

 	SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG	
		 Von der Europäischen Union kofinanziert Fazilität „Connecting Europe“
Technische Vorhabenbeschreibung Abschnitt A/FL		

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	5
2.	VORPRÜFUNG DER TECHNISCHEN AUSGESTALTUNG DER TRASSENKORRIDORE FÜR FREILEITUNGEN	6
3.	TECHNISCHE BAU- UND BETRIEBSMERKMALE	9
3.1	Masttypen	9
3.2	Herstellung provisorischer Leitungsführungen	11
3.3	Schutzstreifen	11
3.4	Fundamente	12
3.4.1	Pfahlgründungen	12
3.4.1.1	Rammfundament	13
3.4.1.2	Bohrfundament	13
3.4.2	Stufenfundament	13
3.4.3	Plattenfundamenten	14
3.5	Beseilung, Isolatoren, Blitzschutzseil, Vogelschutzmarkierungen	14
4.	KABELÜBERGANGSSTATIONEN (KÜS)	16
5.	BAUABLAUF	18
6.	EMISSIONEN IM BETRIEB UND EMISSIONSQUELLEN	20
6.1.1	Elektrische und magnetische Felder	20
6.1.2	Geräuschemissionen	21
6.1.3	Betriebliche Maßnahmen	22
7.	VERMEIDUNG SOWIE MINDERUNG VON BEEINTRÄCHTIGUNGEN	23
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS UND GLOSSAR	24

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Technische / Bündelungs-Optionen in den einzelnen Freileitungsprüfab schnitten	7
------------	--	---

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Schematische Darstellung eines reinen DC-Mastes 525-kV mit einem Bipol auf einer Traverse, V-Ketten und Erdseilhörnern	10
Abbildung 2:	Schematische Darstellung eines Hybrid-Mastes (DC/AC) 525-kV mit V-Ketten, vertikaler Systemanordnung und Erdseilhörnern)	10
Abbildung 3:	Schematische Darstellung eines reinen DC-Mastes 320-kV mit einem Bipol auf einer Traverse, vertikaler Systemanordnung, V-Ketten und Erdseilhörnern	10
Abbildung 4:	Schematische Darstellung eines Hybridmastes (DC/AC) 320-kV mit V-Ketten, vertikaler Systemanordnung + AC-Systemen mit Hängeketten und Erdseilhörnern)	10
Abbildung 5:	Beispiel einer Pfahlgründung	13
Abbildung 6:	Beispiel für ein Stufenfundament	14
Abbildung 7:	Beispiel für ein Plattenfundament	14
Abbildung 8:	KÜS am Beispiel einer 525-kV-Ausführung (Schema)	16
Abbildung 9:	KÜS am Beispiel einer 320-kV-Ausführung (Schema)	17

1. Einleitung

Der SuedOstLink (SOL) wird im Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) als Vorhaben 5: Wolmirstedt – Isar geführt. Dabei handelt es sich um die zukünftige Gleichstromverbindung zwischen den Netzverknüpfungspunkten (NVPs) Wolmirstedt bei Magdeburg im Land Sachsen-Anhalt und Isar bei Landshut im Freistaat Bayern. Diese Verbindung ist nach § 3 Abs. 1 i. V. m. § 2 Abs. 5 BBPlG als Leitung zur Höchstspannungs-Gleichstrom Übertragung (HGÜ) und aufgrund seiner Kennzeichnung mit „E“ als Erdkabel auszuführen. Die gesetzliche Grundlage der Planung basiert auf dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG), in dem das Vorhaben in der Anlage zu § 1 Abs. 1 BBPlG vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2543; 2014 I S. 148, 271), zuletzt geändert durch Artikel 12 des Gesetzes vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1786), aufgeführt ist.

Wegen der großen Entfernung zwischen den Netzverknüpfungspunkten ist die vorgesehene Ausführung als HGÜ-Leitung aufgrund geringer Übertragungsverluste besonders geeignet. Als Spannungsebene für die Kabelanlagen wird 525 Kilovolt (kV) Gleichstrom zur Übertragung einer Leistung von 2 Gigawatt (GW) angestrebt. In der Planung wird als Rückfallebene der Einsatz von bereits zu erhaltenen und erprobten 320-kV-Kabelanlagen vorgehalten.

Das Projekt wird von den Übertragungsnetzbetreibern (ÜNB) 50Hertz Transmission GmbH (50Hertz) und TenneT TSO GmbH (TenneT) beantragt und ist in die Abschnitte A-D unterteilt. Die Planung und der zukünftige Betrieb für die Abschnitte „A“ und „B“ liegt bei der 50Hertz während die Abschnitte „C“ und „D“ bei der TenneT liegen.

In der Antragskonferenz zum Antrag auf Bundesfachplanung nach § 6 NABEG, konnten die von dem Vorhaben betroffenen Gebietskörperschaften eine Prüfung auf Freileitungsausnahme nach § 3 Abs. 3 S.1 BBPlG fordern. Aufgrund der Ergebnisse der Antragskonferenzen gem. § 7 NABEG hat die Bundesnetzagentur (BNetzA) die „Festlegung für die Unterlagen nach § 8 NABEG im Bundesfachplanungsverfahren...“ vorgenommen. Bezug nehmend auf die Ausführungen in Kapitel 2.2 (Freileitungsausnahmen) des Untersuchungsrahmens haben insgesamt 16 Kommunen in Sachsen-Anhalt die Prüfung von Freileitungsausnahmen gefordert. Sieben Kommunen verlangen eine allgemeine Machbarkeitsprüfung und neun Kommunen fordern die Prüfung einer Bündelung mit einer der folgenden 380-kV-Drehstromfreileitungen:

- Wolmirstedt – Förderstedt (437/438),
- Ragow – Förderstedt (531/532) und
- Lauchstädt – Wolmirstedt – Klostermansfeld (535/538/536).

Unter Bündelung wird seitens der Kommunen in der Regel die Mitnahme der Bestandsleitung in gemeinsamer und in ggf. bestehender Trasse auf einem neuen Gemeinschaftsgestänge in Form einer Hybrid-Leitung (AC- und DC-Stromkreise auf einem Freileitungsmastgestänge) verstanden. Der hier zur Anwendung kommende raumordnerische „Bündelungs“-Begriff umfasst allerdings auch den Neubau einer Leitung in (enger) Parallellage zum vorhandenen Leitungsbestand. Die Prüfung des abschnittswisen Einsatzes von Freileitungen erfolgt ausschließlich für den Fall, dass die in § 3 Abs. 2 und Abs. 3 BBPlG gesetzlich geregelten Ausnahmen zum Tragen kämen. In diesen Fällen sind für den jeweiligen Freileitungsabschnitt die Abstandsregelungen gemäß § 3 Abs. 4 BBPlG zu beachten. Der Anfang und das Ende jedes Freileitungsabschnittes wird über eine Kabelübergangsstation (KÜS) an die Erdkabel angebunden, sofern der Freileitungsabschnitt nicht am Stromrichter mündet.

Die folgende technische Vorhabenbeschreibung ist auf die Ausführung von Abschnitten als Freileitung ausgelegt und handelt ausschließlich diese ab. Entsprechende Informationen bezüglich der Projektausführung als Erdkabel werden in der technischen Vorhabenbeschreibung Erdkabel (Unterlage 2) behandelt. Die technischen Vorhabenbeschreibungen für die Freileitung und für das Erdkabel sind als jeweils eigenständige Unterlage zu betrachten.

2. Vorprüfung der technischen Ausgestaltung der Trassenkorridore für Freileitungen

Die Bestimmung der technischen Optionen zur Durchführung des Freileitungsprüfverlangens erfolgte in zwei Schritten.

Im **ersten Schritt** wurden die drei überhaupt denkbaren Optionen der Trassenführung im Untersuchungskorridor betrachtet, die für eine Freileitung in Betracht gezogen werden können.

Option I – Hybridleitung: Diese Option bezeichnet die gemeinsame Führung der geplanten Höchstspannungs-Gleichstromfreileitung (DC-Freileitung) und einer (bestehenden) 380-kV-Drehstrom-Freileitung (AC-Freileitung) auf einem Mastgestänge. Die Hybridleitung würde eine bestehende 380-kV-AC-Freileitung ersetzen und entweder in deren Bestands-Trasse oder in einer neuen Trasse geführt werden.

Wird eine Hybridführung in der Bestandstrasse geplant, ist in der Bauphase ein Provisorium erforderlich, dass die Funktion der Alt-Leitung zeitweilig übernimmt, um die Netzstabilität aufrecht zu halten. Wird eine Hybridführung in einem neuen Trassenverlauf geplant, erfolgt im Anschluss an die Inbetriebnahme der Hybridleitung der Rückbau der alten AC-Freileitung.

Eine Hybridführung kann aufgrund der Bündelungspotenziale (vorhandene 380kV-AC-Freileitungen) in den TKS 001, 002a, 003, 004a, 005, 007a, 007b, 008a und 008b geprüft werden.

Option II - parallele Trassenführung: Die neue DC-Freileitung würde in einem Achsabstand von ca. 60 m bis ca. 200 m parallel zu bestehenden 380-kV-AC-Freileitungen geplant. In den TKS ohne entsprechende Freileitungen entfällt daher diese Option. Aufgrund der bereits mit vier Systemen ausgebauten Bestandsleitung ist in den TKS 007a und 007b ausschließlich eine parallele Trassenführung (aber keine Hybrid-Option) möglich.

Option III – ungebündelte / freie Trassenführung: Unter der ungebündelten, freien Trassenführung wird die Alleinführung einer DC-Freileitung verstanden, wenn die neue DC-Freileitung in einer Entfernung von mehr als 200 m abseits von bestehenden AC-Freileitungen errichtet werden soll.

Im **zweiten Schritt** wurde die Prüfung der Freileitungsausnahme an die im Untersuchungsrahmen vom Oktober 2017 zugrundeliegenden Erwartungen und Forderungen der antragstellenden Gebietskörperschaften ausgerichtet. Es wurden explizit Prüfungen der Bündelungsmöglichkeiten mit folgender AC-Freileitung aufgegeben:

- Wolmirstedt – Förderstedt (437/438),
- Ragow – Förderstedt (531/532) und
- Lauchstädt – Wolmirstedt – Klostermansfeld (535/538/536)

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über das Ergebnis des Prüfprozesses der technischen Optionen zur Ausgestaltung der Freileitungsprüfabchnitte.

