

SuedLink

BBPIG-Vorhaben 3, HGÜ-Verbindung Brunsbüttel - Großgartach
BBPIG-Vorhaben 4, HGÜ-Verbindung Wilster - Bergheinfeld/West
Leitung-Nr.: LH-16-10001 / LH-16-10002

Vorhabenträger:

TRANSNET BW

Ersteller:



Ingenieurgemeinschaft RPB GbR
gbm | Mailänder Consult | KREBS + KIEFER
Pforzheimer Straße 128b
76275 Ettlingen

DokumentenzahlNr.: SLPS-IRP-000856

Planfeststellung

**Planfeststellungsabschnitt D1
von km 0+000 bis 74+940**

Unterlagen nach § 21 NABEG

DECKBLATT II

**Teil C01
Technik und Trassierung**

00	23.05.2023	Unterlage nach § 21 NABEG	ChrDat	BriSor	MarkÜh
01	30.10.2024	DECKBLATT I	ChrDat	BriSor	MarkÜh
02	20.05.2025	DECKBLATT II	ChrDat	BriSor	MarkÜh
Vers.	Datum	Ausgabe	Erstellt	Geprüft	Freigegeben

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	3
Anhang- und Anlagenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis.....	4
1 Einleitung	7
1.1 SuedLink	7
1.2 Einordnung der Unterlage	7
1.3 Inhalt und Zweck des Dokuments.....	7
2 Allgemeine Projektbeschreibung	8
2.1 Technische Angaben zum Vorhaben.....	8
2.1.1 Grundlagen.....	8
2.1.2 Technische Beschreibung der Anlagenteile	19
2.1.3 Angaben zum Bau der Leitungen	30
2.1.4 Logistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr.....	33
2.1.5 Arbeits- und Bauablauf	34
2.1.6 Parallelführungen und Kreuzungen.....	46
2.1.7 Schutzstreifen.....	55
2.1.8 Betrieb und Instandhaltung	57
2.1.9 Angaben zur Stilllegung bzw. zum Rückbau der Anlage	58
2.2 Trassierungstechnische Beschreibung	59
2.2.1 Trassenbeschreibung (abschnittsspezifisch)	59
2.2.2 Nebenanlagen (abschnittsspezifisch)	60
2.2.3 Nebenbauwerke (abschnittsspezifisch).....	60
2.2.4 Bauweisen (abschnittsspezifisch)	61
2.2.5 Kreuzungen (abschnittsspezifisch)	65
2.2.6 Parallelführungen (abschnittsspezifisch).....	66
2.2.7 Sonderbauwerke (abschnittsspezifisch).....	66
2.2.8 Bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Logistikkonzept.....	66
2.2.9 Bauablauf im Planfeststellungsabschnitt (abschnittsspezifisch)	67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Aufstellung Bauweisen im PFA D1	61
Tabelle 2:	Bauphasen bei der Erdkabelverlegung	67
Tabelle 2a:	Flächen Bodenaufbereitungsanlagen im PFA D1	70

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schlussbericht Windenergieanlagen für Ferngasleitungen.....	16
Abbildung 2:	Kabelaufbau NKT-525 kV HGÜ-Kabel	20
Abbildung 3:	Kabelaufbau Prysmian HGÜ-Kabel.....	21
Abbildung 4:	Schematische Darstellung der Kabelverbindungen (Muffen).....	23
Abbildung 5:	Beispielhafte Darstellung eines Muffencontainers zur Herstellung des Kabelverbindungssystems.....	23
Abbildung 6:	Schnitt Baugrube zur Herstellung des Kabelverbindungssystems (Prinzipskizze)	23
Abbildung 7:	Muffen (Pfeilmarkierung) vor Wiederverfüllung des Leitungsgrabens	24
Abbildung 8:	Grabenquerschnitt mit Anordnung der Erdseile	24
Abbildung 9:	Linkbox (oberirdisch) (prinzipielle Ausbildung)	25
Abbildung 10:	Linkbox (unterirdisch) (prinzipielle Ausbildung)	25
Abbildung 11:	Beispiel einer doppelten Kabelabschnittsstation	28
Abbildung 12:	Beispiel einer einfachen Kabelabschnittsstation	28
Abbildung 13:	Schematische Darstellung einer Konverterstation mit zwei Konverterhallen (Aufbau entspricht einem Kabelsystem)	29
Abbildung 14:	Prinzipdarstellung Muffengrube für ein Kabelsystem während der Bauzeit)	31
Abbildung 15:	Grabenprofil Normalstrecke, erdverlegt	38
Abbildung 16:	Grabenprofil Stammstrecke, erdverlegt.....	39

Anhang- und Anlagenverzeichnis

Anhang 01:	Steckbriefe Verlegeverfahren
Anhang 02:	Maßnahmenblatt Schallschutz

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
Abs.	Absatz
AC	Bezeichnung für Wechselstrom (engl. alternating current)
AC-TE-Test	Gleichspannungsprüfung und Teilentladungsmessung
AG	Aktiengesellschaft
AVV Baulärm	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm
BauGB	Baugesetzbuch
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BE-Fläche	Baustelleneinrichtungsfläche
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BImSchVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNetzA	Bundesnetzagentur
bzw.	beziehungsweise
BWo	oberer Betriebswasserstand
°C	Grad Celsius
ca.	circa
CEF-Maßnahme	vorgezogene Ausgleichsmaßnahme (engl. continuous ecological functionality-measures)
d	Durchmesser
d _A	Rohr-Außendurchmesser
DB	Deutsche Bahn
DC	Gleichstrom (engl. direct current)
DCA	Drilling Contractors Association
d. h.	das heißt
DigiNetzG	Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	Nennweite (franz. diamètre nominal)
DPH	dynamic probe heavy (Rammsondierung)
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
etc.	et cetera
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FStrG	Bundesfernstraßengesetz
gem.	gemäß
GG	Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland

Abkürzung	Erläuterung
ggf.	gegebenenfalls
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GW	Gigawatt (1.000.000.000 W), Einheit der elektrischen Leistung
ha	Hektar
HDPE	High-density polyethylene (Hochfestes Polyethylen)
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
h_{\min}	Überdeckungshöhe (mindestens)
KAS	Kabelabschnittsstation
kg	Kilogramm
KKS	Kathodischer Korrosionsschutz
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
KrWVG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
kV	Kilovolt (1.000 V)
LBO	Landesbauordnung
LBodSchAG	Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz
LKW	Lastkraftwagen
LNatSchG	Landesnatschutzgesetz
LWL	Lichtwellenleiter
m	Meter
m ²	Quadratmeter
MHW	mittleres Hochwasser
mm	Millimeter
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
Natura 2000	Natura 2000 ist der Name für ein europaweites Netz von nach EU-Recht geschützten besonderen Schutzgebieten. Natura 2000 umfasst die Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung nach der FFH-Richtlinie sowie die Schutzgebiete nach der Vogelschutzrichtlinie.
Nr.	Nummer
o. ä.	oder ähnlich
PFA	Planfeststellungsabschnitt
PFV	Planfeststellungsverfahren
R	Radius
RIL	Richtlinie
SHE-Richtlinien	Safety, Health and Environment (Arbeitsschutzrichtlinien)
SiGeKo	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator
SKR	Stromleitungskreuzungsrichtlinie
SL	SuedLink
SPT	Standardpenetrationstests
SWS	Südwestdeutsche Salzwerte AG
t	Tonnen
ThürBO	Thüringische Bauordnung

Abkürzung	Erläuterung
ThürGBG	Thüringer Grünes-Band-Gesetz
ThürNatG	Thüringer Naturschutzgesetz
ThürWaldG	Thüringisches Waldgesetz
ThürWG	Thüringisches Wassergesetz
TransnetBW	TransnetBW GmbH
TRGL	Technische Regeln für Gashochdruckleitungen
TTG	TenneT TSO GmbH
u. a.	unter anderem
UWBS	Unterwasserbetonsohle
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
vgl.	vergleiche
VHT	Vorhabenträger
VzG	Verzeichnis zulässiger Geschwindigkeiten
WEA	Windenergieanlage
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
XLPE	Cross Linked Polyethylen
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 SuedLink

SuedLink ist ein Netzausbauprojekt des Stromübertragungsnetzes, das als Erdkabelverbindung geplant wird. SuedLink besteht aus je einer Verbindung zwischen Brunsbüttel in Schleswig-Holstein und Großgartach in Baden-Württemberg (diese Verbindung wird in der Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) als „Vorhaben Nr. 3“ geführt) sowie zwischen Wilster in Schleswig-Holstein und Bergrheinfeld/West in Bayern (diese Verbindung wird in der Anlage zum BBPIG als „Vorhaben Nr. 4“ geführt). Rechtlich handelt es sich um zwei eigenständige Vorhaben, für die jeweils eigene Anträge auf Planfeststellungsbeschluss gestellt wurden. Die Planfeststellungsverfahren werden für die beiden genannten Vorhaben im Bereich der Stammstrecke verfahrensrechtlich verbunden. SuedLink ist in 15 Planfeststellungsabschnitte unterteilt. Die gegenständliche Unterlage ist Bestandteil der Unterlagen gem. § 21 NABEG zum Planfeststellungsabschnitt D1. Für weitergehende Informationen zu SuedLink und zum Planfeststellungsverfahren wird auf die Kapitel 0 ff im Teil A01 der Unterlagen gem. § 21 NABEG verwiesen.

1.2 Einordnung der Unterlage

Das vorliegende Dokument „Teil C01 – Fachbeitrag Trassierungstechnischer Teil“ ist Bestandteil der Unterlagen für die Einreichung des Plans und der Unterlagen nach § 21 NABEG für SuedLink im Planfeststellungsabschnitt D1.

1.3 Inhalt und Zweck des Dokuments

Gegenstand des vorliegenden Dokumentes ist es zum einen die Methodik und Grundlagen der Trassierung für die Realisierung von SuedLink (SL) allgemein (Kapitel 2.1) und zum anderen im Detail mit den planfeststellungsabschnittsspezifischen Besonderheiten zu beschreiben (Kapitel 2.2).

2 Allgemeine Projektbeschreibung

2.1 Technische Angaben zum Vorhaben

2.1.1 Grundlagen

In den Antragsunterlagen nach § 19 Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) sind Planungsleit- und Planungsgrundsätze dargestellt, aus denen sich die Planungsprämissen für die Grobtrassierung ableiten. Die in den Antragsunterlagen nach § 19 NABEG aufgeführten Planungsleit- und Planungsgrundsätze wurden bei der Entwicklung der Vorzugstrasse und Alternativen für die Unterlagen nach § 21 NABEG beachtet bzw. berücksichtigt und entsprechend der weiteren Planungsebene konkretisiert.

Rechtlich bindende Vorgaben sind eingehalten und flossen ebenfalls in die Planung mit ein. Dies gilt insbesondere für Ge- und Verbote. Als Beispiele für solche Vorgaben sind etwa die Grenzwerte der 26. BImSchV, das Verbot erheblicher Beeinträchtigungen von Natura 2000-Gebieten nach § 34 Abs. 2 BNatSchG oder das artenschutzrechtliche Zugriffs- und Störungsverbot des § 44 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 BNatSchG zu nennen. Auch untergesetzliche Rechtsvorschriften, wie Rechtsverordnungen und technische Regelwerke (z. B. AVV Baulärm) können strikte Rechtsvorschriften enthalten.

Neben gesetzlichen Vorgaben bilden vor allem die nachfolgend in Kapitel 2.1.1.2 beschriebenen Trassierungsgrundsätze die Grundlage der Trassierung.

2.1.1.1 Technische Regelwerke und Richtlinien

Nach § 49 Absatz 1 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) sind Energieanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei werden vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften die allgemein anerkannten Regeln der Technik beachtet.

2.1.1.2 Trassierungsgrundsätze

Die Trassierungsgrundsätze sind technische und raumbezogene Planungsleitlinien, die vor dem Hintergrund der gesetzlichen Vorgaben nachvollziehbar aufzeigen, wie die Projektziele erreicht werden.

Bei der Trassierung werden kabeltechnische Randbedingungen beachtet, wie z. B. die maximale Länge der einzelnen Kabelabschnitte. Der Außendurchmesser und der spezifische Aufbau des Kabels definieren den Biegeradius eines Kabels, der nicht unterschritten werden darf.

Im Wesentlichen umfassen die allgemeinen Trassierungsgrundsätze Kriterien, die zum Teil allgemeine technische und planerische Regelungen für die Trassierung zusammenfassen. Für SuedLink kommen unter anderem folgende Trassierungsgrundsätze zur Anwendung, die auch das Ziel der Minimierung der Beeinträchtigung Dritter haben:

- Möglichst kurzer, gestreckter Trassenverlauf mit dem Ziel des geringsten Eingriffs in Umwelt und Natur
- Bautechnisch sichere Trassenführung
- Wirtschaftliche Trassenführung
- Bündelung mit anderen linearen Infrastruktureinrichtungen

- Parallelverlegung der Vorhaben 3 und 4 gem. Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) in enger Bündelung im Bereich einer Stammstrecke.
- Gewährleistung eines sicheren und zuverlässigen Betriebes der Leitungsverbindung
- Bau einer Leitung mit einem möglichst geringen technischen Ausführungsrisiko

Einige dieser Trassierungsgrundsätze werden im Folgenden näher beschrieben.

2.1.1.2.1 Kurzer gestreckter Verlauf

Zwischen den Anfangs- und Endpunkten des Vorhabens wird ein möglichst geradliniger Verlauf der Trasse zur Errichtung und zum Betrieb eines Erdkabels angestrebt (vgl. § 5 Abs. 5 NABEG). Diese Vorgabe wurde im Rahmen der Bundesfachplanung berücksichtigt. Auch im Rahmen der vorliegenden Trassenplanung im Rahmen der Planfeststellung wird generell zur Vermeidung von unnötigen Inanspruchnahmen von Natur, Umwelt und Eigentum ein möglichst kurzer und gestreckter Verlauf des Vorhabens verfolgt. Diesem Ziel stehen allerdings teilweise lokale Gegebenheiten, Zwangspunkte, Topografie sowie technische, umweltfachliche und raumordnerische Aspekte entgegen, die in der Trassenfindung berücksichtigt sind.

2.1.1.2.2 Bautechnisch sichere Trassenführung

Die bautechnischen und geologischen Kriterien sind bei der Trassierung berücksichtigt und umfassen insbesondere zahlreiche Aspekte, wie geologische Sicherheit, Vermeidung steiler Hanglagen in Streichrichtung, Minimierung von Kreuzungen mit anderen Infrastruktureinrichtungen, möglichst rechtwinklige Querungen aufwändiger Kreuzungen, Minimierung der Anzahl geschlossener Bereiche, möglichst kurze geschlossene Bereiche, sichere Abstände zu baulichen Anlagen (Gebäude, Brücken, Windkraftanlagen), Vermeidung von Altlasten und Deponien.

In Ergänzung bzw. als spezielle Anforderungen sind die folgenden Kriterien in der Planung berücksichtigt:

- Minimierung von Kreuzungen. Grundsätzlich wird mit Regelprofil und offener Bauweise geplant, um das allgemeine Ausführungsrisiko von geschlossenen Verlegeverfahren zu minimieren.
- Sensible Anlagen (z. B. Bahnanlagen) sind geschlossen, wenn erforderlich, rechtwinklig zu queren. Eine Ausnahme kann vorliegen, wenn die Trasse die sensiblen Anlagen im Bereich von Brücken (z. B. unterhalb von Talbrücken) unterquert.
- Klassifizierte Straßen werden in der Regel in geschlossener Bauweise gequert. (vgl. Kapitel 2.1.6.2.2)
- Bei Parallelführung oder Annäherung an Fremdleitungen ist der eigene Schutzbereich außerhalb des Schutzbereichs von Fremdleitungen zu halten. Abweichungen davon (z. B. an Engstellen und Zwangspunkten) bedürfen der Abstimmung mit den bzw. Zustimmung der Betreiber der berührten Fremdleitungen.
- Der Abstand in Parallelführung zu wärmeemittierenden Leitungen (z. B. fremde Stromleitungen oder Fernwärmeleitungen) beträgt in der Regel das 5fache der Legetiefe (zur thermischen Entkopplung). Ggf. sind Einzelbetrachtungen erforderlich.
- Parallelführungen mit Kanälen und Gräben: Schutzstreifen außerhalb des Gewässerrandstreifens.

- Bei einer Parallelführung zu Deichen erfolgte die Verlegung nach Möglichkeit außerhalb der Deichschutzzzone II.
- In der Regel wird bei Deichkörpern bei Parallelführung ein Mindestabstand von 10,0 m bei Kreuzungen ein Mindestabstand von 15,0 m zum nächsten Bauwerksteil eingehalten. Bei Betriebsanlagen der Wasserstraßen- und Schifffahrtsämtern: besondere Sicherheitsabstände einhalten, welche in Kapitel 2.1.6.2.4 angeführt sind.
- Mindestabstand zu Windenergieanlagen 25 bis 35 m je nach Windenergieanlagen-Klasse
- Parallellage zu Vorflutgräben: 10 m Abstand zu OK Böschung

Georisiken

Ziel der Trassierung ist ein möglichst kurzer, gestreckter Verlauf der Trasse unter Betrachtung und Abwägung von Raumwiderständen. Oberste Priorität hat dabei eine dauerhaft sichere Lage der Kabelanlage. Somit ist die Vermeidung von Georisiken, welche die technische Integrität der Kabelanlage gefährden können bzw. nur mit einem sehr hohen technischen Aufwand durch bauliche Maßnahmen zu beherrschen sind, von hohem Stellenwert.

Nicht immer konnte diesen Bereichen vollumfänglich ausgewichen werden. Bekannten Georisiken nach Datenlage der Bearbeitungsphasen nach § 8 und § 19 NABEG wurde bereits ausgewichen, soweit dies möglich war. Dennoch kann es vorkommen, dass Georisiken gemäß den Ausweisungen der zur Verfügung stehenden Daten große Teile oder sogar die ganze Breite des festgelegten Trassenkorridors eingenommen haben. In solchen Bereichen sind die Baugrunduntersuchung und weitere lokale Datenerhebung entsprechend verdichtet, um die konkrete Lage tatsächlich vorliegender Georisiken besser abschätzen zu können. Beispielhaft werden im Folgenden einige typische Georisiken näher ausgeführt, die grundsätzlich auftreten können, im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt aber nicht in jedem Fall vorliegen. Solche Georisiken werden, wo immer möglich, bei der Trassierung vermieden. War dies nicht möglich, sind bautechnische Vorkehrungen zur Sicherung der Kabelanlage gegen langfristige Beschädigungen (z. B. Hangsicherungen) eingeplant:

- Mögliche Rutschhänge und instabile Böschungen sind identifiziert und deren Risikopotenzial festgelegt.
- Karstgebiete (Dolinen, Erdfälle, flächige Setzungen) sind detailliert eingegrenzt. Karst im Gesamtprojektgebiet kann sowohl als Kalk- wie auch Sulfatkarst vorliegen.
- Seitenhanglagen sind zur Risikominimierung von potenziellen Hangrutschungen sowie Vermeidung von aufwändigeren Tiefbau-/Sicherungs- und Wiederherstellungsarbeiten, sowie erweiterten Arbeitsstreifen vermieden bzw. auf ein Minimum beschränkt. Grundsätzlich wird angestrebt, Gefälle in Falllinie zu überwinden.
- Böden mit geringer Tragfähigkeit bedürfen mitunter aufwändiger Baustreßen entlang der Trasse, und / oder können aufgrund des meist ebenfalls vorliegenden sehr hohen Grundwasserstandes eine Streckenbauweise in geschlossener statt in offener Regelbauweise sinnvoll erscheinen lassen.

- Querungen von Gebieten mit hohem Grundwasserspiegel sind reduziert, um zusätzliche Tiefbauarbeiten (Entwässerungsmaßnahmen, etc.) zu vermeiden. Insbesondere bei den Baugrunduntersuchungen vorgefundenes gespanntes Grundwasser im Kabelgrabenbereich bedarf entsprechender Grundwasserabsenkungen und Sicherungsmaßnahmen, um einem hydraulischen Grundbruch vorzubeugen.
- Steilhänge (ab 15°) werden vermieden bzw. minimiert, um zusätzliche Tiefbau, Sicherungs- und Wiederherstellungsarbeiten zu reduzieren.
- Gewässerquerungen werden so weit jenseits der Uferlinie in ausreichender Querungstiefe fortgeführt, dass eine mögliche Ufererosion die Leitung nicht freilegen kann.

2.1.1.2.3 Wirtschaftliche Trassenführung

Die Kriterien einer wirtschaftlichen Trassenführung sind ähnlich einer sicheren bautechnischen und gestreckten Trassenführung. Bei Einhaltung der dort genannten Kriterien ergeben sich wirtschaftliche Bauweisen und kurze Bauzeiten sowie im Ergebnis eine wirtschaftliche Trassenführung.

Hier werden insbesondere die folgenden Kriterien beachtet, die teilweise schon in den beiden obigen Kriterien benannt sind und hier nur noch näher spezifiziert werden:

- Möglichst kurzer, gestreckter Verlauf (in der Regel Reduzierung von Eigentümerbetroffenheit, Flächeninanspruchnahme, Materialaufwand und Baukosten)
- Nach Möglichkeit Verlegung der Erdkabelanlage in offener Bauweise (Minimierung von Bauzeit und Baukosten)
- Minimierung von Kreuzungen
- Minimierung von sehr aufwendigen Bauverfahren/ Bauwerken/ langen Bauzeiten
- Minimierung von ungünstigen Zuwegungs-/Arbeitsflächenverhältnissen unter Beachtung folgender Anforderungen:
 - Arbeitsstreifenbreite im Bereich der Stammstrecke: grundsätzlich ca. 40 bis 45 m
 - Im Bereich Waldgebiet westlich von Wasungen: ca. 15 bis 21 m (siehe dazu Kapitel 2.2.1)
 - Arbeitsstreifenbreite im Bereich der Normalstrecke: ca. 30 bis 35 m
 - Aufweitung des Arbeitsbereiches je nach Anforderung im betroffenen Bereich bei geschlossenen Kreuzungen
 - Berücksichtigung Flächenbedarf zwischen zwei aufeinanderfolgenden HDD (Kettenbohrung)
- Vermeidung von Gebieten mit aufwendigen Sicherheitsmaßnahmen und / oder außergewöhnlichen bautechnischen Anforderungen
- Vermeidung von Bereichen mit schwieriger Untergrundbeschaffenheit und von Altlasten
- Weitgehende Umgehung bzw. Minimierung der Querungslänge bei Sonderkulturlflächen

2.1.1.2.4 Bündelung mit bestehenden Infrastrukturen

Die Bündelung von Infrastruktureinrichtungen ist eine raumordnerische Prämisse sowie eine Prämisse nach dem BNatSchG. In Planfeststellungsabschnitten, in denen die Vorhaben V3 und V4 von SuedLink gemeinsam verlaufen, werden diese in enger Bündelung verlegt (Stammstrecke).

Bei Bündelung mit bestehenden Verkehrsinfrastrukturen (Straßen und Wegen) ergeben sich oftmals Vorteile im Betriebszustand durch den erleichterten Zugang zur Trasse und damit vereinfachte Inspektionen bzw. Wartungen.

Im Falle von Bündelungen ist die Einhaltung von Schutzstreifenbreiten im Einzelnen mit dem jeweiligen Betreiber / der jeweiligen Behörde zu betrachten, da die Mindestabstände variieren können bzw. Ausnahmegenehmigungen möglich sind. Zusätzlich sind bestehende Anbauverbote und -beschränkungen zu beachten.

