenden technischen Vorschriften möglich. Eine Erdverkabelung würde in diesem Abschnitt zu zusätzlichen derzeit nicht abschätzbaren Betriebsrisiken führen und insbesondere erheblich teurer sein.

7 Angaben zur baulichen Gestaltung der Leitung

7.1 Technische Regelwerke

Nach § 49 Abs.1 EnWG sind Energieanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten. Nach § 49 Abs. 2 EnWG wird die Einhaltung der allgemeinen Regeln der Technik vermutet, wenn die technischen Regeln des Verbandes der Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) eingehalten worden sind.

Der Bau und Betrieb der Freileitung soll unter Einhaltung der folgenden DIN-VDE-Vorschriften erfolgen.

Für die Errichtung der geplanten Höchstspannungsfreileitung sind die Europa-Normen EN 50341-1, EN 50341-2 und EN 50341-3-4 maßgebend. Die vorgenannten Europa-Normen sind zugleich DIN-VDE-Bestimmungen. Sie sind nach Durchführung des vom VDE-Vorstandes beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter den Nummern DIN EN 50341-1 (VDE 0210 Teil 1) [6], DIN EN 50341-2 (VDE 0210 Teil 2) [7] und DIN EN 50341-3-4 (VDE 0210 Teil 3) [8] in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und der Fachöffentlichkeit bekannt gegeben worden. Die DIN EN 50341-3-4 (VDE 0210 Teil 3) enthält die nationalen normativen Festsetzungen für Deutschland.

Für den Betrieb der geplanten Höchstspannungsfreileitung sind die Europa-Normen EN 50110-1 und EN 50110-2 relevant. Sie sind unter den Nummern DIN EN 50110-1 (VDE 0105 Teil 1) [9] und DIN EN 50110-2 (VDE 0105 Teil 2) [10] Bestandteil des veröffentlichten VDE-Vorschriftenwerks. Zusätzlich enthält die DIN VDE 0105 Teil 100 [11] die für den Betrieb von elektrischen Anlagen nationalen normativen Festsetzungen für Deutschland.

Innerhalb der o.g. DIN-VDE-Normen sind die weiteren einzuhaltenden technischen Vorschriften und Normen aufgeführt, die darüber hinaus für den Bau und den Betrieb von Hochspannungsfreileitungen Relevanz besitzen, wie z.B. Unfallverhütungsvorschriften oder Regelwerke zur Bemessung von Gründungselementen.

7.2 Maste

Die Maste einer Freileitung dienen als Stützpunkte für die Leiterseilaufhängungen und bestehen aus Mastschaft, Erdseilstütze, Querträgern (Traversen) und Fundament. An den Traversen werden die Isolatorketten und daran die Leiterseile befestigt. Die Erdseilstütze(n), die bei den für die geplante Leitung eingesetzten Masten der Mastspitze

oberhalb der obersten Traverse entspricht, dient der Befestigung eines sogenannten Erdseils, das für den Blitzschutz der Freileitung erforderlich ist.

Insbesondere die Anzahl der aufliegenden Stromkreise, deren Spannungsebene, die möglichen Mastabstände und einzuhaltende Begrenzungen hinsichtlich der Schutzstreifenbreite oder Masthöhe bestimmen die Bauform, -art und Dimensionierung der Maste. Die Maste müssen die Zugkräfte der eingesetzten Leiterseile und die Kräfte, die zusätzlich durch die äußeren Lasten, die insbesondere durch Wind und Eisbildung hervorgerufen werden, sicher aufnehmen können.

Für den Bau und Betrieb der geplanten Höchstspannungsfreileitung werden Stahlgittermaste aus verzinkten Normprofilen errichtet. Es kommen hierbei verschiedene Masttypen zum Einsatz. Die Standorte der Maste sind in dem Übersichtsplan im Maßstab 1:25.000 (Anlage 2) und in den Lageplänen im Maßstab 1:2000 bzw. 1:1000 (Anlage 7) dargestellt. Welcher Masttyp an welcher Stelle eingesetzt werden soll, kann der Masttabelle (Anlage 4) entnommen werden. Schemazeichnungen der jeweiligen Masttypen sind in der Anlage 3 zusammengestellt.

Die unterschiedlichen Masttypen sind erforderlich, um die planerischen Rahmenbedingungen hinsichtlich der zu übertragenden Spannungsebene, der Systemanzahl, Schutzstreifenbreiten, der Masthöhen oder der Mastabstände technisch zu ermöglichen.

In dem hier betrachteten Planfeststellungsabschnitt zwischen der UA Merkenich und dem Pkt. Rheindorf kommen spezielle Stahlgittermaste der von RWE entwickelten Standardmasttypen AD 36 und D 36 zum Einsatz, deren Traversenanzahl und Ausladung an einen Betrieb mit nur einem 380-kV-Stromkreis angepasst sind. Die 380-kV-Traversenebene der beiden Masttypen wird zur Minimierung der Schutzstreifenbreite und der Phasenabstände unsymmetrisch gestaltet. Diese speziell angepassten Masttypen werden daher im weiteren als AD 36_{Spez.} und D 36_{Spez.} bezeichnet.

Der im Teilabschnitt UA Merkenich bis Pkt. Föhlingen verwendete Masttyp AD 36_{Spez.} ermöglicht neben der Belegung eines für den Kraftwerksanschluss benötigten 380-kV-Stromkreises die Mitführung von zwei 110-kV-Stromkreisen der RNG, die für den Ersatz der derzeit hier verlaufenden beiden 110-kV-Freileitungen benötigt werden. Der Masttyp AD 36_{Spez.} besitzt hierfür insgesamt zwei Traversenebenen, wobei die obere, für den 380-kV-Stromkreis vorgesehen ist. Die kurze Traversenseite der 380-kV-Ebene ist auf der östlichen Seite geplant. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit die östliche Breite des Schutzstreifenrandes gegenüber der des westlichen Schutzstreifenrandes etwas kleiner auszuführen. Der am Pkt. Föhlingen vorgesehene Mast Nr. 9 muss für die 110-kV-Einführung der Leiterseile in die UA Föhlingen zusätzlich mit einer dritten Traversenebene ausgeführt werden. Der geplante Mast Nr. 9 erhält hierfür beidseitig des Mast-

schaftes eine zusätzliche Abzweigtraverse die um 90° gegenüber den anderen Traversen gedreht ist (s. Anlage 3, Blatt 4.1 und 4.2).

Zur Minimierung der Masthöhen werden bei dem verwendeten Masttyp AD36_{Spez.} außerhalb der UA Merkenich, also bei den Masten Nr. 1 bis Nr. 9, Doppelerdseilspitzen für den Blitzschutz verwendet. Hierdurch ist eine Höhenreduzierung gegenüber einer Ausführung mit nur einer Erdseilspitze von rd. 6 m möglich.

Im Teilabschnitt zwischen dem Pkt. Fühligen und dem Pkt. Rheindorf soll der Masttyp D 36_{Spez.} zum Einsatz kommen, über den nur ein 380-kV-Stromkreis geführt werden soll und somit mit einer einzigen unsymmetrischen Traversenebene auskommt. Die kürze Traversenseite der 380-kV-Ebene ist auf der den vorhandenen Höchstspannungsfreileitungen der Amprion GmbH abgewandten Seite geplant. Die Erdseilspitze soll hier nicht als Doppelerdseilspitze ausgeführt werden, um im Bereich der avifaunistisch relevanten Rheinkreuzung nur ein Blitzschutzseil im Luftraum führen zu müssen. Eine Reduzierung der Masthöhen um rd. 6m würde hier auch nicht zu einer erheblichen Verbesserungen der Landschaftsbildbeeinträchtigung führen, da die parallel verlaufenden beiden Höchstspannungsfreileitungen der Amprion GmbH die geplante Freileitung überragen werden.

Für die Anbindung des 380-kV-Stromkreises an den Mast Nr. 63 der im Eigentum der Amprion GmbH stehenden 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Rommerskirchen – Opladen, Bl. 4560, ist für den geplanten Mast Nr. 17 ein Sondermasttyp (D-GE) mit etwas schmaleren Traversenbreiten vorgesehen. Der Mast Nr. 17 erhält keine Erdseilstütze, da auf die Führung eines Erdseiles oberhalb der Leiterseile wegen der Unterkreuzung der Bl. 4560 zur Einhaltung der technisch erforderlichen Mindestabstände nicht möglich ist. Ein ausreichender Blitzschutz ist hier bereits durch den Mast Nr. 16 und die beiden im Nahbereich stehenden Höchstspannungsfreileitungen Bl. 4560 und Bl. 4515 der Amprion GmbH gegeben.

Die vorgenannten Masttypen AD 36_{Spez.} und D 36_{Spez.} werden entweder als Tragmast (T), Winkel-/Abspannmast (WA) oder Winkel-/Endmast (WE) ausgeführt (vgl. Masttabelle, Anlage 4).

Tragmaste (T) tragen die Leiterseile bei geradem Trassenverlauf. Die Leiterseile sind an lotrecht hängenden Isolatorketten befestigt und üben auf den Mast im Normalbetrieb keine in Leitungsrichtung wirkenden Zugkräfte aus. Tragmaste können daher gegenüber Winkel-/Abspann- oder Endmasten (WA/WE) relativ leicht ausgeführt werden.

Winkel-/Abspannmaste (WA) müssen dort eingesetzt werden, wo die geradlinige Linienführung verlassen wird. Die Leiterseile sind über Isolatorketten, die auf Grund der anstehenden Seilzüge in Seilrichtung ausgerichtet sind, an den Traversen des Mastes

befestigt. WA-Maste nehmen die resultierenden Leiterseilzugkräfte in den Winkelpunkten der Leitung auf. Je mehr die Leitungsachse von der geradlinigen Leitungsführung abweicht, umso mehr Zugkräfte muss der Mast statisch aufnehmen können.

Winkel-/Endmaste (WE) haben die gleiche Funktion wie WA-Maste und können zusätzlich Differenzzüge aufnehmen, die durch unterschiedliche Belegung der an- und abgehenden Spannfelder entstehen. Dies ist z. B. vor den Umspannanlagen der Fall, wo die Leiterseile aus statischen Gründen nur mit reduzierten Zügen zu den Portalen gespannt werden können.

Die Längen der Traversen sind bei WA- und WE-Masten abhängig vom Leitungswinkel. Je kleiner der eingeschlossene Leitungswinkel, umso größer müssen die Abstände zwischen den Seilaufhängepunkten an den Traversen einerseits untereinander und andererseits zum Mast sein. Bei der geplanten 110-/380-kV-Freileitung werden Winkelmasten für bestimmte Winkelgruppen eingesetzt.

In der Masttabelle (Anlage 4, Spalte 4) ist die Winkelgruppe eines jeweiligen WA/WE-Masten erkennbar:

Bezeichnung	Winkelgruppe	Winkelbereich
WA/WE 1	1	160° - 180°
WA/WE 2	2	140° - 160°
WA/WE 3	3	120° - 140°

Tabelle 2: Winkelgruppen der WA/WE-Maste

Die Traversenlängen der jeweiligen Winkelgruppen sind in den Schemazeichnungen der WA/WE-Masten (Anlage 3) dargestellt.

In der Masttabelle (Anlage 4, Spalte 6) sind die geplanten Masthöhen in Meter über Erdoberkante (EOK) aufgeführt. Die Höhe eines jeweiligen Mastes wird im Wesentlichen bestimmt durch den Masttyp, die Länge der Isolatoren, dem Abstand der Maste untereinander, die mit dem Betrieb der Leitung verbundene Erwärmung und damit Längenänderung der Leiterseile und den nach DIN EN 50341 (VDE 0210) einzuhaltenden Mindestabständen zwischen Leiterseilen und Gelände oder sonstigen Objekten (z.B. Straßen, Freileitungen, Bauwerke und Bäume). Darüber hinaus werden die Masthöhen so festgelegt, dass die Regelungen der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung [12] eingehalten werden.

Zur Einhaltung vorgegebener Masthöhen können je nach Masttyp und vorhandener Topographie nur begrenzte Mastabstände gewählt werden; denn die Vergrößerung von Mastabständen bedingt gleichzeitig größere Leiterseildurchhänge und damit höhere Aufhängepunktshöhen. Die notwendigen Masthöhen nehmen dabei mit zunehmendem

Mastabstand immer stärker zu, da die funktionale Abhängigkeit zwischen Mastabstand und Seildurchhang näherungsweise einer quadratischen Funktion (Parabel) entspricht.

Die Höhe der Maste kann bei den für die geplante Leitung eingesetzten Masttypen nicht beliebig, sondern nur in bestimmten Schritten verändert werden, für die der jeweilige Masttyp statisch bestimmt ist. In der Masttabelle (siehe Anlage 4) sind in der Spalte 4 für jeden geplanten Masten die vom dargestellten Mastgrundtyp (+ 0,0) abweichenden Masthöhen in Metern aufgeführt (z.B. -5,0, -2,5, +2,5, + 5,0 usw.).

7.3 Berechnungs- und Prüfverfahren für Maststatik und -austeilung

Alle Bauteile eines Mastes werden so bemessen, dass sie den regelmäßig zu erwartenden klimatischen Bedingungen standhalten. Die in dem statischen Nachweis zu berücksichtigenden Lastfälle und Lastfallkombinationen werden durch die DIN EN 50341-3-4 (VDE 0210 Teil 3) vorgegeben.