Tabelle 1: Technische / Bündelungs-Optionen in den einzelnen Freileitungsprüfabschnitten

TKS	Techn. /Bündelungs-Option			Beschreibung / Begründung
	Hybrid	Parallel	freie DC	
001	X			Aufgrund von bestehenden Windkraftanlagen, einer Siedlungsannäherung zw. Samswegen und Jersleben, der geplanten Weiterführung BAB A14, sowie von bis zu 5 nebeneinander verlaufenden Freileitungen im TKS 001, ist eine technisch sinnvolle Parallel- oder auch freie DC-Leitungsführung nicht möglich. Zudem würden Kreuzungen mit bestehenden 380-kV-Freileitungen erforderlich werden. Es wird daher vertiefend die Hybridführung auf Bestandstrassen geprüft. Im Bereich von Meitzendorf wird die Hybridführung, aufgrund des einzuhaltenden Siedlungsabstandes in einem neuen Trassenverlauf geprüft.
003	X			Eine technisch sinnvolle parallele- oder freie DC-Leitungsführung ist aufgrund der geplanten Weiterführung der BAB A14, einer Siedlungsannäherung bei Dahlenwarsleben sowie von bis zu 3 parallelgeführten Freileitungen im TKS 003 nicht möglich. Zudem ist eine Hybridführung in einer bestehenden Trasse aufgrund der Abstandsregelungen zu Wohngebäuden nicht umsetzbar. Somit wird vertiefend die Hybridführung auf neuer Trasse geprüft.
004a	X			Eine parallele- oder freie DC-Leitungsführung ist im TKS 004a technisch möglich, wird jedoch als nicht sinnvoll angesehen. Es müssten entweder bestehende 380-kV-Freileitungen überkreuzt werden, wenn der Planungsraum westlich der Bestandsleitungen genutzt werden sollte, oder der neue Trassenverlauf würde auf deren Ostseite nahe am Korridorrand geplant werden, was zu unnötigen Einschränkungen führen kann. Es sollen grundsätzlich Kreuzungen mit bestehenden 380-kV-Freileitungen vermieden werden, sofern dies möglich ist. Als technisch günstigste Option, ohne aufwändige Überkreuzungen wird die Hybridführung auf neuer Trasse gesehen und vertiefend geprüft.
005	X			Eine technisch sinnvolle Parallel- oder auch freie DC-Freileitungsführung ist im TKS 005 möglich. Für die von der Gebietskörperschaft geforderte Prüfung einer Freileitungsausnahme in Bündelung, verbleibt der Fokus auf eine Hybridführung in bestehender Trasse. Im Bereich der Ortschaften Sülldorf und Welsleben ist aufgrund des einzuhaltenden Siedlungsabstandes eine Hybridführung auf der Bestandstrasse nicht möglich. Die Hybrid-Leitungsführung wird daher auf einem neuen Trassenverlauf geprüft.
007a		X		Die 380-kV-AC-Leitung im TKS 007a ist vor wenigen Jahren mit 4 Systemen errichtet worden. Eine Hybridführung ist im TKS 007a nicht möglich. Eine Parallelführung oder ein freier DC-Leitungsverlauf (begrenzt durch Windkraftanlagen) ist auf der Westseite des TKS möglich, Die Ostseite ist durch die Ortschaft Biere und den einzuhaltenden Siedlungsabstand blockiert, da die Bestandsleitung sonst mehrfach gekreuzt werden müsste. Aufgrund der von der Gebietskörperschaft geforderten Prüfung einer Freileitungsausnahme „in Bündelung“, wird der Fokus auf die westliche Parallelführung gelegt.

TKS	Techn. /Bündelungs-Option			Beschreibung / Begründung
	Hybrid	Parallel	freie DC	
007b		X		Siehe Beschreibung 007a
007d			X	Im TKS 007d ist keine Freileitung für eine Bündelung in Form einer Hybrid- oder Parallelführung vorhanden. Daher wird aufgrund der Forderung zur Prüfung einer Freileitungsausnahme ein freier DC-Leitungsverlauf geprüft.
008a	X		X	Eine technisch sinnvolle Parallel- bzw. freie DC-Freileitungsführung ist im TKS 008a zum Teil möglich. Durch die von der Gebietskörperschaft geforderte Prüfung einer Freileitungsausnahme in Bündelung, wird der Fokus auf eine Hybridführung in bestehender Trasse gelegt. Dies ist jedoch nur für ca. 50 % des potenziellen Trassenverlaufs möglich. Im ungebündelten Trassenverlauf wird eine freie DC-Leitungsführung geprüft.
008b1	X			Eine technisch sinnvolle Hybrid-, Parallel-, bzw. freie DC-Freileitungsführung ist im TKS 008b1 größtenteils möglich. Aufgrund der von der Gebietskörperschaft geforderten Prüfung einer Freileitungsausnahme „in Bündelung“ wird der Fokus auf die Prüfung einer Hybridführung in bestehender Trasse gelegt. Kleinräumig wird aufgrund des Schutzes von Biotopen geprüft, ob eine Hybridführung in neuer Trassenführung umsetzbar ist.
008b2	X			Eine technisch sinnvolle Parallel-, bzw. freie DC-Freileitungsführung ist im TKS 008b2 größtenteils möglich. Aufgrund der von der Gebietskörperschaft geforderten Prüfung einer Freileitungsausnahme „in Bündelung“ wird jedoch der Fokus auf die Prüfung einer Hybridführung in bestehender Trasse gelegt. Kleinräumig wird aufgrund der Schutzbereiche um Siedlungen und des Schutzes von Biotopen geprüft, ob eine Hybridführung in neuer Trassenführung umsetzbar ist.
008d			X	Im TKS 008d, 009a, 010_012_016a, 010_012_016b, 010_012_016c, steht keine Freileitung für eine Bündelung in Form einer Hybrid- oder Parallelführung zur Verfügung. Die von der Gebietskörperschaft geforderte Prüfung einer Freileitungsausnahme findet daher ausschließlich für einen freien DC-Leitungsverlauf statt.
009a			X	
010_012_016a			X	
010_012_016b			X	
010_012_016c			X	

3. Technische Bau- und Betriebsmerkmale

Grundsätzlich umfassen die Freileitungsanlagen Gründungen (Fundamente), Masten, Beseilungen, Armaturen und Schutzstreifen. Die Freileitungen werden durch Höchstspannungsmaste aufgespannt. Die Maste setzen sich aus Fundament, Mastschaft, Traversen (Querträger) sowie Erdseilstützen zusammen und werden als Stahlgittermasten errichtet. Die Gesamtbreite der Trasse wird durch den Schutzstreifen bestimmt. Die Schutzstreifenbreite ergibt sich aus der überspannten Fläche zuzüglich eines Sicherheitsabstandes und ist abhängig von den eingesetzten Masttypen, Masthöhen sowie dem Abstand der Maste voneinander (Spannfeldlänge).

3.1 Masttypen

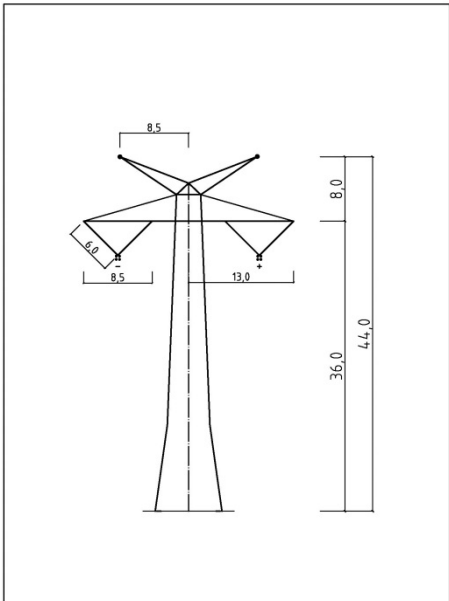
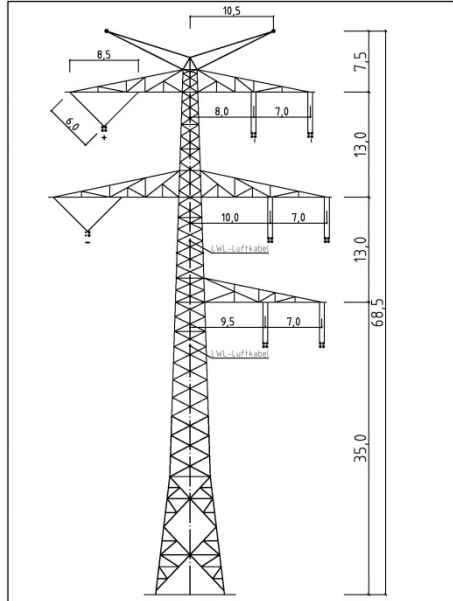
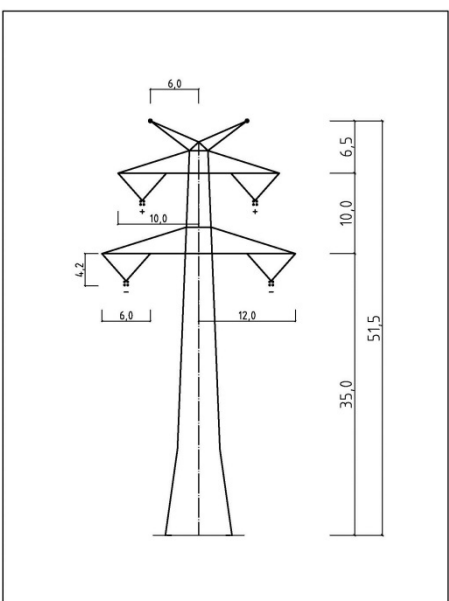
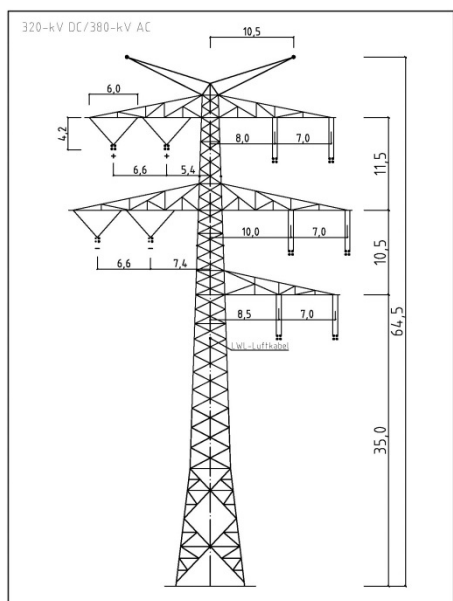
Für die Gleichstromleitungen (DC) werden Masttypen eingesetzt, die sich aus der Konstruktion der Wechselstrom-Masten (AC-Maste) ableiten. Der primäre Unterschied zwischen AC- und DC-Leitungen besteht in der Anzahl der Leiterseile und den abweichenden Isolationsbemessungen. Die Bauform, -art und Dimensionierung der Maste werden insbesondere durch die Anzahl der aufliegenden Stromkreise, deren Spannungsebene, die möglichen Mastabstände, die örtlichen topographischen Gegebenheiten bestimmt. Während der netztechnischen Untersuchungen werden Hybridmaste entwickelt und der Betrieb beider Übertragungstechnologien auf einem Mast untersucht. Die erst im Rahmen der Detailplanung (auf Ebene der Planfeststellung) genauen Masthöhen werden im Wesentlichen durch:

- den Masttyp,
- den Abstand der Masten zueinander (Spannfeldlänge),
- dem daraus resultierenden Leiterseildurchhang im Spannfeld und
- den erforderlichen Abstand zum Erdboden sowie
- die lokale Topographie,
- die Isolatorenlänge in Abhängigkeit der Spannungshöhen und
- die Anforderungen der 26. BImSchV bestimmt.