2.1.1.2.5 Mindestradien

Beim Entwurf der Trasse an horizontalen wie auch vertikalen Richtungsänderungen sind Mindestradien einzuhalten.

Die Mindestradien sind abhängig vom zu verlegenden Kabel. Weiterhin sind hierbei zu beachten:

- Verlegeradien der Kabelschutzrohre (KSR) inklusive evtl. Bögen in Abschnitten mit Schutzrohr
- Ausschlaggebend ist der größte erforderliche Radius (Bohrradius ist größer als Kabelradius)
- Bauverfahren (z. B. geschlossene Bauweise mittels HDD (siehe dazu Kapitel 2.1.5.4 „Geschlossene Bauweise“).

2.1.1.2.6 Richtungsänderungen und Kabeleinzugskräfte

Ziel der Trassierung ist ein möglichst kurzer, gestreckter Verlauf der Trasse. Dennoch sind Richtungsänderungen im Trassenverlauf unvermeidlich. Richtungsänderungen vergrößern jedoch nicht nur die Trassenlänge, sie erschweren auch den Einziehvorgang der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Kabel (HGÜ-Kabel), da jede stärkere Richtungsänderung mit einer Erhöhung der Einziehkräfte einhergeht. Dies betrifft hauptsächlich die Kabelverlegung in geschlossener Bauweise bzw. die Übergänge von offener Bauweise in die geschlossene und umgekehrt. Hierbei sind nicht nur horizontale, sondern auch vertikale Richtungsänderungen zu berücksichtigen. (z. B. sollten bei Übergängen von geschlossenen in offene Bauweisen die Radien so groß wie möglich gehalten und stärkere Richtungsänderungen möglichst vermieden werden).

2.1.1.3 Bautechnische trassenbestimmende Vorgaben

In diesem Abschnitt sind allgemeine technische und geometrische Randbedingungen zusammengestellt, die für die Trassierung und Kabelverlegung gelten.

Die speziellen Anforderungen für Querungen und Annäherungen (Infrastruktur, Leitungen und Produktleitungen, etc.) sind im Kapitel 2.1.6 festgelegt.

2.1.1.3.1 Abstände der HGÜ-Kabel bei offener Bauweise

Die Größe und der Abstand der HGÜ-Kabel sowie der Gräben ergeben sich aus den geotechnischen und thermischen Eigenschaften der anstehenden Böden, der Kabelwärmeimmissionen, und der Tiefenlage der Kabel. Entsprechend bau- oder betriebstechnischer Erfordernisse müssen unterschiedliche Kabelbettungsmaterialien, z. B. mit thermisch stabilisierenden Eigenschaften verwendet werden. Hierfür wird in Abhängigkeit vom anstehenden Material das ausgehobene Erdmaterial, sofern erforderlich, fachgerecht als Bettungsmaterial aufbereitet (z. B. mittels Sieben) oder ein entsprechendes Bettungsmaterial (z. B. Sand) hinzugeführt. Bei einer Normalstrecke für Vorhaben 3 oder Vorhaben 4 wird das HGÜ-Kabelpaar in einem Kabelgraben mit einer Überdeckung von mindestens 1,3 m und einem horizontalen Kabelabstand von in der Regel 1,9 m erdverlegt. Bei Verlegung in der Stammstrecke werden zwei Kabelpaare in zwei Kabelgräben verlegt. Die Gräben haben einen Systemabstand von in der Regel 10 m. Im Bereich der offenen Querung des Waldgebietes westlich von Wasungen liegt der Systemabstand zwischen 4,25 und 4,75 m.

2.1.1.3.2 Abstände der HGÜ-Kabel bei geschlossenen Bauweisen

Die Mindestabstände der HGÜ-Kabel bei geschlossenen Bauweisen werden in Abhängigkeit von Überdeckung, Baugrund und dauerhaftem Grundwasserstand festgelegt, um eine hinreichende Wärmeabgabe sicherzustellen. Hinzu kommen Einflüsse des Kabelschutzrohres hinsichtlich Materials und Wanddicke sowie des Ringraums zwischen Kabel und Kabelschutzrohr, die die Wärmeabgabe beeinflussen.

Die angesetzten Kabelachsabstände bei geschlossener Bauweise, inklusive deren Verschwenkung, können den Lageplänen im Teil C06 entnommen werden. Die Kabelachsabstände wurden gemäß den gültigen Vorgaben und Richtlinien des VHT ermittelt.

2.1.1.3.3 Zwangspunkte durch Nebenanlagen, Neben- und Sonderbauwerke

Bei der Trassierung der Kabelanlage beim SuedLink müssen die unten angeführten Nebenanlagen, Neben- und Sonderbauwerke berücksichtigt werden, soweit sie im Bereich des gegenständlichen Planfeststellungsabschnittes liegen.

- Konverterstation

Die Konverterstationen liegen an den jeweiligen Enden der Vorhaben 3 bzw. 4 am Übergang zu den Netzverknüpfungspunkten. Die Genehmigung der Konverterstationen erfolgt in einem gesonderten Genehmigungsverfahren nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz und sind nicht Bestandteil der Planfeststellung.

- Elbquerung

In PFA A2 wird die Elbe mit einem Tübbingtunnel unterquert.

- Standorte Schächte zum Bergwerk

In PFA E3 wird die Trasse im vorhandenen Salzbergwerk der Südwestdeutsche Salzwerke AG (SWS) in größtenteils bestehenden, teils neu aufzufahrenden Stollen auf einer Trassenlänge von ca. 16 km geführt. Zur Ein- und Ausführung der Kabel in das / aus dem Bergwerk werden zwei neue Schächte errichtet.

Die zuvor aufgeführten Bauwerke Konverterstationen, Elbquerung und Bergwerksschächte liegen nicht im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt.

2.1.1.4 Ausschlussflächen

Ausschlussflächen umfassen alle Flächenkategorien, bei denen die Errichtung der Erdkabelanlage nicht möglich ist. Eine Realisierung von SuedLink ist in diesen Bereichen nicht möglich und somit ausgeschlossen. Sie stehen nicht für die Trasse oder den Arbeitsstreifen zur Verfügung. Dazu zählen insbesondere:

- Sensible Einrichtungen (Kliniken, Pflegeheime, Schulen, Friedhöfe)
- Wohn- und Mischbauflächen
- Industrie- und Gewerbeflächen
- Wasserschutzgebiete Zone I
- Sondergebiete Bund / Militärische Anlagen / Truppenübungsplätze
- Flugverkehr (umfasst „Flughafen“, „Internationaler Flughafen“ und „Regionalflughafen“)
- Deponien und Abfallbehandlungsanlagen
- Oberflächennahe Rohstoffe / Abgrabungen (Tagebau, Grube, Steinbruch, Kies, Sand- und Torfabbau)
- Vorranggebiete mit Siedlungsbezug
- Vorranggebiete Gewerbe/Industrie
- Vorranggebiete oberflächennahe Rohstoffe
- Vorranggebiete Deponie

2.1.1.5 Abstände, Annäherungen

2.1.1.5.1 Siedlungsflächen inklusive Gebäude

Mindestabstände

Generell gilt kein gesetzlicher bzw. strikter Abstand zu Wohnbebauungen bei der Trassierung eines Erdkabels. Die gesetzlichen Grenzwerte der 26. BImSchV (Bundesimmissionsschutzverordnung) zu elektrischen und magnetischen Feldern werden eingehalten.

Empfohlene Abstände

Da im Bereich des Schutzstreifens keine Bebauung zulässig ist, schränkt die Verlegung des Erdkabels eine Siedlungserweiterung unmittelbar ein. Eine Bebauung kann nur bis an den Rand des Schutzstreifens erfolgen. Sofern nicht andere Belange dagegensprechen, wird daher i. d. R. so weit wie möglich Abstand zu den vorhandenen Siedlungsflächen bei der Trassierung eingehalten.

2.1.1.5.2 Natura 2000

Im Rahmen der Untersuchungen zur Natura 2000-Verträglichkeit werden alle Natura 2000-Gebiete betrachtet, die in den festgelegten Trassenkorridor reichen oder näher als 500 m vom Rand des festgelegten Trassenkorridors entfernt sind. Sofern von vornherein offensichtlich ist, dass erhebliche Beeinträchtigungen des Schutzgebiets nicht ausgeschlossen werden können, werden für das Gebiet unmittelbar eine Verträglichkeitsprüfung durchgeführt. Bei den übrigen zu betrachtenden Natura 2000-Gebieten wird geprüft, ob im Rahmen einer Vorprüfung ausgeschlossen werden kann, dass es zu erheblichen Beeinträchtigungen des jeweiligen Gebiets kommt.

Die Methodik der Untersuchungen sowie die Ergebnisse können der Unterlage Teil G „Natura 2000 Verträglichkeitsprüfungen“ entnommen werden.

2.1.1.5.3 Wald

Mindestabstände

Beim Passieren von Waldflächen wird darauf geachtet ausreichend Abstand einzuhalten, um Randschäden am verbleibenden Baumbestand zu vermeiden. Der Abstand orientiert sich dabei am jeweiligen Baumbestand.

Bei Bündelungen mit Bundesfernstraßen sind bezüglich des Abstands zu angrenzenden Waldflächen/Gehölzen die Regelungen nach Bundesfernstraßengesetz zu beachten. Nach § 10 des Bundesfernstraßengesetz (FStrG) können angrenzende Waldungen und Gehölze in einer Breite von bis zu 40 m, gemessen vom befestigten Fahrbahnrand, als Schutzwaldung erklärt werden. Gebündelte Trassierung mit Abschnitten dieser Art sind mit der zuständigen Behörde abgestimmt.

Landesrechtliche Regelungen, welche Mindestabstände zu Waldflächen einfordern, sind in der Trassierung ebenfalls berücksichtigt.

Empfohlene Abstände

Um Beeinträchtigungen von schützenswerten Bereichen möglichst gering zu halten und rechtliche Konflikte zu minimieren, werden frühzeitig mögliche artenschutzrechtliche Konflikte in Bereichen mit Waldflächen geprüft. Dafür werden die Stördistanzen waldbewohnender Arten (z. B. Schwarzstorch) als Herleitung für den Abstand zu Waldflächen herangezogen, sofern dadurch nicht in Bezug auf andere Belange Konflikte ausgelöst werden.

2.1.1.5.4 Windenergieanlagen

Als Mindestabstand zu Windenergieanlagen sind folgende Abstände der Planung zu Grunde gelegt. Hierbei wird der Abstand zu Windenergieanlage zum ersten HGÜ-Kabel betrachtet. Hierbei werden die Mindestabstände von Ferngasleitungen herangezogen.

Mindestabstand a in [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Naben- höhe H in [m]	Klasse 1 40m < RD ≤ 65m Masse RB < 15 t (0,5MW<P<1,5MW)	Klasse 2 65m < RD ≤ 100m Masse RB < 15 t (1,5MW<P<3,0MW)	Klasse 3 100m < RD ≤ 120m Masse RB < 15 t (3,0MW<P<4,5MW)	Klasse 4 120m < RD ≤ 140m Masse 15t<RB<25 t (4,5MW<P<8,0MW)	Klasse 5 140m < RD ≤ 160m Masse 15t<RB<25 t (4,5MW<P<8,0MW)
Windpark (maximal 3 WEA auf 1 Kilometer Leitung / einzelne Windenergieanlage					
H ≤ 60	25 / 25	25 / 25	- / -	- / -	- / -
H ≤ 80	25 / 25	25 / 25	25 / 25	25 / 25	- / -
H ≤ 100	25 / 25	25 / 25	25 / 25	25 / 25	30 / 30
H ≤ 120	- / -	25 / 25	25 / 25	30 / 30	30 / 30
H ≤ 150	- / -	25 / 25	30 / 30	35 / 35	35 / 35
H ≤ 170	- / -	- / -	- / -	35 / 35	35 / 35

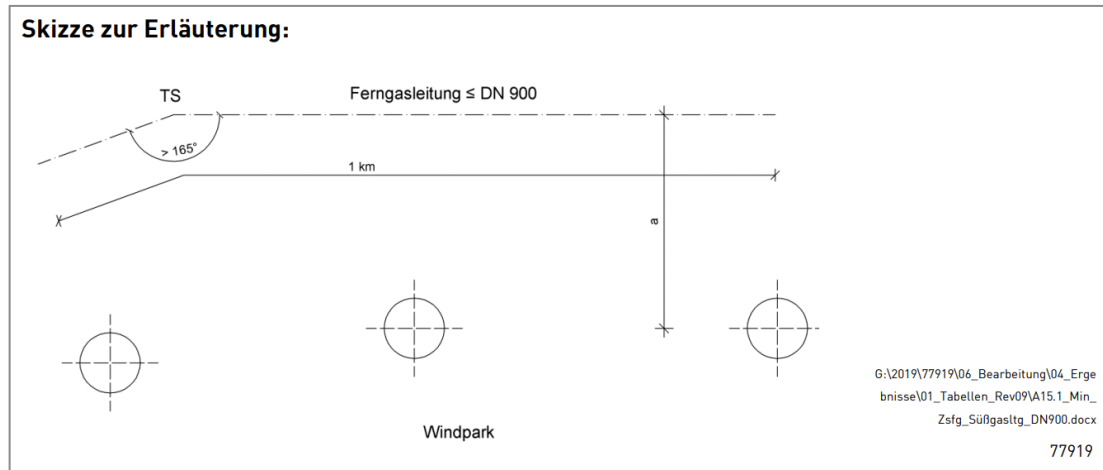


Abbildung 1: Schlussbericht Windenergieanlagen für Ferngasleitungen¹

Ggf. vom Betreiber der Windenergieanlage geforderte Auflagen und eigene Betrachtungen zur Sicherstellung der Standsicherheit der Windenergieanlage blieben davon unberührt.

2.1.1.5.5 Sprengegebiete

Zum Rohstoffabbau von z. B. oberflächennahen Gesteinen oder für bergbauliche Arbeiten unter Tage, erfolgen in bestimmten Abbaubereichen regelmäßig geplante Sprengungen. Diese können die Integrität des Kabels, der HGÜ-Muffen und auch der begleitenden Lichtwellenleiter-Kabel gefährden.

Die erforderlichen Mindestabstände, insbesondere auch von Kabelmuffen, werden vom Kabelhersteller definiert und sind in der Planung berücksichtigt.

Darüber hinaus sind in der Planung auch bundeslandspezifische Richtlinien für das Sprengwesen beachtet, was eine einzelfallbezogene Abfrage der Sprengbereiche bei den jeweiligen Unternehmen der Rohstoffgewinnung bzw. des Bergbaus erfordert.

2.1.1.6 Weitere im Planfeststellungsabschnitt berücksichtigte Belange und Strukturen

2.1.1.6.1 Anthropogene Risiken

Ein hoher Teil der Schäden an erdverlegten Leitungen hat menschliche Eingriffe als zumeist vom Verursacher ungewollte Ursache. Davor sind die Leitungen entsprechend zu schützen. Zum Schutz der Kabel werden deshalb Schutzmaßnahmen geplant.

Um das Kabel zusätzlich zu schützen, kann in Bereichen mit hohem anthropogenem Risiko die Verlegung mit größerer Überdeckung geplant werden, die dann wiederum ggf. mit einer Vergrößerung der Kabelabstände einhergeht. Hierzu zählen typischerweise z. B.:

¹ **Quelle:** DVGW, Schlussbericht Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten, Bestimmung von Mindestabständen Rev 1; Dipl.-Ing. A. Junge, Dipl.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH; Hannover 2020.

- regelmäßig geräumte Gewässer und Straßengräben. Dazu erfolgt, unabhängig von der in der Kreuzungsdetailvermessung zu vermessenden Gewässer-/Graben-tiefe, die Erhebung der Soll-Tiefe der Gewässersohle bei den Unterhaltungsverbänden bzw. dem Straßenbaulastträger, und eine Abstimmung mit diesen zur erforderlichen sicheren Überdeckung.
- Sonderkulturen, die entweder sehr tief wurzeln, oder insbesondere künstliche Rankhilfen haben, die tief in den Boden eindringen, z. B. Spalierobst, Wein, Hopfen. Zusätzlich sind hier bei Erfordernis weitere Erdarbeiten für Be- und/oder Entwässerungssysteme durchzuführen.
- Unmittelbar an die Trasse angrenzende Siedlungs- oder Gewerbegebiete. Hier besteht die erhöhte Gefahr von Bautätigkeiten, ohne dass die Kabellage vorab erhoben worden ist.
- Waldränder, durch das Vorhaben verursachte oder erweiterte Waldschneisen, oder Parallellage an Forstwirtschaftswegen. Hier können schwere Forstrodungsfahrzeuge tiefe Fahrspuren und hohe Verdichtungsdrücke erzeugen.
- Bereiche mit größeren Pflugtiefen oder besonderen Drainagetiefenlagen auf ähnlichem Niveau wie die Kabelanlage.
- sehr dichte Parallellage an ebenerdig gelegenen, klassifizierten Straßen. Hier können bei einem Unfall schwere LKW tief in das Erdreich eindringen und hohe Verdichtungsdrücke erzeugen.

2.1.1.6.2 Agrarstrukturen

Die Möglichkeit, entlang Feldschlagrändern/Flurstückgrenzen von Agrarstrukturen zu trassieren und diagonale Zerschneidungen zu verringern, wird bei der Trassierung in der Abwägung berücksichtigt.

2.1.1.6.3 Flurneuordnung

Im Hinblick auf Agrarstrukturen und Flurstückgrenzen werden als relevanter Belang für das Erdkabelvorhaben auch aktuelle bzw. abgeschlossene Flurneuordnungs-/Flurbereinigungsverfahren berücksichtigt. Hierzu wird auch auf Teil D „Rechtserwerbsverzeichnis und Rechtserwerbsplan“ und auf Teil L10 „Abwägungsrelevante sonstige öffentliche und private Belange“ verwiesen.

2.1.1.6.4 Drainagesysteme

Die bekannten Drainagesysteme sind in der Planung berücksichtigt. In Kapitel 2.1.6.2.5 ist die Querung von Drainagesystemen beschrieben.

Bei Querungen von Drainagesysteme werden folgende allgemeinen Anforderungen bei der Trassierung berücksichtigt:

1. Trassierung möglichst längs zur Hauptdrainagerichtung
2. Trassierung idealerweise an Wasserscheiden der Drainagesysteme (anstatt im unteren Bereich vor den Sammlern)
3. Größere Sammler sind wie Fremdleitungen zu behandeln und zu erhalten

Unter folgenden Anforderungen werden Drainagesysteme unterbohrt:

1. Wenn eine Unterbohrung wirtschaftlicher ist als eine offene Querung

2. Wenn bereits eine Unterbohrung aufgrund eines Gewässers, eines FFH-Gebietes (Flora-Fauna-Habitat), etc. notwendig ist, oder aufgrund eines permanent sehr hohen Grundwasserstandes sinnvoll erscheint.

2.1.1.6.5 Sonderkulturen

Grundsätzlich werden Sonderkulturen bei der Trassierung umgangen. Besonderes Augenmerk gilt hierbei der Qualität und dem Reifegrad der jeweiligen Kulturen, sowie die Art der Sonderkultur (ein- oder mehrjährige Kulturen, Alter der Kultur, Sorte, etc.). Zusätzlich sind Art und Umfang von zusätzlichen dauerhaften, nur mit erhöhtem Aufwand wiederherstellbaren Installationen in den Sonderkulturfeldern zu betrachten, wie z. B. Terrassen, Be- und Entwässerungssysteme.

2.1.1.6.6 Verlegung in Waldgebieten

Bei einer Trassierung durch Waldgebiete gehen die dem Vorhabenträger vorliegenden Hinweise und Forderungen von Forstämtern und den Unteren Naturschutzbehörden mit in die Planung ein.

Grundsätzlich wird darauf geachtet, dass die Trassierung möglichst parallel zu oder besser in vorhandenen Waldschneisen und/oder entlang bestehenden Waldwegen erfolgt. Sofern nicht aus anderen Aspekten heraus bereits definiert, wird eine Verbreiterung der Waldschneisen an deren West- oder Südseite vorgesehen, um Folgeschäden durch Wind- und Sonneneinwirkung auf die neu gebildeten Waldränder zu minimieren.

Es werden weiterhin Vorschläge von den zuständigen Behörden zu neuen Waldschneisen geprüft, um z. B. Altbaumbestände zu schonen, bzw. auf weniger konfliktreiche Baumarten im Wald auszuweichen. Auch die Berücksichtigung von Waldumbaumaßnahmen und Endnutzungsbestände (Holzeinschlag erfolgt im Planungs-/ Bauzeitraum) werden als mögliche Alternative in Betracht gezogen, wenn entsprechende Hinweise der Eigentümer vorliegen.

Eine Verlegung der HGÜ-Kabel selbst unmittelbar unter Wirtschafts- und Waldwegen wird in der Regel vermieden. Falls die Trasse zwingend unmittelbar unter Feld- oder Waldwegen zu liegen kommt, erfolgen Abstimmungen mit den Beteiligten.

2.1.1.6.7 Berücksichtigung privater und öffentlicher Belange

Spezielle private und/oder öffentliche Belange können einzelfallbezogene Betrachtung erfordern. Die entsprechenden Belange und Thematiken werden im Teil L10 „Abwägungsrelevante sonstige öffentliche und private Belange“ behandelt.

2.1.1.6.8 Bergbau

Alt- oder auch noch in Betrieb befindlicher Bergbau, sowie geplante Bergbauvorhaben, sind in der Planung berücksichtigt.

2.1.1.6.9 Störfallanlagen

Einzuhaltende Mindestabstände zu Störfallanlagen werden berücksichtigt. Hinweise und Anforderungen der Betreiber werden beachtet.

2.1.1.6.10 Berücksichtigung raumordnerischer und umweltfachlicher Beiträge

Neben der Berücksichtigung von privaten und öffentlichen Grundeigentumsverhältnissen werden, im Sinne eines möglichst konfliktfreien Trassenverlaufs, Flächen mit gegensätzlichen Zielfestlegungen der Landes- und Regionalplanung und Vorgaben der Bauleitplanung umgangen. Ansonsten erfolgt die Entwicklung einer Trassenführung mit Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen, die eine Vereinbarkeit gewährleistet.

Bei der Trassenentwicklung wurden auch in Aufstellung befindliche Ziele der Landes- und Regionalplanung sowie hinreichend verfestigte Planungen, wie z. B. laufende Raumordnungsverfahren oder in Aufstellung befindliche Bauleitplanungen der Kommunen, berücksichtigt (vgl. auch Teil B „Alternativenbetrachtung“ und Teil L10 „Sonstige öffentliche und private Belange“).

2.1.2 Technische Beschreibung der Anlagenteile

Die nachfolgenden Kapitel beschreiben Anlagenteile sowie technische Eigenschaften der Kabelanlage.

2.1.2.1 Kabelaufbau

Das Erdkabel

Da die elektrische Energie rund 700 km zwischen Nord- und Süddeutschland transportiert werden muss, kommt für den SuedLink die effiziente Technik der Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) zum Einsatz.

Der Vorteil ist, dass beim Gleichstromtransport bei großen Entfernungen geringere Übertragungsverluste als bei herkömmlichen Wechselstromleitungen entstehen. Aufgrund des im Bundesbedarfsplangesetz für Gleichstromprojekte festgelegten Vorrangs für Erdkabel wird SuedLink grundsätzlich unterirdisch als Erdkabel geplant.

Für SuedLink kommen Gleichstromkabel mit einer Spannung von 525 Kilovolt (kV) zum Einsatz. Die beiden Vorhaben Nr. 3 und Nr. 4 gem. BBPlG haben zusammen eine Übertragungskapazität von insgesamt 4 Gigawatt (GW). Hierfür sind bei den 525-kV-Kabeln für jedes Vorhaben zwei Kabel mit jeweils einem Plus- und einem Minuspol erforderlich. Zur Isolation des Leiters, der den Strom überträgt, kommt eine Kunststoffisolierung zum Einsatz.