Bei der statischen Berechnung eines Mastes werden die Kräfte berücksichtigt, die sich aus den Seilen, Armaturen und Isolatoren, dem Eigengewicht des Mastes sowie den Wind-, Eis- und sonstigen Zusatzbelastungen ergeben. Ein Mast kann dabei einer statischen und einer überlagerten dynamischen Belastung ausgesetzt sein.

Die wesentlichen Schritte bei der statischen Berechnung einer Freileitung sind:

1. Ermittlung der äußeren Lasten entsprechend den vorgenannten Beanspruchungen.
2. Bestimmung der erforderlichen Stabkräfte. Hierbei werden die Beanspruchungen ermittelt, die sich auf die räumlichen Fachwerke, wie Eckstiele, Diagonalen, Sonderstäbe im Mastschaft und Querträger, eines Mastes ergeben.

Bei der Ermittlung der Maststatik werden die Druck-, Zug- und Torsionsbeanspruchungen ermittelt.

Für die Berechnungen einer Freileitung werden mathematische Algorithmen für die Fachwerkstatik, das Kettenlinienverhalten der Seilelemente und der Seildynamik (z.B. bei Beanspruchungen durch Zusatzlasten in Form von Eisansatz oder durch Einflüsse der Umgebungstemperatur bzw. der Seiltemperatur auf Grund der Erwärmung durch die Betriebsströme) berücksichtigt.

Entsprechende Berechnungen werden mit Hilfe anerkannter Rechenverfahren durchgeführt und deren grundsätzliche Eignung durch redundante Programmentwicklungen anderer Ing.-Büros/Institute geprüft.

Mit derartigen Verfahren lässt sich z. B. Folgendes untersuchen:

- Einfluss der Feldlängenunterschiede (Feldlänge: Abstand zwischen zwei Hochspannungsmaste) auf den Durchhang der Leiterseile und deren Zugspannungen
- Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Leitertemperaturen
- Einfluss der Länge der Isolatorketten
- Einfluss von Höhenunterschieden an den Aufhängepunkten
- Einfluss von Zusatzlasten in Teilbereichen eines Abspannungsabschnittes
- Auswirkung von Einzellasten (z. B. Flugwarnkugeln)

Für die Mastausteilung und Bestimmung der Masthöhen müssen die Leiterseilabstände zum Gelände oder zu Objekten, wie z.B. Gebäude, Straßen, Bäume oder anderen Freileitungen, im ruhenden und im durch Wind ausgeschwungenen Zustand berechnet werden. Hierzu ist vorher eine Vermessung der Örtlichkeit (Trassierung) erforderlich.

Die zur Anwendung gelangenden Berechnungsverfahren für die Maststatik und -austeilung entsprechen dem Stand der Wissenschaft und Technik und sind allgemein anerkannt. Berechnungen werden von zertifizierten Ingenieurbüros durchgeführt und im Rahmen der Eigenüberwachung nach § 49 EnWG [2] durch Sachverständige geprüft. Dabei erfolgen die Berechnungen für die Maststatik i.d.R. projektübergreifend für Baukastensysteme. Die Maststatiken der Baukastensysteme werden im Rahmen der Eigenüberwachung nach § 49 EnWG im Zusammenhang mit deren Erstentwicklung stichprobenartig durch einen an der Entwicklung nicht beteiligten Sachverständigen geprüft.

7.4 Mastgründungen

Für die Gründung der Stahlgittermaste sind Plattenfundamente vorgesehen (s. Anlage 5).

Bei Plattengründungen werden die vier Eckstiele eines Mastes in einen aus einer Stahlbetonplatte bestehenden Fundamentkörper eingebunden, wodurch die Lasten über die Fundamentsohle abgetragen werden. Die seitliche Einspannung ist vernachlässigbar gering. Dadurch ist eine sehr geringere Tiefe der Fundamentsohle möglich. Die Fundamenttiefe ergibt sich u.a. aus der Forderung nach, frostfreier Lage der Fundamentsohle, ausreichender Einbindelänge der Eckstiele in der Platte und der Belastbarkeit des Baugrundes.

Plattenfundamente werden bis auf die an jedem Masteckstiel über EOK herausragenden zylinderförmigen Betonköpfe mit einer mindestens 1,2 m hohen Bodenschicht überdeckt.

Für die Planfeststellung wurden die Fundamentarten der geplanten Masten und deren Fundamentgrößen qualifiziert abgeschätzt. In der Anlage 6 (Fundamenttabelle) sind die Ergebnisse dieser Abschätzung der ermittelten Fundamentarten und deren äußere Dimensionierung für jeden geplanten Mast aufgeführt.

Die Ermittlung der exakten Fundamentgröße erfolgt im Zusammenhang mit der Erstellung der Bauausführungsunterlagen nach Planfeststellungsbeschluss. Anhand der ermittelten Bodenart, der Form des Mastes, der Größe und Art der Belastung wird von einem zertifizierten Ingenieurbüro für Tragwerksplanung die Fundamentgröße des jeweiligen Mastes festgelegt. Im Rahmen der Eigenüberwachung nach § 49 EnWG [2] werden die Berechnungen stichprobenartig durch einen am jeweiligen Projekt nicht beteiligten Sachverständigen geprüft.

7.5 Berechnungs- und Prüfverfahren für Mastfundamente

Die Gründungen der Maste erfolgen so, dass die bei allen zu berücksichtigenden Lastfällen auftretenden Bauwerkslasten mit ausreichender Sicherheit in den vorhandenen Baugrund eingeleitet werden und außerdem keine unzulässigen Bewegungen der Gründungskörper auftreten.

Die Bestimmung der Fundamentart und Fundamentdimensionierung erfolgt unter Berücksichtigung der vom verwendeten Mast auf die Gründung wirkenden Kräfte, der vorhandenen, lokalen räumlichen Platzverhältnisse und den vorhandenen Kenntnissen über den Baugrund. Für die Bestimmung des Baugrundes wird eine Bodenuntersuchung auf Grundlage von Probebohrungen und Bodensondierungen durchgeführt, die alle die Tragfähigkeit beeinflussenden Bodenschichten erfasst und die Bodenart, den Wassergehalt, den Grundwasserstand sowie die Standfestigkeit und Lagerungsdichte feststellt.

Bei der Auswahl einer Gründungsart muss von ihrer Grenztragfähigkeit ausgegangen werden. Die Grenztragfähigkeit, das heißt die Last, bei deren Überschreitung die Gründung ihre Funktion nicht mehr wahrnehmen kann oder versagt, ist eine spezifische Eigenschaft jeder Gründungsart.

Grundlagen zur Ermittlung der Grenztragfähigkeiten sind zum einen die geotechnische Bemessung und zum anderen die bautechnische Bemessung.

Für die geotechnische Bemessung gelten die anerkannten Regeln der Technik insbesondere die unter Kapitel 7.1 aufgeführten Europa-Normen bzw. DIN-VDE-Normen.

Auch Erfahrungen aus Versuchen und im Zusammenhang mit ausgeführten Anlagen können in die geotechnische Bemessung einfließen.

Die bautechnische Bemessung bezieht sich auf die innere Tragfähigkeit des Gründungskörpers. Die Beanspruchung der Gründung wird aus den Bemessungswerten der Mastberechnung ermittelt. Bei Betongründungen erfolgt die Bemessung, Ermittlung der Schnittgrößen und die Ausführung nach DIN 1045-1 bis -3 [13].

Die Betongüte muss mindestens der Klasse C 20/25 entsprechen.

Die Bemessung von Gründungselementen aus Stahl richtet sich nach DIN V ENV 1993-1 [14].

7.6 Beseilung, Isolatoren, Blitzschutzseil

Die geplante 110-/380-kV-Freileitung wird im Teilabschnitt zwischen der UA Merkenich und der UA Fühlungen statisch und geometrisch für die Belegung mit zwei 110-kV- und einem 380-kV-Drehstromkreisen und im weiteren Teilabschnitt zwischen der UA Fühlungen und dem Pkt. Rheindorf für die Belegung mit einem 380-kV-Stromkreis ausgelegt.

Der 380-kV-Drehstromkreis besteht aus drei Bündelleitern, wobei jeder Bündelleiter aus vier einzelnen, durch Abstandhalter miteinander verbundenen Einzelseilen besteht (Viererbündel). Für die Übertragung des Stroms des 380-kV-Drehstromkreises werden somit drei Viererbündel erforderlich. Die 110-kV-Drehstromkreise bestehen aus jeweils drei separaten Einzelleitern (Einfachseil). Für die Übertragung des Stroms der beiden 110-kV-Drehstromkreise werden somit sechs Einfachseile aufgelegt.

Bei den einzelnen Leiterseilen der 380-kV und 110-kV-Drehstromkreise handelt es sich um Verbundleiter, deren Kern aus Stahldrähten besteht, der von einem mehrlagigen Mantel aus Aluminiumdrähten umgeben ist. Das vorgesehene Aluminium-Stahlseil hat einem Seildurchmesser von rd. 2,3 cm (Bezeichnung Al/St 265/35).

Jeder (Bündel-)leiter ist mittels zweier Isolatorstränge an den Traversen der Maste befestigt. An den Tragmasten sind die Leiterseile an nach unten hängenden Isolatoren (Tragstrang) und bei Abspann-/Endmasten an in Leiterseilrichtung liegende Isolatoren (Abspannketten) angebracht. Jeder der beiden Isolatorstränge ist geeignet, alleine die vollen Gewichts- und Zugbelastungen zu übernehmen. Hierdurch ergeben sich höhere Sicherheiten.

Neben den stromführenden Leiterseilen werden beim Masttyp D36_{Spez.} über die Mastspitze ein Blitzschutzseil (Erdseil) und beim Masttyp AD36_{Spez.} zwei Erdseile mitgeführt. Das Erdseil soll verhindern, dass Blitzeinschläge in die stromführenden Leiterseile er-

folgen und dies eine Störung des betroffenen Stromkreises hervorruft. Das Erdseil ist ein dem Leiterseil gleiches oder ähnliches Aluminium-Stahl-Seil. Der Blitzstrom wird mittels des Erdseils auf die benachbarten Maste und über diese weiter in den Boden abgeleitet. Zur betrieblichen Nachrichtenübermittlung besitzt das eingesetzte Erdseil im Kern Lichtwellenleiterfasern.

8 Beschreibung der geplanten Trasse (Feintrasse)

8.1 Allgemeines

Die für die Netzeinspeisung des geplanten GDKW Köln-Niehl benötigte einsystemige 380-kV-Freileitung der RheinEnergie AG beginnt an den Portalen der UA Merkenich und endet im Bereich des Pkt. Rheindorf am Mast Nr. 63 der im Eigentum der Amprion GmbH stehenden 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Rommerskirchen – Opladen, Bl. 4560.

Der geplante Trassenverlauf zwischen der UA Merkenich und dem Pkt. Rheindorf ergibt sich im Wesentlichen aus der beabsichtigten Mitnutzung von und der Bündelung mit vorhandenen Hochspannungsfreileitungstrassen der RNG und der Amprion GmbH.

Die im Rahmen der Detailplanung festgelegten Maststandorte und Leitungsachsverläufe sind in der Anlage 2 (Übersichtspläne im Maßstab 1:25.000) sowie in den Anlagen 7.1, 7.2 und 7.3 (Lagepläne im Maßstab 1:2000 oder 1:1000) dargestellt.

Die ungefähren Trassenlängen der geplanten und für den Rückbau vorgesehenen Freileitung sind in Kapitel 1.3 (Maßnahmenübersicht), Tabelle 1, aufgeführt. Die genaueren Mastabstände und die verwendeten Masttypen sowie Masthöhen können der Masttabelle (Anlage 4) entnommen werden.

8.2 Teilabschnitt UA Merkenich – UA Fühligen

Ausgehend von der UA Merkenich soll die geplante Freileitung der RheinEnergie AG zunächst in Richtung der UA Fühligen innerhalb des Trassenbereiches zweier nebeneinander stehender 110-kV-Freileitungen der Rheinischen NETZGesellschaft mbH (RNG) verlaufen. Die beiden 110-kV-RNG-Freileitungen müssen hierfür zurückgebaut werden. Die geplante Freileitung nutzt hier somit einen durch die bestehenden 110-kV-RNG-Freileitungen weitestgehend vorbelasteten und freigehaltenen Trassenkorridor.

Da die 110-kV-Verbindung zwischen der UA Merkenich und der UA Fühligen weiterhin benötigt wird, sollen zwei 110-kV-Stromkreise der RNG auf die Masten der geplanten

Freileitung mitaufgelegt werden. Die Freileitung wird in diesem Teilabschnitt somit als 110-/380-kV-Freileitung ausgeführt.

Zur Minimierung der Masthöhen sollen für die außerhalb der UA Merkenich stehenden Maste Nr. 1 bis Nr. 9 statt einer einfachen Erdseilspitze niedrigere Doppelerdseilspitzen für den Blitzschutz verwendet werden (s. Anlage 3, Blatt 1 und Blatt 2). Bis auf die Maste Nr. 4 und Nr. 5 im Bereich der höhergelegenen Autobahnkreuzung, die zur Einhaltung der Mindestabstände zur Fahrbahn Masthöhen von rd. 56 m über der Erdoberkante (EOK) erhalten müssen, und der Mast Nr. 1B innerhalb der UA Merkenich, der eine Höhe von 49,5 m über EOK erfordert, werden die restlichen Maste außerhalb der UA Merkenich Höhen zwischen rd. 43 m und 46 m über EOK besitzen. Die bestehenden, jeweils nebeneinander stehenden Maste der beiden 110-kV-RNG-Freileitungen besitzen hier Höhen zwischen rd. 30 m und 40 m.