Die Bauausführungen unterscheiden sich in der Anordnung und Breite der Traversen, der Masthöhen und der jeweils erforderlichen Schutzstreifen. Daneben sind die Maste in Abhängigkeit von ihrer Funktion im Leitungsverlauf zwischen Tragmasten und Winkel-/Abspannmasten sowie Winkel-/Endmasten zu differenzieren. Tragmaste tragen die Bündelleiter bei geradlinigem Trassenverlauf, ohne Kräfte in Leitungsrichtung aufzunehmen. Winkel- bzw. Abspannmaste werden dort eingesetzt, wo eine geradlinige Linienführung verlassen wird und ein Winkelpunkt entsteht. Sie dienen dazu, Kräfte in Leitungsrichtung aufzunehmen, müssen jedoch auch in regelmäßigen Abständen bei einer geradlinigen Leitungsführung gesetzt werden, um im unwahrscheinlichen Fall von Leitungshavarien der Kaskadenwirkung entgegen zu wirken. Ein Winkel-/ Endmast dient der Anbindung der Bündelleiter an das Portal eines Umspannwerks, Konverters oder einer KÜS.

Im Rahmen der Errichtung des SuedOstLinks kann die Errichtung und der Umbau von bestehenden AC-Freileitungen erforderlich werden, um:

- Raumwiderstände für die DC- bzw. Hybrid-Freileitung zu überwinden bzw. Engstellen zu passieren,
- die Bestands-AC-Freileitungen mit den Hybrid-Freileitungen oder die Konverter mit den Netzverknüpfungspunkten zu verbinden (siehe Abbildung 1 bis Abbildung 4).

HGÜ +/-525-kV ohne Rückleiter Entwurf Mastart: T+0   Abbildung 1: Schematische Darstellung eines reinen DC-Mastes 525-kV mit einem Bipol auf einer Traverse, V-Ketten und Erdseilhörnern	Masttyp: Entwurf DD70S/09/21 (modular erweiterbar) Mastart: T1 +0,0   Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Hybrid-Mastes (DC/AC) 525-kV mit V-Ketten, vertikaler Systemanordnung und Erdseilhörnern
HGÜ +/-320-kV ohne Rückleiter Entwurf Mastart: T+0   Abbildung 3: Schematische Darstellung eines reinen DC-Mastes 320-kV mit einem Bipol auf einer Traverse, vertikaler Systemanordnung, V-Ketten und Erdseilhörnern	Masttyp: Entwurf DD70S/09/21 (modular erweiterbar) Mastart: T1 +0,0   Abbildung 4: Schematische Darstellung eines Hybridmastes (DC/AC) 320-kV mit V-Ketten, vertikaler Systemanordnung + AC-Systemen mit Hängeketten und Erdseilhörnern

Grundsätzlich können reine DC- und Hybridmasten zum Einsatz kommen. Die möglichen Spannfeldlängen betragen zwischen ca. 300 und 500 m. Während mit reinen DC-Masten eine Alleinführung der geplanten DC-Freileitung umgesetzt wird, vereinen die Hybridmasten AC-Bestandsstromkreise mit den geplanten DC-Stromkreisen auf einem Mastgestänge.

3.2 Herstellung provisorischer Leitungsführungen

Vor der Errichtung von Freileitungsabschnitten in Hybrid-Bauweise, sind ggf. Leitungsprovisorien aus Hilfstgestängen zu errichten. Die Leitungsprovisorien stellen für die Dauer der Leitungsunterbrechung während der Rückbauarbeiten an den Bestandsleitungen und Montage der Leitung in Hybrid-Bauweise die elektrische Verbindung zwischen den Trennstellen des ursprünglichen Bestandsleitungs-Verlaufes wieder her.

Bei nur kurzer Dauer der Montage lassen sich diese Arbeiten ggf. mittelfristig in der Ausschaltplanung der VHT berücksichtigen, sodass Leitungsprovisorien nicht erforderlich werden. Da aufgrund der Längen der zu prüfenden Freileitungsabschnitte kurze Montagedauern wenig wahrscheinlich sind, werden die VHT das Erfordernis von ein- oder zweisystemigen Leitungsprovisorien prüfen.

Es kommen unterschiedliche Bauformen von Hilfstgestängen in Betracht:

- Einzelstützen mit Abspannung
- Portalmaste mit Abspannung
- Gestänge mit Auflast

Die beispielhaft genannten Bauformen gleichen in wesentlichen Zügen herkömmlichen Stahlgittermasten. Diese Provisorien müssen nur für einen begrenzten Zeitraum den Betrieb ermöglichen. Es werden daher abweichende Auslegungsanforderungen an Provisorien gestellt. Sie basieren auf modularer Bauweise und transportablen Elementen. Einfacher Auf- und Rückbau ohne bleibende Beeinträchtigungen der Standorte bilden die Auslegungsgrundlage. So wird die Standfestigkeit der Hilfstgestänge statt durch herkömmliche Gründungen (vgl. Kapitel 3.4) entweder durch Abankerungen oder Auflastfundamente hergestellt.

Um den Montageaufwand und statischen Anforderungen gering zu halten werden, fallen die Maste auf Hilfstgestängen kleiner aus. Die führt zu geringeren Spannweiten von ca. 100 m bis 400 m und damit zu einer größeren Anzahl an Stützpunkten im Gegensatz zu herkömmlichen Leitungen.

Die technische Trassierungs-Planung für Leitungsprovisorien erfolgt analog zur Planung der herkömmlichen Freileitungen.

3.3 Schutzstreifen

Der sogenannte Schutzstreifen dient dem Schutz der Freileitung und stellt eine durch die überspannende Leitung dauernd in Anspruch genommene Fläche dar. Jedes zwischen den Freileitungsmasten befindliche Spannfeld verfügt über einen Schutzstreifen.

Die Breite der erforderlichen Schutzstreifen ergibt sich abhängig von der technischen Ausführung durch die von den Leiterseilen überspannten Flächen unter Berücksichtigung der seitlichen Auslenkung der Seile bei Wind und den Schutzabstand nach DIN EN 50341 (auch: VDE 0210) und DIN VDE V 0210-9 im jeweiligen Spannfeld. Anzunehmende Schutzstreifenbreiten bewegen sich zwischen ca. 50 m (beidseitig ca. 25 m der Leitungsachse) (z.B. 320-kV-DC-Maste mit einer durchschnittlichen Spannfeldlänge von 400 m) und ca. 80 m (beidseitig ca. 40 m der Leitungsachse) (z.B. Hybridmaste mit Stromkreisen aus 525-kV-DC und 380-kV-AC mit einer durchschnittlichen Spannfeldlänge von 400 m). Schutzstreifen weisen ausschwingungsbedingt eine parabolische Form auf. Insofern ergibt sich in Feldmitte die größte Schutzstreifenbreite. Der Schutzstreifen ist für die Instandhaltung und den vorschriftsgemäßen sicheren Betrieb einer Freileitung erforderlich.

Bis auf die Fläche für den Mast ist die Nutzung der Flächen des Schutzstreifens für Landwirtschaft weiterhin möglich. In Wäldern ist mit Baubeschränkungen, bestimmt durch Sicherheitsanforderungen nach der Freileitungsnorm EN 50341 (DIN VDE 0210) oder Wirtschaftsbeschränkungen, zu rechnen. Die im Schutzstreifen befindlichen Bäume und Sträucher werden mit einer Aufwuchsbeschränkung von max. 10 m in Spannfeldmitte bei einem minimalen Seildurchhang von 15 m versehen (Entnahme vor Endwachstum), damit sie durch ihr Wachstum den Bestand oder den Betrieb der Leitung nicht beeinträchtigen oder gefährden können. In

bewaldeten Leitungsabschnitten verläuft der Schutzstreifen zum Ausbau eines stabilen Waldsaumes parallel zur Leitungsachse, und nicht wie sonst in parabolischer Form. Maßgebend für die Gesamtbreite des Schutzstreifens ist neben dem eigentlichen Schutzstreifen eine zusätzliche Fläche. Diese sogenannte Baumfallkurve dient zur Sicherung der äußeren Leiterseile vor umstürzenden Bäumen. In Abhängigkeit von der zu erwartenden Endwuchshöhe der Bäume ist je nach Endwuchshöhe von einem Waldschutzstreifen von bis zu etwa 100 m Breite auszugehen.

Im Schutzstreifen sind Nutzungsbeschränkungen für bauliche Nutzungen gegeben. So dürfen innerhalb des Schutzstreifens ohne vorherige Zustimmung durch den Netzbetreiber keine baulichen und sonstigen Anlagen errichtet werden, die zu einer Gefährdung des Leitungsbetriebes führen können. Veränderungen des Geländes im Schutzstreifen, beispielsweise Aufschüttungen, sind verboten, sofern sie nicht mit dem Netzbetreiber abgestimmt sind. Auch sonstige Einwirkungen und Maßnahmen, die den ordnungsgemäßen Bestand oder Betrieb der Leitung oder des Zubehörs beeinträchtigen oder gefährden können, sind untersagt.