Zur Umwandlung des Wechselstroms in Gleichstrom und nach der Übertragung zurück in Wechselstrom werden Konverterstationen eingesetzt (siehe Kapitel 2.1.2.9).

Zwischen Konverterstationen und dem Umspannwerk am Netzverknüpfungspunkt sind Wechselstromleitungen erforderlich. Diese werden nach den gesetzlichen Vorgaben in der Regel als Freileitung umgesetzt.

Das Erdkabel selbst wird nach der Verlegung an der Oberfläche nicht sichtbar sein. Oberhalb des Geländes befinden sich die Konverterstationen und deren Freileitungsanbindungen zu den Netzverknüpfungspunkten, Linkboxen für Mess- und Erdungsstellen (sofern nicht in Bodenschächten angeordnet) sowie Lichtwellenleiter-Zwischenstationen für die nachrichtentechnische Übertragung und Kabelabschnittsstationen (KAS) zur Fehlerortung.

Leiter / Kabeltyp

Um Energie von A nach B zu übertragen, wird ein physikalisches Medium benötigt. Dies ist der Leiter. Er besteht aus Kupfer. Durch den spezifischen elektrischen Widerstand des Leitermaterials kommt es im Betrieb zu elektrischen Verlusten, die den Leiter erwärmen.

Für SuedLink kommen kunststoffisolierte Kabel zum Einsatz.

Kabelaufbau

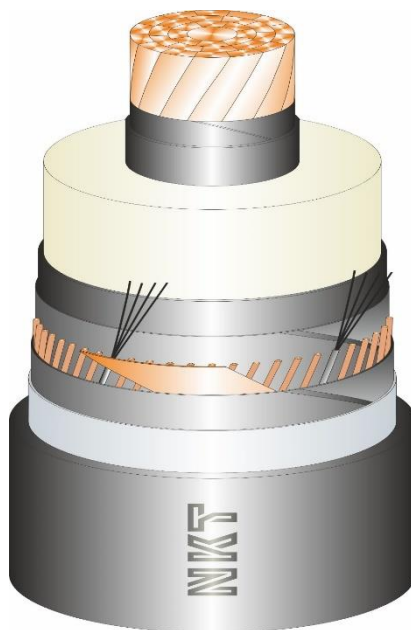


Abbildung 2: Kabelaufbau NKT-525 kV HGÜ-Kabel²

Nr.	Beschreibung	Details
1	Leiter	Kupfer, Keystone
2	Binder	Halbleiterband
3	Innere Leitschicht	Halbleitenden Polymer
4	Isolierung	vernetztes Polyethylen
5	äußere Leitschicht	halbleitendes Polymer
6	Schirm	Kupferdrähte mit Gegenwendel
7	Lichtwellenleiter	4 Rohre mit je 3 SM + 3 MM-Fasern
8	halbleitende Wassersperre	halbleitende, wasserquellbare Bänder
9	Querwassersperre	überlappende, verklebte Aluminiumfolie
10	Außenmantel	HDPE-Mantel
11	halbleitende Schicht	extrudiertes Polyethylen

² Quelle: Basic Design NKT, Stand 2021

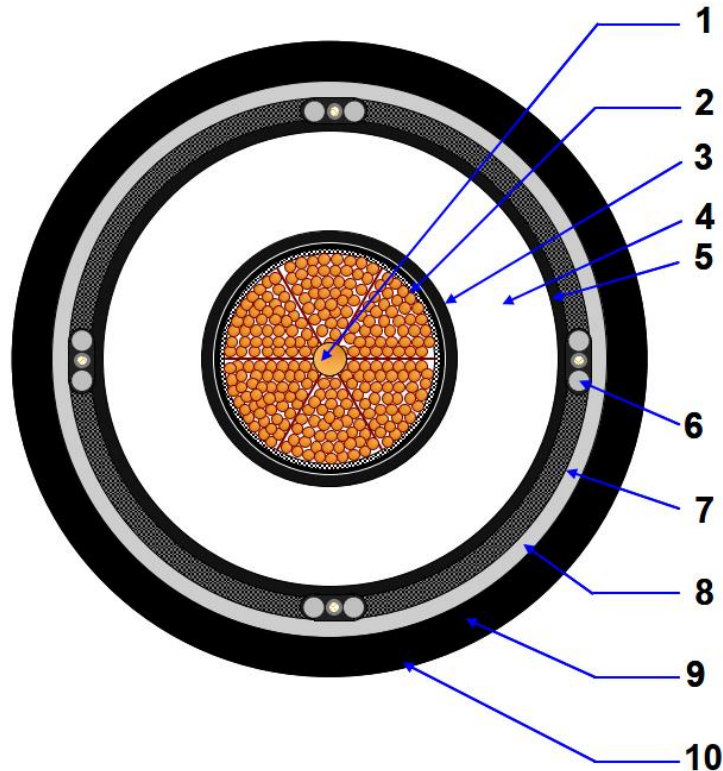


Abbildung 3: Kabelaufbau Prysmian HGÜ-Kabel³

Nr.	Beschreibung	Details
1	Leiter	Kupfer verdichteter, runder, segmentierter zentraler Kupferstab, wasserdicht
2	Binder	Halbleiterband
3	innere Leitschicht	halbleitendes Polymer
4	Isolierung	XLPE
5	äußere Leitschicht	halbleitendes Polymer
6	Lichtwellenleiter	4 Rohre mit je 3 SM + 3 MM-Fasern
7	halbleitende Wassersperre	halbleitende, wasserquellbare Bänder
8	Metallmantel	längsnahtgeschweißtes Aluminiumband
9	Außenmantel	roter HDPE-Polymer-Mantel
10	halbleitende Schicht	extrudierte, schwarze, halbleitende Schicht

Isolierung

Der stromführende Leiter ist gegenüber dem Medium (Boden), in das er verlegt wird, isoliert. Die Isolierung verhindert einen leitfähigen Kontakt zwischen dem spannungsführenden Leiter und dem Erdpotenzial.

Kabelschirm

Der Kabelschirm ist nötig, um Betriebs- (Ausgleichsströme und Bereitstellung eines definierten Erdpotenziales über die gesamte Strecke) und Fehlerströme zu führen.

³ Quelle: Basic Design Prysmian, Stand 2021

Er besteht aus Kupferdrähten, die radial entlang der äußeren Leitschicht angeordnet sind. Eine Querleitwendel gewährleistet die elektrische Verbindung zwischen den einzelnen Drähten. Die Erdung des Schirms erfolgt in regelmäßigen Abständen in den Linkboxen. Hier finden auch Wartungsmessungen statt. Details dazu sind den Kapiteln 2.1.2.5 „Linkboxen“, sowie 2.1.2.7 „Betriebliche Lichtwellenleiter (LWL), LWL-Zwischenstationen bzw. Erdungs- und Schirmtrennstellen“ zu entnehmen.

Interne Lichtwellenleiter (LWL)

Interne LWL sind im Bereich der Schirmebene im Kabelaufbau vorgesehen. Die internen LWL dienen der Kommunikation, der Übertragung von Steuer- und Schutzsignalen sowie der Temperaturüberwachung und Fehlerortung. Weiterführende Informationen sind dem Kapitel 2.1.2.6 zu entnehmen.

Längswasserschutz

Der Längswasserschutz wird durch ein quellfähiges Band gewährleistet. Das Band ist halbleitend und quellend. Durch die quellende Eigenschaft wird eine kapillare Fortleitung von Feuchtigkeit längs im Kabel verhindert.

Metallmantel (Querwasserschutz)

Durch Kunststoffe kann über die Zeit Feuchtigkeit diffundieren. Um dies zu verhindern, bekommt das Kabel einen metallischen Querwasserschutz. Dieser Schutz besteht im Regelfall aus einer Aluminiumfolie. Die Ausführung kann, je nach Anforderung, auch aus einem Aluminiumglattmantel bestehen.

Kunststoffmantel

Der Kunststoffmantel schützt das Kabel vor mechanischer Beanspruchung und trennt das Erdpotenzial vom Schirmpotenzial.

2.1.2.2 Spannungsebene

Von Seiten des Vorhabenträgers wurden 525 kV-Gleichstromkabel unterschiedlicher Hersteller intensiven Prüfungen unterzogen, mit dem Ergebnis, dass diese für den Einsatz beim SuedLink geeignet sind. Somit wurde für das Vorhaben 3 und 4 gem. BBPIG der Einsatz von 525-kV-Kabeln festgelegt.

2.1.2.3 Kabelverbindungen (Muffen)

Die einzelnen Kabellieferlängen werden durch Muffen an Ort und Stelle miteinander verbunden. Die Muffenmontage erfolgt unter kontrollierten Bedingungen in einem Container auf der Baustelle, um während der Arbeiten möglichst trockene, staubfreie und klimatisierte Bedingungen zu gewährleisten. Dazu werden je nach Erfordernis u.a. auch Container für einen Aufenthaltsraum, Toiletten und eine Abfallsammelstelle sowie verschiedene Geräte wie Generatoren und Pumpen angeordnet. Nach Abschluss der Arbeiten an den Muffen werden die Container abgebaut und die Muffen werden gemeinsam mit den Erdkabeln im Kabelgraben in der Regel mit dem Bettungsmaterial und dem Aushubmaterial überdeckt (siehe Abbildung 4 bis Abbildung 6). Je nach Anforderungen wird die Muffe mit Trägern oder Ähnlichem stabilisiert. Muffenverbindungen stellen somit keine Bauwerke dar.



Abbildung 7: Muffen (Pfeilmarkierung) vor Wiederverfüllung des Leitungsgrabens⁷

2.1.2.4 Erdseil für Blitzschutz

In Trassenabschnitten, die einer erhöhten Gefährdung durch Blitzeinschläge unterliegen, werden zum Schutz des Kabelsystems blanke Leiter seitlich oberhalb der HGÜ-Kabel verlegt. Der Leiter besteht in der Regel aus verzinnem Kupfer mit einem Durchmesser von ca. 1-2 cm und wird im Bereich auf bzw. knapp über der Bettung verlegt. Um die Warnfunktion des Trassenwarnbandes sicherzustellen, liegt dieses noch deutlich über dem Erdseil.

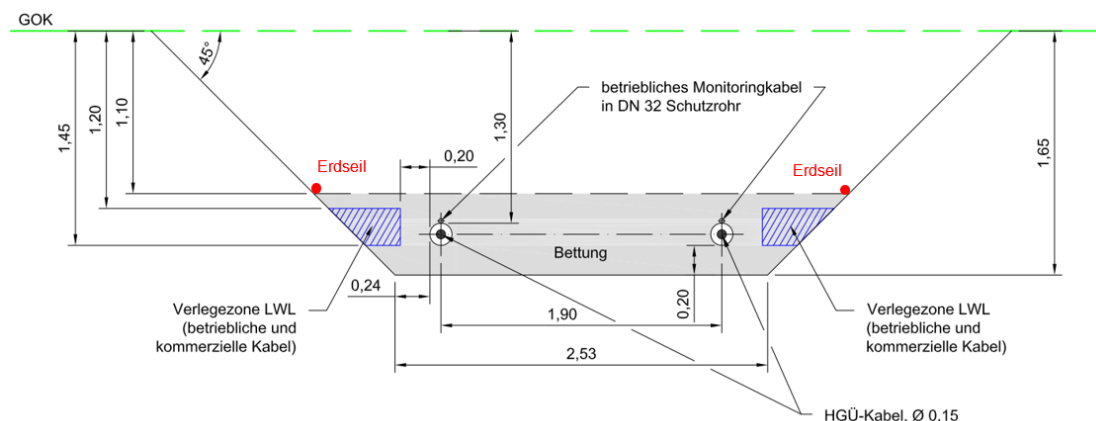


Abbildung 8 Grabenquerschnitt mit Anordnung der Erdseile⁸

2.1.2.5 Linkboxen

Linkboxen sind für Mess- und Erdungsstellen vorgesehen. Zusätzlich dienen die Linkboxen der Unterstützung der Fehlerortung.

Die Kabelschirme der HGÜ-Kabel werden im Abstand von ca. 10-11 km in der Umgebung der entsprechenden Muffe geerdet und dafür in eine jeweils dafür vorgesehene Linkbox geführt. Die Linkbox beinhaltet somit die Schirmtrennstelle und Erdung.

Die Linkboxen werden je nach Erfordernis und Örtlichkeit unter- oder oberhalb der Geländeoberfläche errichtet.

⁷ Quelle: Eigene Abbildung

⁸ Quelle: Eigene Abbildung

Sie müssen zugänglich sein und mit einem Abstand von maximal 10 m von den Muffen platziert werden. Bei der Bestimmung des Aufstellortes wurde neben den betrieblichen und planungsrechtlichen Erfordernissen, sofern möglich, auch der Reduzierung der eventuellen landwirtschaftlichen Beeinträchtigung Sorge getragen. Die Linkboxen weisen eine Flächeninanspruchnahme von wenigen Quadratmetern auf. Es ist vorgesehen diese, sofern möglich, an vorhandenen Straßen und Wegen oder als Schacht in zu querenden Feld- oder Radwegen zu platzieren. Zum Schutz der Linkboxen werden rund um die Boxen gegebenenfalls Poller angebracht.

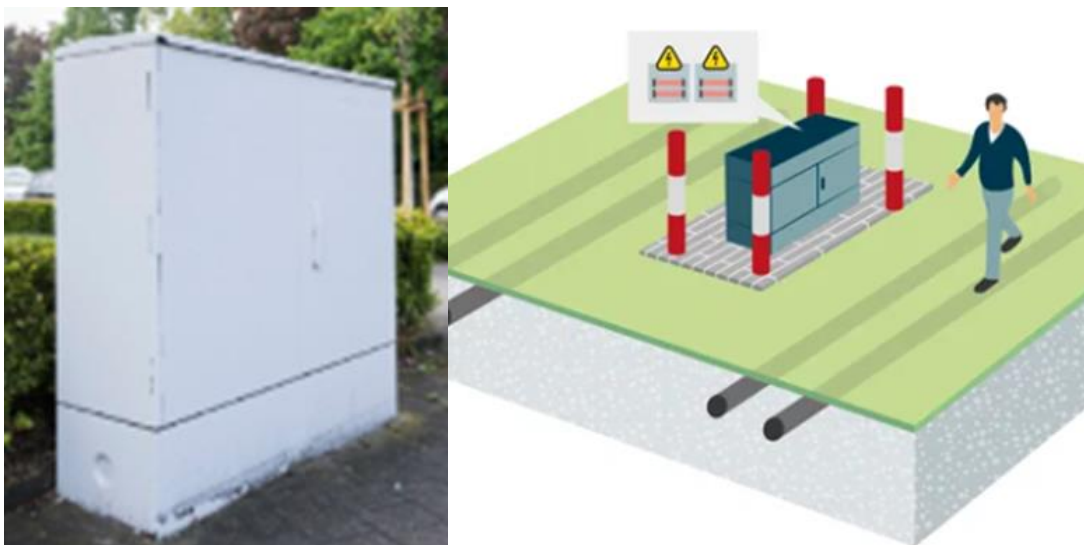


Abbildung 9: Linkbox (oberirdisch)⁹ (prinzipielle Ausbildung)

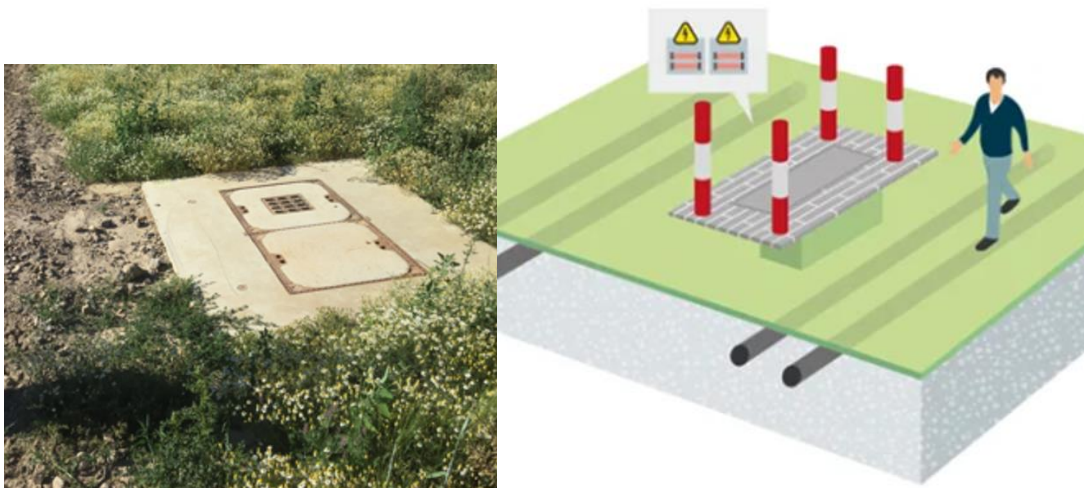


Abbildung 10: Linkbox (unterirdisch)¹⁰ (prinzipielle Ausbildung)

2.1.2.6 Betriebsnotwendige Lichtwellenleiter (LWL), LWL-Zwischenstationen

Betriebsnotwendige Lichtwellenleiter werden zur Kommunikation zwischen den Netzverknüpfungspunkten bzw. den Konverterstationen parallel zu den Erdkabeln mitverlegt.

⁹ Quelle: Eigene Abbildung

¹⁰ Quelle: Eigene Abbildung

Die betriebsnotwendigen Lichtwellenleiter werden darüber hinaus für betriebliche Zwecke, zur Übertragung von Steuer- und Schutzsignalen sowie für Kabeltemperaturüberwachung und Fehlerortung, benötigt. Die Verlegung erfolgt in Schutzrohren, welche in speziellen Verlegezonen innerhalb des Kabelgrabens eingeplant werden. Zusätzlich wird ein betriebliches Monitoringkabel auf dem HGÜ-Kabel montiert mitverlegt. Dieses Monitoringkabel ist durch ein Schutzrohr (DN32) geschützt und liegt auf dem HGÜ-Kabel auf.

Die Kabelschutzrohre (DN 50) für die LWL-Kabel werden bei offener Bauweise, in einer seitlich im Kabelgraben angeordneten LWL-Verlegzone, verlegt. Die Kabel werden dabei sowohl bei der Verlegung als Normalstrecke als auch Stammstrecke beidseitig der Kabelsysteme redundant angeordnet (siehe dazu auch Abbildung 15 sowie Abbildung 16 in Kapitel 2.1.5.2 „Kabelgraben“). Unabhängig vom Baufortschritt der HGÜ-Kabelanlage können die LWL zu einem späteren Zeitpunkt in die Leerrohre eingeblasen werden. Nach dem Einblasen werden die Leerrohre gekürzt, die beiden Kabelenden in einer ausgehobenen Grube gemufft (auf Niveau des LWL-Kabel-Verlaufes) und die Grube anschließend verfüllt. An der Oberfläche verbleibt somit kein Störkörper.

Aufgrund der beschränkten Messreichweite von LWL-basierten Kabelmonitoring- und Fehlerortungssystemen werden ca. alle 50 - 100 km (LWL-Länge) Monitoringsysteme zwecks bidirektionaler Messung entlang der Trasse positioniert. Diese werden in den oben genannten LWL-Zwischenstationen angeordnet. Wegen der Dämpfung in den Lichtwellenleitern muss weiterhin, um die Signalqualität und Signalstärke zu gewährleisten, das Lichtsignal nach einer Strecke von bis zu 100 km verstärkt und erneut in die weiter fortführenden Lichtwellenleiter eingespeist werden. Weiterführende Informationen zur Lage der Lichtwellenleiter innerhalb des Kabelgrabens sind in Kapitel 2.1.5.2 „Kabelgraben“ einzusehen.

Die einfachen LWL-Zwischenstationen auf der Normalstrecke haben einschließlich Sicherheitszone einen Flächenbedarf von 32 m x 16 m. Dies entspricht einer Fläche von ca. 500 m². Die Höhe der Bauwerke beträgt bis zu 4 m. Auf der Stammstrecke werden Doppel-LWL-Zwischenstationen angeordnet. Der Flächenbedarf beträgt für die Doppel-LWL-Zwischenstation 1000 m².

Die LWL-Zwischenstationen werden in der Regel in der Nähe der Kabeltrasse in wenig sensiblen Bereichen errichtet.

2.1.2.7 Kommerzielle LWL (Lichtwellenleiter):

Gemäß dem „Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze“ (DigiNetzG) sollen Versorgungsnetze für Energie und Abwasser ebenso wie Infrastrukturen von Straßen, Schienen- und Wasserwegen für den Breitbandausbau mitgenutzt werden. Gemäß § 143 Abs. 2 Telekommunikationsgesetz können Eigentümer oder Betreiber öffentlicher Telekommunikationsnetze bei den Eigentümern oder Betreibern öffentlicher Versorgungsnetze die Koordinierung von Bauarbeiten beantragen. Im Antrag sind Art und Umfang der zu koordinierenden Bauarbeiten und die zu errichtenden Komponenten digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze zu benennen. Im Zusammenhang mit der Errichtung von SuedLink wird daher eine Mitverlegung von je drei kommerziellen Leerrohren links und rechts im Kabelgraben der HGÜ-Kabelsysteme prinzipiell berücksichtigt. Diese Leerrohre mit jeweils einem Durchmesser von DN 50 werden in der gleichen Tiefe verlegt wie die Leerrohre der betriebsnotwendigen LWL von SuedLink.

Eine Aufweitung des Grabens ist für die Mitverlegung der Leerrohre der kommerziellen LWL nicht erforderlich.

Auch die Breite des erforderlichen Schutzstreifens und die Nutzungseinschränkung zur Sicherung der Leitungen werden dadurch nicht verändert.

Die kommerziellen Leerrohre für das digitale Hochgeschwindigkeitsnetz sind nicht Bestandteil des Planfeststellungsverfahrens für den gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt. Sie werden daher nur nachrichtlich erwähnt.

2.1.2.8 Kabelabschnittsstationen (KAS)

Zur Unterstützung der Kabelfehlerortung sind Kabelabschnittsstationen notwendig.

Funktion, Größe und Anzahl

Kabelabschnittsstationen dienen zur Segmentierung der Kabelstrecke mit Zugänglichkeit des Kabelleiters und des Kabelschirms. Innerhalb der Kabelabschnittsstation wird das Kabel dafür aus der Erde geführt und zugänglich gemacht. Dazu wird das Erdkabel durch die Verwendung von zwei Kabelendverschlüssen, die mit einem dazwischenliegenden Leiter ohne Feststoffisolation (z. B. Aluminiumrohr) elektrisch verbunden sind, unterbrochen. So können bei einem Fehlerfall sehr leicht Messungen an dieser Stelle erfolgen.

Die Größe einer einzelnen Kabelabschnittsstation auf der Normalstrecke beträgt etwa 7.000 m². Werden die Kabelabschnittsstationen der beiden Vorhaben unmittelbar nebeneinander angeordnet, ergeben sich Flächeneinsparungen, und die Fläche beträgt dann etwa 13.000 m². Das höchste Anlagenteil stellen die Blitzschutzmasten mit ca. 27 m dar.

Der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kabelabschnittsstationen beträgt ca. 135 km (± 10 km). Es sind vier Kabelabschnittsstationen für Vorhaben Nr. 3 gem. BBPIG sowie drei Kabelabschnittsstationen für Vorhaben Nr. 4 gem. BBPIG vorgesehen. Die jeweiligen Kabelabschnittsstationen der Vorhaben Nr. 3 und Nr. 4 werden in der Regel unmittelbar nebeneinander an einem gemeinsamen Standort angeordnet. Die Kabelabschnittsstationen werden dabei elektrotechnisch für jedes Vorhaben getrennt errichtet.