Obwohl der verwendete 110-/380-kV-Masttyp grundsätzlich aus technischer Sicht größere Mastabstände ermöglicht, als bei den 110-kV-RNG-Freileitungen derzeit vorhanden sind, wurde insbesondere zur Minimierung der Schutzstreifenbreiten und Masthöhen eine Mastausteilung gewählt, die sich weitestgehend an der Mastausteilung der 110-kV-RNG-Freileitungen orientiert. Auch können hierdurch die geplanten Maste weitestgehend auf Grundstücken errichtet werden, die derzeit bereits durch Maststandorte vorbelastet sind. Ein weiterer Vorteil dieser Mastausteilung ist, dass für die Neubau und Rückbaumaßnahmen identische Zuwegungen und Arbeitsflächen genutzt werden können und für den zukünftigen Betrieb der geplanten 110-/380-kV-Freileitung die Zuwegungserfordernisse bzw. -möglichkeiten denen der 110-kV-RNG-Freileitungen nahezu entsprechen werden.

Auf die Errichtung von geplanten Masten exakt auf derzeitigen Maststandorten wird für die Masten Nr. 1 bis Nr. 9 abgesehen, um die Herstellung der Mastfundamente, die auf Grund der Aushärtungszeiten des Betons je Maststandort rd. vier Wochen benötigen, zunächst ohne einen Rückbau von 110-kV-Masten zu ermöglichen. Hierdurch wird die Dauer einer ggf. erforderlichen provisorischen, eingeschränkten Leitungsverbindung zwischen der UA Merkenich und der UA Fühlingen erheblich verkürzt und das Risiko für die Versorgungssicherheit während der Baumaßnahme minimiert.

Der Mast Nr. 1B der geplanten Freileitung ist auf dem Standort des derzeitigen 110-kV-Mastes Nr. 12B innerhalb der UA Merkenich vorgesehen, über den derzeit die 110-kV-Anbindung an die östlichen Anlagenportale erfolgt. Eine standortgleiche Errichtung ist hier möglich, da eine provisorische Versorgung der UA Merkenich während der Baumaßnahmen über das westliche Anlagenportal erfolgen kann und somit ohne den bestehenden 110-kV-Mast Nr. 12B auskommt. Über den 110-/380-kV-Mast Nr. 1B soll zum einen der 380-kV-Stromkreis mit dem geplanten 380-kV-Portal und zum anderen

der auf der östlichen Seite der geplanten Freileitung liegende 110-kV-Stromkreis mit dem bereits vorhandenen östlichen 110-kV-Anlagenportal verbunden werden.

Der Standort des auf dem Grundstück der RheinEnergie AG befindlichen Mastes Nr. 1 wurde so gewählt, dass dieser die Leiterseile der beiden Stromkreise aus Richtung des Mastes Nr. 1B aufnehmen kann und die Anbindung des auf der westlichen Seite der geplanten Freileitung liegenden 110-kV-Stromkreises an das in der UA Merkenich bereits vorhandene westliche Anlagenportal ermöglicht.

Die geplante Freileitung verläuft zwischen den Masten Nr. 1 und Nr. 3 entsprechend den beiden vorhandenen 110-kV-Freileitungen der RNG zunächst entlang der östlichen Seite der hier befindlichen Stadtbahnlinie Nr. 12 (Zollstock Südfriedhof – Merkenich). Die Standorte der geplanten Maste Nr. 2 und Nr. 3 wurden hier an die bestehende Stadtbahnlinie so herangerückt, dass ein Teil der derzeit im Schutzstreifen der östlichen 110-kV-RNG-Freileitung liegenden bebauten Grundstücksflächen zukünftig von einer Schutzstreifeninanspruchnahme freigestellt werden kann. Zwischen Mast Nr. 3 und Nr. 4 kreuzt die geplante Freileitung die Stadtbahnlinie. Ab Mast Nr. 3 entspricht der geplante Leitungsachsverlauf bis zum Mast Nr. 9 nahezu dem der westlichen 110-kV-RNG-Freileitung. Diese Leitungsführung erlaubt es, die östliche 110-kV-RNG-Freileitung zumindest zur Aufrechterhaltung einer Stromkreisverbindung zwischen der UA Merkenich und der UA Fühlungen während der Baumaßnahmen für die geplante 110-/380-kV-Freileitung nutzen zu können. Darüber hinaus ergeben sich durch diese Leitungsführung im Bereich der östlichen 110-kV-RNG-Freileitung gegenüber dem derzeitigen Zustand größere Parallelabstände zwischen dem äußersten Leiterseil und den östlich parallel gebündelt verlaufenden diversen Rohrleitungen und Kanälen (z.B. Fernwärme-, Gashochdruck-, Wasserleitung, Entwässerungskanäle). Dies reduziert Einschränkungen oder vermeidet zumindest zusätzliche gegenseitige Beeinträchtigungen gegenüber dem derzeitigen Zustand bei zukünftigen Instandhaltungsmaßnahmen, die an den Rohrleitungen, Kanälen oder an der Freileitung selbst erforderlich werden.

Zwischen den Masten Nr. 4 und Nr. 5 kreuzt die geplante Freileitung die Autobahn A 1. Auf die Errichtung eines 110-/380-kV-Mastes im unmittelbaren Bereich der beiden derzeit vorhandenen 110-kV-RNG-Maste Nr. 7A und Nr. 7b, die unmittelbar südlich am Böschungsrand der A1 stehen, soll zur Reduzierung der Mastanzahl und zur Vermeidung eines Maststandortes innerhalb der Anbauverbotszone der Autobahn verzichtet werden.

Der Standort des Mast Nr. 4 ist unmittelbar südöstlich neben dem vorhandenen 110-kV-Mast Nr. 8A vorgesehen, um eine nahezu leitungsachsidentische Trassenführung entsprechend der westlichen 110-kV-RNG-Freileitung, wie oben bereits beschrieben, zu erhalten. Der Mast Nr. 4 befindet sich auf einer Fläche, die gemäß Bebauungsplan „Causemannstraße in Köln Merkenich“ (Nr. 6654/03) für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft vorgesehen ist. Im Ge-

genzug können insgesamt vier 110-kV-Masten der RNG, die derzeit auf dieser Fläche stehen, zurückgebaut werden. Die Bebauungsmöglichkeit entsprechend den Ausweisungen des Bebauungsplans wird im Schutzstreifen der geplanten Freileitung auf Grund der hier vorhandenen großen Abständen zwischen Leiterseilen und Gelände nicht beeinträchtigt.

Der Standort des Mast Nr. 5 ist zwischen dem Böschungsfuß der Edsel-Ford-Straße und der hier verlaufenden Fernwärmeleitung der RheinEnergie AG vorgesehen.

Die Maste Nr. 6 bis Nr. 9 sollen unmittelbar nordwestlich neben den bestehenden 110-kV-RNG-Maste Nr. 2A bis 5A so errichtet werden, dass sich die geplante nahezu leitungsachsidentische Trassenführung ergibt (s.o.).

Ausgehend von Mast Nr. 9, der auf dem Anlagengelände der UA Föhlingen steht, werden die beiden 110-kV-Stromkreise in die UA Föhlingen eingeföhrt.

8.3 Teilabschnitt UA Föhlingen – Pkt. Rheindorf

Ab Mast Nr. 9 soll die Trasse der geplanten einsystemigen 380-kV-Freileitung bis zu dem auf der anderen Rheinseite gelegenen Pkt. Rheindorf in enger Bündelung mit zwei in Richtung UA Opladen verlaufenden Höchstspannungsfreileitungen der Amprion GmbH über den Rhein geföhrt werden.

Die Bündelung mit den vorhandenen Freileitungen reduziert insbesondere Beeinträchtigungen des Landschaftsraumes, des Landschaftsbildes und der Avifauna. So werden zusätzliche Zerschneidungen des Landschaftsraumes vermieden, die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch die Vorbelastung im Nahbereich stehender Masten minimiert und die Beeinträchtigungen der Avifauna durch zusätzliche im Luftraum befindliche vertikale Hindernisbereiche gemindert.

Um eine enge Bündelung zu ermöglichen sollen die geplanten Maste soweit wie möglich im Gleichschritt, also in etwa parallel nebeneinander, zu den vorhandenen Masten errichtet werden.

Für die geplanten Maste im Bereich der Parallelföhrtung sind Masthöhen vorgesehen, die niedriger als die der danebenstehenden vorhandenen Masten der 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Rommerskirchen – Opladen, Bl. 4560, sind. So besitzen die geplanten Masten Nr. 10 bis Nr. 16 Masthöhen zwischen 29,5 m und 71,5 m über EOK. Die vorhandenen Masten Nr. 56 bis Nr. 62 der Bl. 4560 besitzen hier Höhen zwischen 56,5 m und 86,5 m über EOK.

Der Mast Nr. 10 soll unter Berücksichtigung des Gleichschritts zum Mast Nr. 56 der Bl. 4560 so nah wie technisch möglich an die bestehende Freileitung herangerückt werden. Die weitere Führung der Leitungssachse ab Mast Nr. 10 ergibt sich aus dem für das größte Spannfeld zwischen Mast Nr. 12 und Nr. 13 (Rheinkreuzung) erforderlichen seitlichen technischen Mindestabstand zum Spannfeld zwischen Mast Nr. 58 und Nr. 59 der vorhandenen 220-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Bl. 4560. Der Mast Nr. 11 soll auf dieser sich hieraus ergebenden Leitungssachse im Gleichschritt zum Mast Nr. 57 der Bl. 4560 errichtet werden.

Für die Rheinkreuzung zwischen den Masten Nr. 12 und Nr. 13 muss entsprechend den bereits vorhandenen Freileitungen ein vertikaler lichter Mindestabstand zu den Leiterseilen von 22 m über dem höchsten schiffbaren Wasserstand eingehalten werden. Hierdurch und wegen des großen Mastabstandes von 490 m ergeben sich für die Maste Nr. 12 und Nr. 13 Masthöhen von 71,5 m über EOK. Die danebenstehenden Maste Nr. 58 und Nr. 59 der Bl. 4560 besitzen hier Masthöhen von 86,5 m über EOK.

Die geplanten Kreuzungsmaste Nr. 12 und Nr. 13 werden auf Grund ihrer Höhe entsprechend den bestehenden Kreuzungsmasten der benachbarten beiden vorhandenen Freileitungen aus statischen Gründen als Tragmaste ausgebildet, um leichtere Masten mit relativ geringen Fundamentdimensionen zu ermöglichen. Die im Anschluss vor bzw. hinter den Kreuzungsmasten stehenden Maste Nr. 11 und Nr. 14 werden aus technischen Gründen, insbesondere wegen der sich durch das große Kreuzungsfeld und den Masthöhenunterschieden ergebenden Seilzugkräfte, jeweils als Winkelabspannmast ausgeführt.

Zwischen den Masten Nr. 13 und Nr. 14 kreuzt die geplante Freileitung die Autobahn A 59. Der geplante Standort des Mast Nr. 14 steht außerhalb der Anbauverbotszone der A 59 im Gleichschritt zum vorhanden Mast Nr. 60 der Bl. 4560.

Der Mast Nr. 15 steht im Gleichschritt zum Mast Nr. 61 der Bl. 4560 unmittelbar nordwestlich der eingezäunten Fläche der Sonderabfalldeponie Leverkusen-Bürrig.

Der Standort des Mastes Nr. 16 ergibt sich aus der geradlinigen Verlängerung der Leitungssachse aus Richtung Mast Nr. 15 und den einzuhaltenden technischen Mindestabständen für die Führung des 380-kV-Stromkreises westlich vorbei am Mast Nr. 62 der Bl. 4560 auf den geplanten Mast Nr. 17. Hierdurch wird für den Mast Nr. 16 ein Standort notwendig, der an die Böschungsoberkante der Wupper angrenzt und einen hier vorhandenen befestigten Fuß-/Radweg in Anspruch nimmt, der parallel zur Wupper verläuft. Der Verlauf des befestigten Wegs soll daher auf dem Flurstück Nr. 359 (Flur 11, Gemarkung Rheindorf) so geändert werden, dass dieser um den geplanten Standort des Mastes Nr. 16 herumgeführt wird (s. Anlage 7.4). Darüber hinaus soll aus Gründen der Verkehrssicherheit zwischen dem Fuß-/Radweg und dem Mastfußbereich ein Me-

tallgitterzaun errichtet werden, um Stürze von Radfahren gegen den Mastestiel zu verhindern.

Der Mast Nr. 17, der südlich der Wupperstraße im vorhandenen Schutzstreifenbereich zwischen den Leitungsachsen der Bl. 4560 und Bl. 4515 vorgesehen ist, wird benötigt, da eine direkte Leiterseilverbindung vom Mast Nr. 16 an den von Amprion GmbH zur Verfügung gestellten freien Stromkreisplatz des Mastes Nr. 63 der Bl. 4560 aus technisch Gründen nicht möglich ist. Vom Mast Nr. 17 soll der 380-kV-Stromkreis auf die westliche Traversenseite des Mastes Nr. 63 der Bl. 4560 geführt werden.

Zum Schutz der Avifauna im Nahbereich der Rheinkreuzung sollen in den Spannungsfeldern zwischen Mast Nr. 11 und Nr. 17 Vogelschutzmarkierungen an dem Erdseil befestigt werden.