3.4 Fundamente

Die Masten werden durch Fundamente im Erdboden verankert um die Standsicherheit zu gewährleisten. Gleichzeitig dienen sie als Erdungsanlage. Die Dimensionen der Fundamente und die Fundamenttypen werden u. a. durch die vorhandenen Untergrundverhältnisse, den vorhandenen Platz und die aufzunehmenden Kräfte bestimmt. Dafür kommen verschiedene Gründungsarten wie Pfahlgründungen, Bohr-, Stufen- oder Plattenfundamente in Frage.

Die statischen Anforderungen an die Fundamente und damit der Fundamenttyp und die Fundamentdimensionierung können erst in einem späteren Planungsstadium genauer bestimmt werden. Die Berechnungsgrundlage für die Maststatik, einschließlich der Mastgründung, berücksichtigt die Vorgabe der DIN EN 50341-1 nach der aktuellen Ausgabe (2013-11, EN 50341-2-4 2016-04). Die Konstruktion und Bemessung der Fundamente erfolgt gemäß DIN EN 1992. Ein wesentliches Entscheidungskriterium bei der Wahl des Fundamentes sind die auftretenden Kräfte der Leitung an den Eckstielen in Verbindung mit der Bodenbeschaffenheit. Die Fundamentgrößen für potenzielle Versiegelungen können aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen entlang der Trasse auf derzeitiger Planungsebene der Bundesfachplanung nicht näher definiert werden.

3.4.1 Pfahlgründungen

Die Pfahlgründung ist in der Bauausführung eine Variante der Tiefgründung. Mit ihr können die Lasten der Freileitungsmaste in tiefere, tragfähige Bodenschichten abgetragen werden (Abbildung 5). Diese Art der Gründung wird bevorzugt bei nicht tragfähigem Baugrund eingesetzt. Dabei werden die Pfähle in den Baugrund gerammt (Rammfundament) oder gebohrt (Bohrfundament) bis eine ausreichend tragfähige Boden- oder Gesteinsschicht erreicht ist. Beim Einsatz von Pfahlgründungen an Standorten der Winkelabspann- und Winkelendmasten werden je Gittermasteckstiel ein bis zwei Pfähle (ggf. mit Betonummantelung) mit entsprechendem Durchmesser eingebaut. Bei mehreren Pfählen je Eckstiel werden diese miteinander verbunden und erhalten an der Erdoberkante einen gemeinsamen zylindrischen Fundamentkopf. Bei Pfahlgründungen entfällt der Bodenaushub. Es kommt hierbei nur zu punktuellen Versiegelungen an den jeweiligen Masteckstielen. Diese betragen pro Maststandort ca. 4 m² bis 7 m².

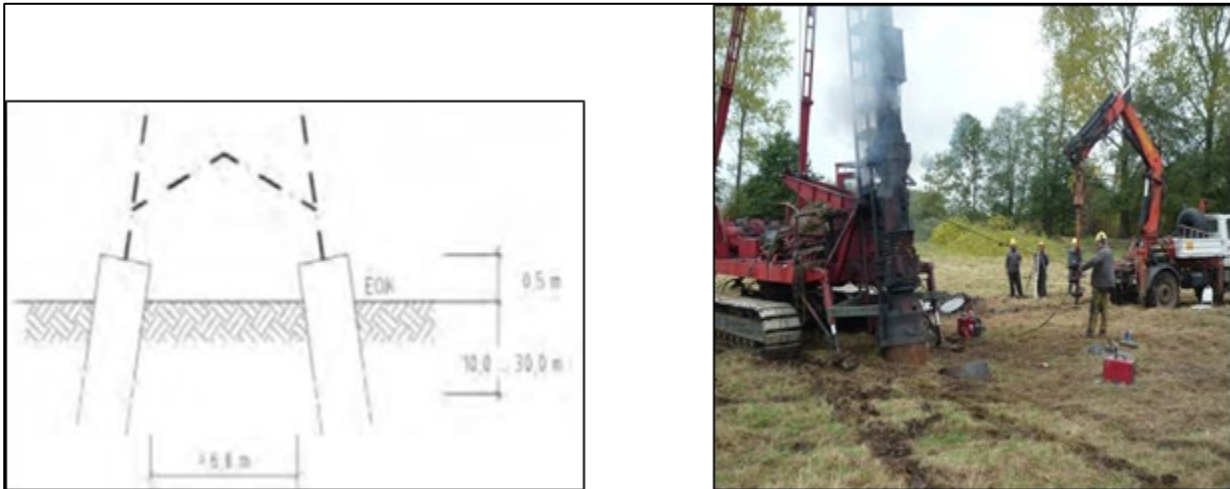


Abbildung 5: Beispiel einer Pfahlgründung

3.4.1.1 Rammfundament

Sie werden bei gering tragfähigen Böden und bei hohen Grundwasserspiegeln eingesetzt. Rammfundamente sind Tiefgründungen, für die ein oder mehrere gerammte Stahlpfähle je Masteckstiel genutzt werden. Zur Herstellung wird ein Rammgerät auf einem Raupenfahrwerk eingesetzt. Dies vermeidet größere Beeinträchtigungen des Bodens im Bereich der Zufahrtswege. Die Pfahlbemessung und die Pfahlanzahl erfolgen für jeden Maststandort auf Grundlage der erkundeten örtlichen Bodenkenngößen. Diese werden je Maststandort durch Baugrunduntersuchungen ermittelt. In Abhängigkeit der Bodenbeschaffenheiten erfolgt die Gründung mit zwischen ca. 10 m und 35 m Tiefe.

3.4.1.2 Bohrfundament

Bohrfundamente benötigen standfeste und für Bohrungen geeignete Untergründe. Bei Bohrfundamenten bilden die in den Boden eingebrachten Großbohrpfähle oder Mikroverpresspfähle das Mastfundament. An den Masteckpunkten werden durch Bohrungen in Abhängigkeit von der Bodencharakteristik die Pfähle zwischen 10 m und 35 m in die Erde getrieben. Bohrfundamente werden in Bereichen verwendet, in denen ein erschütterungsfreies Arbeiten notwendig ist. Bohrpfähle können entweder verrohrt oder unverrohrt hergestellt werden. Bei einer Verrohrung sind Bohrpfähle auch in nicht standfesten und Grundwasser führenden Böden anwendbar.

3.4.2 Stufenfundament

Stufenfundamente wie auf Abbildung 6 verjüngen sich ausgehend von der tiefsten, größten Stufe als aufgeteilte Einzelfundamente stufenförmig (2 bis 4 Stufen) in Richtung Erdoberfläche und haben Abmessungen zwischen 1,4 m x 1,4 m x 2,0 m und 4,0 m x 4,0 m x 4,0 m (Länge x Breite x Tiefe). Pro Maststandort sind jeweils 4 einzelne Stufenfundamente, je Masteckstiel eins, erforderlich. Die zylinderförmigen Betonköpfe der Fundamente ragen über die Erdoberkante heraus und sind mit den Eckstielen verbunden. Die restliche Fundamentfläche wird mit Boden bedeckt. Diese Fundamentart kommt vorrangig bei Tragmasten zum Einsatz, wenn die Bodenverhältnisse ausreichend tragfähig sind. Es kommt zu einer flächigen Versiegelung des Bodens. Stufenfundamente machen den Aushub einer Baugrube sowie die Zwischenlagerung des Aushubs erforderlich.

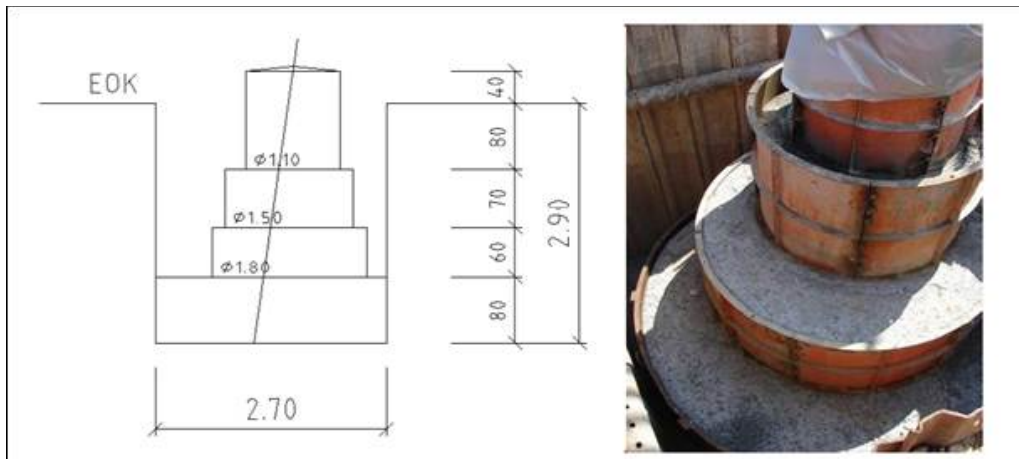


Abbildung 6: Beispiel für ein Stufenfundament

3.4.3 Plattenfundamenten

Plattenfundamente (siehe Abbildung 7) bestehen aus einer bewehrten Betonplatte mit den Abmessungen zwischen 9,0 m x 9,0 m x 0,80 m und max. 17,0 m x 17,0 m x 1,20 m (Länge x Breite x Tiefe) und den an den Eckstielen der Maste herausgezogenen Fundamentköpfen. Die Betonplatte hat eine Erdüberdeckung von 0,80 m bis 1,20 m. Die vier Fundamentköpfe mit einem Durchmesser von 1,10 m bis 1,50 m treten ca. 40 cm aus der Erde hervor und stellen die einzigen sichtbaren Teile dar. Die Plattenfundamente kommen sowohl bei Winkelabspann- bzw. Winkelendmasten als auch bei Tragmasten zum Einsatz. Wesentliches Entscheidungskriterium sind die auftretenden Kräfte der Leitung an den Eckstielen in Verbindung mit der Bodenbeschaffenheit.