Die Anlage wird auf Geländeniveau errichtet. Eine Errichtung auf einer Ebene wird angestrebt, jedoch können die einzelnen Komponenten, auch höhenversetzt angelegt werden,

Die Kabelabschnittsstationen sind so konzipiert, dass alle relevanten Emissionen am Anlagenzaun die vorgegebenen Grenzwerte einhalten bzw. unterschreiten.

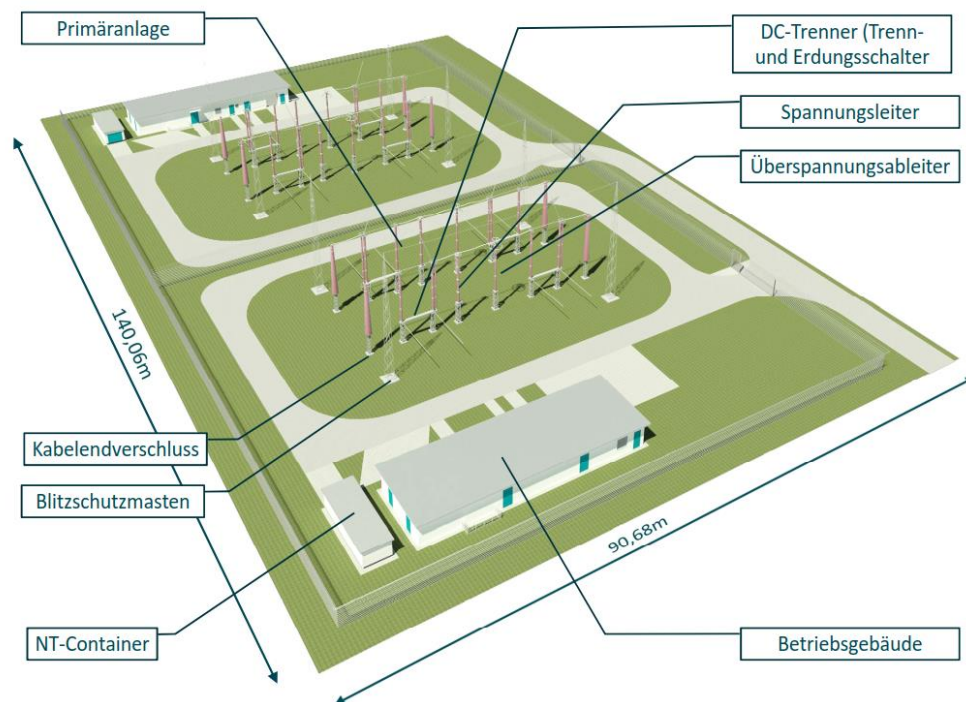


Abbildung 11: Beispiel einer doppelten Kabelabschnittsstation¹¹

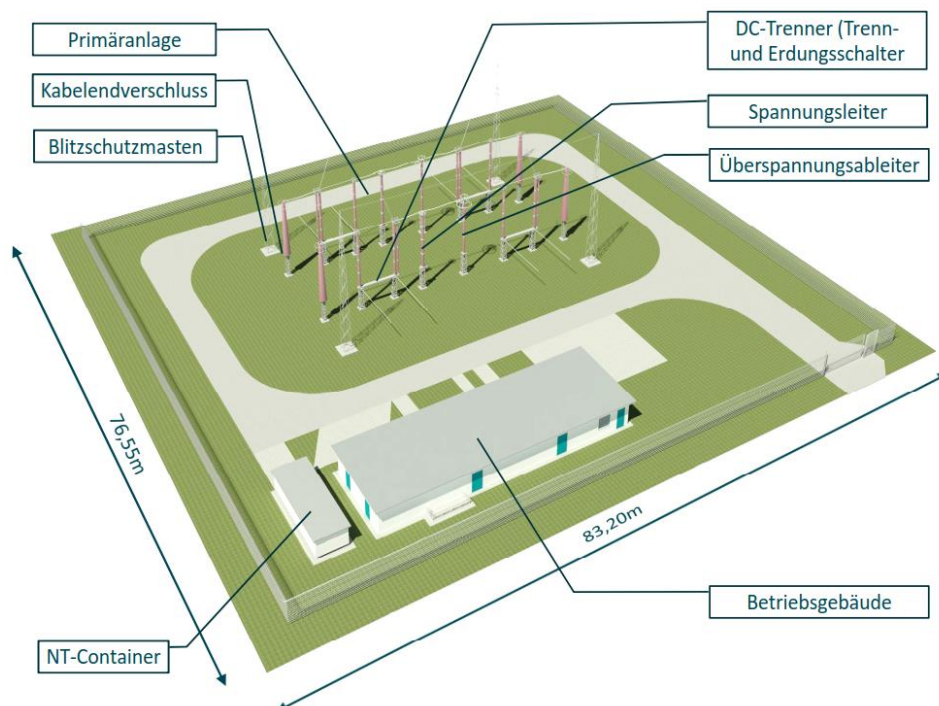


Abbildung 12: Beispiel einer einfachen Kabelabschnittsstation¹²

¹¹ Quelle: Eigene Abbildung

¹² Quelle: Eigene Abbildung

2.1.2.9 Konverterstationen und Anbindungsleitungen

Um den Wechselstrom in Gleichstrom und wieder zurückzuwandeln, sind an den Netzverknüpfungspunkten Konverterstationen notwendig. Das Gelände einer Konverterstation hat die Größe von ca. 6 ha. Darauf werden ca. 20 Meter hohe Hallen errichtet, die die Leistungselektronik enthalten. Im Außenbereich der Konverterstation befinden sich weitere technische Anlagen wie z. B. Transformatoren, Lüftungsanlagen und Kühlaggregate. Die Außenanlagen sind vergleichbar mit einer Umspannanlage und können zu großen Teilen begrünt werden.

In der Umgebung der Netzverknüpfungspunkte sind verschiedene Flächen unter Beteiligung der lokalen Öffentlichkeit auf ihre Eignung als Konverterstandort untersucht worden. Im Ergebnis wurde pro Netzverknüpfungspunkt eine Fläche ausgewählt.

Die Konverterstationen werden in einem separaten Verfahren eigenständig nach Bundes-Immissionsschutzgesetz beantragt und sind daher nicht Bestandteil dieses Planfeststellungsverfahrens.

Wenn eine Konverterstation aufgrund der räumlichen Situation nicht unmittelbar neben dem Netzverknüpfungspunkt errichtet werden kann, ist eine Verbindungsleitung in Form einer 380 kV-Wechselstrom-Freileitung vorgesehen.

Die Freileitungsmasten haben eine Höhe von ca. 60 m und stehen in der Regel in einem Abstand von 300-500 m zueinander. Daher hat der Vorhabenträger Konverterstandorte gesucht, die möglichst nah am Netzverknüpfungspunkt liegen, sodass keine oder nur eine sehr kurze Freileitungsverbindung erforderlich ist.

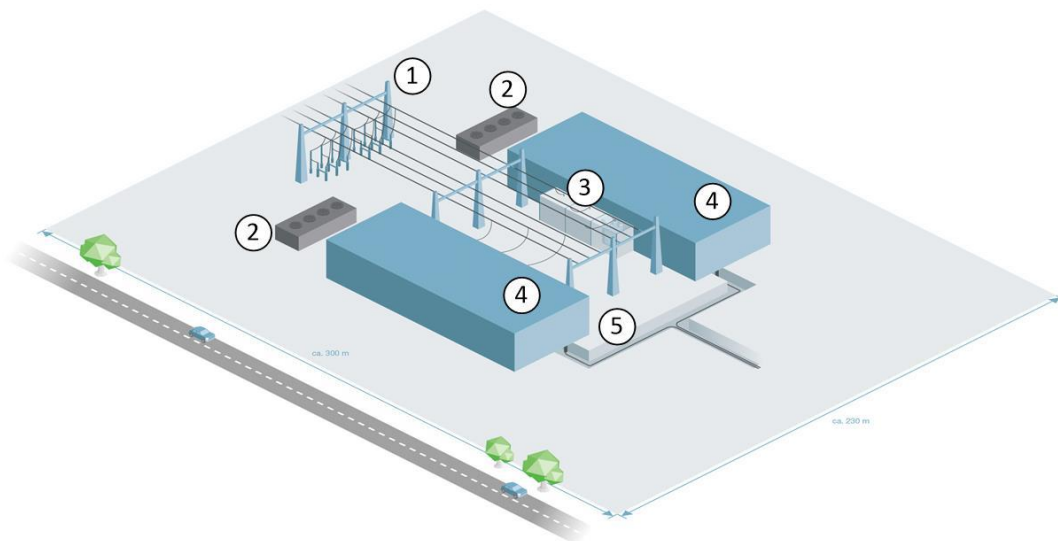


Abbildung 13: Schematische Darstellung einer Konverterstation mit zwei Konverterhallen (Aufbau entspricht einem Kabelsystem)¹³

1. Drehstromseite, Anschluss zum Netzverknüpfungspunkt über AC-Freileitung
2. Kühlanlage
3. Transformatoren
4. Konverterhalle
5. Gleichstromseite, weiter über DC-Erdkabel

¹³ Quelle: Eigene Abbildung

2.1.2.10 Trassenkennzeichnung

Im Verlauf der Kabeltrasse werden, soweit erforderlich, unmittelbar über der Kabeltrasse (im Bereich des Schutzstreifens) Kennzeichnungspfähle mit einer Höhe von rd. 1,8 m über Gelände aufgestellt. An jedem Pfahl befindet sich eine Haube mit Beschriftung.

Die auf der Haube angebrachten Informationen enthalten u. a. Angaben zum Netzbetreiber und eine Notfalltelefonnummer. Am Pfahl wird ein Warnschild „Hochspannung“ angebracht.

An Wasserstraßen, Bahnstrecken, Autobahnen, Bundesstraßen und Schnellstraßen erfolgt die Beschilderung in der Regel beidseitig des Kreuzungsobjekts. Eine einseitige Beschilderung ist in der Regel für Fließgewässer vorgesehen, soweit es sich hier nicht um Wasserstraßen handelt.

Die Aufstellung der Kennzeichnungspfähle im Bereich der Schutzstreifen erfolgt in der Regel so, dass die Nutzung der umliegenden Flächen nicht beeinträchtigt wird. Die konkrete Verortung der Pfähle erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung.

Mit einem vertikalen Abstand von ca. einem Meter zur darüber befindlichen Geländeoberfläche wird im Bereich der offenen Bauweisen über den Kabeln bzw. Schutzrohren ein Warnband verlegt. Die Trassenwarnbänder haben keine negativen Auswirkungen bzgl. des Wassertransports (Wassersperre) und später auch der Wärmeableitung.

2.1.3 Angaben zum Bau der Leitungen

Die nachfolgenden Kapitel beschreiben Angaben zum Bau der Leitung wie Arbeitsstreifen und Details zur Ausbildung der Leitungszone.

Ein Kabelsystem eines Vorhabens wird aus jeweils 1 Paar von Plus- und Minusleitern bestehen. In der Stammstrecke wird jedes Paar in einem eigenen Kabelgraben verlegt. Die Kabelgräben auf der Stammstrecke haben einen Abstand der Systemachsen in der Regel von 10 m. Die Größe und der Abstand der Gräben ergeben sich aus den geotechnischen und thermischen Eigenschaften der anstehenden Böden und der Tiefenlage der Kabel.

2.1.3.1 Regelarbeitsstreifen

Die Breite des Regelarbeitsstreifens für die offene Bauweise beträgt für die:

- Normalstrecke (1 Graben): ca. 30 – 35 m
- Stammstrecke (2 Gräben): ca. 40 – 45 m
 - Im Bereich Waldgebiet westlich von Wasungen: ca. 15 bis 21 m

Liegt die Trasse im Seitenhang und sind sonst keine anderen Entscheidungskriterien (z. B. Platzbedarf, Ausweichen von Hindernissen) anwendbar, wird die Fahrspurseite hangabwärts zu den Kabelgräben platziert, was den sicheren Betrieb von Hebefahrzeugen im Bauablauf gewährleistet.

Der Regelarbeitsstreifen ist aus Gründen der Bautechnologie asymmetrisch zum Kabelgraben. Seitenwechsel der Fahrspurseite sind bei beengten Verhältnissen zum Ausweichen bei Zwangspunkten (z. B. Biotopstrukturen) berücksichtigt, werden aber aufgrund des erhöhten Aufwands im Bauablauf (Überfahrten über den Kabelgraben, etc.) möglichst minimiert. Sie sind auf Querungssituationen mit jenen Verkehrswegen beschränkt, die ohnehin als Zufahrt zum Arbeitsstreifen definiert sind.

Bei größeren Grabentiefen erhöht sich die Aushubmenge und damit auch die Arbeitsstreifenbreite über die Regelarbeitsstreifenbreite hinaus.

Bei geschlossenen Querungen bedarf es auf der Seite der Querung, von welcher der Einzug der Kabelschutzrohre erfolgt einer Auslegefläche für den einzuziehenden Schutzrohrstrang in gerader Verlängerung der Bohrung. Aufgrund der in der Regel größeren Abstände der Kabel und damit der Bohrungen gegenüber der offenen Bauweise wird in Verlängerung der geschlossenen Bauweise in einigen Fällen eine Aufweitung des Regelarbeitsstreifens erforderlich.

Auch bei Muffenstandorten wird der Arbeitsstreifen verbreitert, um die Herstellung der Kabelverbindungen in temporären Containern zu ermöglichen. Die Anordnung des notwendigen Equipments für die Muffenerstellung erfordert im und seitlich des Kabelgrabens zusätzlichen Platz. Zudem werden vor und nach jeder Muffe die Kabel in sogenannten Omega-Schleifen verlegt, um die Muffe vor Zugkräften aus den Kabeln zu schützen. Auch dieses macht eine Verbreiterung des Kabelgrabens im Muffenbereich notwendig.

Unmittelbar bevor die Erdkabel jeweils auf das Gelände einer Konverterstation oder einer Kabelabschnittsstation führen, werden diese in sogenannten Omega-Schleifen verlegt, um die Kabelendverschlüsse vor Zugkräften aus den Kabeln zu schützen und für Reparaturfälle eine Reservelänge zu berücksichtigen. In diesen Bereichen erfolgt für das Verlegen der Kabel eine Aufweitung des Arbeitsstreifens.

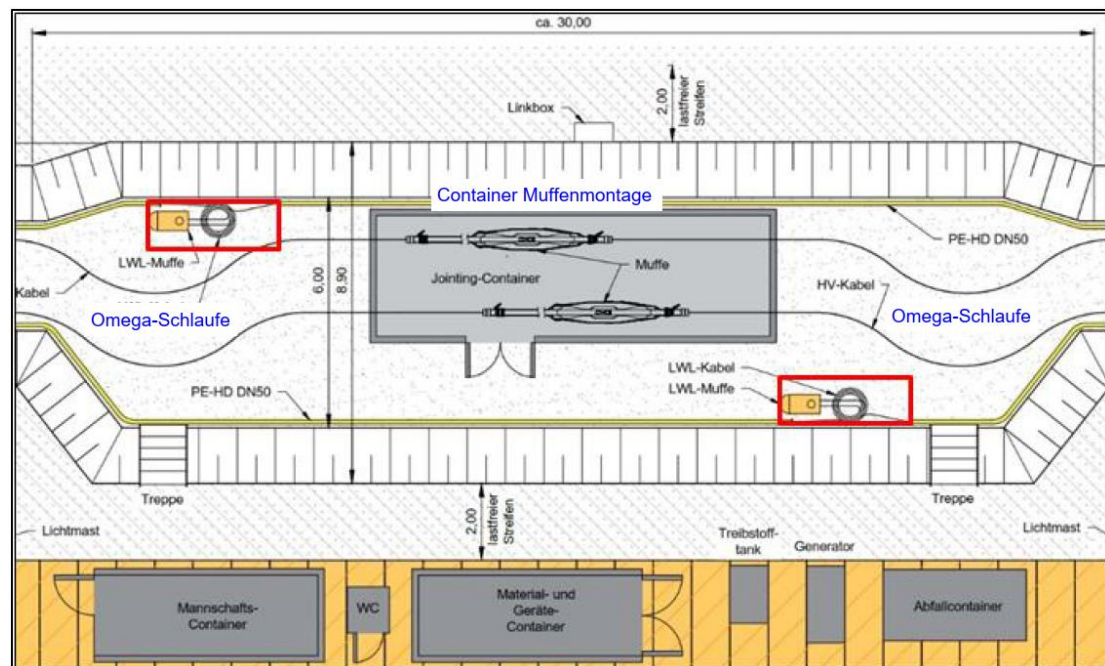


Abbildung 14 Prinzipdarstellung Muffengrube für ein Kabelsystem während der Bauzeit)¹⁴

Details dazu sind in Kapitel 2.1.2.3 näher beschrieben

Details zum Regelarbeitsstreifen, u. a. einen eingeschränkten Arbeitsstreifen sowie einem Arbeitsstreifen mit Ausweichstellen können dem Teil C02 entnommen werden.

¹⁴ Quelle: Abbildung NKT

2.1.3.1.1 Einengung des Arbeitsstreifens

Der Arbeitsstreifen kann an Zwangspunkten (z. B. Biotope) in Einzelfällen in seiner Breite um die Lagerflächen für den Aushub reduziert werden. Unmittelbar anschließend sind dann jedoch entsprechend vergrößerte Lagerflächen und damit Aufweitungen des Arbeitsstreifens notwendig. In Ausnahmefällen kann auch von der üblichen Bauweise abgewichen und durch spezielle Techniken, wie etwa Abfuhr und separate Lagerung von Erdmassen, der erforderliche Arbeitsstreifen verringert werden.

Bei Querungen von kleineren Gewässern in offener Bauweise wird der Arbeitsstreifen im Bereich des Gewässers auf die Breite für den Kabelgraben und eine temporäre Überfahrt reduziert.

Bei Querung linienförmiger Strukturen von geringer Ausdehnung, wie Hecken, wird der Oberboden und der Kabelgrabenaushub generell vor oder hinter der Linienstruktur gelagert.

Die oben genannten entsprechenden Einengungen und Aufweitungen sind u. a. aus den Plänen der Teile C und D Wegerecht ersichtlich.

2.1.3.2 Verlegetiefen

Die Gleichstromkabel werden im Regelfall paarweise in offenen Gräben mit einer Mindestüberdeckung von 1,3 verlegt. Bei einer Verlegung in dieser Tiefe ist eine normale landwirtschaftliche Nutzung nach Fertigstellung uneingeschränkt weiterhin möglich.

Bei der geschlossenen Bauweise (in Bohrungen) werden die Kabel in größerer Tiefe als bei der offenen Bauweise verlegt.

Bei Querung von unterirdischen Fremdleitungen in offener Bauweise erfolgt aufgrund der Einhaltung von Abständen zu Fremdleitungen aus den gültigen Normen und Vorschriften eine tiefere Verlegung der Erdkabel, so dass es im Bereich der Geländeoberfläche zu einer Verbreiterung des Kabelgrabens kommt. Die zu querenden Fremdleitungen werden während der Baumaßnahmen gesichert.

2.1.3.3 Ausbildung der Leitungszone, Bettungsmaterial

Die Leitungszone bzw. die Bettungsmaterialien unterliegen Kriterien, welche in diesem Kapitel beschrieben werden.

Sehr wichtig für die Dimensionierung des Grabens und die Wahl des Bettungsmaterials ist die Wärmeleitfähigkeit. Sie ist neben bodenmechanischen und chemischen Eigenschaften ein wichtiger Materialparameter für das Bettungsmaterial. Für die erdverlegten HGÜ-Kabel ergeben sich aus der Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Mediums maßgebliche Einflüsse auf die übertragbare elektrische Leistung. Bei gleichbleibendem Aufbau und elektrischer Belastung der Kabeltrasse ergibt sich beispielsweise bei einer geringeren Wärmeleitfähigkeit des die Leitung umgebenden Bodens eine höhere Temperatur des Kabels. Aufgrund eines mit der Temperatur steigenden Ohm'schen Widerstandes der Kabel steigen wiederum die thermischen Verluste, was ebenfalls zu einer weiteren Erwärmung beiträgt.

Um die Transporte und somit den Eingriff zu minimieren, wird soweit möglich der vorhandene Aushub wiederverwendet. Infolge der örtlichen Baugrundverhältnisse wird festgelegt, in welchen Bereichen das Aushubmaterial verwendet werden kann, in welchen Bereichen dem Aushubmaterial bodenverbessernde Beimischungen bzw. Verfüllmaterial zugegeben werden müssen und in welchen Abschnitten das Aushubmaterial nicht verwendet werden kann und somit fremdes Material zugeführt werden muss.

Wo sinnvoll wird auch der Einsatz von Flüssigboden erwogen. Beim Flüssigboden wird entweder zur Wiederverfüllung vorgesehenes, ausgehobenes Bodenmaterial fließfähig gemacht, dazu wird ein Gemisch aus Aushubmaterial und Zusatzstoffen hergestellt und verfüllt. Flüssigboden ist mit beliebigen Arten von Bodenaushub möglich. Oder es wird ein hochwärmeleitender, werksfertiger Flüssigboden zum Einsatz gebracht, der sehr gut auf spezielle thermische Anforderungen abgestimmt werden kann. Es werden bodenähnliche bis bodengleiche Verhältnisse erreicht, die eine Wasserdurchlässigkeit wie im Bestand gewährleisten. Flüssigboden enthält keine umweltschädlichen Zusatzstoffe und hat daher keinen unzulässigen Einfluss auf den Boden bzw. das Grundwasser. Der Flüssigboden verfüllt beim Einbau aufgrund seiner Fließfähigkeit Hohlräume von selbst ohne zusätzliche mechanische Verdichtung. Es können enge Grabensituationen, z. B. Zwickel an Engstellen, Leitungskreuzungen etc.) beim Einsatz von Schutzrohren bewältigt werden. Die Verfüllung ist setzungsfrei sowie form- und kraftschlüssig.

In Zusammenhang mit Ausbildung der Leitungszone, Bettungsmaterial, wird auch auf den Punkt 2.1.5.3, Abschnitt Kabelgraben, verwiesen.

2.1.3.3.1 Mechanische Anforderungen an das Bettungsmaterial

Für die Festlegung des Bettungsmaterials sind die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung entscheidend. Die Kabel werden in einer Bettung aus Sand-Feinkies-Mischungen mit klar definierten Eigenschaften verlegt und auch überschüttet, so dass mindestens 0,20 m rund um das Kabel ein homogenes Bettungsmaterial ansteht. In speziellen Fällen (z. B. bei Kreuzungen mit anderen Kabeln oder bei Einführungen in Bauwerken) kann auch der Einsatz anderer Bettungsmaterialien erforderlich werden.

2.1.3.3.2 Thermische Anforderungen an das Bettungsmaterial

Die Wärmeleitfähigkeit des Bodens wird im Zuge der Baugrunduntersuchungen ermittelt. Daraus ergeben sich die erforderlichen Kabelabstände, sowie ggfs. die Erfordernisse für thermisch speziell-optimierte Bettungsmaterialien.

Die Ergebnisse der Untersuchungen der Bodenwärmeleitfähigkeit werden dazu herangezogen,

- eine abschnittsweise individuelle Qualität und Menge des Bettungs-/Austauschmaterials festzulegen,
- ggf. die Abstände der Kabel zueinander zu optimieren,
- eine Bewertung des Aushubmaterials hinsichtlich einer Wiederverwendung als Einbaumaterial durchzuführen,
- sowie über die Wiederverwertung von Aushubmaterial durch Zugabe von Fremdmaterial zur Herstellung der thermischen Anforderung an das Material zu befinden.