8.4 Besonderheiten für Maste im Überschwemmungsgebiet des Rheins und der Wupper

Die Masten Nr. 10 bis 17 befinden sich in festgesetzten Überschwemmungsgebieten des Rheins und der Wupper. Der mit der Herstellung der Fundamente verbundene Retentionsverlust und die hierfür geplante Ausgleichsmaßnahme ist in der Anlage 13.2 (Landschaftspflegerischer Begleitplan) dargestellt. Eine Beeinträchtigung des Wasserabflusses ist durch die geplanten punktuellen Maststandorte entsprechend den bereits im Überschwemmungsbereich vorhandenen Höchstspannungsmasten der Amprion GmbH nicht zu erwarten.

Die Fundamente der Masten werden unter Berücksichtigung eines 100-jährlichen Hochwassers hinsichtlich der Auftriebssicherheit ausgelegt. Die im Ufernahbereich stehenden Kreuzungsmaste Nr. 12 und Nr. 13 erhalten darüber hinaus einen Anprallschutz aus Winkeleisen, um im Hochwasserfall gegen schwimmendes Treibgut geschützt zu sein. Der Aufprallschutz wird so dimensioniert, dass dieser einen Treibgutprall mit einer Lastannahme von mindestens 10 kN schadlos übersteht.

Die genaue Gestaltung der einzelnen Fundamente und die Standsicherheitsnachweise (vgl. Kapitel 7.4 u. 7.5) sowie die Festlegung des Bauzeiten- und Baustelleneinrichtungsplans innerhalb des Überschwemmungsgebietes ist Teil der Bauausführungsplanung und wird rechtzeitig vor Beginn der Baumaßnahme mit dem Dezernat 54 der Bezirksregierung Köln abgestimmt.

8.5 Anbringung von Flugwarnkugeln im Bereich der Autobahnkreuzungen

An den Erdseilen zwischen den Masten Nr. 4 und Nr. 5, wo die Autobahn A 1 überspannt wird, und an dem Erdseil zwischen den Masten Nr. 13 und Nr. 14, wo die Autobahn A 59 überspannt wird, sollen zum Schutz von tief fliegenden Luftfahrzeugen Kugelmarker mit einem Durchmesser von 0,6 m an den Erdseilen montiert werden.

Die Anbringung von Kugelmarkern an einem Erdseil soll dabei abweichend von der bestehenden allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen [15] erfolgen. Die aktuelle Verwaltungsvorschrift sieht eine paarweise Anbringung von Kugelmarkern in einem Abstand von max. 30m vor. Nach aktuellen praktischen Erfahrungen der RWE WVE Netzservice GmbH, die die technische Planung der Freileitung durchgeführt hat, kann diese Art der Ausführung zu erheblichen Problemen führen.

So wurde von der RWE WVE Netzservice GmbH bei anderen Freileitungsneubauprojekten festgestellt, dass in den Spannungsfeldern, wo paarweise Kugelmarker im Abstand von 30m montiert wurden, winderregte Seilschwingungen selbst bei Schwachwind und Außentemperaturen von ca. 15°C entstehen können. Diese Schwingungen wurden ausschließlich nur an den Erdseilen zu beobachtet, bei denen die paarweisen Kugelmarker entsprechend der o.g. Verwaltungsvorschrift montiert waren. In benachbarten Referenzfeldern, wo entweder alle 30m nur ein einziger Kugelmarker oder alle 60m zwei Kugelmarker nebeneinander versuchsweise eingebaut wurden, waren die Schwingungen nicht mehr beobachtbar.

Die festgestellte Schwingungsamplitude hatte in der nach der Verwaltungsvorschrift ausgeführten Kugelmarkeranordnung eine Höhe von ca. 40-60 cm. Während der Schwingungen waren außerdem starke Vibrationen im Mast wahrzunehmen, die bis ins Fundament gingen. Diese Schwingungen führen auf Dauer zu Beschädigungen und Drahtbrüchen und schlussendlich zum Bruch des Erdseiles. Der von der RWE WVE Netzservice GmbH festgestellte Sachverhalt wurde über die Bezirksregierung Düsseldorf, Dezernat 26 (Luftverkehr), an das Landesverkehrsministerium, die Deutsche Flugsicherung und das Bundesverkehrsministerium weitergeleitet und die Ausnahmegegenehmigung für die betroffenen Leitungen beantragt.

Da die genauen Gründe bzw. Rahmenbedingungen des Seilschwingens und sinnvolle Gegenmaßnahmen derzeit noch nicht geklärt sind, beabsichtigt die RheinEnergie AG ausnahmsweise eine von der derzeitigen o.g. Verwaltungsvorschrift abweichende Ausführung zur Vermeidung von möglichen derzeit nicht abschätzbaren Betriebsrisiken in den Kreuzungsfeldern mit den Autobahnen:

- Spannungsfeld zwischen den Masten Nr. 4 und Nr. 5 (Autobahn A1)

Die Maste Nr. 4 und Nr. 5 besitzen eine Doppelerdseilspitze, so dass hier zwei Erdseile im Luftraum verlaufen. Hier sollen an jedes Erdseil im Abstand von 60m paarweise Kugelmarker angebracht werden, wobei die Montage der Kugelmarkerpaare an den beiden Erdseilen um 30m versetzt durchgeführt werden soll. Hierdurch ergibt sich im Luftraum alle 30m wechselweise an den beiden Erdseilen ein Kugelmarkerpaar.

- Spannungsfeld zwischen den Masten Nr. 13 und Nr. 14 (Autobahn A 59)

An dem Erdseil wird alle 30m ein Kugelmarker montiert. Diese Ausführung stellt zumindest eine Verbesserung gegenüber der Vorgängerversion „Richtlinie für die Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen des Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen“ vom 22.12.1999 (NfL 1 - 15/00) dar, die die Verwendung von einzelnen Kugelmarkern mit einem maximalen Abstand von bis zu 40m Abstand erlaubte. Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang auch, dass die geplante Freileitung hier niedriger ist als die benachbarten Höchstspannungsfreileitungen der Amprion GmbH und somit nicht das höchste Luftfahrthindernis im Bereich der Autobahnkreuzung sein wird.

8.6 Archäologische Situation im Trassenbereich

Die geplanten 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung berührt zum einen im Ortsteil Merkenich einen römischen Gutshof, dessen Privatnekropole an der Straße „Am Höfenweg“ nachgewiesen ist, und zum anderen die in der Trasse der Alten Römerstraße verlaufende Limesstraße Köln-Neuss-Nijmegen-Kanalküste. Nach derzeitigem Kenntnisstand des Römisch Germanischen Museums ist davon auszugehen, dass an den Maststandorten Nr. 1, Nr. 2 und Nr. 10 archäologische Fundstellen beeinträchtigt werden.

Die RheinEnergie AG wird sicherstellen, dass an diesen drei Maststandorten rechtzeitig vor Baubeginn vorgreifende archäologische Untersuchungen in Abstimmung mit dem Römisch-Germanischen Museum durchgeführt werden. An den sonstigen Maststandorten erfolgt entsprechend dem Wunsch des Römisch-Germanischen Museum eine archäologische Überwachung der Ausschachtungsarbeiten für die Herstellung der Fundamentgruben.

9 Baudurchführung

Die Umbaumaßnahme umfasst die Anlage der Fundamente, die Montage des Mastgestänges und des Zubehörs (z.B. Isolatoren) sowie das Auflegen der Leiterseile. Für die Baumaßnahme ist die Einrichtung von Zuwegungen und Arbeitsflächen erforderlich.

Mit der Baumaßnahme soll soweit möglich zeitnah nach Vorliegen des erforderlichen Planfeststellungsbeschlusses begonnen werden. Die Gesamtdauer der Baumaßnahme ist abhängig von z.B. erforderlichen Vorarbeiten (z.B. Dauer der archäologischen Untersuchungen), einzuhaltenden Schutzzeiten, den Witterungs- und Hochwassergegebenheiten und der Dauer der privatrechtlichen Verhandlungen. Unter der Annahme, dass die Baumaßnahme durchgehend durchgeführt werden kann, wird deren Gesamtzeit rd. 1 Jahr erfordern.

9.1 Vorbereitende Arbeiten

Vor Umsetzung der Baumaßnahme wird die planfestgestellte Trasse in der Örtlichkeit vermessungstechnisch abgesteckt. Im Bereich der Maststandorte finden Baugrunduntersuchungen und Bodensondierungen für die Erstellung von Bauausführungsunterlagen statt. Auch die für die Zuwegung oder die Arbeitsflächen ggf. erforderlichen Gehölzrückschnitte müssen vor Beginn der Baumaßnahmen durchgeführt werden.

9.2 Zuwegung

Für die Baumaßnahme zur Errichtung der geplanten 110-kV-Freileitungsmaste und auch für spätere Unterhaltungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen ist es erforderlich, die neuen Maststandorte mit Fahrzeugen und Geräten anzufahren. Die Zufahrten erfolgen dabei so weit wie möglich von bestehenden Straßen oder Wegen. Straßen- bzw. Wegeschäden, die durch die für den Bau und Betrieb der Freileitungen eingesetzten Baufahrzeuge entstehen, werden nach Durchführung der Maßnahmen von der RheinEnergie AG beseitigt.

Für Maststandorte, die sich nicht unmittelbar neben Straßen oder Wegen befinden, müssen provisorische Zufahrten eingerichtet werden. Je nach Boden- und Witterungsverhältnissen werden hierfür auch Fahrbohlen ausgelegt. Die für die Zufahrt in Anspruch genommenen Flächen werden nach Abschluss der Baumaßnahmen wiederhergestellt.

Die RheinEnergie AG wird darüber hinaus den Grundstückseigentümern oder den Pächtern den bei den Bau- und späteren Unterhaltungs- oder Instandsetzungsmaß-

nahmen nachweislich entstehenden Flurschaden, wie z. B. Ernteaufwände, ersetzen. Die Höhe des Schadenersatzes wird erforderlichenfalls unter Zuhilfenahme eines vereidigten Sachverständigen ermittelt.

Die geplanten Zufahrten zu den einzelnen Masten sind bis zur/zum nächsten, öffentlich gewidmeten Straße/Weg in den Lageplänen (Anlage 7) dargestellt. Es wird zwischen zwei Darstellungen der Zuwegungen unterschieden:

1. punktierte, blaue Zuwegungsdarstellung:
Sie befindet sich auf den Flurstücken, die vom Leitungsschutzstreifen der Freileitung in Anspruch genommen werden und auf die für den Bau und Betrieb der Freileitung Leitungsrechte in Form von beschränkten persönlichen Dienstbarkeiten ins Grundbuch eingetragen werden. Diese Leitungsrechte beinhalten ein grundsätzliches Betretungs- und Befahrungsrecht auf dem gesamten Flurstück, so dass ein gesondertes Zuwegungsrecht hier nicht erforderlich ist. Die Darstellung der Zuwegung erfolgt somit auf diesen Flurstücken nur nachrichtlich.
2. flächige, blaue Zuwegungsdarstellung:
Sie erfolgt auf den Flurstücken, die vollständig außerhalb des Leitungsschutzstreifens der Freileitung liegen und auf die somit kein Leitungsrecht ins Grundbuch eingetragen wird. Für die Betretung oder Befahrung dieser Flurstücke werden gesonderte temporäre oder ggf. auch dauerhafte Zuwegungsrechte benötigt.

Für die Zufahrt zu den Masten Nr. 13, Nr. 14 und Nr. 15 ist es erforderlich temporär mittels einer portablen Brücke eine Zufahrt über die Wupper herzustellen. Die bereits über die Wupper führende Rad- und Fußgängerbrücke, die östlich der Autobahnbrücke der A 59 liegt, ist für den benötigten Schwerlastverkehr nicht geeignet. Die temporäre Brücke soll östlich neben der bestehenden Rad- und Fußgängerbrücke eingerichtet werden und wird nach Abschluss der Bauarbeiten wieder entfernt. Die in Anspruch genommenen Flächen werden nach Abschluss der Baumaßnahmen wiederhergestellt.

Die Lage der geplanten Wupperkreuzung und die vorgesehenen Arbeitsflächen im Uferbereich sind in der Anlage 7 (Lageplan 7.2-1) dargestellt. Die Natur- und Artenschutzfachliche Bewertung erfolgt in den Anlagen 13.2 und 13.3.

9.3 Bauflächen

Für den Bau der Höchstspannungsfreileitung werden im Bereich der Maststandorte temporäre Arbeitsflächen für die Zwischenlagerung des Erdaushubs, für die Vormontage und Ablage von Mastteilen, für die Aufstellung von Geräten oder Fahrzeugen zur

Stockung des jeweiligen Mastes und für den späteren Seilzug benötigt. Ein durchgehender Arbeitsstreifen zwischen den Masten ist für den Bau der Freileitung nicht erforderlich, da sich die Arbeiten punktuell auf die Maststandorte beschränken.

Die Größe der Arbeitsfläche, einschließlich des Maststandortes, beträgt je Neubaumast ca. 2500 m². Die Inanspruchnahme durch Arbeitsflächen soll dabei soweit wie möglich unter Berücksichtigung vorhandener Freiflächen bzw. naturschutzfachlich nicht als hochwertig anzusehende Flächen im Mastbereich erfolgen, um Gehölzeinhibe zu vermeiden und sonstige Eingriffe zu minimieren. Soweit Gehölze im direkten Bereich des Maststandortes vorhanden sind, müssen diese jedoch beseitigt werden. Sofern Bäume im Arbeitsbereich stehen oder in ihn hineinragen und diese die Baumaßnahmen nicht erheblich beeinträchtigen, werden diese nicht entfernt, sondern durch den Einsatz geeigneter Maßnahmen vor Beschädigungen geschützt.