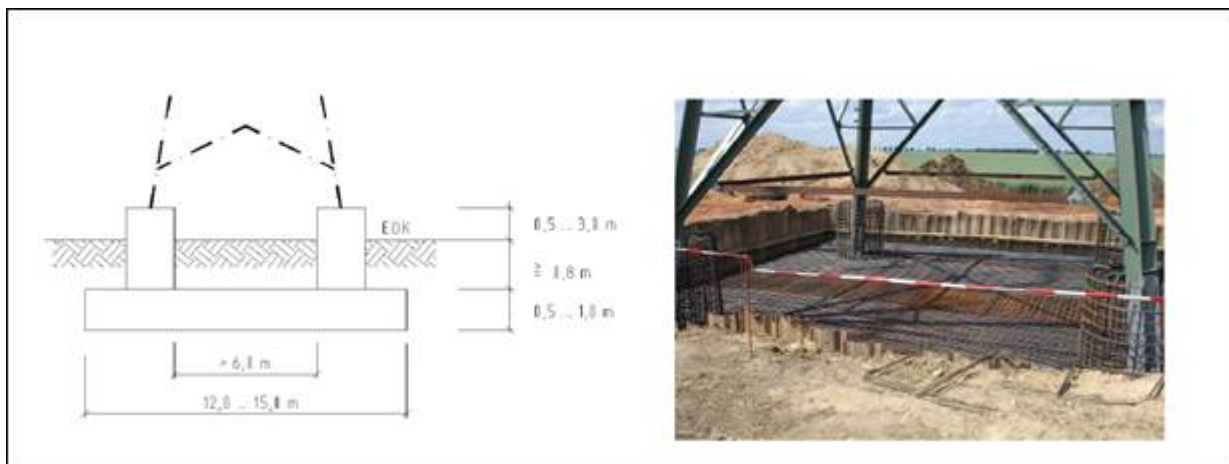


Abbildung 7: Beispiel für ein Plattenfundament

3.5 Beseilung, Isolatoren, Blitzschutzseil, Vogelschutzmarkierungen

Die Leiterseile dienen der Stromübertragung und werden an den Isolatorketten der Traversen befestigt. Die Anzahl und Ausführung der Leiterseile ist abhängig von der zum Einsatz kommenden technischen Ausführungsvariante und kann auf derzeitiger Planungsebene nicht bestimmt werden. Auf der Spitze des Mastes werden zum Schutz gegen Blitzeinschläge Erdseile mitgeführt. Für Steuer- und Schutzzwecke und zur Informationsübertragung werden zusätzliche Lichtwellenleiter-Luftkabel im Mastgestänge auf Höhe der unteren Leitungsbündel und als Erdseil mitgeführt.

Die Leitungen werden so projektiert, dass ein Mindestbodenabstand zwischen den Leiterseilen und Erdoberfläche von 12 m bei AC- und 320kV-DC-Leitungen bzw. 15 m bei 525-kV-DC-Leitungen jederzeit eingehalten wird.

Vogelschutzmarkierungen

Neben dem Schutzgut Mensch und Landschaftsbild ist bei Planung, Genehmigung und Betrieb von Freileitungsvorhaben der Schutz der Avifauna ein zentrales Thema. Die Masten und Leiterbündel von Freileitungen werden von Vögeln in der Regel als Hindernis erkannt, so dass die Tiere dieses durch Um-, Unter- oder Überfliegen der Leitungen ausweichen. Beim Überfliegen können die dünneren Erdseile (Blitzschutzseile) jedoch ein Problem darstellen, da diese Seile deutlich schlechter sichtbar sind als die Leiterseile. Dem kann in sensiblen Gebieten (FFH- und Vogelschutzgebiete sowie stärker frequentierte Rastvogelnahrungsgebiete) durch die Erdseilmarkierung entgegengewirkt werden

Die Markierung bewirkt vor allem eine Zunahme an Fernreaktionen, die zeigt, dass die Leitung früher wahrgenommen wird und rechtzeitig überflogen werden kann. Die Wirksamkeit ist fachgutachterlich durch einen Vorher-Nachher-Vergleich belegbar. Vogelschutzmarker sind vor allem wirksam im Hinblick auf den horizontalen Vogelflug.

Grenzen der Wirksamkeit sind vor allem bei schlechten Sichtverhältnissen bei Nacht und Nebel bzw. beim plötzlichen ungeordneten Auffliegen gestörter Vogeltrupps unter oder in unmittelbarer Nähe von Freileitungen gegeben.

Als technische Lösung zur Bewältigung des Konfliktthemas „Anprallgefährdung von Vögeln“ hat sich die Ausstattung der Freileitung mit verschiedenen Arten von Vogelschutzmarkern bewährt. Mit folgenden Markertypen kann die Anprallgefahr deutlich reduziert werden.

Markertypen

Spiralvogelschutz- und Klappmarker besitzen eine kontrastreiche Farbgebung (schwarz-weiß) bzw. erzielen diese durch eine entsprechende Kombination, was nach dem Stand der Wissenschaft eine unstrittige Voraussetzung für die Wirksamkeit ist. Spiralvogelschutzmarker bestehen aus zwei - jeweils einer schwarzen und einer weißen - gegenläufig montierten Spiralen. Jede Spirale hat eine Länge von 38 cm und einen maximalen Durchmesser von 12,5 cm. Die Kontrastverschärfung durch die schwarz-weiße Färbung sorgt für eine gute Sichtbarkeit, insbesondere bei Dämmerung. Die beweglichen Vogelschutzklappen haben eine Größe von 39 cm x 57 cm, um bei verschiedenen Lichtverhältnissen eine gute Sichtbarkeit zu erzielen. Der für die Wahrnehmung durch die Vögel notwendige Kontrast kann sowohl bei der schwarz-weißen Kombination aus Spiralmarkern als auch bei den „Vogelschutzklappen“ erzielt werden. Für die Sichtbarkeit der Marker ist auch der Abstand der Marker zueinander relevant. Dieser beträgt bei Spiralmarkern und bei Klappmarkern ca. 25 m, versetzt verteilt bei beiden Erdseilen. Die Marker sind so konstruiert, dass sie mechanischen Belastungen (Montage, Instandhaltung), berechneten Betriebs- und Kurzschlussströmen, auftretenden Betriebstemperaturen und sämtlichen Umgebungseinflüssen (Eis- und Windlast, Temperaturen, atmosphärische Korrosion) standhalten. Des Weiteren verursachen sie unter Betriebsbedingungen keine Beschädigungen am Leiter und wirken sich nicht negativ auf das Schwingverhalten des Leiters aus.

Da die Betrachtung zur genauen Wirkung der unterschiedlichen Marker bisher kaum eindeutige Ergebnisse lieferte, äußert 50Hertz bestenfalls Präferenzen, zeigt sich aber bereits bei Erstellung der Genehmigungsunterlagen für die Bundesfachplanung offen für Alternativen. Für Neubauleitungen liegen folgende Überlegungen der Äußerung von Präferenzen zugrunde:

- in besonders sensiblen Vogelschutzregionen tendiert 50Hertz eher zu „Vogelschutzklappen“,
- in Regionen oder Abschnitten mit besonderem Landschaftsbild, mit extremen Eislast- oder Windlastklassifizierungen, sowie bei Autobahn- oder Bahnkreuzungen tendiert 50Hertz eher zu Spiralmarkern.

Grundsätzlich stellt sich 50Hertz der Diskussion um den regional besseren Vogelschutzmarker ergebnisoffen und nimmt die Hinweise Dritter konstruktiv in die eigenen Überlegungen mit auf.

4. Kabelübergangsstationen (KÜS)

Die Schnittstelle zwischen Freileitungen und Kabelabschnitten bildet eine KÜS. Über einen Endmast wird die Freileitung in die KÜS geführt. In der KÜS werden die Leiterseile an einem Portal abgefangen, ggf. über Schaltgeräte geführt und an den Kabelendverschlüssen angeschlossen. Messsysteme und Überspannungsableiter sind in diesem Bereich mit dem spannungsführenden Pol verbunden. Der Übergang zum Kabel im Kabelgraben erfolgt erneut über Kabelendverschlüsse.

Für die Unterbringung diverser leittechnischer Einrichtungen und Stromversorgungssysteme ist ein Betriebsgebäude erforderlich. Innerhalb des Geländes der Kabelübergangsanlage wird ein Blitzschutzsystem installiert. Der Platzbedarf einer KÜS wird derzeit zwischen ca. 0,5 ha und 0,6 ha (grobe Kalkulation) eingeschätzt. Das Abspannportal hat in der Regel eine Höhe von ca. 20 m. Die Höhe der dazugehörigen Blitzschutzstange ist vom Blitzschutzkonzept abhängig und kann momentan nicht näher definiert werden. Die Schaltgeräte, die Messeinrichtungen, die Spannungsableiter und die Kabelendverschlüsse sind in der Regel bis zu 10 m hoch.

Die Detailplanung der KÜS erfolgt nach Festlegung der einschlägigen Parameter wie Spannungsebene und Anzahl der Kabel etc. im Planfeststellungsverfahren. Nachfolgend sind in Abbildung 8 und Abbildung 9 Beispiele für den Aufbau einer KÜS für die 320-kV-Spannungsebene und für die 525-kV-Spannungsebene dargestellt.