2.1.4 **Logistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr**

Das für die Realisierung von SuedLink benötigte Logistikkonzept, die Zuwegungen für Kabeltransport- und Baufahrzeuge sowie die Regelung des Baustellenverkehrs werden in dem, dem Planfeststellungsantrag beiliegenden Teil L03 „Logistik und Verkehrskonzept“ beschrieben. Bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Logistikkonzept werden im Kapitel 2.2 des Teil C01 mit beschreiben.

Um eine Verschmutzung des Straßennetzes durch den Baustellenverkehr weitgehend zu vermeiden, können je nach Dauer und Anwendbarkeit und im notwendigen Umfang Maßnahmen wie beispielsweise mobile Reifenwaschanlagen oder regelmäßige Reinigung der betroffenen Abschnitte berücksichtigt werden.

2.1.5 Arbeits- und Bauablauf

In diesem Kapitel wird der Arbeits- und Bauablauf beschrieben. Beginnend mit den vorbereitenden Maßnahmen im Vorfeld des Bauvorhabens, über die verschiedenen Bauweisen, der Verlegung des Kabels, der Rekultivierung sowie dem schlussendlichen Ersten Energiefluss der Anlage.

2.1.5.1 Bauvorbereitende und baubegleitende Maßnahmen

2.1.5.1.1 Kampfmittelräumung

Mutmaßlich von Kampfmitteln kontaminierte Bereiche werden vorab prioritär erhoben. Im Zuge der projektvorbereitenden Baugrunduntersuchungen wurden für den Bereich der geplanten Erdkabeltrasse Auskünfte zu vermuteten und bekannten Kampfmittelbelastungen eingeholt. Zielstellung hierbei sind einerseits die Gefahrenabwehr bei der Bauausführung (begleitende Sondierung des Oberbodenabtrags) und andererseits die kampfmitteltechnische Freigabe für den Leitungsbetrieb. Sofern ein Verdacht auf mögliche Kampfmittelbelastungen besteht, wird vor Ausführung von Erdarbeiten die Gefahrenfreiheit des Bodens durch Kampfmittelräummaßnahmen entsprechend dem Landesrecht durchgeführt.

Weiterführende Informationen zu Kampfmittelverdachtsflächen bzw. die Ergebnisse der Kampfmitteluntersuchung im Planfeststellungsabschnitt D1 können dem Teil L10 „Abwägungsrelevante sonstige öffentliche und private Belange“ (Kapitel 5) entnommen werden.

2.1.5.1.2 Bauvorgreifende und baubegleitende archäologische Maßnahmen

Bei der Planung wurden archäologische Belange auf der Grundlage von Desktopanalysen beurteilt. Ziel dieses Vorgehens ist es, die Beschädigung oder Zerstörung von bekannten und vermuteten Bodendenkmälern durch mögliche Alternativrouten zu vermeiden.

Im Zuge der Desktopanalysen und der Erstellung der §21-Unterlagen wurden weitere archäologische Maßnahmen, wie invasive Prospektionen (VAA) sowie bauvorgreifende und baubegleitende archäologische Maßnahmen (AM) mit den Behörden abgestimmt. Bei bauvorgreifenden archäologischen Maßnahmen handelt es sich um archäologische Untersuchungen und Erhaltungsmaßnahmen (z. B. Ausgrabungen) in den Bodeneingriffsflächen. Diese können sowohl vor, z. B. während der iterativen Trassenplanung, oder während des regulären Baubetriebs durchgeführt werden. Archäologische Maßnahmen werden zudem während des laufenden Baubetriebs durchgeführt. Bei diesen baubegleitenden archäologischen Maßnahmen handelt es sich um die fachliche Begleitung und ggf. Einleitung von Maßnahmen zur Sicherung archäologischer Informationen durch archäologisches Fachpersonal.

Sowohl bauvorgreifende als auch baubegleitende archäologische Maßnahmen werden in der Regel nach Planfeststellungsbeschluss (§24 NABEG) durchgeführt, können jedoch auch in begründeten Einzelfällen zur Durchführung über § 44c EnWG vor Planfeststellungsbeschluss beantragt werden.

Um den Bodenschutz bei archäologischen Bodeneingriffen zu gewährleisten, ist zudem immer vorab als Teil der ökologischen Baubegleitung die bodenkundliche Baubegleitung einzubeziehen.

Für die Bereiche mit Verdachtsflächen bzw. Bodendenkmäler im Nahbereich des Arbeitsstreifens wird bauvorgreifend eine Prospektion und ein Oberbodenabtrag durchgeführt, um zu prüfen ob und inwieweit zusätzliche Bodendenkmäler durch die Bautätigkeit betroffen sind. Auch für diese Flächen erfolgt eine Bewertung der eventuell betroffenen Bodendenkmäler und eine Festlegung für die Vorgehensweise bei der Bauausführung.

Weiterführende Informationen zu den Archäologischen Maßnahmen können in Teil L07 „Unterlage zur Denkmalpflege“ eingesehen werden.

2.1.5.1.3 Einrichtung Lagerflächen

Vor Baubeginn werden als bauvorbereitende Maßnahmen für die Lagerung von Materialien, Mannschaftscontainer, Abfallcontainer etc. geeignete Flächen in der Nähe der Baustelle eingerichtet. Die Lagerplätze werden durch Einzäunungen gesichert und dienen der Lagerung von Materialien und Geräten.

Die Größe eines Baulagerplatzes variiert in Abhängigkeit von seiner örtlichen Lage und richtet sich nach der Trassenlänge bzw. dem Material, welches von diesem Platz aus auf den Arbeitsstreifen verbracht werden muss.

Eine dauerhafte Befestigung der Lagerplatzflächen ist in der Regel nicht erforderlich. Die Erschließung der Baustelleneinrichtungsflächen mit Wasser und Energie sowie die Entsorgung erfolgt entweder über das bestehende öffentliche Netz oder über vorübergehende Anschlüsse in der für Baustellen üblichen Form (Stromgeneratoren, Sanitärcontainer, mobile Toiletten, etc.).

Büro- und Materialcontainer, welche schnell mobil gemacht werden können, um mit der Baustelle mitzuwandern, sind in der Regel auf Freiflächen in Gewerbegebieten oder auf Brachflächen in Industriegeländen bzw. an landwirtschaftlichen Produktionsanlagen ohne nachteilige Umweltauswirkungen geplant. Weiterführende Informationen zur Errichtung von Lagerflächen entlang der Baustelle sowie den Umgang mit dem anstehenden Boden können Teil „L02 Bodenschutzkonzept“ entnommen werden.

2.1.5.1.4 Baustraßen

Zu Vermeidung unverhältnismäßig langer Wege und einer Vielzahl von Zufahrten zur Baustelle wird der Baustellenverkehr, ausgehend von den notwendigen Zufahrten zu den jeweiligen Trassenabschnitten, so weit wie möglich über eine in Trassenlängsrichtung verlaufende Baustraße innerhalb des Arbeitsstreifens der Trasse geführt. Eingriffe in Natur und Umwelt infolge von andernfalls erforderlichen Ausbau- und Erhaltungmaßnahmen werden dadurch gemindert. Dies ist der Fall im Bereich von nicht hinreichend ausgebauten Straßen und Wegen in Baustellennähe, bzw. der anschließenden Zuwegungen zur Trasse.

Detaillierte Beschreibungen zu Baustraßen sind in Teil L03 „Logistik und Verkehrskonzept“ (Kapitel 2.5.5) einzusehen.

2.1.5.1.5 Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen)

CEF-Maßnahmen (Continuous Ecological Functionality measures) sind vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen zur Wahrung der ökologischen Funktion im räumlichen Zusammenhang. CEF-Maßnahmen dienen dem Schutz von Arten, die dem naturschutzrechtlichen Artenschutz nach § 44 BNatSchG unterliegen.

Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen) lassen sich definieren als Maßnahmen, die unmittelbar an der voraussichtlich betroffenen Fortpflanzungs- oder Ruhestätte ansetzen bzw. mit dieser räumlich-funktional verbunden sind und zeitlich so durchgeführt werden, dass sich die ökologische Funktion der von einem Eingriff betroffenen Fortpflanzungs- oder Ruhestätte nachweisbar oder mit einer hohen, objektiv belegbaren Wahrscheinlichkeit nicht gegenüber dem Voreingriffszustand verschlechtert.

Eine Beschreibung der geplanten Maßnahmen kann dem Teil I „Landschaftspflegerischer Begleitplan“ entnommen werden.

2.1.5.1.6 Vorgezogene artenschutzfachliche Maßnahmen (vor Baubeginn)

Zur Vermeidung der Beeinträchtigung von gefährdeten und geschützten Brutvogel- und Gastvogelarten in bestimmten besonders empfindlichen Bereichen (z. B. Vogelschutzgebieten) könne Bauzeitenregelungen festgesetzt werden.

Für die Brutvogelarten, deren Brutzeiten über die Bauzeitbeschränkungen hinausgehen, wurden zusätzliche Maßnahmen durchgeführt, sofern Brutplätze vom Vorhaben betroffen sind und eine Verschlechterung des Erhaltungszustandes der lokalen Populationen durch Verluste von Nachgelegen oder Störung einzelner Brutpaare nicht ausgeschlossen werden konnte.

Eine genaue Beschreibung der artenschutzrechtlichen Vermeidungsmaßnahmen kann Teil H „Artenschutzrechtlicher Fachbeitrag“ entnommen werden.

2.1.5.1.7 Altlasten/Abfallentsorgung

Altlasten (Bauvorbereitend):

Nach der Definition des Bundes-Bodenschutzgesetzes sind Altlasten als Altablagerungen und Altstandorte bezeichnet, durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden können. Die Bundesnetzagentur fordert die Vorhabenträger im Untersuchungsrahmen für die Planfeststellung auf, Gefahren für den Boden durch die Baumaßnahmen durch ein Bodenschutzkonzept einzuschätzen. Eine genaue Beschreibung des Umgangs mit Altlasten sowie eine Darstellung relevanter Altlastenflächen sind im Teil L02 „Bodenschutzkonzept“ einzusehen.

Abfallentsorgung (Baubegleitend):

Gemäß § 6 Abs. 1 KrWG sind Abfälle in erster Linie zu vermeiden. Abfälle, die nicht vermieden werden können, sind zu verwerten, sofern dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Die Abfälle können bei der Verwertung z. B. wieder dem Rohstoffkreislauf zugeführt (Recycling), oder z. B. als Baumaterial wiederverwendet werden (Bodenaushub). Ist die Verwertung nicht möglich, so sind Abfälle schadlos zu beseitigen. Die Verwertung genießt grundsätzlich Vorrang vor der Beseitigung. Der Vorrang der Verwertung entfällt, wenn die Beseitigung die umweltverträglichere Lösung darstellt.

Die Entsorgung von auf der Baustelle anfallenden Abfällen wie z. B. nicht wiederverwendetes Aushubmaterial, Holz und Geotextile werden in Teil L10 „Abwägungsrelevante sonstige öffentliche und private Belange“ (Kapitel 10.12 „Abfall“) beschrieben.

2.1.5.1.8 Kartierungs- und Vermessungsarbeiten

Weitere bauvorbereitende Maßnahmen zusätzlich zu den vorangehend im Kapitel 2.1.5.1 angeführten sind z. B. Kartierungen, Vermessungsarbeiten und Ermittlung von Fremdleitungen im Baufeldbereich.

Im Teil L05 Kartiierungsergebnisse sind die durchgeführten Kartierungen entlang der Erdkabeltrasse und deren Ergebnisse erläutert.

Vermessungsarbeiten

Für die Planung der Trasse wurden die vor Ort vorhandenen Infrastrukturen erhoben und in die Trassenpläne eingetragen und für die Festlegung der Achse und Planung der Querungen berücksichtigt.

Vor der Bauausführung erfolgt die Absteckung der Trasse (Tiefbau) in der Örtlichkeit. Dazu werden von den ausführenden Firmen die vorliegenden Angaben zu Fremdleitungen im jeweiligen Bauabschnitt noch einmal erhoben und ergänzt. Im Bereich von Kreuzungen werden dabei die relevanten Daten (z. B. Sohliefen und reale Lage von Fremdleitungen) mittels Suchschachtung überprüft und mit dem Planungsstand abgeglichen, um sicherzustellen, dass bei der Bauausführung keine Schäden an bestehenden Fremdleitungen entstehen.

Darüber hinaus wird ein Festpunktfeld im Zuge der bauvorbereitenden Maßnahmen für die Leitungsvermessung erstellt.

2.1.5.1.9 Baugrund

Die Baugrunduntersuchungen sind nicht Teil des Planfeststellungsverfahrens und werden hier nur aus Gründen der besseren Verständlichkeit informativ aufgeführt und beschrieben. Die Erkundung des Baugrunds erfolgt im Zuge der Voruntersuchungen.

Für die Untersuchung des Baugrunds wurden Entnahmen von Bodenproben und Aufnahme der Bodenhorizonte mittels Rammkernsondierungen, zur Ermittlung der Lagerungsdichte mittels schwerer Rammsondierungen (DPH) und des Standardpenetrationstests (SPT), Schneckenbohrungen und verrohrte Kernbohrungen, Erstellung von Schürfen sowie die Erstellung von Grundwassermessstellen für Grundwasserprobenahmen und Pumpversuche durchgeführt.

Als weiterführende Unterlage zu Baugrund und Baugrunduntersuchungen wird auf den Teil L01 „Geotechnische Untersuchungen“ verwiesen.

2.1.5.2 Kabelgraben

Bei der offenen Bauweise, welche die Regelbauweise bei SuedLink darstellt, ist der Aushub eines Kabelgrabens für die Verlegung erforderlich. Das Regelprofil des Kabelgrabens ergibt sich entsprechend der geometrischen Vorgaben und wurde nach anerkannten Regeln der Technik sowie geltenden Vorschriften entwickelt. Das Regelprofil stellt einen Ansatz aus den technischen und thermischen Erfordernissen dar. Die Abstände der Kabel zueinander sind abhängig von den anstehenden Bodenkennwerten (Bodenart), Feuchtigkeit und der damit einhergehenden Wärmeleitfähigkeit des Bodens sowie die Erwärmung des Kabels bei der Stromübertragung.

Die Typenpläne für die Grabenprofile sind dem Teil C01 zu entnehmen.

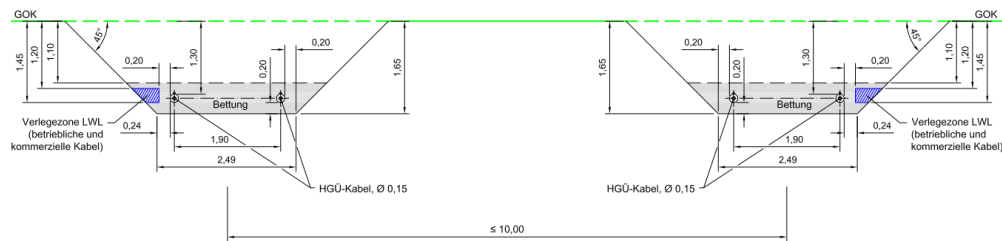


Abbildung 16: Grabenprofil Stammstrecke, erdverlegt¹⁶

Bei tieferer Verlegung ergibt sich an der Oberfläche eine größere Grabenbreite. Eine tiefere Verlegung der Kabel kann erforderlich sein bei:

- Vorhandenen oder geplanten Drainagesystemen
- Vorhandenen unterirdischen Leitungen
- Besonderen landwirtschaftlichen Praktiken, wie z. B. Tiefenlockerungen von Böden mit Untergrundhaken, Sonderkulturen wie Hopfen, etc.
- Böden mit geringer Tragfähigkeit
- Oberirdischen Entwässerungssystemen wie Beetstrukturen, Grüppensysteme, Muldenentwässerung etc.
- Kreuzung von Gewässern, Straßen, unterirdischen Ver- und Entsorgungsleitungen

Alternativ können bei größeren Graben- bzw. Verlegetiefen auch Verbauten zur Grabensicherung zum Einsatz kommen. Hierbei entfällt die Grabenböschung.

Das Kabel ist neben einem Warnband durch einen Kabelschutz vor Tiefbauarbeiten zu schützen. Ziel ist es, einer Markierung bei Grabungsarbeiten frühzeitig auf das Kabel aufmerksam zu machen.

Der Regelbauablauf inklusive Voruntersuchungen ist unter Kapitel 2.2.9.1 tabellarisch beschrieben.

Neben der klassischen Bauüberwachung / Bauoberleitung werden zusätzlich bodenkundliche Baubegleitung, Umweltbaubegleitung, Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator (SiGeKo) und archäologische Baubegleitung zum Einsatz kommen, die die Einhaltung aller einschlägigen Auflagen aus dem Genehmigungsprozess überwachen bzw. auf während der Bauausführung auftretende Aspekte wie z. B. archäologische Artefakte entsprechend reagieren. Weiterführende Informationen sind u. a. dem Teil I „Landschaftspflegerischer Begleitplan“, dem Teil L02 „Bodenschutzkonzept“ und dem Teil L07 „Unterlagen zur Bodendenkmalpflege“ einzusehen.

Der Aushub des Kabelgrabens wird beginnend mit dem erwähnten Oberboden und anschließend mit dem übrigen Aushub längs des Kabelgrabens schichtweise getrennt gelagert. Die erforderliche Anzahl der Trennungen wird im Rahmen der bodenkundlichen Aufnahme und der Baugrunduntersuchungen erkundet und bei der Festlegung der Arbeitsstreifen in der Planung berücksichtigt.

¹⁶ Quelle: Eigene Abbildung

Die Aushubmassen des Unterbodens werden gegebenenfalls bei günstigen Bedingungen auf dem nicht abgetragenen Oberboden, bei Bedarf getrennt durch ein Geotextil / Geogitter (z. B. auf Stoppel, auf Grünlandgrasnarbe), gelagert. Bei der Rückverfüllung wird darauf geachtet, dass es zu keinem Vermischen der Bodenhorizonte kommt.

Die Entscheidung zum Oberbodenabtrag im Bereich des gesamten Arbeitsstreifens mit Ausnahme der Breite der Oberbodenmiete erfolgt fallspezifisch z. B. in Abhängigkeit von der Dauer der Baumaßnahme (Jahreszeiten) und Bodenfeuchte. Die Entscheidung, ob der Oberboden zwischen den Gräben und unterhalb von Lagerflächen/ Baustraßen bestehen bleiben kann, trifft in Abhängigkeit des gewählten Bauablaufs, der Art der anstehenden Böden, der Bedeutung des Oberbodens als Grundwasserschutzschicht insbesondere in Wasserschutzgebieten und der Witterungsbedingungen (Bodenfeuchte) die bodenkundliche Baubegleitung.

2.1.5.3 Offene Bauweise

Als offene Bauweise bezeichnet man ein Verfahren, bei dem ein Kabelgraben ausgehoben wird. Die Verlegung der Kabel im offenen Kabelgraben stellt die Regelbauweise dar. Diese kommt auch in folgenden Fällen zur Anwendung:

- bei allen Feldwegen und Straßen, die nach Abstimmung mit dem Straßenbaulastträger offen gequert werden dürfen
- bei kleinen Fließgewässern und Gräben
- bei Parallelführung mit einem Verkehrsweg, bei großer Tiefe der Fremdleitung
- in allen Hanglagen, falls keine geschlossene Bauweise als Ausführungsvariante (als Ergebnis reduzierten Aufwandes z. B. in Kombination mit vorheriger Straßenunterquerung) vorgenommen wird.

Offener Graben mit Schutzrohr:

Die Verlegung im offenen Graben ohne Schutzrohr stellt eine Standardbauweise bei SuedLink dar. Für die Verlegung eines Erdkabels als offene Bauweise mit Kabelschutzrohr muss zunächst, wie beschrieben, ein Kabelgraben ausgehoben werden (siehe Kapitel 2.1.5.2 Kabelgraben). Danach werden Kabelschutzrohre in den Graben gelegt, ehe dieser wieder verfüllt werden kann. Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode besteht darin, dass die Kabel zeitlich flexibel, zu einem späteren Zeitpunkt eingezogen werden können.

Im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt stellt die Bauweise im offenen Graben mit Schutzrohr den Regelfall dar.

Eine weitergehende Beschreibung dieses Verlegeverfahrens ist in Anhang 01 dem „Steckbrief 1.1 Offener Graben mit Schutzrohr“ zu entnehmen.

Offener Graben ohne Schutzrohr:

Die Verlegung im offenen Graben ohne Schutzrohr stellt eine Standardbauweise bei SuedLink dar. Da es sich um eine offene Bauweise handelt wird ein Graben ausgehoben, in welchen das Kabel in einer speziellen Bettung ausgelegt wird.

Im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt kommt diese Bauweise in der Regel nur in Bereichen der Muffen-, Einzugs- und Schubgruben zum Einsatz.

Eine weitergehende Beschreibung dieses Verlegeverfahrens ist in Anhang 01 dem „Steckbrief 1.2 Offener Graben ohne Schutzrohr“ zu entnehmen.

2.1.5.4 Geschlossene Bauweise

Die geschlossene Bauweise kommt in erster Linie bei der Querung von Verkehrsinfrastruktureinrichtungen und (größeren) Leitungsinfrastrukturen, Natura 2000-Gebieten sowie Gewässern in Abstimmung mit dem Infrastrukturbetreiber zum Einsatz. Zusätzlich können geschlossene Bauweisen an planerischen oder technischen Engstellen, Riegeln, technisch anspruchsvollen Bereichen und Schutzgebieten zum Einsatz kommen.

Abgesehen von Kreuzungen (vgl. Kapitel 2.1.6) sind in einer Reihe von Situationen geschlossene Bauweisen der offenen oder halboffenen (siehe Kapitel 2.1.5.5) Regelbauweise mitunter vorzuziehen. Beispielhaft werden im Folgenden einige typische dieser Situationen näher ausgeführt:

- sehr hoher Grundwasserstand und damit aufwändige Wasserhaltung mit der Notwendigkeit einer ausreichend bemessbaren und nachweisbaren Vorflut. Zusätzlich kann dies mit Böden mit geringer Tragfähigkeit einhergehen, die aufwändiger Baustraßen entlang der Trasse bedürfen.
- sehr dichte Abfolge an zu querenden Gewässern. Vgl. hierzu auch zusammengesetzte Querungen in Kapitel 2.1.6.2.7.
- setzungsempfindliche Böden und/oder Böden mit sehr hohem organischem Anteil.
- Bereiche mit Bodendenkmälern oder Verdachtsflächen, oder mit Sonderkulturen, sofern nicht vermeidbar.
- Steilhänge, insbesondere, wenn diese bewaldet und/oder mit anderen Schutzgebieten belegt sind.
- Schutzgebiete mit sehr restriktiven Bauzeiteneinschränkungen, z. B. kombinierte Rastvogel- und Wiesenbrütergebiete. Oder auch Schutzgebiete mit strengen Schutzzielen, z. B. Feldhamster.

Im Folgenden werden verschiedene Ausführungsmöglichkeiten der geschlossenen Bauweise angeführt.

Gesteuerte Horizontalbohrung (englisch: Horizontal Directional Drilling - HDD)

Das HDD-Verfahren (deutsch: gesteuerte Horizontalbohrung) ist ein geschlossenes Verfahren. Als erster Schritt erfolgt die Pilotbohrung mittels eines Bohrgestänges mit steuerbarem Bohrkopf.