Je nach Boden- und Witterungsverhältnissen werden für die eingesetzten Fahrzeuge innerhalb der Arbeitsfläche auch Fahrbohlen ausgelegt. Die für den Freileitungsbau in Anspruch genommenen Flächen werden nach Abschluss der Baumaßnahmen wieder hergestellt.

Die Bereiche, auf die die Arbeitsflächen beschränkt bleiben sollen, wurden unter Berücksichtigung vorhandener Freiflächen bzw. naturschutzfachlich nicht als hochwertig anzusehende Flächen soweit wie möglich innerhalb der geplanten Schutzstreifenflächen festgelegt. Die geplante Begrenzung der möglichen Arbeitsflächenbereiche kann den Bestands- und Konfliktplänen des Landschaftspflegerischen Begleitplans (Anlage 13.2) entnommen werden. Soweit Arbeitsflächen auch außerhalb der Leitungsschutzstreifen benötigt werden, sind diese in den Lageplänen (Anlage 7) in violett dargestellt.

In den Lageplänen (Anlage 7) wird hinsichtlich der Arbeitsflächen außerhalb der geplanten Schutzstreifen zwischen zwei Darstellungsformen unterschieden:

1. violett umrandete Arbeitsflächendarstellung

Sie befindet sich auf den Flurstücken, die vom Leitungsschutzstreifen der Freileitung in Anspruch genommen werden und auf die für den Bau und Betrieb der Freileitung Leitungsrechte in Form von beschränkten persönlichen Dienstbarkeiten ins Grundbuch eingetragen werden müssen (bzw. wurden). Diese Leitungsrechte beinhalten bereits ein grundsätzliches Recht das Flurstück für Baumaßnahmen nutzen zu können. Gesonderte Vereinbarungen über die temporäre Flächeninanspruchnahme für Arbeitsflächen ist hier nicht erforderlich. Die Darstellung der temporären Arbeitsfläche erfolgt somit auf diesen Flurstücken nur nachrichtlich.

2. flächige, violette Arbeitsflächendarstellung:
Sie erfolgt auf den Flurstücken, die vollständig außerhalb des Leitungsschutzstreifens der Freileitung liegen und auf die somit kein Leitungsrecht ins Grundbuch eingetragen wird. Für die Nutzung dieser Flurstücke als Arbeitsflächen werden gesonderte temporäre Nutzungsvereinbarungen benötigt.

9.4 Herstellen der Baugrube für die Fundamente

Bei den geplanten Plattenfundamenten ist der Aushub von Baugruben erforderlich, die den geplanten Gründungsflächen und -tiefen der Fundamente entsprechen.

Der bei dem Aushub der Baugruben anfallende Oberboden wird bis zur späteren Wiederverwendung in Mieten getrennt vom übrigen Erdaushub (Unterboden) gelagert.

In Abhängigkeit vom Grundwasserstand zum Zeitpunkt der Baumaßnahmen sind Wasserhaltungsmaßnahmen zur Sicherung der Baugruben während der Bauphase erforderlich. Muss Oberflächen- oder Grundwasser aus den Baugruben gepumpt werden, wird dieses entweder im direkten Umfeld versickert oder in nahegelegene Vorfluter ggf. unter Vorschaltung eines Absetzbeckens eingeleitet. Da die Erforderlichkeit und/oder der Umfang der Wasserhaltung abhängig von Jahreszeit und Witterung ist, werden die Wasserhaltungsmaßnahmen mit der zuständigen Fachbehörde nach Bedarf im Verlauf des Baufortschritts abgestimmt.

9.5 Fundamentherstellung

Für die geplanten Stahlgittermaste sind Plattenfundamente vorgesehen.

Nachdem die Baugrube erstellt wurde, wird eine Sauberkeitsschicht betoniert und nachfolgend der Mastfuß ausgerichtet sowie die Fundamentbewehrung und Verschalung eingebracht.

Bei der Herstellung der Fundamente werden die einschlägigen DIN Normen (z. B. DIN EN 50341 (VDE 0210) [6, 7, 8], DIN 1045 [13] eingehalten.

Der zur Verwendung kommende Beton entspricht der vorgeschriebenen Güteklasse (C20/25). Bei Plattenfundamenten wird nur Transportbeton verwendet.

Der Transport des Betons zur Baustelle erfolgt mittels Betonmischfahrzeugen und die Betonförderung auf der Baustelle über Transportband oder Betonpumpe. Der Transportbeton wird sofort nach der Anlieferung auf der Baustelle in Lagen in die Baugrube

eingbracht und durch Rütteln verdichtet. Die Einbringung des Betons in eine Fundamentgrube soll dabei möglichst ohne längere Unterbrechung erfolgen.

Nach Abschluss des Betonierens wird die Baustelle von Zementmilch und evtl. zu viel geliefertem Beton geräumt und dieser ordnungsgemäß entsorgt. Die Aushärtung des Betons bis zur Nennfestigkeit dauert ohne Sonderbehandlung des Betons mindestens vier Wochen. In dieser Zeit finden an dem Maststandort keine Baumaßnahmen statt.

9.6 Verfüllung der Fundamentgruben und Erdabfuhr

Nach dem Aushärten des Betons wird bei Plattenfundamenten die Baugrube bis EOK wieder mit geeignetem und ortsüblichen Boden entsprechend der vorhandenen Bodenschichten aufgefüllt. Das eingefüllte Erdreich wird dabei ausreichend verdichtet, wobei ein späteres Setzen des eingefüllten Bodens berücksichtigt wird.

Restliche Erdmassen stehen im Eigentum des Grundbesitzers. Falls der Grundbesitzer diese nicht benötigt, wird der Restboden auf hierfür geeignete Deponien abgefahren.

Die Umgebung des Maststandortes wird wieder in den Zustand zurückversetzt, wie sie vor Beginn der Baumaßnahmen angetroffen wurde. Dies gilt insbesondere für den Bodenschichtaufbau, die Verwendung der einzubringenden Bodenqualitäten, die Beseitigung von Erdverdichtungen und die Herstellung einer der neuen Situation angepassten Oberfläche.

9.7 Mastmontage

Die Methode, mit der die Stahlgittermaste errichtet werden, hängt von Bauart, Gewicht und Abmessungen der Maste, von der Erreichbarkeit des Standorts und der nach der Örtlichkeit tatsächlich möglichen Arbeitsfläche ab. Je nach Montageart und Tragkraft der eingesetzten Geräte werden die Stahlgittermasten stab-, wand-, schussweise oder vollständig am Boden vormontiert und errichtet.

Für die Mastmontage kommen verschiedene Verfahren in Frage:

- Mastmontage mittels Autokran (Regelfall)

und in Ausnahmefällen:

- Mastmontage mittels Stockbaum
- Mastmontage mittels Hubschrauber.

Mit dem Stocken der Maste darf ohne Sonderbehandlung des Betons frühestens 4 Wochen nach dem Betonieren begonnen werden.

Nach Fertigstellung der Leitung wird nach einigen Jahren Standzeit, sobald die verzinkte Oberfläche anoxidiert ist, ein graugrüner, umweltfreundlicher Schutzanstrich aufgebracht.

9.8 Seilzug

Das Verlegen von Seilen für Freileitungen ist in der DIN 48 207-1 [16] geregelt.

Die für den Transport auf Trommeln aufgewickelten Leiter- und Erdseile werden schleiffrei, d.h. ohne Bodenberührung zwischen Trommelplatz und Windenplatz verlegt. Die Seile werden über am Mast bzw. an den Tragketten befestigte Seillaufträger so im Luftraum geführt, dass sie weder den Boden noch Hindernisse berühren. Der Seilzug erfolgt abschnittsweise zwischen zwei Abspannmasten. Zum Ziehen der Leiterseile bzw. des Erdseils wird zunächst zwischen Winden- und Trommelplatz ein leichtes Vorseil ausgezogen. Das Vorseil wird dabei je nach Geländebeschaffenheit entweder per Hand, mit geländegängigem Fahrzeug (z.B. Traktor) oder in besonderen Fällen mit Hubschrauber verlegt. Anschließend wird das Leiter- bzw. Erdseil mit dem Vorseil verbunden und von den Seiltrommeln mittels Winde zum Windenplatz gezogen. Während des Seilzugs müssen die Winkelabspannmaste bis zur Montage aller Leiterseile mit temporären Bauverankerungen versehen werden. Um die Bodenfreiheit beim Ziehen der Seile zu gewährleisten, werden die Seile durch eine Seilbremse am Trommelplatz entsprechend eingebremst und unter Zugspannung zurückgehalten.

Vor Beginn der Seilzugarbeiten werden an allen Kreuzungen mit Straßen, Autobahnen, Bahnstrecken, usw. Schutzgerüste aufgestellt. Diese Schutzgerüste ermöglichen ein Ziehen des Vorseils ohne einen Eingriff in den entsprechenden Verkehrsraum.

Nach dem Seilzug werden die Seile so einreguliert, dass deren Durchhänge den vorher berechneten Sollwerten entsprechen. Im Anschluss daran werden die Seillaufträger entfernt und die Seile an den Isolatoren befestigt. Abschließend erfolgt bei Bündelleitern die Montage von Feldbündelabstandhaltern zwischen den einzelnen Teilleitern. Hierzu werden die Bündelleiter mit einem Fahrwagen befahren.

9.9 Rückbaumaßnahmen

Die zwischen der UA Merkenich und der UA Fühligen verlaufenden beiden 110-kV-RNG-Freileitungen sollen für die geplante Freileitung der RheinEnergie AG zurückgebaut werden.

Für die Realisierung der Rückbaumaßnahmen sollen die für den Neubau der 110-/380-kV-Freileitung benötigten Zuwegungen auch für die Zufahrt mit Fahrzeugen und Geräten zu den vorhandenen 110-kV-Maststandorten genutzt werden, um die Flächeninanspruchnahmen zu minimieren. Diese Zuwegungen entsprechen weitestgehend den für Unterhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen an den bestehenden 110-kV-Freileitungen bisher in Anspruch genommenen Zuwegungsmöglichkeiten, die im Leitungsbereich über die bestehenden Leitungsrechte dinglich gesichert sind. Je nach Boden- und Witterungsverhältnissen werden hierfür entsprechend den Neubaumaßnahmen hierfür ausgehend von befestigten Straßen und Wegen auch Fahrbohlen ausgelegt.

Die für die Zufahrten in Anspruch genommenen Flächen werden nach Abschluss der Baumaßnahmen wieder hergestellt. Die RheinEnergie AG wird darüber hinaus den Grundstückseigentümern oder den Pächtern den bei den Demontagemaßnahmen entstehenden Flurschaden, wie z.B. Ernteauffälle, ersetzen. Die Höhe des Schadenersatzes wird erforderlichenfalls unter Zuhilfenahme eines vereidigten Sachverständigen ermittelt.

Zur Demontage der bestehenden Maste werden die aufliegenden Leiterseile mittels Seilwinden schleiffrei, ohne Bodenberührung, entfernt und die Mastgestänge vom Fundament getrennt und vor Ort in kleinere, transportierbare Teile zerlegt und abgefahren. Die Fundamente werden anschließend bis zu einer Tiefe von mindestens 1,2 m unter Erdoberkante entfernt, sofern die verbleibenden Anteile für die aktuelle Nutzung des Grundstückes nicht störend oder hinderlich sind. Für den Fall einer späteren Nutzung der Grundstücke, für die das Restfundament störend ist, werden über die dann erst notwendige komplette Fundamententfernung gesonderte privatrechtliche Vereinbarungen mit allen hiervon betroffenen Grundeigentümern abgeschlossen.

Die nach Demontage der Fundamente entstehenden Gruben werden mit geeignetem und ortsüblichen Boden entsprechend den vorhandenen Bodenschichten aufgefüllt. Das eingefüllte Erdreich wird dabei ausreichend verdichtet, wobei ein späteres Setzen des eingefüllten Bodens berücksichtigt wird.

Das demontierte Material wird ordnungsgemäß durch zertifizierte Entsorgungsunternehmen entsorgt oder soweit möglich (z.B. Leiterseile) einer Weiterverwendung (Recycling) zugeführt.

Bei der Demontage von Freileitungsmasten werden die Flächen, auf denen demontierte Konstruktionsteile zwischengelagert werden sollen, grundsätzlich vorher mit Planen oder Vliesmaterial abgedeckt.

Sollte trotz dieser Vorgehensweise Beschichtungsmaterial auf bzw. in das Erdreich gelangen, wird das Beschichtungsmaterial umgehend, jedoch spätestens am täglichen Arbeitsende, aufgelesen. Zusätzlich werden direkt nach Abschluss der Arbeiten, jedoch spätestens nach dem täglichen Arbeitsende, die auf den ausgelegten Planen gesammelten Beschichtungsbestandteile eingesammelt.

Die entfernten Partikel werden in verschließbaren Behältern einer ordnungsgemäßen Entsorgung zugeführt. Sollte der Verdacht bestehen, dass Beschichtungsmaterial ins Erdreich gelangt ist, wird ein Gutachter zur Untersuchung der Flächen eingesetzt.

Beim Rückbau der Masten werden darüber hinaus die Handlungsempfehlungen des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) [17] beachtet.