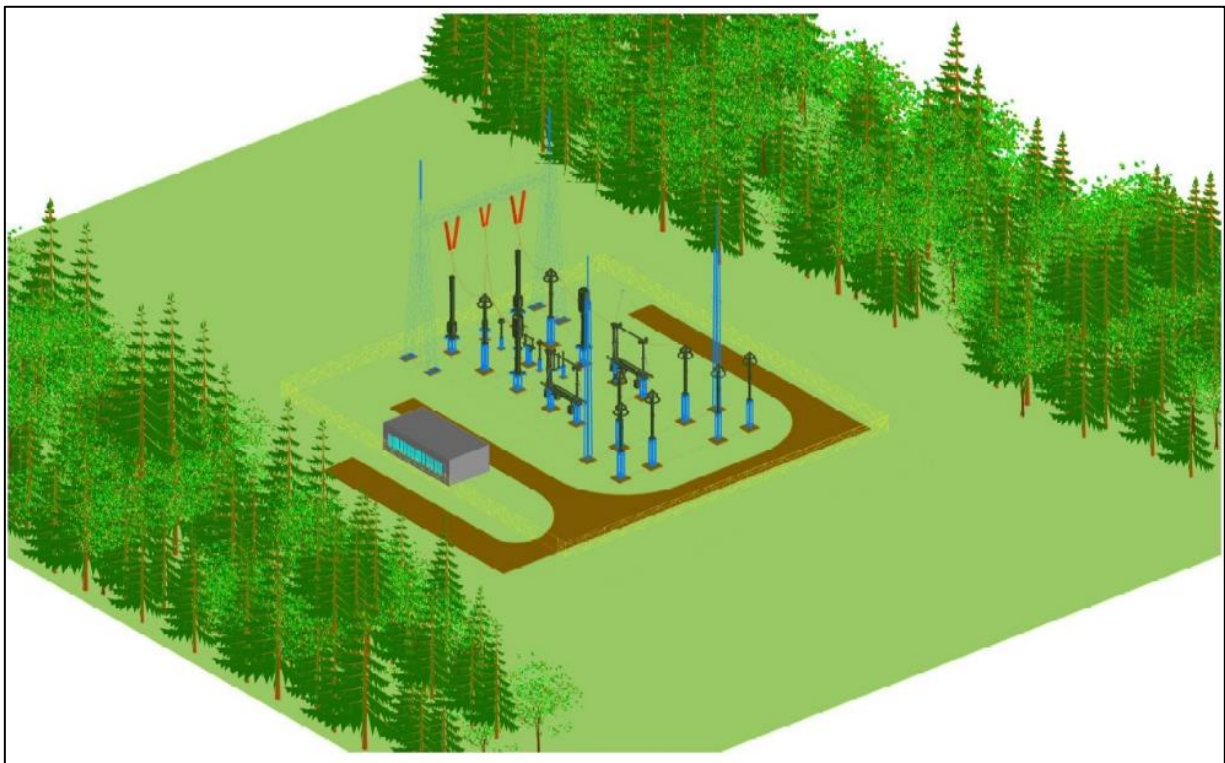


Abbildung 8: KÜS am Beispiel einer 525-kV-Ausführung (Schema)

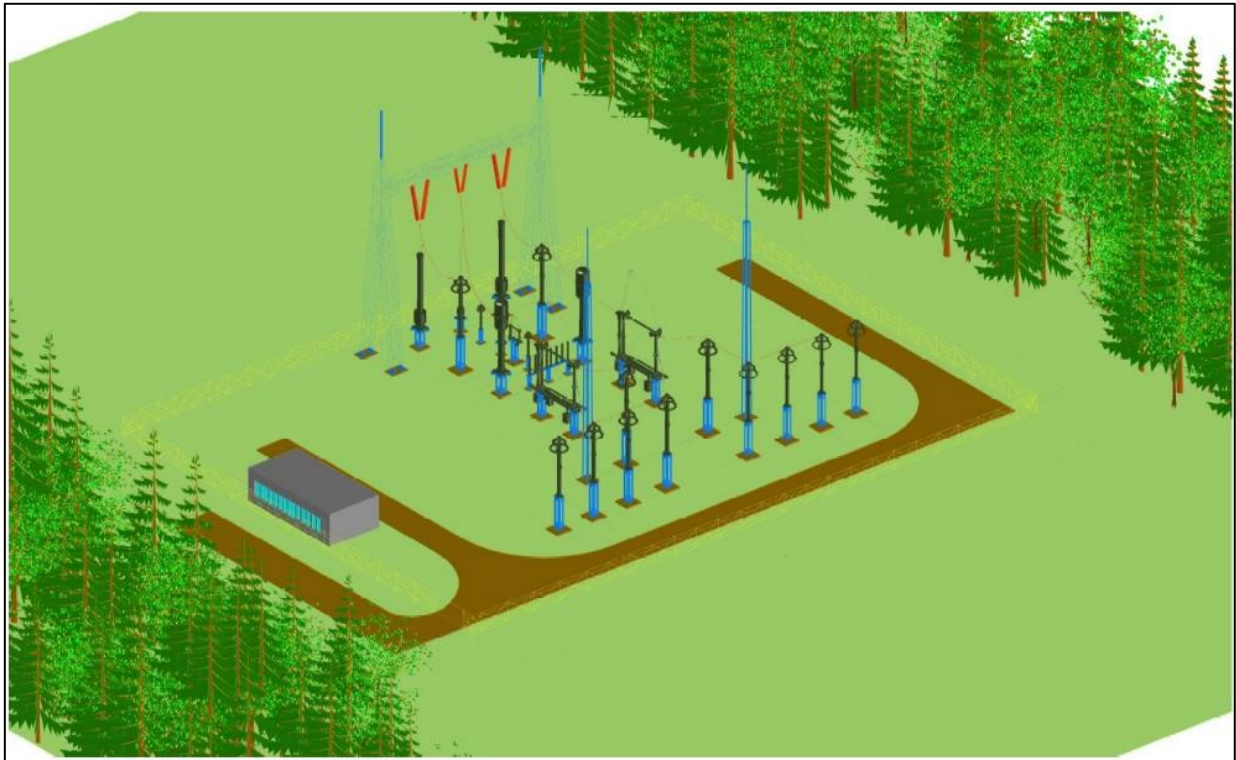


Abbildung 9: KÜS am Beispiel einer 320-kV-Ausführung (Schema)

Ist ein Übergang von einer Hybrid-Freileitung auf eine KÜS erforderlich, muss eine Aufteilung der Gleichstrom (DC)- und Drehstromsysteme (AC) auf getrennte Maste erfolgen. Die Überspannung einer KÜS in Trassenachse mittels eines weitergeführten AC-Systems ist technisch nicht vertretbar und wird aus Sicherheitsaspekten abgelehnt. Somit werden für jede KÜS an Stelle normaler Tragmaste aufwendige Hybrid- / Winkelabspannmaste für das AC-System und zusätzlich Endmaste für das DC-System erforderlich.

5. Bauablauf

Die Errichtung der Freileitung erfolgt durch entsprechend spezialisierte und präqualifizierte Firmen. Die Baumaßnahmen umfassen die Gründungsarbeiten, die Montage des Mastgestänges und des Zubehörs (z. B. Isolatoren) sowie das Auflegen der Leiterseile. Je Maststandort werden für den Bau Flächen zwischen ca. 2.500 m² und ca. 3000 m² temporär beansprucht. Die Arbeiten für diese jeweiligen Bauphasenabschnitte an den einzelnen Maststandorten dauern jeweils nur wenige Tage bis einige Wochen. Aufgrund zahlreicher betrieblicher, technischer und ökologischer Zeitvorgaben ergeben sich Zeiträume, in denen am jeweiligen Maststandort nicht gearbeitet wird. Die Gesamtbauzeit ist von verschiedenen Faktoren abhängig wie Zeitpunkt der Erlangung des Baurechts, Jahreszeit des Baubeginns, Bauverbotszeiten während der Brutzeiten von Vögeln oder Wanderzeiten von Amphibien, Zeiten zur Umsetzung von Gehölzentnahmen und natürlich Winterpausen. Die Bauarbeiten werden ausschließlich während der Tageszeit und bei guter Sicht durchgeführt. Bei der Umsetzung des Freileitungsneubaus in Hybridbauweise ist projektspezifisch zu berücksichtigen, dass mindestens ein System, in der Regel beide Systeme der jeweils betroffenen 380-kV-Bestandsfreileitung während der gesamten Bauzeit im Betrieb bleiben muss. Dies kann durch die Errichtung von Leitungsprovisorien erreicht werden.

Nach Inbetriebnahme eines 380-kV-Leitungsprovisoriums ist der Rückbau der bestehenden 380-kV-Freileitung im betroffenen Leitungsabschnitt vorgesehen. Der Rückbau ist ohne erhebliche Eingriffe in die Natur und Landschaft möglich, da der Freileitungsschutzbereich während der Betriebszeit aus Sicherheitsgründen von höherem Bewuchs freigehalten wurde, so dass Arbeitsbereiche für den Rückbau von Masten und Leiterseile vorhanden sind.

Je nach den örtlichen Gegebenheiten erfordert die Umsetzung des SuedOstLinks in Hybrid-Bauweise den kleinräumigen Neubau bestehender 380-kV-Stromkreise auf neuer Trasse in unmittelbarer Nähe mit anschließendem Rückbau der 380-kV-Bestandsleitung. Auf der Trasse der rückgebauten Leitung kann dann der SuedOstLink in Hybrid-Bauweise als Bündelung mit anderen bestehenden AC-Stromkreisen erfolgen.

Für Abschnitte, in denen der Freileitungsbau in Hybridbauweise erfolgen soll, müssen Leitungsprovisorien errichtet werden. Die damit einhergehende temporäre Flächeninanspruchnahme an den Maststandorten kann zwischen wenigen Monaten und mehreren Jahren andauern.

Gegebenenfalls aufgetretene nachhaltige Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen von temporären Arbeitsflächen lassen sich durch Rekultivierungsmaßnahmen (wie z. B. Tiefenlockerung) wieder rückgängig machen, so dass eine Wiederherstellung der ursprünglichen Bodenfunktionen nach diesen Maßnahmen möglich ist. Somit können die Flächen ihrer vorherigen Nutzung wieder zugeführt werden. Eine Nutzung der bauzeitlich beanspruchten Flächen durch Land- und Forstwirtschaft ist dann ohne Einschränkungen möglich.

Der eigentliche Rückbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Errichtung einer Freileitung. Er beginnt mit dem Ablassen der Leiterseile, der Lichtwellenleiter- und Erdseile. Diese werden auf dem Boden liegend auf Trommeln gespult und dem Metallrecycling zugeführt. Auch die Isolatoren werden abgelassen und in Containern abtransportiert. Der Rückbau der Stahlgitterkonstruktionen erfolgt in der Regel durch Umlegen des Mastes, ähnlich einer Baumfällung, oder Abstocken des Mastes mittels Autokran mit anschließender Zerlegung durch Bagger mit Anbau-Schrottscheren. Die Metallteile werden in Container verladen und ebenfalls recycelt. Es folgt die Entfernung der Fundamente: Hierfür wird kleinräumig aufgegraben und das Fundament gehoben bzw. bis in zu definierende Tiefen abgetragen. Anfallender Beton wird entsorgt oder dem Recycling zugeführt. Die Pflichten zur Nachweis- und Registerführung ergeben sich für 50Hertz aus den §§ 42, 43 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG). Im Sinne der Gefahrguteinstufung (GGVSE) sind keine der ausgebauten Teile der Freileitung als Gefahrgut zu benennen.