Am geplanten Austrittspunkt wird an das austretende Gestänge ein dem Baugrund entsprechendes Aufweitungswerkzeug anstatt des Bohrkopfes montiert. Beim Zurückziehen wird der Bohrkanal aufgeweitet. Diese Schritte werden wiederholt, bis ein erforderlicher Enddurchmesser erreicht ist. Danach wird das Kabelschutzrohr in den Bohrkanal eingezogen, indem es an das Bohrgestänge angehängt wird.

Eine weitergehende Beschreibung des HDD-Verfahrens ist dem „Steckbrief 2.1 HDD“ in Anhang 01 zu entnehmen.

Gesteuerter Ausbläser

Das Verlegeverfahren „gesteuerte Ausbläser“ ist eine Variante des vorangehend beschriebenen HDD-Verfahrens. Um größere Bohrlängen zu erreichen, muss der Druck der bei HDD-Verfahren eingesetzten Spülungssuspension verringert werden.

Dies ist notwendig, um z. B. das zu querende Gewässer vor austretender Suspension, aufgrund hoher Drücke im Bohrloch, zu schützen. Zu diesem Zweck werden exakt entlang der Bohrlinie Entlastungsbohrungen angelegt, an welchen jeweils eine kontrollierte Entnahme der Bohrspülung möglich ist.

Eine weitergehende Beschreibung zu diesem Verfahren ist dem „Steckbrief 2.2 gesteuerte Ausbläser HDD“ in Anhang 01 zu entnehmen.

Pilotrohrvortriebsverfahren

Beim Pilotrohrvortrieb, einem unbemannten, gesteuerten Rohrvortriebsverfahren, wird ein Rohr aus einer Startbaugrube in eine Zielbaugrube hydraulisch oder pneumatisch vorgepresst. In der Startgrube, welche üblicherweise eine Größe von 50–150 m² aufweist, wird eine Pressbohranlage installiert und an den Grubenwänden durch ein Presswiderlager abgestützt.

Zunächst wird ein Pilotrohrstrang gesteuert vorgetrieben. Im nächsten Arbeitsschritt wird ein Rohr (Vorrohr) gleichen oder größeren Durchmessers, welches dem Pilotstrang exakt folgt, eingezogen. Über innenliegende Förderschnecken wird der dabei gewonnene Boden zum Startschacht transportiert. Nachfolgend werden die endgültigen Mantelrohre nachgeschoben und die Vorrohre aus der Zielgrube geborgen.

Eine weitergehende Beschreibung des Pilotvortriebsverfahren ist dem „Steckbrief 2.3 Steuerbare Verfahren Pilotrohrvortrieb“ in Anhang 01 zu entnehmen.

2.1.5.5 Halboffene Bauweise

Im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt kommen keine halboffenen Bauweisen zum Einsatz.

2.1.5.6 Maschinen- und Gerätebedarf

Die Kabelgräben werden durch die bauausführenden Firmen aus Gründen des Bodenschutzes äußerst sorgfältig hergestellt. Infolgedessen werden von diesen, entsprechend den bautechnischen Erfordernissen, Baugeräte mit möglichst geringem Eigengewicht eingesetzt, sofern diese zur Verfügung stehen.

Um die Flächenpressung des Bodens so gering wie möglich zu halten, werden Geräte mit Raupenfahrwerk eingesetzt.

Baugeräte mit Radfahrwerk dürfen durch die bauausführenden Firmen ausschließlich auf befestigten Baustraßen und den Baustelleneinrichtungsflächen zum Einsatz gebracht werden. Lastverteilplatten können z. B. zur Befestigung bzw. Ertüchtigung der Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen herangezogen werden.

In Abhängigkeit des Baufortschrittes kommen unterschiedliche Geräte zum Einsatz. Diese sind in der Regel geländegängig. Alle eingesetzten Baumaschinen werden mit Hydraulikölen betrieben, die biologisch abbaubar sind.

2.1.5.7 Wasserhaltung

Während der Bauzeit kann es bei der offenen Bauweise in Bereichen mit hohen Grundwasserständen erforderlich sein, bauzeitliche Grundwasserabsenkungen vorzunehmen. Dazu sind temporäre Wasserhaltungsmaßnahmen durchzuführen, um die Kabelgräben bzw. Start- oder Zielbaugruben von eindringendem Grundwasser freizuhalten. In der Regel erfolgt eine Begrenzung der Grundwasserabsenkung auf ca. 0,5 m unter der Baugrubensohle.

Wasserhaltung erfolgt in der Regel als offene Wasserhaltung, wobei das in Baugruben und Kabelgräben eindringende Grundwasser abgepumpt und der Vorflut zugeführt bzw. versickert wird. Die Art der Wasserhaltung wird im Vorfeld mit den zuständigen Behörden abgestimmt und wird parallel zum Planfeststellungsverfahren durch gesonderte wasserrechtliche Erlaubnisse zugelassen.

Eine weiterführende Beschreibung der geplanten Wasserhaltungsmaßnahmen ist dem Teil L06.3 „Wasserhaltungskonzept“ zu entnehmen.

2.1.5.8 Kabelverlegung und Kabeleinzug

Bei der offenen Bauweise erfolgt die Kabelverlegung mit Hilfe eines Seilzugs. Die für den Transport auf Spulen aufgewickelten Kabel werden schleiffrei, d. h. ohne Bodenberührung zwischen Kabelabspul- und Windenplatz verlegt. Die Einzelkabel werden dabei über an mit Ankerblöcken gesicherte Kabelrollen und Kastenrollen geführt, so dass sie weder den Boden noch Hindernisse berühren.

Zum Ziehen der Kabel wird zunächst zwischen Winden- und Kabelabspulplatz ein leichtes Zugseil ausgezogen. Anschließend wird das Kabel mit dem Zugseil verbunden und von den Seilspulen mittels Winden zum Windenplatz gezogen. Um die Bodenfreiheit beim Ziehen der Kabel zu gewährleisten, werden die Einzelkabel durch eine Kabelbremse entsprechend eingebremst und unter Zugspannung zurückgehalten. Die Einzelkabel sind in der Regel passgefertigt. Die Verbindung der Kabel mit Muffen erfolgt dann im Schutz eines Containers.

Die Kabel werden in Bodenschichten mit klar definierten Eigenschaften verlegt. Sofern die Tragfähigkeit des Bodens nicht gegeben ist, werden, sofern der Bereich nicht umgangen werden kann, Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit vorgenommen (z. B. teilweiser Bodenaustausch und/oder Einbringen von Geotextilien). Durch diese Maßnahme wird das Gewicht der Kabel auf eine breitere Fläche im Kabelgraben verteilt, wodurch ein Einsinken der Kabel verhindert werden kann. Die Wasserdurchlässigkeit wird den Umgebungsbedingungen angepasst.

Zusätzlich wird das Kabel bei bestimmten Bodenverhältnissen, bzw. bei der geschlossenen Bauweise, in Kabelschutzrohren verlegt. Bei Verwendung von Schutzrohren ändert sich der Bauablauf der offenen Bauweise dahingehend, dass die Kabelgräben nach Verlegung der Schutzrohre sofort wieder verfüllt werden können und in der Regel nur die Muffengruben für den Kabelzug offengehalten werden. Der Kabeleinzug in die Schutzrohre kann dann zeitlich später erfolgen.

Die Verlegung in geschlossener Bauweise wird in Kapitel 2.1.5.4 beschrieben.

Vorteile der Verlegung mit Kabelschutzrohr:

- Kabelverlegung unabhängiger von geeignetem Bettungsmaterial durch zusätzlichen mechanischen Schutz der Kabel
- logistisch und terminlich nicht an Grabenbau gebunden. Kabeleinzug kann auch zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

Nachteile der Verlegung mit Kabelschutzrohr:

- ohne Zusatzmaßnahmen geringere Wärmeanleitung
- erhöhte Reibungswiderstände beim Einzug (bei hohen Einzugskräften ggf. Einsatz kürzerer Kabellängen notwendig)

2.1.5.9 Rekultivierung

Im Anschluss an die Rückverfüllung des Kabelgrabens findet eine Rekultivierung der betroffenen Flächen statt. Ziel der Rekultivierung ist dabei die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes. Zur Rekultivierung zählen unter anderem der Rückbau aller bautechnischen Einrichtungen (Baustraßen, Lagerplätze etc.), die Auflockerung von verdichteten Böden, der Wiederauftrag des Oberbodens in strukturschonender Weise sowie unter Umständen das Einbringen von Saatgut oder Düngung. Anschließend erfolgt eine Übergabe der rekultivierten Trasse an den Eigentümer bzw. Nutzungsberechtigten.

Im Zuge der Planung werden die regionalspezifischen Besonderheiten der anzutreffenden Bodentypen berücksichtigt. Mit Beginn der Rückverfüllung der Gräben wird baubegleitend durch die bodenkundliche Baubegleitung die Ausführung der Oberflächenwiederherstellung spezifiziert. In diesem Zuge wird gleichfalls durch die bodenkundliche Baubegleitung eine Empfehlung ausgesprochen, ob der Oberflächenwiederherstellung (Rekultivierung) eine Zwischenbewirtschaftung folgen sollte.

Nach Abschluss aller Arbeiten werden Beweissicherungsmessungen vorgenommen, um einen Abgleich zwischen dem Zustand vor und nach der Baumaßnahme zu ermöglichen.

Weitere Ausführungen zu Rekultivierung und Bodenschutz sind dem Teil L02 „Bodenschutzkonzept und Bodenmanagement“ zu entnehmen.

2.1.5.10 Inbetriebnahmeprüfung AC-TE-Test

Gemäß den allgemein gültigen Standards werden Kabelanlagen nach deren baulichen Fertigstellung einer Inbetriebnahmeprüfung unterzogen. Da die einzelnen Komponenten bereits in den Werken stückgeprüft wurden, dient diese hauptsächlich der Erkennung von Fehlern während der Montage des Kabelsystems und somit der Sicherstellung der Montagequalität. Folgende Prüfungen werden u. a. durchgeführt:

1. Gleichspannungsprüfung am Außenmantel
2. Prüfung der Lichtwellenleiter im Kabelschirm
3. Wechselspannungsprüfung des Isoliersystems mit Teilentladungsmessung
4. Gleichspannungsprüfung des Isoliersystems

Die Prüfung der Lichtwellenleiter und die Gleichspannungsprüfung am Außenmantel kann mit tragbaren Geräten an kürzeren Kabelabschnitten mit vergleichbar geringem Aufwand durchgeführt werden. Die Gleichspannungsprüfung des Isoliersystems wird in der Regel an der gesamten Kabelstrecke durchgeführt. Die dazu benötigte Prüftechnik wird im Bereich einer Konverterstation oder einer Kabelabschnittsstation aufgebaut und bedarf deshalb keiner zusätzlichen Flächen entlang der Kabeltrasse.

Die Wechselspannungsprüfung des Isoliersystems mit Teilentladungsmessung (AC-TE) erfolgt in größeren Teilabschnitten jeweils zwischen zwei KAS oder zwischen einer Konverterstation und einer KAS. Die temporäre Aufstellung des Prüfequipments erfolgt je nach örtlichen Gegebenheiten innerhalb des KAS-Areals oder außerhalb angrenzend an dieses. Die entsprechenden Flächen müssen mit schweren LKW erreichbar sein. Die zur AC-TE-Prüfung erforderlichen Einrichtungen können vier Gruppen zugeordnet werden.

1. Energieversorgung
2. Erzeugung der Prüfspannung

3. Messeinrichtungen und Verbindung zum Prüfobjekt (Kabelsystem)
4. Hilfsgeräte, Lagerflächen

Sofern möglich, werden Schutz- und Arbeitsstreifen für die Aufstellung des Prüf-equipments genutzt.

Für die Energieversorgung des Prüfsystems kommen in der Regel mobile Dieselgeneratoren zum Einsatz, falls kein ausreichend belastbarer (Mittelspannungs-) Netzanschluss zur Verfügung steht. Der Leistungsbedarf ist abhängig von Prüfspannung und Länge der zu prüfenden Kabelstrecke und beträgt bis zu ca. 10 MVA. Die Erzeugung der Prüfspannung erfolgt mit Hilfe von Serienresonanzanlagen. Diese bestehen im Wesentlichen aus einer Steuercabine, einem Frequenzumrichter sowie einer Resonanzdrossel. Die Anzahl der benötigten Resonanzprüfanlagen hängt maßgeblich von der Prüfspannung (260 kV) sowie der zu prüfenden Kabellänge ab. Je höher die Prüfspannung und je größer die Prüflingskapazität, desto mehr Resonanzprüfanlagen müssen parallel betrieben werden.

Dadurch variiert der Platzbedarf für diesen Teil des Prüfaufbaus sehr stark. Typischerweise werden für lange Testabschnitte insgesamt bis zu rund 3.500 qm pro Prüfplatz hierfür benötigt.

Die Verbindung zum Prüfobjekt findet meist mit Hilfe von Freiluftdurchführungen anlagenseitig, und temporär montierten Freiluftendverschlüssen an der Kabelstrecke, statt. Der Platzbedarf hängt hier hauptsächlich von der Höhe der Prüfspannung ab, da mit steigender Spannung größere Sicherheitsabstände einzuhalten sind. Hinzu kommen noch verschiedene Messeinrichtungen, die zu installieren sind. Typischerweise werden Flächen bis 600 qm benötigt.

Weitere 400 qm bis 800 qm werden als Lagerflächen zum Abstellen von Transportcontainern, Fahrzeugen, Kränen und weiteren Hilfsgeräten sowie zum Rangieren benötigt. Projektspezifische Zusatzflächen (z. B. Wachcontainer) kommen noch hinzu.

Die Flächen müssen, sofern nicht bereits befestigt, entsprechend den Achslasten temporär mit einer Schicht aus Schotter versehen werden oder es werden entsprechend dimensionierte Lastverteilerplatten ausgelegt. Nach erfolgter Prüfung erfolgt ein Rückbau in den Ursprungszustand.

Durchschnittlich ist von mindestens 4 Wochen Prüfdauer (mindestens Auf- und Abbau der Prüftechnik) auszugehen. Im Fehlerfall verlängert sich der Zeitraum entsprechend bis zum erfolgreichen Abschluss der Prüfung. Daran schließt sich noch der Zeitraum für die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands der in Anspruch genommenen Flächen an.

Die AC-TE-Messung ermöglicht eine zerstörungsfreie Diagnose zur Beurteilung der Montagequalität von Kabelverbindungen.

Die Messtechnik wird an den Endverschlüssen sowie an den Linkboxen installiert. Die Anschlusseinheiten benötigen eine Versorgungsspannung (Batterie o.ä.). Nach der Prüfung wird die zur Inbetriebnahme benötigte Messtechnik, sofern möglich, wieder deinstalliert.

Die Gleichspannungsprüfung des Isoliersystem benötigt deutlich weniger Fläche als die Wechselspannungsprüfung.

2.1.5.11 Inbetriebnahme der Leitung

Mit dem Ersten Energiefluss in der Leitung werden die Leiter unter Spannung gesetzt und übertragen den Betriebsstrom und damit die elektrische Leistung. Die elektrischen Daten der Leitung werden kontinuierlich durch automatische Schutzeinrichtungen an den beiden Enden der Leitung auf ihre Sollzustände hin überprüft. Sofern eine Überbeanspruchung festgestellt wird, erfolgt die automatische Abschaltung der gestörten Einrichtung vom Netz.

2.1.6 Parallelführungen und Kreuzungen

2.1.6.1 Parallelführungen

Parallelführungen bzw. Bündelungen dienen in erster Linie dazu, eine unnötige Zerschneidung von bislang nicht mit Linienbauwerken belegten Flächen zu vermeiden. Sie können zudem Ressourcen schonen. Bei Waldquerungen kann, unter Einbeziehung von vorhandenen Forstwegen oder Schutzstreifen von zuvor verlegten Leitungen, zusammen mit der Auslagerung von Aushub in Bereichen außerhalb des Waldes, der notwendige Holzeinschlag minimiert werden.

Mindestabstände bei Parallelführungen zu bestehenden Verkehrswegen werden während der Ausführungsplanung mit dem jeweiligen Betreiber abgestimmt.

2.1.6.1.1 Parallelführungen mit Freileitungen

Bei Parallelführungen mit Freileitungen wird der Schutzstreifen der Kabelanlage sowie auch der Arbeitsstreifen während der Bauphase außerhalb des Schutzstreifens der oberirdischen Fremdleitung gelegt, da in der Regel keine Bauarbeiten in deren Schutzstreifen gestattet sind. Weitere darüber hinausgehende Mindestabstände zur Einhaltung von sicheren Arbeitsräumen, Abstände zur Vermeidung von elektrischen Einflüssen etc., werden individuell mit den Betreibern abgestimmt und können je nach Spannungsebene sowie Mastform und -höhe variieren.

Der Typenplan „Querung und Parallelführung von/zu Freileitungen“ ist dem Teil C02 zu entnehmen.

2.1.6.1.2 Parallelführungen mit erdverlegten Leitungen

Bei Parallelführungen oder Annäherungen an Fremdleitungen ist der Schutzstreifen von SuedLink, analog zur Parallelführung bei oberirdischen Leitungen, grundsätzlich außerhalb des Schutzstreifens der Fremdleitungen gehalten.

Bei erdverlegten Fremdleitungen, z. B. Gas- oder Produktenfernleitungen ergibt sich der Mindestabstand aus den festgelegten Schutzstreifen der vorhandenen Leitung und des HGÜ-Erdkabels. Diese Schutzstreifen dürfen sich nicht überlappen. Bei Erfordernis, den Arbeitsstreifen in den Schutzstreifen einer Fremdleitung zu legen, erfolgt eine Abstimmung mit dem Betreiber.

Der Abstand zu wärmeemittierenden Leitungen in Parallelführung (z. B. fremde Stromleitungen oder Fernwärmeleitungen) entspricht den Ergebnissen der wärmetechnischen Untersuchungen (thermische Entkopplung).

Darüber hinaus werden Beeinflussungen auf den Korrosionsschutz von erdverlegten Leitungen und die Erdungsvorrichtungen der Freileitungen geprüft und bei Erfordernis berücksichtigt.

Im Pipelinebau sind für die Abstände zu Stromleitungen insbesondere Anforderungen für den kathodischen Korrosionsschutz (KKS) zu berücksichtigen.

Aktuelle Studien (Quelle: TransGrid Solutions Inc., DC Interaction with Pipeline Infrastructure – Final Study Report, 12. Mai 2021, Dok.-Nr.: R1587.01.01 und TransGrid Solutions Inc., DC Interaction with Pipeline Infrastructure – Additional Study, 18. Februar 2022, Dok.-Nr.: TN1587.02.02) belegen, dass bei Einhaltung der Abstände wie oben beschrieben und der wärmetechnischen Entkopplung keine gegenseitigen Beeinflussungen zu erwarten sind. Es können zur potenziellen Behebung von mutmaßlichen Beeinflussungen zusätzliche Erdungen installiert werden, die sicher Fehlströme ableiten. Bei Reparaturarbeiten an Stahlrohren kann auch bei Durchschlag der HGÜ-Leitung eine Gesundheitsgefährdung der arbeitenden Personen ausgeschlossen werden.

Für konkrete Parallellagen/Kreuzungen werden die Abstände im Einzelfall abgestimmt. Dies kann in Anlehnung an die AfK-Empfehlung Nr. 3 „Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen“, „DVGW-Information Gas/Wasser Nr. 21“ und „DVGW-Arbeitsblatt GW 22“ erfolgen.

Eine Veranschaulichung der Parallelführung unterirdischer Anlagen und Leitungen ist im Teil C02 „Prinzipzeichnungen Kabelanlage“ der Anlage 26 „Querung von erdverlegten Leitungen“ zu entnehmen.

2.1.6.1.3 Parallelführungen mit Bahnstrecken

Bei Parallelführungen mit Bahnstrecken gilt die Stromleitungskreuzungsrichtlinie (SKR) der DB Netz AG oder auch RIL 878. Längsführungen auf Bahngelände sind generell nicht gestattet. Längsführungen zu Gleisanlagen werden in der Regel außerhalb des Druckbereiches und mit mindestens 6,0 m Abstand zur nächsten Gleismitte platziert. Bei Böschungen ist zudem mindestens ein Abstand von 2,0 m einzuhalten.

Bei Bahnstrecken steht die Stabilität des Bahnkörpers im Vordergrund. Daher fordert die Bahn, dass Baugruben, aber auch Kabelgräben außerhalb der ideellen Böschungslinie des Bahnkörpers zu liegen kommen. Dies wird mit der Angrenzung des HGÜ-Arbeitsstreifens an die Bahnböschungskante sichergestellt. Darüber hinaus werden Sicherungsmaßnahmen gegen von der Bahnoberleitung in die Schirmung des HGÜ-Kabelmantels induzierte Fremdspannungen z. B. durch häufigere Erdung der Kabelschirmung getroffen.

2.1.6.1.4 Parallelführungen mit Straßen

Klassifizierte Straßen:

In Bereichen von Bundesfernstraßen sind in der Regel Längstrassierungen unter der Straßenkrone oder Kreuzungs- oder Einmündungsbereiche außerhalb geschlossener Ortschaften nicht zulässig.

Die Anbaubeschränkungszone nach § 9 Abs. 2 FStrG sowie nach Landesrecht wird ebenfalls beachtet. Planungen innerhalb dieser Zone werden mit den Baulastträgern abgestimmt.

Bündelungen mit Bundesfernstraßen erfolgen in der Regel so, dass ein Arbeitsstreifenrand mit mindestens 2 m Abstand von Böschungsoberkanten der im Einschnitt befindlichen Straßen gehalten wird. Bei Straßen in Dammlage kann der Arbeitsstreifen unmittelbar am Böschungsfuß beginnen. Begleitende Wirtschaftswege werden, wo erforderlich, in den Arbeitsstreifen mit einbezogen. Die Nutzung dieser Wege im Arbeitsraum wird im Bedarfsfall, ebenso wie eine enge Parallelführung, mit dem jeweiligen Baulastträger abgestimmt.

Nach § 10 des FStrG können angrenzende Waldungen und Gehölze in einer Breite von bis zu 40 m gemessen vom befestigten Fahrbahnrand als Schutzwaldung erklärt werden. Diese Zone der Schutzwaldung ist in der Planung berücksichtigt.

Bei Bundes-, Landes- und untergeordneten Straßen ergibt sich der Mindestabstand aus dem sicheren, den Verkehr nicht beeinträchtigenden Bauablauf. Der Arbeitsstreifen hält damit einen im Einzelfall zusammen mit dem Straßenbaulastträger festgelegten Mindestabstand vom Fahrbahnrand.

Sinngemäß gelten diese Vorgaben auch für andere klassifizierte Straßen.

Nicht Klassifizierte Straßen, Wege:

Es wird vermieden, dass die Kabelanlage unmittelbar unter Wirtschaftswegen zu liegen kommt. Dies gilt sowohl für Feldwege wie auch Waldwege.

Zum einen muss mit einem erhöhten Eintrag von Lasten durch Fahrzeuge in den Boden und damit die Kabelanlage gerechnet werden, zum anderen ist die Kabelanlage für Reparaturen, insbesondere bei befestigter Fahrbahn, nur mit erhöhtem Aufwand zugänglich. Dabei ist dann auch der Weg oder die Straße nicht nutzbar. Fremdleitungen können nicht, wie sonst oftmals üblich, parallel zu diesen Wegen und Straßen geführt werden und bauliche Maßnahmen durch den Baulastträger bedürfen jeweils der vorherigen Zustimmung des Vorhabenträgers.