9.10 Qualitätskontrolle der Bauausführung

Die Bauausführung der Baustelle wird sowohl durch Eigenpersonal als auch durch beauftragte Fachfirmen überwacht und kontrolliert. Für die fertig gestellte Baumaßnahme wird ein Übergabeprotokoll erstellt, in dem von der bauausführenden Firma testiert wird, dass die gesamte Baumaßnahme fachgerecht und entsprechend den relevanten Vorschriften, Normen und Bestimmungen durchgeführt worden ist.

10 Sicherungs- und Schutzmaßnahmen beim Bau und Betrieb der Freileitung

Während der Gründungsarbeiten werden an den der Öffentlichkeit zugänglichen Maststandorten die Baugruben gegen Betreten gesichert. Für den Seilzug werden Objekte, wie Gebäude, Telefon- und Freileitungen durch Gerüste vor Beschädigungen geschützt und bei Straßen entsprechende Schutzgerüste zum Schutz des fließenden Verkehrs errichtet. Die hierzu erforderliche kurzfristige Straßensperrung oder –absicherung wird durch Personal der RheinEnergie AG oder der Leitungsbaufirma in Absprache mit dem Straßenbaulasträger durchgeführt.

Bezüglich der jeweils zur Anwendung kommenden Sicherheitsbestimmungen, z.B. Unfallverhütungsvorschriften und DIN-VDE-Bestimmungen ist zu unterscheiden zwischen der Bauphase (Errichtungsphase) und der Betriebsphase (Arbeiten an bestehenden

Leitungen). Für die Errichtung eines Bauwerks ist die BGV C22 [18] des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften maßgebend.

Diese Unfallverhütungsvorschrift gilt allgemein für Bauarbeiten. In ihr sind geregelt: Anzeigepflichten, Leitung, Aufsicht und Mängelmeldung, Wahrnehmung von Sicherungsaufgaben, Standsicherheit und Tragfähigkeit, Arbeitsplätze, Arbeitsplätze auf geneigten Flächen, Arbeitsplätze am, auf und über dem Wasser, Verkehrswege, "nicht begehbare" Bauteile, Absturzsicherungen, Öffnungen und Vertiefungen, Schutz gegen herabfallende Gegenstände und Massen, Abwerfen von Gegenständen und Massen, Verkehrsfahren, Baustellenverkehr, bestehende Anlagen, Montageanweisung, Transportlagerung Einbau, Zugänge für kurzzeitige Tätigkeiten, Untersuchung des baulichen Zustandes, Abbruchanweisung, Absperrungen von Gefahrenbereichen, Unterbrechung von Abbrucharbeiten, Einreißarbeiten, Abbrucharbeiten mit Baggern oder Ladern, unter Höhlen und Einschlitzern, kurzzeitige Tätigkeiten, Verarbeiten von heißen Massen, Sicherung gegen Abrutschen von Massen, maschineller Aushub im Hochschnitt, Beräumen von Erd- und Felswänden, Verkehrswege an Gruben und Gräben, Arbeitsraumarbeiten, Um- und Ausbau des Verbaues, neuartige Verbaugeräte, Beaufsichtigung, Belegung der Arbeitsplätze, Sicherung von Verkehrswegen, Personenbeförderung, Verständigung, Beleuchtung, Belüftung, Verbrennungskraftmaschinen, Mindestlichtmaße, elektrische Anlagen und Betriebsmittel, Errichtung zur Befahrung, Arbeitsbühnen in Schichten, Förderung in Schichten, Gasaustritte, Flucht- und Rettungsplan, Arbeiten nach Festlegung des Rohbaues, Beaufsichtigung und Belegung der Arbeitsplätze, Sicherung des Bohrlochrandes, Sicherungsposten, Beleuchtung, Belüftung, Verbrennungskraftmaschinen, Mindestlichtmaße, Sicherung gegen Hereinbrechen des Gebirges, elektrische Anlagen und Betriebsmittel, Schweiß-, Schneid- und verwandte Arbeiten, Verwindung von Flüssiggas, Unregelmäßigkeiten, vorbereitende Maßnahmen, Sicherungsposten.

Für Arbeiten an bestehenden Leitungen ist die BGV D32 [19] des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften maßgebend. In dieser Unfallverhütungsvorschrift wird u.a. das Arbeiten auf Masten, das Arbeiten auf Dächern, Seilzugarbeiten, geregelt.

Weiterhin kommt die BGV A3 [20] zur Anwendung. Diese Unfallverhütungsvorschrift gilt für elektrische Anlagen und Betriebsmittel. Sie gilt auch für nicht elektrotechnische Arbeiten in der Nähe elektrischer Anlagen und Betriebsmittel.

Von Bedeutung ist weiterhin die BGV B11 [21]. Diese Unfallverhütungsvorschrift trägt den Umständen Rechnung, dass besondere Regelungen im Rahmen des Arbeitsschutz für Bereiche zu beachten sind, in denen elektrische und magnetische Felder zur Anwendung kommen. Diese Unfallverhütungsvorschrift enthält Festlegungen, wie

- grundlegende Regelungen
- Zulässige Werte zur Bewertung von Expositionen
- Mess- und Bewertungsverfahren
- Sonderfestlegungen für spezielle Anlagen

Bei Beachtung der BGV B11 können nach dem heutigen wissenschaftlichen Erkenntnisstand die Tätigkeiten sicher und ohne wesentliche Belästigungen ausgeübt werden.

Weiterhin ist für den Betrieb von Starkstromanlagen die DIN EN 50110 (VDE 0105) [9, 10] und ergänzend die DIN VDE 0105 Teil 100 [11] zu beachten.

11 Immissionen

Durch den Betrieb der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Merkenich – Pkt. Rheindorf, Bl. 4901, entstehen unterschiedliche Formen von Immissionen. Hierbei handelt es sich um Geräusche sowie um elektrische und magnetische Felder.

11.1 Elektrische und magnetische Felder

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.

- Das elektrische Feld von Stromleitungen

Ursache elektrischer 50-Hz-Felder sind spannungsführende Leiter in elektrischen Geräten und Leitungen zur elektrischen Energieversorgung. Das elektrische Feld tritt immer schon dann auf, wenn elektrische Energie bereit gestellt wird. Es resultiert aus der Betriebsspannung einer Leitung und ist deshalb nahezu konstant.

Das elektrische Feld ist unabhängig von der Stromstärke. Die Stärke des elektrischen Feldes ist abhängig von der Nähe zum Leiterseil. Zwischen zwei Masten ist der Durchhang des Leiterseils in der Spannfeldmitte am größten. Bei ebenen Gelände und gleich hohen Masten ist daher der Abstand zum Erdboden in Spannfeldmitte am geringsten, so dass hier auch die größten Feldstärken am Erdboden zu messen sind. Die geringsten Feldstärken entstehen in Mastnähe, wo die Leiterseile den größten Bodenabstand besitzen. Noch ausgeprägter sinkt die Feldstärke mit zunehmendem seitlichem Abstand zur Freileitung.

Das elektrische Feld kann durch leitfähige Gegenstände oder Objekte wie Bäume, Büsche, Bauwerke usw. beeinflusst werden. Daher können elektrische 50-Hz-Felder relativ leicht und nahezu vollständig abgeschirmt werden. Nach dem Prinzip des Faradayschen Käfigs ist das Innere eines leitfähigen Körpers feldfrei. Daher schirmen die meisten Baustoffe ein von außen wirkendes elektrisches Feld fast vollständig im Inneren eines Gebäudes ab.

Die Stärke des elektrischen Feldes wird in Kilovolt pro Meter (kV/m) gemessen.

- Das magnetische Feld von Stromleitungen

Magnetische 50-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 (μT) gemessen.

Auf der Basis einer Sichtung und Bewertung von Forschungsergebnissen und Veröffentlichungen zu der Thematik elektrischer und magnetischer Felder hat die internationale Strahlenschutzkommission (IRPA/ICNIRP) eine Empfehlung („Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)“ [22]) ausgesprochen. Sie nennt für den dauernden Aufenthalt der allgemeinen Bevölkerung in 50-Hz-Feldern Grenzwerte von 5 kV/m für das elektrische Feld und 100 Mikrottesla (μT) für die magnetische Flussdichte. Diese Werte sind ebenfalls enthalten in der EU-Ratsempfehlung zu elektromagnetischen Feldern vom Juli 1999 [23].

Diese o.g. international anerkannten Werte sind in Deutschland bereits seit dem 26.12.1996 in der 26. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (26. BImSchV) [12] verbindlich festgelegt. Diese Verordnung ist für Hochspannungsfreileitungen an Orten, die nicht nur dem vorübergehenden Aufenthalt von Personen dienen, heranzuziehen.

Den aktuellen Stand der Forschung bezüglich möglicher Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf den Menschen hat die Deutsche Strahlenschutzkommission auch in ihrer Empfehlung („Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern“ [24]) vom September 2001 dargestellt.

Diese Empfehlung schließt auch die Bewertung statistischer Studien zu elektromagnetischen Feldern und Kinderleukämie ein. Danach ist das von ICNIRP empfohlene Grenzwertkonzept auch nach Meinung der Deutschen Strahlenschutzkommission geeignet, den Schutz des Menschen vor elektrischen und magnetischen Feldern sicherzustellen.

Weiterhin ist anzumerken, dass die organisatorisch dem Bundesamt für Strahlenschutz angegliederte Strahlenschutzkommission laufend die internationalen Forschungen in diesem Bereich beobachtet und im Bedarfsfall ihre Empfehlungen dem neuesten Stand der Erkenntnisse anpasst. Dementsprechend kann davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen des Anhangs 2 der 26. BImSchV dem aktuellen Erkenntnisstand der internationalen Strahlenhygiene hinsichtlich niederfrequenter elektromagnetischer Felder entsprechen.

Entsprechend der § 3 und § 4 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:

- 5 Kilovolt pro Meter für das elektrische Feld und
- 100 Mikrottesla für die magnetische Flussdichte.

In der Anlage 10 ist der Nachweis über die Einhaltung der Anforderungen des Anhangs 2 der 26. BImSchV für die geplante Höchstspannungsfreileitung enthalten. Dieser Nachweis erfolgt auf Grundlage der „Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder“ des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) in der Fassung vom 17.03.2004 [25].

Untersucht wurden die i.S. des § 3 Satz 1 und § 4 der Hinweise maßgebenden Immissionsorte innerhalb der Bereiche bis zu 20 m vom ruhenden äußeren Leiterseil. Für die innerhalb dieser Bereiche liegenden maßgebenden Immissionsorte wurden die elektrischen Felder und die magnetische Flussdichte unter Berücksichtigung des thermisch maximal zulässigen Dauerstroms der vorgesehenen Leiterseile (2720 A) und unter Berücksichtigung anderer vorhandener benachbarter Niederfrequenzanlagen untersucht. Für den Nachweis wurde darüber hinaus die ungünstigste Phasenlage bei der geplanten Freileitung angenommen.

Für folgende maßgebende Immissionsorte wurde eine Worst-Case-Berechnung der elektrischen und magnetischen Feldstärkewerte durchgeführt (s. Anlage 10):

von Mast	bis Mast	Gemarkung	Flur	Flurstück	Nutzung	Berechnungsergebnis
1B	1	Worringen	89	418	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-1
1	2	Worringen	89	462	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-2
1	2	Worringen	89	672	Vereinsheim/ Tennisplatz	Anlage 10-3
1	3	Worringen	89	953	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-4
2	3	Worringen	89	954	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-5
2	3	Worringen	89	955	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-6
2	3	Worringen	89	956	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-7
2	3	Worringen	89	999	Schützenplatz/ Vereinsheim	Anlage 10-8
2	3	Worringen	88	1081 , 1082, 1084, 1086, 1088, 1090, 1092, 1094 u. 1096 bis 1099	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-9
3	4	Worringen	81	258	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-10
3	4	Worringen	81	120	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-11
3	4	Worringen	81	241	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-12
3	4	Worringen	81	124	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-13
3	4	Worringen	81	262	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-14
10	11	Rheindorf	67	162	Gebäude-/ Freifläche Wohnen	Anlage 10-15

Tabelle 3: Maßgebende Immissionsorte im Bereich der 110-/380-kV-Höchstspannungsfreileitung Merkenich – Pkt. Rheindorf

Nach den in den Anlagen 10-1 bis 10-15 enthaltenen Berechnungsergebnissen werden die Anforderungen der 26. BImSchV auf allen in der o.g. Tabelle aufgeführten maßgebenden Immissionsorten eingehalten.

11.2 Betriebsbedingte Schallimmissionen (Koronageräusche)

Nach § 50 BImSchG ist bei raumbedeutsamen Planungen darauf zu achten, dass schädliche Umwelteinwirkungen auf ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienende Gebiete sowie auf sonstige schutzbedürftige Gebiete so weit wie möglich vermieden werden.

Für Vermerk der Behörde

Durch die elektrischen Feldstärken, die um den Leiter herum deutlich höher sind als in Bodennähe, werden in der 380-kV-Ebene elektrische Entladungen in der Luft hervorgerufen. Die Stärke dieser Entladungen hängen u.a. von der Luftfeuchtigkeit ab. Dieser Effekt, auch Korona genannt, ruft Geräusche hervor (Knistern, Prasseln, Rauschen und in besonderen Fällen ein tiefes Brummen), die nur bei seltenen Wetterlagen wie starkem Regen, Nebel oder Raureif in der Nähe von Höchstspannungsfreileitungen zu hören sind. Bei 110-kV-Stromkreisen tritt dieser Effekt auf Grund der niedrigeren Betriebsspannung i.d.R. nicht auf bzw. ist hinsichtlich der Geräusche vernachlässigbar.