Genauere Angaben hierzu können erst in den weiteren Planungsschritten festgelegt werden. Grundsätzlich werden potenzielle Beeinträchtigungen durch Flächeninanspruchnahmen für Wegebau und Baustelleneinrichtung im Zuge des Baus durch geeignete Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen bestmöglich reduziert (z.B. Nutzung vorhandener Wege und Straßen so weit möglich oder Einsatz von Fahrbohlen, Stahlplatten oder Trakwayplatten). Die Eingriffe erfolgen in enger Abstimmung mit den Eigentümern bzw. Bewirtschaftern der betroffenen Grundstücke. Grundsätzlich erfolgt der Bau der geplanten Freileitung mittels folgender Arbeitsschritte:

1. Vorbereitende Baumaßnahmen

- a. Wegebaumaßnahmen,
- b. ggf. Gehölzrückschnitt,
- c. Herstellung der Montageflächen,
- d. ggf. Umbau an Bestandsleitungen zur Baufreimachung

2. Errichtung Leitungsprovisorium (optional bei Errichtung von Hybrid-Leitungen)

- a. Anlieferung Gestängemodule,
- b. Gestängemontage inkl. Abankerung bzw. Ausrichtung des Auflastfundaments,
- c. Seilmontagen (inkl. Armaturen und Seilzug),
- d. Auftrennen der Bestandsstromkreise und Verbindung mit Leitungsprovisorium

3. Rückbau der Bestandsleitung (optional bei Errichtung von Hybrid-Leitungen)

- a. Rückbau der Leiter- und Erdseile,
- b. Rückbau der Bestandsmasten,
- c. Rückbau der Altfundamente,
- d. Wiederverfüllung und Planieren,
- e. Rekultivierungsmaßnahmen (Ansaat und ähnliches),
- f. Beseitigung von ggf. eingetretenen Bodenverdichtungen,
- g. Rückbau der Zuwegung und Herstellung des ursprünglichen Zustandes.

4. Fundamenterstellung

- a. Abschieben des Mutterbodens und getrennte Lagerung,
- b. Ausheben der Fundamentgrube,
- c. ggf. Wasserhaltung,
- d. Gründung der Fundamente (nach jeweiliger statischer Berechnung),
- e. Errichtung des vormontierten Maststuhls,
- f. Wiederverfüllung und Abtransport des überschüssigen Bodens

5. Mastvormontage

- a. Ausfuhr der Winkelprofile und Verbindungsmittel,
- b. Vormontage der einzelnen Schüsse und Traversen,

6. Mastmontage

- a. Stocken mittels Autokran der vormontierten Schüsse und Traversen zum Mast

7. Seilmontagen

- a. ggf. Errichtung von Schutzgerüsten an zu kreuzenden Verkehrswegen und Freileitungen,
- b. Aufhängen (Montage) der vormontierten Armaturen mit Seilrolle,
- c. Errichtung der Trommel- und Windenplätze inklusive deren Zuwegungen,
- d. Transport der Seiltrommeln und der Seilzugmaschinen,
- e. Seilzug,
- f. Regulage und einklemmen der Seile an den Masten,
- g. Montage der Feldabspannhalter, Vogelschutzmarker, Seilschlaufen und Verdrillungen

Die Schritte 2 und 3 erfolgen nur bei Errichtung von Freileitungsabschnitten des SuedOstLinks in Hybrid-Bauweise.

Emissionen während der Bauphase

An den Maststandorten können während der Bau- und Rückbauphase sowohl Lärm als auch Abgas- und Staubemissionen, Erschütterungen sowie visuelle Beeinträchtigungen auftreten, welche siedlungsnahe Nutzungen temporär beeinträchtigen können. Sie entstehen einerseits durch die eigentlichen Bauarbeiten mit Baumaschinen auf der Baustelle (wie z. B. Baggerarbeiten bei Aushub, Betonierarbeiten, Kraneinsatz für das Stocken der Maste, Windenbetrieb beim Seilzug und Baggereinsatz zur Fundamententfernung). Andererseits entsteht Lärm durch die Anlieferung der Materialien und den hierzu erforderlichen Baustellenverkehr mittels LKW. Die Lärmimmissionsrichtwerte der 32. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung - 32. BImSchV und die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) werden eingehalten.

6. Emissionen im Betrieb und Emissionsquellen

Der Betrieb des SuedOstLinks dient der Übertragung von elektrischer Energie. Dies ist zwangsläufig mit dem Auftreten elektrischer und magnetischer Felder sowie mit Geräuschentwicklungen (durch sogenannte Korona-Entladungen) verbunden.

6.1.1 Elektrische und magnetische Felder

Die Nutzung von elektrischer Energie ist zwangsläufig mit dem Auftreten elektrischer und magnetischer Felder verbunden. Elektrische Felder werden bei der Leitung von der anliegenden Spannung verursacht, magnetische Felder vom fließenden Strom. Beim Transport der elektrischen Energie treten diese Felder in der unmittelbaren Umgebung der Höchstspannungsleitung auf.

Die elektrische Feldstärke (Formelzeichen E) wird mit der Einheit Volt pro Meter (V/m) oder Kilovolt pro Meter (kV/m) angegeben. Dabei gilt: $1 \text{ kV/m} = 1.000 \text{ V/m}$. Zur Charakterisierung des Magnetfeldes wird die magnetische Flussdichte (Formelzeichen B) mit der Einheit Tesla (T), Millitesla (mT) oder Mikrottesla (μT) herangezogen. Es gilt: $1 \text{ T} = 1.000 \text{ mT} = 1.000.000 \mu\text{T}$.

Die Anforderungen der 26. BImSchV für die elektrischen und magnetischen Felder sind einzuhalten. Die Verordnung schreibt für Gleichstromanlagen einen Emissionsgrenzwert für die magnetische Flussdichte von $500 \mu\text{T}$ vor. Es wird davon ausgegangen, dass sich die bei der Planung zugrunde gelegten Werte der Auslegungsvarianten selbst unmittelbar unter der Trasse deutlich unterhalb der zulässigen Grenzwerte bewegen. Für das elektrische Feld wird in der 26. BImSchV kein expliziter Grenzwert angegeben. Es gilt dennoch das allgemeine Minimierungsgebot. Die Minimierung der Feldstärken wird z. B. durch die Anordnung der Pole und die Mastdimensionen beeinflusst. Die Stärke des elektrischen Feldes und der magnetischen Flussdichte an einer Freileitung sind u. a. abhängig von:

- der Höhe der Spannung,
- der elektrischen Stromstärke (Größe des Stromes),
- dem Querabstand zur Leitungstrasse,
- dem Abstand der Leiterseile zum Boden,
- der Anordnung und Abstand der Leiterseile zueinander.

Unter der Freileitung sind Felder dort am stärksten, wo die Leiterseile den geringsten Abstand zum Boden haben, also vorwiegend in Spannfeldmitte unter der Freileitung. Zu den Masten hin werden die Felder wegen des größeren Bodenabstandes geringer. Weiterhin sind die stärksten Felder bei dem höchstmöglichen zu übertragenden Strom (magnetisches Feld) und der höchsten Betriebsspannung (elektrisches Feld) unter der Freileitung zu verzeichnen. Die Abnahme der Stärke der elektrischen Felder und magnetischen Flussdichte erfolgt etwa mit dem Quadrat der Entfernung zur Leitung, d. h. bei Verdopplung des Abstandes reduziert sich die Feldstärke auf etwa ein Viertel. Im Gegensatz dazu sind Magnetfelder nur mit großem technischem Aufwand abzuschirmen.

Durch den Arbeitskreis „Nichtionisierende Strahlung - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)“, einem weltweiten Zusammenschluss von Wissenschaftlern unter dem Dach der WHO, wurden im Jahr 1998 Richtlinien für die Begrenzung elektrischer und magnetischer Felder veröffentlicht. Diese Grenzwerte wurden durch die deutsche Gesetzgebung in der 26. BImSchV festgeschrieben. Die Empfehlungen der ICNIRP aus dem Jahre 1998 wurden sowohl im Jahre 2007 anhand des internationalen WHO-Dossiers „Environmental Health Criteria 238 - Extremely low frequency fields“ (WHO 2007) als auch als Ergebnis des im März 2008 durchgeführten internationalen Workshops der ICNIRP nochmals bestätigt. Es wurde weiter festgestellt, dass nach Überprüfung aller verfügbaren wissenschaftlichen Beweise keine Erkrankungen eindeutig identifiziert werden konnten, die durch die Exposition von elektrischen und magnetischen Feldern hervorgerufen wurden.

Durch Koronaentladungen auf den Höchstspannungsleitern entstehen – je nach Polarität der Leiter – positive oder negative Ionen. Bei Drehstromleitungen werden diese Ionen durch den ständigen Wechsel der Spannung ausgeglichen. Bei Gleichstromleitungen werden Ionen mit entgegengesetzter Polarität neutrali-

siert, Ionen mit gleicher Polarität werden vom Leiterseil abgestoßen, sie verbleiben in der Luft zwischen Leitung und Erde und können zum Beispiel durch Windböen von der Leitung weggetragen werden. Das elektrische Feld und die Raumladung durch Ionen können Unannehmlichkeiten hervorrufen wie beispielsweise kurzfristiges Kribbeln auf der Haut oder Stimulation der Haare.

Bezüglich der Wahrnehmung des elektrischen Feldes und des Ionenstromes bei DC-Leitungen wird laut CIGRE TB 388¹ die Begrenzung des elektrischen Feldes auf 25 kV/m und des Ionenstromes auf 100 nA/m² empfohlen. Das gleichzeitige Vorhandensein des elektrischen Feldes und der Ionenströme ist bei HGÜ-Leitungen durch die Auslegung der Leitung nicht zu vermeiden. Auf der Basis dieser genannten Größen werden in vorgenannter CIGRE-Publikation, konkret in Tabelle 4.28 Werte für den minimalen Abstand zwischen Leitern und Boden angegeben. Für Leitungen mit 500 kV sind dies bei I-Ketten 11,8 m und bei V-Ketten 11,0 m. Dies stellt sicher, dass bei 12 m (bei 320-kV-Spannungsebene) und 15 m (bei 525-kV-Spannungsebene) Bodenabstand für Personen keine unangenehmen Wahrnehmungen gegeben sind (siehe Kapitel 3.5).

Hybrid-Maste zeichnen sich dadurch aus, dass sie neben den DC-Stromkreisen auch AC-Stromkreise führen. In der Folge emittieren Hybrid-Maste sowohl elektrische und magnetische Felder aus dem Drehstromanteil wie auch elektrische und magnetische Gleichfelder.