Ein Mindestabstand von 1,0 m vom Rand der Fahrbahn eines Wirtschaftsweges, bzw. von der äußeren Böschungskante eines ggf. bestehenden Begleitgrabens zur oberen Böschungskante des Kabelgrabens, wird eingehalten. In diesem Fall wird der Wirtschaftsweg bauzeitlich als Baustraße genutzt. Muss der Wirtschaftsweg durchgehend benutzbar sein, wird die Kabeltrasse so weit abgerückt, dass der Wirtschaftsweg und ein ggf. vorhandener Begleitgraben nicht im Arbeitsstreifen liegen.

2.1.6.1.5 Parallelführungen mit Gewässern

Bundeswasserstraßen:

Grundsätzlich werden die in Kapitel 2.1.6.2.4 angeführten Sicherheitsabstände zu Bauwerken an Wasserstraßen eingehalten. Zusätzlich zu den genannten Abständen werden auch die Sicherheitsabstände zu Anlagen Dritter berücksichtigt. Der lichte Abstand der HGÜ-Kabel zu Anlagen der Bundeswasserstraßen beträgt in jedem Fall mindestens 5,0 m, wenn keine anderen Angaben vorliegen. Bei ungedichteten Bundeswasserstraßen (im Einschnitt liegende Kanäle, Flüsse, staugeregelte Flüsse) ist die Entfernung des Kabelgrabens zum Ufer an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen.

Sind im Bereich von sohlgedichteten Bundeswasserstraßen Tiefbauarbeiten erforderlich, so wird ein Mindestabstand von 20 m zum Dammfuß oder zum vorhandenem Seitengraben berücksichtigt.

Andere Gewässer:

Auch bei Gewässern niedriger Ordnung werden die Gewässerrandstreifen beachtet. Nach § 38 WHG dient der Gewässerrandstreifen der Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Funktionen oberirdischer Gewässer, der Wasserspeicherung, der Sicherung des Wasserabflusses sowie der Verminderung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen. Er umfasst das Ufer und den Bereich, der an das Gewässer landseits der Linie des Mittelwasserstandes angrenzt. Der Gewässerrandstreifen bemisst sich ab dem mittleren Wasserstand, bei Gewässern mit ausgeprägter Böschungsoberkante ab der Böschungsoberkante.

Er ist im Außenbereich in der Regel 5,0 m breit.

Ragt der geplante Arbeitsstreifen in einen Gewässerrandstreifen, so wird dies im Vorfeld mit der zuständigen Behörde abgestimmt.

2.1.6.1.6 Parallelführungen mit Deichen und Hochwasserschutzanlagen

Parallelführungen zu Deichen erfolgen in der Regel außerhalb der Deichschutzzone II und werden mit der Deichschutzbehörde abgestimmt.

2.1.6.2 Kreuzungen

2.1.6.2.1 Kreuzungen mit anderen Leitungen

Kreuzungen können offen oder geschlossen hergestellt werden.

Bei jeder Kreuzung unterirdischer Anlagen (Ausnahme: Drainagen, siehe Kapitel 2.1.6.2.5) sowie bei geschlossener Bauweise, wird stets ein Kabelschutzrohr (KSR) je HGÜ-Kabel sowie ein weiteres Kabelschutzrohr für die LWL-Kabel bzw. deren Leerrohrsysteme je Vorhaben Nr. 3 und 4 gem. BBPIG mit eingebaut. Bei offenen Querungen von Kleingewässern und Verkehrswegen, die nur kurz unterbrochen werden dürfen, werden ebenfalls Kabelschutzrohre vorgesehen. Die Kabelschutzrohre enden jeweils auf dem Niveau der Grabensohle der daran anschließenden offenen Bauweise.

Folgende Vorgaben werden bei der Kabelschutzrohr-Verlegung berücksichtigt:

- Mindestinnendurchmesser der Kabelschutzrohre
- Mindestradien der Kabelschutzrohre in Abhängigkeit auch von der Länge der geschlossenen Querung
- Materialauswahl der Kabelschutzrohre
- ggf. erforderliche Verdämmung des Ringraums zwischen Kabel und Kabelschutzrohr

Generell wird darauf geachtet, dass bei der Erstellung von Kreuzungsbauwerken die zu unterquerenden Anlagen nicht beeinträchtigt werden dürfen. Insbesondere dürfen zu kreuzende Anlagen nicht oder nur im Rahmen der Vorgaben des Baulastträgers von Setzungen durch die Kabelkreuzung betroffen werden. Die geeignete Bautechnik für die jeweilige Kreuzung wird dementsprechend ausgewählt.

Die Kreuzungen werden in ausreichender Verlegetiefe erstellt. Die Überdeckungen wurden mit dem Baulastträger/Betreiber der zu kreuzenden Anlage abgestimmt. Für eine sichere Planung ist Kenntnis über den Baugrund eine zentrale Voraussetzung. Es erfolgt im Vorfeld der Maßnahme eine Baugrunduntersuchung (siehe dazu Teil L01 „Geotechnische Untersuchungen“).

Des Weiteren wird darauf geachtet, dass die Standfestigkeit der benachbarten Bauwerke oder unterquerter Verkehrswege sofern möglich nicht negativ beeinflusst wird. Hierzu wurden entsprechende Abstandsregeln definiert, welche in den folgenden Kapiteln näher beschrieben werden. Sie sollen die Toleranzen einschließen, die aus dem jeweiligen Bauverfahren zur Herstellung der Kreuzungen einzuhalten sind.

Bei der Planung wurde auch berücksichtigt, dass die benötigten Wasserhaltungen keinen negativen Einfluss auf die kreuzenden Anlagen haben. Diese wurden im Rahmen der Planung berechnet und gegebenenfalls erforderliche Sicherungsmaßnahmen vorgesehen.

Querungen mit übergeordneten Verkehrswegen (z. B. klassifizierte Straßen), Gewässern und Fremdleitungen wurden in der Regel rechtwinklig geplant. Dies ergibt sich aus der damit einhergehenden minimalen Kreuzungslänge sowie den Auflagen der Betreiber oder Behörden.

Alleen und Einzelbäume werden in der Regel vermieden. Konnten solche Unterquerungen aus Gründen des Arten-, Biotop- oder Gebietsschutzes, bei der Unterbohrung von Steilhängen, Gewässern oder Verkehrswegen nicht vermieden werden, wurden diese entsprechend mit den zuständigen Behörden und Eigentümern abgestimmt. In solchen Fällen ist geplant, Wald oder auch Allee- und Einzelbäume stets in einer Tiefe von mindestens 5 m zu unterqueren.

Geschlossene Verkehrswegekreuzungen wurden bevorzugt dort platziert, wo der Verkehrsweg ebenerdig oder nur in geringer Dammlage liegt und wenig Begleitgräben mit möglichst geringer Tiefe hat, um den Aufwand und die Kreuzungslänge zu minimieren.

Alle Kreuzungen im Planfeststellungsabschnitt D1 sind im Kreuzungsverzeichnis (Teil C08) angeführt. Die grundsätzliche Bauweise (offen oder geschlossen) der entsprechenden Querungen ist ebenfalls im Verzeichnis beschrieben. Aus dem Teil C08 Kreuzungsverzeichnis leitet sich das Bauwerksverzeichnis (Teil C09) ab.

Kreuzungen mit anderen Leitungen:

Bei der Kreuzung von erdverlegten Leitungen sind Kreuzungsvereinbarungen mit dem Betreiber abzuschließen. Sie sind z. B. in den Regelwerken des DVGW G 436 bzw. der TRGL 111 geregelt. In der Regel werden erdverlegte Fremdleitungen offen gequert, um die Kreuzungslage und Verortung der Fremdleitung zweifelsfrei festzustellen. Je nach Durchmesser, Material und Zustand der zu kreuzenden Leitung sind Sicherungsmaßnahmen in Abstimmung mit dem Betreiber vorzusehen, die je nach Spannweite, Material und Methodik statisch zu dimensionieren sind.

Bei Kreuzungen mit Freileitungen ist darauf zu achten, dass der erforderliche Abstand zum Mastfundament, welcher vom Betreiber vorgegeben wird, eingehalten wird. Erdungsanlagen von Masten sind zu berücksichtigen.

Sowohl der Tiefbau als auch die Errichtung der Kabelanlage muss innerhalb des Schutzstreifens unter spannungsführenden Freileitungssystemen möglich sein. Hierzu sind ein geeigneter Maschinenpark (maximale Arbeitshöhen), unterwiesenes Personal, Aufsichtsführung und die Einhaltung der SHE-Richtlinien erforderlich. Im Rahmen einer Präqualifikation und der anschließenden Ausschreibung weist jeder Bieter seine Fachkenntnis für sicheres Bauen im Bereich von elektrisch führenden Leitungen nach. Der Unternehmer stellt zu jeder Zeit sicher, dass die Mindestabstände zu spannungsführenden Teilen eingehalten werden. Einschlägige gesetzliche Richtlinien und Vorschriften sind einzuhalten. Die BG Bau und DIN VDE 0105-100 fordert folgende Mindestabstände:

- 1 m Mindestabstand bis 1 kV Spannung
- 3 m Mindestabstand bei > 1 kV bis 110 kV Spannung
- 4 m Mindestabstand bei > 110 kV bis 220 kV Spannung
- 5 m Mindestabstand bei > 220 kV bis 380 kV Spannung
- 5 m Mindestabstand bei unbekannter Spannung

Dieser Punkt ist erfüllbar, wenn der minimale Bodenabstand > 12 m eingehalten werden kann. Dieses bedeutet, dass die maximale Arbeitshöhe auf 7 m begrenzt ist. Die Kreuzungslokation ist entsprechend auszuwählen.

2.1.6.2.2 Kreuzungen mit Straßen und Wegen

Klassifizierte Straßen:

Für Kreuzungen mit öffentlichen Straßen werden Straßenbenutzungsverträge (bzw. Gestattungsverträge) mit dem Straßenbaulastträger (Straßenbauverwaltung) geschlossen, in denen individuell die Überdeckungshöhen, Abstände zum Fahrbahnrand und ggf. der Einbau von Schutzrohren angegeben sind.

Für Straßen, in denen der Bund Baulastträger ist, wird dies geregelt in den „Richtlinien für die Benutzung der Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (Nutzungsrichtlinien)“. Die Trassierung im Kreuzungsbereich wurde mit der zuständigen Straßenbauverwaltung im Zuge der Planung abgestimmt.

Wie vorangehend erläutert besteht nach § 10 des FStrG (Bundesfernstraßengesetz) die Möglichkeit, entlang von Bundesstraßen angrenzende Waldungen und Gehölze in einer Breite von bis zu 40 m, gemessen vom befestigten Fahrbahnrand, zu „Schutzwaldungen“ zu erklären. Ist dies bei einer zu querenden Bundesstraße der Fall, werden diese Schutzwaldungstreifen in der Regel mitunterquert. Weiterführende Informationen zu den Flächennutzungen im Trassenbereich sind in Teil D „Rechtserwerbsverzeichnis und Rechtserwerbsplan“ einzusehen.

Kreuzungen von Bundesfernstraßen (Bundesautobahnen und Bundesstraßen) werden als geschlossene Querungen geplant. Bei Straßenkreuzungen geringerer Klassifizierungen werden ebenfalls Nutzungsverträge mit den entsprechenden Baulastträgern geschlossen. Bei Landesstraßen ist die Regelbauweise ebenfalls eine geschlossene Bauweise. In speziellen Fällen, wie z. B. einer ohnehin anstehenden Straßensanierung nach der Verlegung der HGÜ-Kabel, insbesondere bei Kreis- und Gemeindestraßen, ist ggf. auch eine offene Bauweise nach Abstimmung mit den Straßenbaulastträgern möglich.

Im Bereich von Schallschutzwänden wurde in der Planung ein lichter Mindestabstand von der Oberkante des Schutzrohres zur Unterkante des Fundamentes der Schallschutzwände von min. 2,0 m eingehalten.

Die Überdeckung richtet sich u. a. nach den vorliegenden Baugrund- und Grundwasserverhältnissen sowie dem Vortriebsverfahren. Im Bereich von Bundesfernstraßen wurde eine Überdeckung des doppelten Außenrohrdurchmessers ($2 \times D_a$), mindestens jedoch 2,0 m geplant. Bei anderen klassifizierten Straßen gilt $2 \times D_a$, mindestens jedoch 1,5 m. Bei HDD-Bohrungen wurde die Überdeckung auf 3,0 m erhöht bzw. wurde als weiteres Kriterium mindestens $10 \times$ der Bohrlochdurchmesser als Überdeckung geplant.

Andere Straßen und Wege:

Für Kreuzungen mit anderen (z. B. nicht klassifizierten) Straßen und Wegen wurden, analog zu klassifizierten Straßen, privatrechtliche Straßenbenutzungsverträge (bzw. Gestattungsverträge) mit dem Straßenbaulastträger geschlossen. Für Straßen und Wege, in denen der Bund Baulastträger ist, ist dies ebenfalls in den „Richtlinien für die Benutzung der Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (Nutzungsrichtlinien)“ geregelt, welche bei der Planung entsprechend berücksichtigt worden sind.

Nichtklassifizierte Straßen werden im Regelfall in offener Bauweise gequert.

2.1.6.2.3 Kreuzungen mit Bahnstrecken

Bei Kreuzungen mit Bahnstrecken wird die Art und Lage der Querungen in der Planung von den Bahnbetreibern maßgeblich mitbestimmt. Kreuzungen mit Bahnstrecken werden in der Stromleitungskreuzungsrichtlinie (SKR) der Deutsche Bahn Netz AG oder auch RIL 878 geregelt. Dies wird in der Planung entsprechend berücksichtigt. Nachrangig zu den Regelungen der Deutschen Bahn gilt bei HDD-Kreuzungen auch für Stromleitungen das DVGW-Arbeitsblatt GW 321. Dies gilt auch wenn die Bahnanlagen und Bereiche nicht zum Eigentum der Deutschen Bahn gehören (DVGW GW 304).

In der Regel werden Bahnstrecken mittels HDD-Verfahren geschlossen gequert. HDD-Verfahren wurden nur unter Eisenbahnstrecken mit Schotteroberbau und örtlich zulässigen Geschwindigkeiten $V_{zG} \leq 160 \text{ km/h}$ geplant. Der Nenndurchmesser des einzuziehenden Kabelschutzrohrs darf bei Kunststoffrohren DN 200 (bei Kunststoffrohren: $D_a 225 \text{ mm}$) nicht überschreiten. Dies gilt sowohl für elektrifizierte als auch für nicht elektrifizierte Bahnstrecken. Für die Anlagen der Bahn sind die ideellen Böschungslinien zu berücksichtigen, sowohl bei Parallelverlegung als auch bei Kreuzungen. Die entsprechenden Vorgaben der Bahn (z. B. SKR 2016) wurden in der Planung berücksichtigt.

Die Pläne „Bahnquerung – Normalstrecke“ und „Bahnquerung – Stammstrecke“ sind dem Teil C02 Prinzipzeichnungen Kabelanlage zu entnehmen.

2.1.6.2.4 Kreuzungen mit Gewässern

Bei der Kreuzung mit Gewässern kommt die Trasse oft in unmittelbare Nähe zu Schutzgebieten, deren Schutzziele zu beachten sind und in der Planung berücksichtigt wurden.

Die Länge der geschlossenen Querungen richtet sich, ebenfalls zur Vermeidung von Eingriffen, nach diesen Schutzziele. Überschwemmungsgebiete und Hochwassergefahren wurden bei der Auswahl und Risikobetrachtung der Bauweise miteinbezogen. Bei der geschlossenen Querung von Gewässern werden die notwendigen Baustelleneinrichtungsflächen außerhalb der Gewässerrandstreifen errichtet.

Bei kleineren Gewässerkreuzungen besteht ebenfalls die Möglichkeit der offenen Querung. Ob diese Gewässer offen oder geschlossen gequert werden, hängt von der Art, Größe und Sensibilität des Gewässers ab. in der Regel macht eine offene Querung lediglich bei kleineren Gewässern Sinn. Die Art der Querung wird mit den zuständigen Behörden abgestimmt.

Weiterführende Pläne zu Querungen von Gewässern (offen und geschlossen) sind Teil C02 Prinzipzeichnungen Kabelanlage sowie Teil C07 Sonderpläne zu entnehmen.

Bundeswasserstraßen

Grundsätzlich kommen in der Planung nur steuerbare Vortriebsverfahren für die Errichtung des Kreuzungsbauwerks in Frage, weil Vortriebs-/Bohrarbeiten keine Beeinträchtigungen des für die Schifffahrt erforderlichen Zustandes der Bundeswasserstraße und seiner Anlagen, oder der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs, verursachen dürfen.

Der Winkel zur Gewässerachse wird in der Regel mit ca. 90° geplant. Sofern notwendig, können jedoch auch schräge Querungen bzw. Querungen mit leichter Kurvengeometrie erfolgen, die damit beispielsweise einen gestreckteren Trassenverlauf (ohne Knicke) ermöglichen.

Bei dem Einsatz des HDD-Bauverfahrens wurde in der Planung die DVGW GW304 sowie die technische Richtlinie der Drilling Contractors Association (DCA) berücksichtigt.

Bereits in der Planungsphase wurde mit den zuständigen Wasserstraßen- und Schifffahrtsämtern die Lage der Kreuzung mit den Sicherheitsabständen zu Bauwerken und das geplante Vortriebsverfahren abgestimmt. Dabei werden folgende Abstände eingehalten:

- 80 m zu Brücken und ihren Widerlagern
- 100 m zu Sicherheitstoren
- 200 m zu Widerlagern von Unterführungen
- 200 m zu Wehranlagen
- 250 m zu Schleusen- und Hebewerkanlagen

Zu den zuvor genannten Abständen sind Sicherheitsabstände zu Anlagen Dritter eingeplant. Der lichte Abstand beträgt in jedem Fall mindestens 5,0 m, auch wenn keine anderen Angaben vorliegen.

Überdeckungshöhen (h_{\min}) zwischen Rohrscheitel und Sohldichtung von gedichteten Wasserstraßen ergeben sich aus:

- $2 \times D_a \leq h_{\min} \geq 5,0 \text{ m}$ (Rohrvortrieb) und
- $12 \times D_a \leq h_{\min} \geq 5,0 \text{ m}$ (HDD-Verfahren)

Bei ungedichteter Gewässersohle werden folgende Überdeckungshöhen zwischen Rohrscheitel und festgestellt/gepeilter Gewässersohle eingehalten:

- $2 \times D_a \leq h_{\min} \geq 3,0 \text{ m}$ (Rohrvortrieb) und
- $10 \times D_a \leq h_{\min} \geq 5,0 \text{ m}$ (HDD-Verfahren)

Sind bei sohlgedichteten Bundeswasserstraßen Start- und/oder Zielgruben erforderlich, so sind diese mit einem Mindestabstand von 20 m zum Dammfuß oder vorhandenem Seitengraben geplant. Die Oberkanten des Verbaus der Start- und Zielgruben sind mindestens 10 cm über dem oberen Betriebswasserstand (BWo + 0,10 m) und mindestens über dem mittleren Hochwasser (MHW) geplant. Das aktuelle Wasserstandsvorhersagemodell ist berücksichtigt.

Bei ungedichteten Bundeswasserstraßen (im Einschnitt liegende Kanäle, Flüsse, staugeregelte Flüsse) ist die Entfernung der Baugruben zum Ufer den örtlichen Gegebenheiten angepasst.

Fließgewässer

Zur Vermeidung von Beeinträchtigungen erfolgt die Querung von sensiblen Fließgewässern in der Regel in geschlossener Bauweise.

Geschlossene Gewässerquerungen führen zu keinen baulichen Eingriffen in das Gewässerquerprofil. Einwirkungen im Uferbereich können je nach Bohrverfahren und Grundwassersituation nicht ausgeschlossen werden. Je nach Verlegeverfahren können Start- und Zielgruben zur Querung des Gewässers notwendig werden. Diese müssen während der Bauphase durch Grundwasserhaltungsmaßnahmen trocken gehalten werden.

Kleine Fließgewässer, wie z. B. Feldgräben, werden offen gequert. Bei einer offenen Querung kleiner Gewässer sind mehrere Bauverfahren möglich: Kurzzeitiger Aufstau des Gewässers (bei sehr geringer Wasserführung), Verrohrung des Gewässers, kurzzeitige Umleitung oder Umpumpen des Gewässers. Die Querung von Fließgewässern in offener Bauweise führt nur im direkten Kreuzungsbereich zu Auswirkungen auf die Gewässerstruktur und die Gewässervegetation. Nach Wiederherstellung bedarf es eines größeren Zeitraumes, bis sich die Vegetationsstruktur, die vor dem Eingriff vorzufinden war, wieder eingestellt hat. Dies ist in der Planung berücksichtigt, um den Eingriff möglichst gering zu halten.

Die zu querenden Fließgewässer werden während der Bauarbeiten vor Verunreinigungen durch Baustoffe, Treibstoffe, Öle oder andere Fremdstoffe geschützt (keine Lagerung von Baumaterialien, Abstellung von Geräten etc. im Nahbereich des Gewässers).

Stillgewässer

Stillgewässer sind z. B. Teiche und Seen. Sie werden, wie die Fließgewässer, in geschlossener Bauweise gequert.

Deiche und Hochwasserschutzanlagen

Alle Maßnahmen im Bereich von Deich- und Hochwasserschutzanlagen sind mit den zuständigen Behörden abgestimmt. Querungen von Deichen und Hochwasserschutzanlagen sind grundsätzlich geschlossen geplant. Es ist berücksichtigt, dass die dem Deich am nächsten liegende Böschungskante einer möglichen Baugrube zur Errichtung der Querung den Abstand zum Deichfuß von 10 m nicht unterschreiten darf.

2.1.6.2.5 Kreuzungen mit Drainagen

Bei Drainagesystemen wird unterschieden zwischen:

- Offene Drainagesysteme z. B. als Gräben etc.
- Geschlossene Drainagesysteme als Sickerrohre (Drainagesauger) oder Transportleitungen (Drainagesammler).

Je nach Drainagesystem sind offene oder geschlossene (bzw. teilgeschlossene) Querungen vorgesehen. Die Wahl der Querungsart richtet sich nach den Voraussetzungen, die sich aus den betrieblichen Randbedingungen der Drainagen in Abstimmung mit den Betreibern der Drainageanlagen ergeben haben.

Anhand der evaluierten Bestandsdaten wurden technische Konzepte entwickelt, die gewährleisten, dass die Funktion der Drainageanlage auch während der Bauzeit der Kabelanlage sichergestellt und danach in ihrer Funktion wiederhergestellt werden.

2.1.6.2.6 Kreuzungen mit Bewässerungssystemen

Bewässerungssysteme sind in der Regel oberflächlich verlegte Verrohrungen bzw. Schlauchleitungen. Des Weiteren gibt es unterirdische Verteilungsleitungen von Bewässerungsbrunnen.

Oberflächlich verlegte Bewässerungssysteme sind in der Regel offen gequert geplant. Die Systeme werden während der Bauphase in Abstimmung mit dem Eigentümer temporär umgebaut und nach Baufertigstellung wieder in ursprünglicher Lage hergerichtet.

Querungen von unterirdischen Bewässerungsleitungen werden wie Fremdleitungsquerungen behandelt (offene bzw. geschlossene Querung).

2.1.6.2.7 Zusammengesetzte Querungen

Eine zusammengesetzte Querung ist die gemeinsame geschlossene Querung mehrerer Hindernisse (z. B. Straße und Gewässer, Bahn und Gewässer) mit einem einzelnen Kreuzungsbauwerk. Dies kann aufgrund der beengten Verhältnisse bzw. zur bautechnischen Vereinfachung erforderlich oder sinnvoll sein. Zusammengesetzte Querungen werden angestrebt, um die Anzahl der Kreuzungsbauwerke zu reduzieren. Sie können zudem erforderlich sein, wenn sich die Objekte, da sie so nahe beisammen liegen, nicht einzeln queren lassen, und daher die Errichtung einer weiteren Zwischenbaugrube mehr möglich ist.