Bei der Bewertung dieser Geräusche sind vornehmlich Ruhezeiten zu betrachten, in denen die Geräuschimmissionen besonders störend wahrgenommen werden können.

Zur Vermeidung bzw. zur Minimierung von Koronaeffekten werden die Hauptleiterseile bei 380-kV-Freileitungen standardmäßig jeweils als Vierer-Bündel ausgebildet, bei denen die Einzelseile einen Abstand von ca. 40 cm zueinander aufweisen. Dies führt zu einer Vergrößerung der wirksamen Oberfläche und somit zu einer Verringerung der Oberflächenfeldstärke. Die Armaturen der Isolatoren werden zur Reduzierung der elektrischen Feldstärke so konstruiert, dass ihre Oberflächenradien der angelegten maximalen Betriebsspannung angepasst sind.

Weiterhin können durch Oberflächenveränderungen, wie z.B. durch Wassertropfen bei Regen, an Leiterseilen Koronaentladungen auftreten, die im trockenen Zustand koronafrei sind. In diesem Fall sind jedoch auch die Geräusche des Regens mit zu berücksichtigen.

In Ausnahmefällen können trotz Sorgfalt bei der Montage bei neuen Leiterseilen scharfe Graten, Schmutzteilchen oder Fettreste zu Koronaeffekten führen, die sich durch Abwittern verringern. Dieser Effekt kann dann in den ersten Monaten des Betriebes einer Freileitung beobachtet werden (vgl. [26]).

An den 380-kV-Freileitungen, die mit Viererbündeln und Armaturen entsprechend dem anerkannten Stand der Technik ausgerüstet wurden, sind über Betriebszeiten von vielen Jahrzehnten im 380-kV-Transportnetz der Amprion GmbH bisher keine unzulässigen oder auffälligen Geräuschemissionen aufgetreten.

Um diesen Sachverhalt auch konkret belegen zu können, hat die damalige RWE Transportnetz Strom GmbH (heute Amprion GmbH) für ein rd. 30 km langes 380-kV-Leitungsneubauprojekt in Rheinland-Pfalz und Hessen in Abstimmung mit den zuständigen Immissionsschutzbehörden ein Gutachten zur Schallemission von 380-kV-Höchstspannungsfreileitungen und Umgebungslärmmessungen beim TÜV Süddeutschland in Auftrag gegeben. Die Ergebnisse des Gutachtens, die auf die geplante 380-kV-Leitungsverbindung zwischen der UA Merkenich und dem Pkt. Rheindorf auf Grund der

Verwendung gleichartiger Leiterseilbündel und Armaturen übertragbar sind, wurden in einer Veröffentlichung [27] dargestellt, die in Anlage 11 enthalten ist. Die Auswertung der Messungen unter Berücksichtigung zusätzlicher Zuschläge (Impulszuschlag und Tonzuschlag) i.S. der TA Lärm [28] führen zu einer "Worst-Case- Betrachtung" mit dem Ergebnis, dass die prognostizierten Beurteilungspegel der untersuchten 380-kV-Freileitung erheblich unterhalb der Immissionsrichtwerte nachts i.S. der TA Lärm liegen. Die so genannte Relevanzgrenze wird unterschritten. Irrelevant i.S. der TA Lärm werden in der Regel Geräusche bezeichnet, deren Beurteilungspegel als Zusatzbelastung den Richtwert nach TA Lärm um mindestens 6 dB unterschreitet. Bei solchen irrelevanten Geräuschen kann gemäß der vereinfachten Regelfallprüfung nach TA Lärm auf eine konkrete Untersuchung der Vorbelastung durch andere Anlagen, die unter die TA Lärm fallen, verzichtet werden.

Aus der Untersuchung können in Abhängigkeit des Abstandes folgende allgemein maximal zu erwartenden Beurteilungspegel für 380-kV-Freileitungen abgeleitet werden:

Abstand zur Leitungsachse [m]	Beurteilungspegel [dB(A)]
0	<= 38
20	<= 37
40	<= 35
60	<= 33
80	<= 32
100	<= 31

Tabelle 4: Beurteilungspegel (Maximal-Betrachtung) einer 380-kV-Freileitung in Abhängigkeit vom Abstand zur Leitung

Im Nahbereich der geplanten 380-kV-Freileitung befinden sich keine Gebäude, bei denen auf Grund der "Worst-Case- Betrachtung" mit einer Überschreitung der nach TA Lärm zulässigen Immissionsrichtwerte zu rechnen ist. Denn gemäß Nr. 6.1 der TA Lärm ist nachts ein Immissionsrichtwert von 35 dB(A) nur außerhalb von Gebäuden in reinen Wohngebieten oder in Kurgebieten, für Krankenhäuser oder Pflegeanstalten einzuhalten. Für alle anderen Gebiete gelten nachts Immissionsrichtwerte, die oberhalb der in der Tabelle 4 aufgeführten Werte der "Worst-Case- Betrachtung" liegen.

Da sich keine reinen Wohngebiete, Krankenhäuser oder Pflegeanstalten im Nahbereich der geplanten Freileitung befinden, ist somit mit einer Überschreitung der nach TA Lärm zulässigen Immissionsrichtwerte nicht zu rechnen.

11.3 Baubedingte Lärmimmissionen

Während der Bauzeit ist vor allem im Bereich der geplanten und für den Rückbau vorgesehenen Maste mit hörbaren Einflüssen zu rechnen. Beim Neubau der 110-/380-kV-Freileitung wird es zu Lärmimmissionen im Wesentlichen durch die verwendeten Baumaschinen und Fahrzeuge kommen. Die Bauarbeiten sollen vorwiegend bei Tage durchgeführt werden.

Schädliche Umwelteinwirkungen, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, werden bei der Errichtung der geplanten Freileitung verhindert, nach dem Stand der Technik nicht vermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen werden auf ein Mindestmaß beschränkt.

Die im Zusammenhang mit den Bauarbeiten verwendeten Baumaschinen entsprechen dem Stand der Technik. Die RheinEnergie AG stellt im Rahmen der Auftragsvergabe sicher, dass die bauausführenden Unternehmen die Einhaltung der Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung (32. BImSchV) [29] gewährleisten.

11.4 Störungen von Funkfrequenzen

Durch Koronaentladungen werden eingeprägte Stromimpulse in die Hauptleiterseile eingespeist, die sich längs der Leitung in beiden Richtungen ausbreiten. Die Direktabstrahlung von Energie ist dabei sehr gering, sie wird mit zunehmender Frequenz stark gedämpft und ist ab etwa 5 MHz bis 20 MHz nicht mehr relevant.

Funkstörungen können daher nur in unmittelbarer Nähe einer Freileitung für Lang- und Mittelwellenbereiche festgestellt werden. Störungen oberhalb von 20 MHz im UKW- und Fernsehübertragungsbereich treten durch Korona nicht auf.

11.5 Ozon und Stickoxide

Die Korona von 380-kV-Freileitungen führt auch zur Entstehung von geringen Mengen an Ozon und Stickoxiden. Durch Messungen (vgl. [30]) wurden in der Nähe der Hauptleiter von 380-kV-Seilen Konzentrationserhöhungen von 2 bis 3 ppb (part per billion; $1:10^9$) ermittelt.

Bei einer turbulenten Luftströmung sind bereits bei 1 m Abstand vom Leiterseil nur noch 0,3 ppb zu erwarten. Weiterhin liegt der durch Höchstspannungsleitungen gelieferte Beitrag zum natürlichen Ozongehalt bereits in unmittelbarer Nähe der Leiterseile an der Nachweisgrenze und beträgt nur noch einen Bruchteil des natürlichen Pegels. In einem

Abstand von 4 m zum hochspannungsführenden Leiterseil ist bei 380-kV-Leitungen kein eindeutiger Nachweis zusätzlich erzeugten Ozons mehr möglich. Gleiches gilt für die noch geringeren Mengen an Stickoxiden .

12 Rechtliche Sicherung für den Bau und Betrieb der Freileitung

12.1 Private Grundstücke

Für den Bau und Betrieb der 110-/380-kV-Freileitung ist beiderseits der Leitungsachse ein Schutzstreifen erforderlich, damit die nach der DIN EN 50341 (VDE 0210) [6, 7, 8] geforderten Mindestabstände zu den Leiterseilen sicher und dauerhaft gewährleistet werden können. Die Breite des Schutzstreifens ist im Wesentlichen vom Masttyp, der aufliegenden Beseilung, den eingesetzten Isolatorketten und dem Mastabstand abhängig. Die Schutzstreifenbreiten sind in den Lageplänen in den Maßstäben 1 : 2000 und 1:1000 (siehe Anlage 7) dargestellt. Die für den Schutzstreifen benötigte Flächengröße ist in den Rechtserwerbsverzeichnissen (Anlage 8) für jedes Flurstück aufgeführt.

Zusätzlich zu den durch Überspannung betroffenen Grundstücken müssen für den Bau und Betrieb der geplanten Höchstspannungsfreileitung weitere Grundstücke zur Herstellung von Zufahrten zu den geplanten Masten und für temporäre Arbeitsflächen für den Zeitraum der Baumaßnahme in Anspruch genommen werden.

Art und Umfang dieser Inanspruchnahmen sind ebenfalls im Rechtserwerbsverzeichnis, jeweils am Ende des nach Gemarkung sortierten Registers, aufgeführt. Die Flurstücke, die nur zum Zwecke der Zuwegung und für die temporäre Arbeitsfläche dienen, erhalten in den Lageplänen und im Rechtserwerbsverzeichnis der dargestellten laufenden (Ifd.) Nummer den Buchstabenzusatz Z (für zusätzlich benötigte Flächen) vorangestellt. Die Zuwegungsbreite kann der Spalte 11 (Bemerkungen) des Rechtserwerbsverzeichnisses (Anlage 8) entnommen werden.

Der Schutzstreifen und die Grundstücksinanspruchnahme für den Bau und Betrieb der Leitung werden auf den privaten Grundstücken grundsätzlich über eine beschränkte persönliche Dienstbarkeit i.S. von § 1090 Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) [31] gesichert. Über die Eintragung der beschränkten persönlichen Dienstbarkeit im jeweiligen Grundbuch in der Abteilung II und die hierfür zu zahlende Entschädigung beabsichtigt die RheinEnergie AG mit jedem betroffenen Grundstückseigentümer privatrechtliche Verträge abzuschließen. Neben der Zustimmung des Grundstückseigentümers ist für die Inanspruchnahme des Grundstücks auch die Zustimmung der sonstigen Betroffenen, die Nutzungsrechte am Grundstück besitzen (z.B. Pächter) erforderlich.

Innerhalb des Schutzstreifens dürfen ohne vorherige Zustimmung durch die RheinEnergie AG keine baulichen und sonstigen Anlagen errichtet werden, die zu einer Gefährdung des Leitungsbetriebes führen können.

Im Schutzstreifen dürfen ferner keine Bäume und Sträucher angepflanzt werden, die durch ihr Wachstum den Bestand oder den Betrieb der Leitung beeinträchtigen oder gefährden können. Bäume und Sträucher dürfen, auch soweit sie außerhalb des Schutzstreifens stehen und in den Schutzstreifenbereich hineinragen, von der RheinEnergie AG entfernt oder niedrig gehalten werden, wenn durch deren Wachstum der Bestand oder Betrieb der Leitungen beeinträchtigt oder gefährdet wird. Geländeänderungen im Schutzstreifen sind verboten, sofern sie nicht mit der RheinEnergie AG abgestimmt sind. Auch sonstige Einwirkungen und Maßnahmen, die den ordnungsgemäßen Bestand oder Betrieb der Leitung oder des Zubehörs beeinträchtigen oder gefährden können, sind untersagt.

Die vom Schutzstreifen der Freileitung in Anspruch genommenen Grundstücke müssen zum Zwecke des Baues, des Betriebes und der Unterhaltung der Leitung jederzeit benutzt, betreten und befahren werden können.

Die bei den Arbeiten in Anspruch genommenen Grundflächen lässt die RheinEnergie AG wieder herrichten. Die RheinEnergie AG wird darüber hinaus den Grundstückseigentümern oder den Pächtern den bei den Bau- und späteren Unterhaltungs- oder Instandsetzungsmaßnahmen nachweislich entstehenden Flurschaden, wie z. B. Ernteauffälle, ersetzen. Die Höhe des Schadenersatzes wird erforderlichenfalls unter Zuhilfenahme eines vereidigten Sachverständigen ermittelt.

12.2 Klassifizierte Straßen und Bahngelände

Zur Regelung der Rechtsverhältnisse bezüglich der Kreuzungen/Längsführungen mit klassifizierten Straßen werden Gestattungsverträge abgeschlossen. Für die Inanspruchnahme der klassifizierten Straßen erfolgen die Gestattungsverträge entweder auf Grundlage von bestehenden Rahmenvereinbarungen oder, falls keine Rahmenvereinbarungen bestehen oder abgeschlossen werden, auf Grundlage des Bundesmustersvertrages von 1987 [32].

Die Regelung der Rechtsverhältnisse bei Kreuzungen mit DB AG-Bahngelände oder mit DB AG-Starkstromleitungen auf DB AG-Bahngelände erfolgt gemäß den Stromkreuzungsrichtlinien DB AG/VDEW 2000 (SKR 2000) [33].

Die Regelung der Rechtsverhältnisse bei Kreuzungen mit Gelände der Nichtbundeseigenen Eisenbahn (NE) oder NE-Starkstromleitungen erfolgt gemäß den Stromkreuzungsrichtlinien BDE/VDEW [34].