Die Leiteranordnungen und Masthöhen werden so gewählt, dass die jeweiligen Grenzwerte für Gleichstromanlagen mit einer magnetischen Flussdichte von 500 µT (Mikrotesla) und Wechselstromanlagen bei einer Frequenz von 50 Hz einen Grenzwert für elektrische Felder von 5 kV/m und für die magnetische Flussdichte einen Grenzwert von 100 µT (Mikrotesla) eingehalten werden.

KÜS

Die elektrischen und magnetischen Felder bei den KÜS werden durch die Anordnung der Geräte und den Abstand zum Zaun auf Werte unterhalb der nach 26. BImSchV zulässigen Grenzen reduziert.

6.1.2 Geräuschemissionen

Die Übertragung elektrischer Energie über AC-Freileitungen ist vorrangig witterungsbedingten Umständen (z.B. Regen, Schnee, Nebel, Raureif) mit Geräuschentwicklungen verbunden. Bei DC-Leitungen geht die Geräuschentwicklung mit trockenen witterungsbedingten Umständen einher. Dabei treten Geräusche an DC-Freileitungen vorrangig in Bereichen auf, an denen die elektrische Feldstärke sehr hoch ist. Die Lautstärke der Geräusche hängt bei AC-Freileitungen von der Höhe der relativen Luftfeuchtigkeit und der Randfeldstärke ab, bei DC-Freileitungen jedoch eher von der Verschmutzung der Leiterseile. Die Randfeldstärke wird durch die Höhe der Spannung, der Anzahl der Leiterseile je Phase (Bündelleiter), den Durchmesser des Einzelleiters und den Abständen der Leiterseile untereinander bestimmt. Das Auftreten der Koronaeffekte und die Schalleistungen der Bündelleiter können über die Minimierung der Randfeldstärken und konstruktive Maßnahmen der Leitung begrenzt werden (DIN 57873-1 : 1982). Die Geräuschemissionen können rechnerisch prognostiziert werden.

Da Netze mit annähernd konstanter Spannung betrieben werden, ist der Geräuschpegel hauptsächlich von der Witterung abhängig. Verstärkt wird dieser Effekt durch:

- ungünstige Geometrie der Teilleiter-Anordnung, d. h. Zweierbündel ungünstiger als Dreierbündel, diese ungünstiger als Viererbündel, ungünstige, „unrunde“ Formen der spannungsführenden Teile,
- Unregelmäßigkeiten an den Oberflächen der spannungsführenden Teile, Ablagerungen (Fremdschichten) an den Isolatorenketten und spannungsführenden Teilen.
- Als wesentliche Quelle der Korona-Geräusche sind daher die Leiterseile und deren Befestigungen an den Masten der Freileitung zu identifizieren.

Die Maßeinheit des Geräuschpegels ist Dezibel (dB). Das menschliche Ohr empfindet jedoch Töne gleichen

¹ <http://b4.cigre.org/Publications/Technical-Brochures/TB-388-2009-JWG-B2-B4-C1.17-IMPACTS-OF-HVDC-LINES-ON-THE-ECONOMICS-OF-HVDC-PROJECTS>

Schalldrucks mit unterschiedlichen Schallschwingungen unterschiedlich laut. Eine hohe Anzahl von Schwingungen, d. h. eine hohe Frequenz (gemessen in Hertz (Hz)) liefert einen hohen Ton, eine niedrige Frequenz einen tiefen Ton. Der Mensch kann Töne im Bereich von etwa 16 bis 20.000 Hertz wahrnehmen. Tiefe Töne werden dabei als wesentlich leiser empfunden als hohe Töne. Der Betreiber einer Höchstspannungsleitung ist verpflichtet, die hierfür gültigen Anforderungen der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA Lärm) einzuhalten. Diese Verpflichtung wird im hier beantragten Vorhaben umgesetzt. Ebenfalls ist die AVV Baulärm einzuhalten.

KÜS

Bei einer KÜS können Geräusche ggf. an den Armaturen und Seilen auftreten. Diese Geräuschquelle ist mit der eines Umspannwerkes (ohne Transformatoren) zu vergleichen. Die Immissionsrichtwerte für angrenzende Wohnbereiche sind in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) geregelt. Es wird im Genehmigungsverfahren der Nachweis erbracht, dass die TA Lärm eingehalten wird.

6.1.3 Betriebliche Maßnahmen

Der Betrieb umfasst die Wartung und Instandhaltung der Freileitung sowie die Trassenpflege (z.B. „Ge-
hölzwuchsbeschränkung“). Die Wartungen erfolgen entsprechend den technischen Regeln sowie den betrieblichen Umsetzungsnormen des Übertragungsnetzbetreibers. Demnach ist vorgesehen, die gesamte Freileitung mit ihren technischen Teilen einer regelmäßigen Inspektion (Sichtkontrolle) zu unterziehen. Bei Erfordernis werden weitere zusätzliche Operativkontrollen festgelegt und durchgeführt. Als Folge dieser Kontrollen können Arbeiten wie Korrosionsschutzanstrich, Isolatorenwechsel, Seilnachregulagen bzw. Seilreparaturen sowie weitere Instandhaltungsarbeiten am Maststahl und Fundamenten anfallen.

HGÜ-Leitung

Nach derzeitiger Erkenntnis werden am Freileitungsabschnitt folgende zyklischen Instandhaltungsarbeiten durchgeführt:

- Begehung und Befliegung
- Trassenfreihaltung
- Erdungsmessungen bzw. Kontrollen an den Erdungsanlagen
- Kontrollen am Gestänge

Je nach Zustand werden am Freileitungsabschnitt Instandhaltungsarbeiten durchgeführt. Die Betriebsdauer der HGÜ-Leitungen beträgt in der Regel 80 Jahre.

KÜS

Bei den KÜS werden ähnliche Instandhaltungsarbeiten wie für die Konverter durchgeführt. Einige der eingebauten Anlagenteile der Konverterstation bedürfen einer regelmäßigen Instandhaltung, etwa die Motoren, Lüfter, Kühl- und Lüftungsanlagen, mechanisch bewegte Teile etc. Des Weiteren werden bei Instandhaltungsarbeiten auch zusätzliche Wartungsschritte, Inspektionen, Messungen und Präventivwartungen durchgeführt, um die Zuverlässigkeit des Betriebs über die nächste Instandhaltungsperiode sicherzustellen. Die KÜS haben in der Regel die gleiche Betriebsdauer wie die Konverter.

7. Vermeidung sowie Minderung von Beeinträchtigungen

Bei der Planung des Vorhabens wird entsprechend den Vorgaben des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) auf eine größtmögliche Vermeidung der Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft, aber auch des Menschen und sonstiger Kultur- und Sachgüter abgezielt. Im Rahmen der technischen Ausarbeitung des Vorhabens wird im Vorfeld in mehreren Schritten die technische Planung mit dem Ziel der Vermeidung und Verminderung von Beeinträchtigungen optimiert. Neben Meidung der Inanspruchnahme kann dies beispielsweise die Umgehung oder Überspannung von sensiblen Bereichen wie Biotopen bedeuten. Der Abstand zu Gewässerrändern bzw. Uferbereichen beträgt mindestens 10 Meter. Auch der Abstand der Maststandorte zu Schutzgebietsgrenzen (z. B. von Natura 2000-Gebieten) beträgt mindestens 10 m. Die Vermeidung und Minderung von Beeinträchtigungen bezieht hierbei alle planerischen und technischen Möglichkeiten ein, die ohne Gefährdung der Projektziele möglich sind. Die schutzgutspezifischen bei Anlage, Bau und Betrieb umzusetzenden Maßnahmen werden im nachgelagerten Planfeststellungsverfahren festgesetzt. Für den Bau der neuen Maste der geplanten HGÜ-Leitung werden Flächen in unterschiedlicher Form in Anspruch genommen. Für die Leiterseile fallen ebenfalls Schutzflächen an. Hier wird die Fläche der Nutzung jedoch nicht entzogen, sondern kann unter Beachtung von Aufwuchsbeschränkungen weiterhin bewirtschaftet werden. Die dauerhaft und temporär benötigten Baustellenflächen und Zufahrten werden im nachgelagerten Planfeststellungsverfahren flurstücksgenau festgesetzt, um Belastungen oder Eingriffe in der Landschaft möglichst zu minimieren bzw. im Vorfeld bilanzieren zu können.

Nach Inbetriebnahme der Freileitungsabschnitte des SuedOstLinks ist der Rückbau von Teilbereichen der auf Hybridleitung überführten Bestandsleitungen vorgesehen. Der Rückbau ist ohne erhebliche Eingriffe in die Natur und Landschaft möglich, da der Schutzstreifen während der Betriebszeit aus Sicherheitsgründen von höherem Bewuchs freigehalten wurde, so dass Arbeitsbereiche für den Rückbau von Masten und Leiterseile vorhanden sind. Gegebenenfalls aufgetretene nachhaltige Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen von temporären Arbeitsflächen lassen sich durch Rekultivierungsmaßnahmen (wie z. B. Tiefenlockerung) wieder rückgängig machen, so dass eine Wiederherstellung der ursprünglichen Bodenfunktionen nach diesen Maßnahmen möglich ist. Somit können die Flächen ihrer vorherigen Nutzung wieder zugeführt werden. Eine Nutzung der bauzeitlich beanspruchten Flächen durch Land- und Forstwirtschaft ist dann ohne Einschränkungen möglich.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS UND GLOSSAR

AC	Alternate Current
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
dB	Dezibel (Verhältniszahl)
DC	Direct Current
DIN EN	Standard für Vereinheitlichung (Deutsches Institut für Normung)
GGVSE	Gefahrgutverordnung
GOK	Geländeoberkante
GW	Gigawatt
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
ICNIRP	englisch International Commission on non-ionizing radiation protection (Internationale Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung)
KÜS	Kabelübergangsstation
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
kV	Kilo-Volt
LWL	Lichtwellenleiter
mT	Millitesla
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz
NVP	Netzverknüpfungspunkt
potTA	Potentielle Trassenachse
SOL	SuedOstLink
T	Tesla (Maßeinheit für elektrische Flussdichte)
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TKS	Trassenkorridorsegment
V	Volt
VHT	Vorhabenträger
WHO	World Health Organisation (Weltgesundheitsorganisation)
µT	Mikrotesla
50Hertz	50Hertz Transmission GmbH