13 Erläuterungen zum Rechtserwerbsverzeichnis (Anlage 8)

Im Rechtserwerbsverzeichnis (Anlage 8) werden leitungsbezogen die vom Schutzstreifen und sonstigen Grundstücksinanspruchnahmen betroffenen Flurstücke separat für jede Gemarkung sortiert nach den laufenden Eigentümernummern aufgeführt. Das Rechtserwerbsverzeichnis beinhaltet die folgenden Angaben:

Spalte 1: laufende Eigentümernummer in der jeweiligen Gemarkung (Ifd. Nr. Eigent.):
Innerhalb jeder Gemarkung ist jedem Grundstückseigentümer, dessen Grundstücksflächen für den Schutzstreifen der Hochspannungsfreileitung in Anspruch genommen werden sollen, eine Eigentümernummer zugeordnet. Das Rechtserwerbsverzeichnis einer jeden Gemarkung ist nach den Eigentümernummern aufsteigend sortiert.

Spalte 2: Laufende Nummer im Plan (Ifd. Nr. Plan):
Innerhalb jeder Gemarkung erhält jedes Flurstück, das für den Schutzstreifen der Hochspannungsfreileitung in Anspruch genommen werden soll, eine laufende Nummer. Um die Zuordnung zwischen dem Register und den Lageplänen im Maßstab 1:2000 (Anlage 7) zu vereinfachen, ist in den Lageplänen diese laufende Nummer innerhalb eines Kreises für jedes im Rechtserwerbsverzeichnis aufgeführte Flurstück abgebildet. Die Flurstücke, die ausschließlich zum Zwecke der Zuwegung und/oder für die temporäre Arbeitsfläche in Anspruch genommen werden sollen, erhalten in den Lageplänen und im Rechtserwerbsverzeichnis der dargestellten laufenden (Ifd.) Nummer den Buchstabenzusatz Z (für zusätzlich benötigte Flächen) vorangestellt.

Spalte 3: Name und Vorname des Eigentümers, Wohnort:
Die Namen und Adressen der Eigentümer (bzw. Erbbauberechtigten) der jeweiligen Grundstücke werden aus datenschutzrechtlichen Gründen in dem öffentlich ausliegenden Rechtserwerbsverzeichnis nicht aufgeführt. Die Gemeinden und die Planfeststellungsbehörde, bei denen die öffentliche Auslegung der Planfeststellungsunterlagen erfolgt, erhalten zusätzlich ein Rechtserwerbsverzeichnis mit den Eigentümerangaben, das nicht öffentlich ausgelegt wird. Jeder, der ein berechtigtes Interesse nachweist, erhält dort Auskunft über die nicht offengelegten Eigentümerangaben des ihn betreffenden Grundstücks.

- Spalte 4: Grundstück:
Angaben zur Flur- und Flurstücksnummer
- Spalte 5: Grundbuch:
Angaben zum Grundbuch und Bestandsverzeichnis
- Spalte 6: Nutzungsart (Nutzart):
Nutzungsart des Flurstücks gemäß Katasterangaben.
- Spalte 7: Größe des Grundstücks:
Gesamtgröße des Flurstücks gemäß Grundbuchangaben
- Spalte 8: Schutzstreifenfläche und zusätzliche Flächeninanspruchnahmen:
Enthält Angaben zur Größe des benötigten Schutzstreifen (s), der temporäre Arbeitsfläche (ta) und der Zuwegungsfläche auf dem Flurstück. Bei der Zuwegung wird dabei in temporär (tw) und dauerhaft (dw) benötigte Zuwegungsflächen unterschieden. Die Angaben zu den Arbeits- und Zuwegungsflächen beziehen sich nur auf die Teilflächen außerhalb des Schutzstreifens.
- Spalte 9: Mast Nr.:
Falls ein Maststandort auf dem Flurstück vorgesehen ist, steht hier die zugehörige Mastnummer. Steht der jeweilige Mast nicht vollständig, sondern nur teilweise auf dem Flurstück, so wird hinter der Mastnummer die Abkürzung „tlw.“ ergänzt.
- Spalte 10: leer
- Spalte 11: Bemerkungen:
Enthält Anmerkungen zur geplanten Grundstücksinanspruchnahme, z.B. die geplante Breite der benötigten Zuwegung in Metern, falls ein Flurstück außerhalb des Schutzstreifens für die Zuwegung zu einem Maststandort genutzt wird.

14 Erläuterungen zum Kreuzungsverzeichnis (Anlage 9)

Im Kreuzungsverzeichnis (Anlage 9) sind die im Neubau- oder Änderungsbereich gekreuzten bzw. überspannten folgenden Objekte aufgeführt:

- Klassifizierte Straßen
- Gewässer
- Bahnlinien
- Ermittelte ober-/unterirdische Versorgungsleitungen oder –anlagen

In den Lageplänen 1:2000 (Anlage 7) wurden die Objekte bzw. deren Achsverlauf im Schutzstreifenbereich ergänzt, soweit diese nicht bereits in der Katasterdarstellung enthalten sind. Jede im Kreuzungsverzeichnis aufgeführte Kreuzung mit einem Objekt hat eine Objektnummer (ONr.). In den Lageplänen (Anlage 7) steht die Objektnummer in Klammern hinter den Objektbezeichnungen.

In Spalte 5 des Kreuzungsverzeichnisses steht der Abstand des Kreuzungspunktes zwischen Objekt und Leitungsachse zum Mittelpunkt des angegebenen Mastes, falls das Objekt die Leitungsachse kreuzt.

Bei klassifizierten Straßen bzw. Gewässern wird darüber hinaus der lichte Abstand zwischen Masten und Straßenfahrbahnrand bzw. Böschungsoberkante in Spalte 6 (Bemerkungen) angegeben, falls die Errichtung des jeweiligen Mastes in der Anbaubeschränkungs-/Anbauverbotszone gemäß den Regelungen des § 9 Bundesfernstraßengesetz (FStrG, [35]), des § 25 Straßen- und Wegegesetz (StrWG NRW, [36]), des § 97 Landeswassergesetz (LWG, [37]) oder § 38 Wasserhaushaltsgesetz (WHG, [38]) vorgesehen ist. Ansonsten wird auf eine Angabe des lichten Abstandes verzichtet.

15 Verzeichnis über Literatur/ Gesetze/ Verordnungen/ Vorschriften/ Gutachten zum Erläuterungsbericht

1. Verordnung zur Regelung des Netzanschlusses von Anlagen zur Erzeugung von elektrischer Energie (Kraftwerks-Netzanschlussverordnung – KraftNAV), vom 26. Juni 2007, BGBl. I S. 1187
2. Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG), vom 7. Juli 2005, BGBl. I S. 1970, 3621, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 16. Januar 2012, BGBl. I S. 74
3. Verwaltungsverfahrensgesetz des Landes Nordrhein-Westfalen (VwVfG. NRW.), vom 12. November 1999 (GV. NRW. S. 602), das zuletzt durch das Gesetz vom 17. Dezember 2009 (GV. NRW. S. 861) geändert worden ist
4. Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG), vom 24. Februar 2010, BGBl. I S. 94, das zuletzt durch Artikel 5 Absatz 15 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist
5. Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen (Energieleitungsausbaugesetz - EnLAG) vom 21. August 2009 (BGBl. I S. 2870), das zuletzt durch Art. 5 des Gesetzes vom 07. März 2011 (BGBl. I S. 338) geändert worden ist
6. DIN EN 50 341-1 (VDE 0210 Teil 1): Freileitungen über AC 45 kV; Teil 1: Allgemeine Anforderungen – gemeinsame Festlegungen; Deutsche Fassung: EN 50 341-1:2001; VDE-VERLAG GMBH, Berlin
7. DIN EN 50 341-2 (VDE 0210 Teil 2): Freileitungen über AC 45 kV; Teil 2: Index der NNA (Nationale Normative Festsetzungen); Deutsche Fassung: EN 50 341-2:2001; VDE-VERLAG GMBH, Berlin
8. DIN EN 50 341-3-4 (VDE 0210 Teil 3): Freileitungen über AC 45 kV; Teil 3: Nationale Normative Festsetzungen (NNA); Deutsche Fassung: EN 50 341-3-4:2001; VDE-VERLAG GMBH, Berlin
9. DIN EN 50110-1 (VDE 0105 Teil 1): Betrieb von Elektrischen Anlagen; Deutsche Fassung: EN 50 110-1:1996; VDE-VERLAG GMBH, Berlin
10. DIN EN 50110-2 (VDE 0105 Teil 2): Betrieb von Elektrischen Anlagen (nationale Anhänge); Deutsche Fassung EN 50110-2:1996 + Corrigendum 1997-04; VDE-VERLAG GMBH, Berlin
11. DIN VDE 0105-100 (VDE 0105 Teil 100): Betrieb von elektrischen Anlagen; Juni 2000; VDE-VERLAG GMBH, Berlin

12. Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26.BImSchV); vom 16. Dezember 1996; BGBl. I Seite 1966
13. DIN 1045-1: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion; Ausgabe August 2008
DIN 1045-2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Ausgabe August 2008
DIN 1045-3: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton: Bauausführung; Ausgabe August 2008
14. DIN V ENV 1993-1: Eurocode 3, Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau; Deutsche Fassung; Ausgabe 1993
15. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 2. September 2004, BAnz. S. 19 937, geändert durch die Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 24. April 2007, BAnz. S. 4471
16. DIN 48 207-1: Freileitungen mit Nennspannungen über 1kV: Verfahren und Ausrüstung zum Verlegen von Leitern; Teil 1: Verlegen von Leitern; Entwurf 10/1999; Teil 2: Ziehstrümpfe aus Stahl; Entwurf 8/2000; Teil 3: Wirbelverbinder; Entwurf 7/2000
17. LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Handlungsempfehlungen für eine einheitliches Vorgehen der Vollzugsbehörden in NRW beim Umgang mit Bodenbelastungen im Umfeld von Stromleitungsmasten; 2. Version; 30.01.2009
18. BGV C22 (vormals VBG 37): Berufsgenossenschaftliche Vorschriften: Bauarbeiten; vom 1. April 1977; in der Fassung vom 1. Januar 1997
19. BGV D32 (vormals VBG 89): Berufsgenossenschaftliche Vorschriften: Arbeiten an Masten, Freileitungen und Oberleitungsanlagen; vom 1. Oktober 1990; in der Fassung vom 1. Januar 1997
20. BGV A3 (vormals VBG 4): Berufsgenossenschaftliche Vorschriften: Elektrische Anlagen und Betriebsmittel; vom 1. April 1979; in der Fassung vom 1. Januar 1997
21. BGV B11 (vormals VBG 25): Berufsgenossenschaftliche Vorschriften: Elektromagnetische Felder; vom 1. Juni 2001
22. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz); Health Physics 74 (4): 494-522; 1998

23. Rat der Europäischen Union: Empfehlung zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0Hz – 300 GHz), 8550/99
24. Empfehlung der Strahlenschutzkommission: Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung von elektromagnetischen Feldern, gebilligt in der 174. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 13./14. September 2001
25. Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) in der überarbeiteten Fassung gemäß Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), 107. Sitzung, 15. bis 17. März 2004
26. HIRSCH, F.: Beeinflussung durch Koronaentladungen an Hochspannungsanlagen, Band 203; expert verlag; 1986
27. PAUL, H.-U; DÖRNEMANN, C.; KRÄMER, E.: Genehmigungsverfahren für Hochspannungsfreileitungen – Geräuschemission und Geräuschimmission durch Koronaentladungen; Elektrie; Berlin 58; 2004
28. Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm); vom 26. August 1998; GMBI. Nr. 26/1998 Seite 503
29. Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung - 32. BImSchV) vom 29. August 2002, BGBl. I S. 3478, zuletzt geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 8. November 2011, BGBl. I S. 2178
30. Badenwerk Karlsruhe AG: Hochspannungsleitungen und Ozon. Karlsruhe. Fachberichte 88/2 der Badenwerke AG, 1988
31. Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Januar 2002 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. März 2012 (BGBl. 2012 II S. 178)
32. Mustervertrag des Bundesverkehrsministeriums gemäß Allgemeinem Rundschreiben (ARS) 7/1987 vom 27. April 1987
33. Richtlinien über Kreuzungen zwischen Starkstromleitungen eines Unternehmens der öffentlichen Elektrizitätsversorgung (EVU) mit DB AG-Gelände oder DB AG-Starkstromleitungen, Stromkreuzungsrichtlinien (SKR 2000), vom 01. Januar 2000
34. Richtlinien über Kreuzungen von Starkstromleitungen eines Unternehmens der öffentlichen Elektrizitätsversorgung (EVU) mit Gelände oder Starkstromleitungen der Nichtbundeseigenen Eisenbahnen (NE), NE- Stromkreuzungsrichtlinien, vom 1. Januar 1960 i.d.F vom 1. Juli 1973

35. Bundesfernstraßengesetz (FStrG), vom 28. Juni 2007 (BGBl. I S. 1206), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585)
36. Straßen- und Wegegesetz des Landes Nordrhein-Westfalen (StrWG NW), vom 23. September 1995 (GV. NRW. 1995, 1028), zuletzt geändert durch Artikel 182 des Dritten Befristungsgesetzes vom 05. April 2005 (GV. NRW. S. 306)
37. Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz - LWG -), vom 25. Juni 1995, zuletzt geändert am 16. März 2010 (GV. NRW. S. 185)
38. Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz - WHG), vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 5 Abs. 9 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)