In der Planung wurde berücksichtigt, dass zusammengesetzte Querungen sich stets an den Kreuzungsrichtlinien der Einzelbauwerke orientieren und die jeweils weitreichendsten Vorgaben für die gesamte Querung in Betracht ziehen.

2.1.7 **Schutzstreifen**

Der Schutzstreifen dient dem Schutz des Kabelsystems und der Steuerungskabel (LWL-Kabel) vor Maßnahmen, die den Betrieb des Kabelsystems gefährden können, sowie der Zugänglichkeit der Kabelanlage für den Vorhabenträger. Der Schutzstreifen wird über eine beschränkt persönliche Dienstbarkeit zugunsten des Vorhabenträgers rechtlich gesichert (siehe auch Teil D Rechtserwerbsverzeichnis und Rechtserwerbsplan).

Für jedes der beiden Vorhaben von SuedLink wird ein separater Schutzstreifen ausgewiesen.

2.1.7.1 Schutzstreifenbreite

Der Schutzstreifen erstreckt sich in Regelbauweise jeweils 3 m ab Mitte des jeweils äußeren Kabels eines Kabelsystems nach außen. Zwischen diesen beiden äußeren Rändern weist der Schutzstreifen keine Lücken auf. Quert die Kabeltrasse Waldflächen, erhöht sich die Schutzstreifenbreite an den Außenseiten auf 5 m. Die abweichende Schutzstreifenbreite im Bereich des Waldgebietes westlich von Wasungen ist in Kapitel 2.1.7.1.1 aufgeführt.

Bei Querungen in geschlossener Bauweise können sich, in Abhängigkeit des gewählten Bauverfahrens und der Wärmeleitfähigkeit des Bodens, die Abstände zwischen den einzelnen Kabeln vergrößern und damit auch der Schutzstreifen verbreitern.

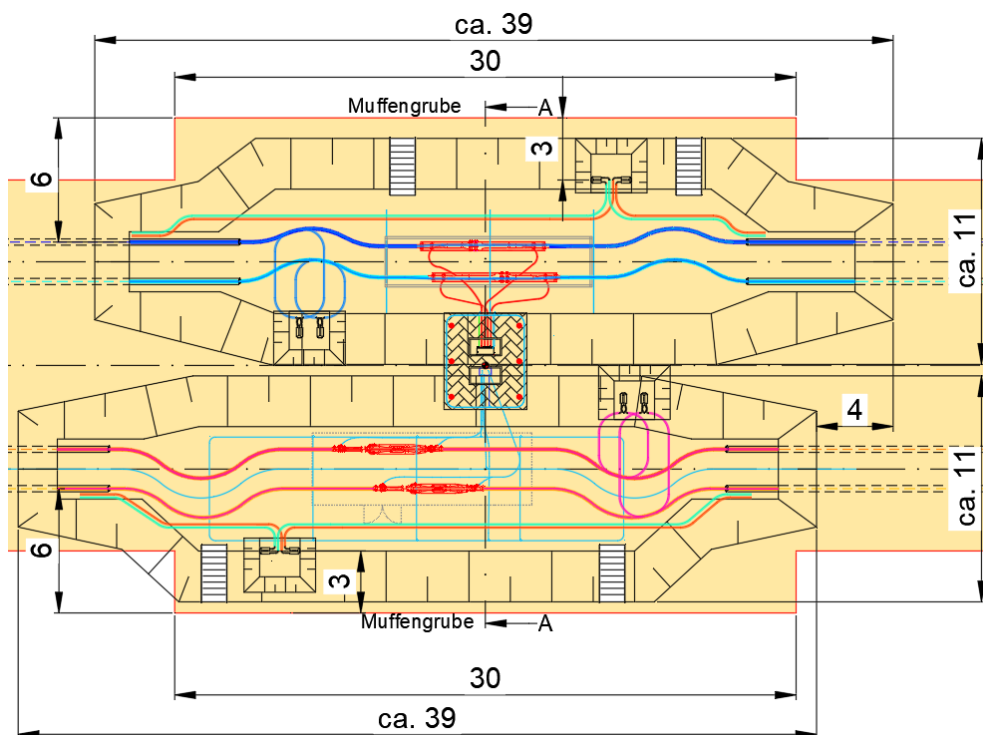
Unmittelbar bevor die Erdkabel jeweils auf das Gelände einer Konverterstation oder einer Kabelabschnittsstation führen, werden diese in sogenannten Omega-Schleifen verlegt, um die Kabelendverschlüsse vor Zugkräften aus den Kabeln zu schützen und für Reparaturfälle eine Reservelänge zu berücksichtigen. Zudem werden vor und nach jeder Muffe die Kabel in sogenannten Omega-Schleifen verlegt, um die Muffe vor Zugkräften aus den Kabeln zu schützen. In diesen Bereichen erfolgt eine Aufweitung des Schutzstreifens so, dass der Abstand vom Kabel zum Schutzstreifenrand mindestens 3 m beträgt.

Verlaufen die betriebsnotwendigen LWL-Kabel innerhalb des Kabelgrabens, liegen sie innerhalb des Schutzstreifens der HGÜ-Kabel und benötigen keinen eigenen Schutzstreifen. Verlaufen die betriebsnotwendigen LWL-Kabel in einem größeren Abstand zu den HGÜ-Kabeln, so erfolgt die Ausweisung des Schutzstreifens mit einem Abstand von 3 m bzw. 5 m im Wald zur Achse der LWL-Kabel (z. B. im Bereich der geschlossenen Bauweisen). Werden die betriebsnotwendigen LWL-Kabel zu einer seitlich der Kabeltrasse angeordneten LWL-Zwischenstation geführt, so erhalten sie einen Schutzstreifen mit einer Breite von 3 m beidseitig der LWL-Kabelachse.

Im Bereich der Muffenstandorte der HGÜ-Kabel werden die LWL-Kabel zum Zwecke des Verlegens (Einblasen) und Verbindens (LWL-Muffe) an den Rändern der Trasse verlegt und benötigen dort ebenfalls einen 3 m breiten Schutzstreifen zur Achse der LWL-Kabel. Im Betrieb unterliegen die beidseitig redundant verlegten LWL-Kabel bei der Vorhaben einer regelmäßigen Instandhaltung. Infolge der Alterung (LWL-Kabel unterliegen einer Alterung und verlieren mit der Zeit ihre Funktionalität) innerhalb des Betriebszeitraumes wird auch ein- oder auch mehrmals ein segmentweiser Austausch erforderlich. Der Abstand zwischen den HGÜ-Kabeln und den LWL-Muffen stellt dabei die Beibehaltung des Übertragungsbetriebes in über die HGÜ-Kabel bei der Vorhaben sicher (Vermeidung von ungeplanten Abschaltungen des Übertragungsbetriebes über die HGÜ-Kabel bei Beibehaltung der Zugänglichkeit der LWL-Muffen im Betrieb bei gleichzeitiger Einhaltung sicheren Arbeitens entsprechend der geltenden Sicherheitsstandards).

Die endgültige Festlegung der Häufigkeit und der Lage von LWL-Muffen und LWL-Einblasgruben wird in der Ausführungsplanung getroffen.

Eine genaue Anordnung des Schutzstreifens im Planfeststellungsabschnitt D1 kann dem Rechtserwerbsplan in der PFU Teil D „Rechtserwerbsverzeichnis und Rechtserwerbsplan“ entnommen werden.



2.1.7.1.1 Stammstrecke

Die Regel-Schutzstreifenbreite bei dem Regelprofil der Stammstrecke für offene Bauweise beträgt, abhängig von der Wärmeableitung im Boden, 18 m – 22 m.

Der Abstand der beiden Kabelsysteme mit einem Systemabstand von 10 m ist ebenfalls durch die Wärmeableitung bestimmt. Die Schutzstreifen beider Kabelsysteme im Bereich der offenen Bauweise werden bei offenen (landwirtschaftlichen genutzten) Flächen so weit nach innen verlängert (in der Regel um 1 m), dass keine Lücke zwischen beiden Schutzstreifen verbleibt. In Waldgebieten überlappen sich die beiden Schutzstreifen mittig in der Regel 2 m.

Im Bereich der offenen Querung des Waldgebietes westlich von Wasungen beträgt der Schutzstreifen abweichend 15 bis 21 m.

Analog stoßen auch bei geschlossener Bauweise die Schutzstreifen beider Kabelsysteme mittig aneinander, so dass auch hier keine Lücke verbleibt.

2.1.7.1.2 Normalstrecke

Die Regel-Schutzstreifenbreite bei dem Regelprofil der Normalstrecke für offene Bauweise beträgt abhängig von der Wärmeableitung im Boden 8 – 12 m.

2.1.7.2 Zulässige Nutzungen im Bereich des Schutzstreifens der Kabelanlage

Mit der Ausweisung des Schutzstreifens erfolgt eine Einschränkung der Nutzbarkeit des betroffenen Flurstücks in dem jeweiligen Bereich in dem Maße, dass die Kabelanlage nicht gefährdet wird und für Inspektion und ggf. erforderliche Reparaturen zugänglich bleibt. Eine Überbauung ist ausgeschlossen. Die Bewirtschaftung von landwirtschaftlich genutzten Flächen mit Bearbeitung bis in ca. 0,80 m Tiefe wird dadurch in der Regel nicht eingeschränkt. Nach Einziehen der Kabel und Wiederherstellung der Oberfläche kann wieder eine landwirtschaftliche Nutzung erfolgen.

Forstwirtschaftliche Nutzung ist im Bereich von Schutzstreifen (bei offener Bauweise) nur in Form von z. B. Holzlagerplätzen und Waldwegen nach vertraglicher Abstimmung mit dem Vorhabenträger möglich. Die Pflanzung von tiefwurzelnden Gehölzen oder die Überbauung ist im Schutzstreifen nicht möglich.

Abweichend von der Vorgabe für Schutzstreifen bei der Kabelverlegung in offener Bauweise, sind im Schutzstreifen im Bereich der geschlossenen Bauweise, die mit Kabelschutzrohr erfolgt, tiefwurzelnde Gehölze bei einer Verlegetiefe von mehr als 5 m unterhalb der Geländeoberfläche zulässig. Gehölz- bzw. Waldbestand kann somit in der Bau- und Betriebsphase erhalten werden, da eine Schädigung der Kabel durch Wurzelwerk ausgeschlossen ist. Damit wird auch eine Schädigung der Gehölzbestände ausgeschlossen.

So weit als möglich wird die parallele Führung von Wegen und Straßen im Schutzstreifen vermieden, insbesondere wenn dieser auf der Kabeltrasse zu liegen kommt. Zum einen muss mit einem erhöhten Eintrag von Lasten durch Fahrzeuge in den Boden und damit die Kabelanlage gerechnet werden, zum anderen ist die Kabelanlage für Reparaturen, insbesondere bei befestigter Fahrbahn, nur mit erhöhtem Aufwand zugänglich. Dabei ist dann auch der Weg oder die Straße nicht nutzbar. Fremdleitungen können nicht, wie sonst oftmals üblich, parallel zu diesen Wegen und Straßen geführt werden und bauliche Maßnahmen durch den Baulastträger bedürfen jeweils der vorherigen Zustimmung des Vorhabenträgers.

2.1.8 **Betrieb und Instandhaltung**

Für den Betrieb, im Sinne von Inspektion und Instandhaltung sowie betrieblicher Sicherheit, ist der Vorhabenträger zuständig. Seine Aufgabe ist die operative Vorbereitung und Durchführung von Inspektionen, von geplanten und ungeplanten Instandsetzungen. Zum Betrieb gehört außerdem die Ein- und Unterweisung Dritter.

Für die Netzführung der Leitung ist ebenfalls der Vorhabenträger verantwortlich. Aufgabe der Schaltleitung ist u. a. die Koordination der Abschaltplanung und Durchführung bzw. Anweisung von Schaltungen, die Überwachung der Anlage sowie Alarmierung des zuständigen Betriebsbereiches bei Unregelmäßigkeiten.

Die Leitung ist ferngesteuert und rund um die Uhr fernüberwacht. Alle relevanten Betriebszustände werden erfasst und für weitere Auswertungen und Störungsanalysen gespeichert. Die elektrischen Daten der Leitung werden kontinuierlich durch automatische Schutzeinrichtungen an den beiden Enden der Leitung auf ihre Sollzustände hin überprüft. Sofern eine Überbeanspruchung festgestellt wird, erfolgt die automatische Abschaltung der gestörten Einrichtung vom Netz.

Die Kabel der Leitung sind grundsätzlich wartungsfrei und unterliegen somit keiner zwingenden Wartung. Regelmäßige Begehungen bzw. Inspektionen sind dennoch erforderlich und werden durchgeführt.

Für Begehungen und Befahrungen zu Kontrollzwecken sowie ggf. erforderliche Inspektions- und Instandsetzungsarbeiten nutzt der Vorhabenträger, oder von ihm beauftragte Dritte, die mit einer beschränkt persönlichen Dienstbarkeit gesicherten Schutzstreifen und Zuwegungen, um die Kabel an jedem Punkt erreichen zu können.

Die jährliche Inspektion der Leitungstrasse wird in Form von Begehungen oder Befliegungen durchgeführt. Dabei wird der Zustand im Schutzbereich in Bezug auf evtl. neu hinzugekommene Baulichkeiten, Bewuchs bzw. Anpflanzungen und auf die Beschilderung festgestellt. Sollten Bäume und Sträucher die Leitung gefährden, werden diese in Abstimmung mit dem Eigentümer oder Nutzer durch den Vorhabenträger oder von ihm beauftragten Dritten entfernt.

Sofern die Kabel der Leitung beschädigt sein sollten, z. B. durch äußere Einwirkungen oder innere Kabelfehler, so werden die Kabel umgehend repariert. Hierzu werden entsprechende Reparaturmaterialien und Reservelängen vom Vorhabenträger bereitgehalten. Die Reparatur erfolgt nach Fehlersuche durch Austausch des defekten Kabelstücks. Hierzu wird im Schutzbereich das Kabel freigelegt, um den fehlerhaften Teil zu entfernen und durch ein Reservekabel zu ersetzen.

Sollte der Defekt im Bereich eines Kabelschutzrohres liegen, werden die beiden Enden des Kabelschutzrohres freigelegt, das Kabel aus dem Schutzrohr entfernt und durch eine neue Teillänge ersetzt. Sollte wider Erwarten die Entfernung des Kabels aus dem Schutzrohr scheitern, wird ein neues Schutzrohr in unmittelbarer Nähe zum Vorhandenen hergestellt und die Reparaturlänge durch dieses neue Kabelschutzrohr gezogen.

Die Kabelenden der neuen Teillänge werden mit den vorhandenen Kabelenden durch Muffen verbunden.

Anschließend erfolgt die Verfüllung der Baugruben und die Rekultivierung der Oberfläche.

2.1.9 Angaben zur Stilllegung bzw. zum Rückbau der Anlage

Im Fall einer Stilllegung der Anlage verbleibt das Kabel und das Schutzrohr, soweit vorhanden, grundsätzlich im Boden. Ein Verbleib des Kabels und der Schutzrohre im Boden ist unbedenklich und hat keinerlei negative Auswirkungen.

Ein möglicher Rückbau ist mit den Genehmigungsbehörden abzustimmen und umfasst ähnliche Eingriffe wie beim Bau des Kabels, da in Bereichen der offenen Bauweise auf der gesamten Länge der Kabeltrasse der Boden geöffnet und die eingebrachten Materialien entnommen werden müssen. Der ordnungsgemäße Wiedereinbau des Bodens ist zu gewährleisten. In Bereichen der geschlossenen Bauweise ist, je nach Tiefenlage der Schutzrohre, deren Rückbau wirtschaftlich nicht möglich. Hier können allein die Kabel gezogen werden.

Die übrigen Baustoffe werden fachgerecht entsorgt. Materialien wie Drainagen oder Schutzrohre können evtl. im Erdreich verbleiben, da von ihnen keine Beeinträchtigungen ausgehen und ein Rückbau mit vergleichsweise aufwändigen Eingriffen verbunden wäre.

2.2 Trassierungstechnische Beschreibung

2.2.1 Trassenbeschreibung (abschnittsspezifisch)

Allgemein

Die Vorzugstrasse im Planfeststellungsabschnitt D1 (Thüringen) ist 74,94 km lang und schließt nach der Landesgrenze Hessen-Thüringen, direkt südlich der Querung der Werra, an den PFA C2 an. Die Vorzugstrasse im vorgenannten Planfeststellungsabschnitt endet südlich der Landesgrenze Thüringen-Bayern und knüpft an den PFA D2 an. Die Gelenkpunkte an den Planfeststellungsgrenzen sind bei der Trassierung als Zwangspunkte zu berücksichtigen, an denen die Vorzugstrasse an die Trassenverläufe der benachbarten Planfeststellungsabschnitte anbindet. Im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt werden die Vorhaben V3 und V4 in enger Bündelung parallel verlegt (Stammstrecke).

Einen weiteren Zwangspunkt für die Trassierung stellt der Standort der Kabelabschnittsstation in unmittelbarer Nähe des Gewerbegebiets „Am Eisberg“ der Gemeinde Barchfeld dar. Weitere Angaben zur Kabelabschnittsstation können unter anderem dem Kapitel 2.2.3 entnommen werden.

Trassenverlauf

Die Vorzugstrasse verläuft zuerst in südöstlicher Richtung zwischen der Werra und dem angrenzenden Wald auf die Ortslage Lauchröden zu, die in einem Abstand von ca. 140 m umfahren wird. Im weiteren Verlauf wird die Elte und die Kreisstraße 509 rechtwinklig gequert, bevor die Trasse in südlicher Richtung abknickt und Oberellen auf östlicher Seite mit einer langen HDD (Querung der Elte, geschützte Biotope, Landesstraße 1020) tangiert. Unmittelbar nach der HDD wird die alte Bahntrasse offen gequert und verläuft in der Grünfläche in Richtung Wald bei Wünschensuhl. Dieser wird mittels zwei langen HDD unterquert, bevor die Suhl bei Marksuhl mit einer weiteren HDD gequert wird.

Bei km 15,3 wird die Bundesstraße 84 mit einer HDD unterquert. Unter Berücksichtigung der erforderlichen Abstände zu Bebauungen und umweltrelevanten Schutzgebieten, führt die Trasse über landwirtschaftlich genutzte Flächen. Anschließend unterquert die Trasse bei km 20,5 die eingleisige, nicht elektrifizierte Bahntrasse (Strecke 6311, Ettenhausen – Oberrohn) zwischen Barchfeld und Ettenhausen mit einer Durchpressung. Bei km 28,35, 28,5 und 29,5 wird die Bundesstraße 19 jeweils mit einer HDD gequert und anschließend verläuft die Trasse ab km 29,6 bis km 31,2 parallel zu dieser. Bei km 28,95 ist die Kabelabschnittsstation 3.4 geplant.

Ab km 31,5 verläuft die Trasse an Meimers vorbei und quert in diesem Bereich unter anderem die Zuleitung zum Klärwerk in geschlossener Bauweise. Die Orte Farnbach und Winne werden mit ausreichend Abstand umfahren, bevor bei km 42,5 die nicht elektrifizierte Bahntrasse (Strecke 6698) zwischen Nieder- und Mittelschmalkalden untergequert wird. Bis zu Parallelführung mit der Bundesstraße 19 ab km 46,0 verläuft die Trasse entlang der Waldgrenze auf dem Höhenzug.

Bei km 48,8 wird die Bundesstraße 19 ein weiteres Mal in geschlossener Bauweise unterfahren, bevor das Grüne Band (Werra), die nicht elektrifizierte Bahnstrecke (Strecke 6311, Schwallungen - Wasungen) sowie die Kreisstraße 2523 bei km 49,5 mit einer durchgehenden HDD gekreuzt werden. Ab km 49,8 bis km 55,0 wird das Waldgebiet westlich von Wasungen in offener Bauweise gequert. Die Arbeits- und Schutzstreifenbreite beträgt ca. 15 bis 21 m, an den Muffenstandorten wird der Arbeitsstreifen entsprechend aufgeweitet. Anschließend wird die Trasse in geschlossener Bauweise unter der Landstraße 2619 geführt.

Im weiteren Verlauf orientiert sich die Trasse erneut an den Geländeneigungen und unterquert den Stedtlinger Wald zwischen km 66,0 und km 67,7 mittels zwei langen HDD-Abschnitten. Bis zur Landesgrenze zwischen Thüringen und Bayern führt die Trasse über landwirtschaftliche Flächen und endet nach Unterquerung des Grünen Bandes an der Landesgrenze am Übergang zum PFA D2.

Der Verlauf der Vorzugstrasse im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt kann den Lageplänen im Teil C06 der Planfeststellungsunterlage entnommen werden.

Kabellängen / Abspulplätze / Muffengruben

Gemäß der Abstimmung mit den Kabellieferanten betragen die maximalen Längen der Kabel, welche auf Kabeltrommeln antransportiert werden, 2 km. Unter Berücksichtigung des Kabelverlaufs im dreidimensionalen Gelände und der geschlossenen Querungen in einem Kabelabschnitt, werden maximal alle 2 km entlang der Trasse Muffengruben vorgesehen. In diesen werden jeweils zwei Kabel miteinander verbunden. Die Kabel werden von den Abspulplätzen aus in die zuvor verlegten Kabelschutzrohre der Trasse eingezogen. Die Kabel werden auf Kabeltrommeln über das Straßennetz von den Zwischenlagern zu den Abspulplätzen transportiert. Für den Straßentransport sind gesonderte Genehmigungen erforderlich. Die Thematik bezüglich der vorgenannten Genehmigungen werden im Teil K05 der Planfeststellungsunterlage behandelt.

Die Lage der Abspulplätze und Muffengruben können den Lageplänen im Teil C06 der Planfeststellungsunterlage entnommen werden.

2.2.2 Nebenanlagen (abschnittsspezifisch)

Im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt befinden sich keine Nebenanlagen wie Konverterstationen, Phasenschieber, Umspannanlagen und Netzverknüpfungspunkte.

2.2.3 Nebenbauwerke (abschnittsspezifisch)

Im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt befinden sich Nebenbauwerke wie eine Kabelabschnittsstation und Linkboxen

Kabelabschnittsstation

Die Kabelabschnittsstationen dienen der Kabelfehlerortung und der Reduzierung der Kabelfehlerortungszeit. Der Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Kabelabschnittsstationen beträgt ca. 135 km (± 10 km).

Im Rahmen eines separaten Suchraumverfahrens wurden verschiedene potenzielle Standorte für die Kabelabschnittsstation im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt ermittelt. Durch einen Standortvergleich, in dessen Zuge entscheidungsrelevante Argumente wie Technik (Zuwegung, Flächenbedarf, Wirtschaftlichkeit, Erschließung), Umwelt (Schutzgüter) und Baugrund (Geologie, Hydrologie, Georisiken, Kampfmittelverdachtsflächen) abgewogen wurden, wurde der Vorzugsstandort ermittelt. Dieser befindet sich im Bereich der Gemeinde Barchfeld - Immelborn, nordöstlich des Gewerbegebiets „Am Eisberg“ auf der Südwestseite der Bundesstraße 19.

Die Lage der Kabelabschnittsstation kann den Lageplänen im Teil C06 der Planfeststellungsunterlage entnommen werden.

Linkboxen

Die Linkboxen sind für Mess- und Erdungsstellen vorgesehen und dienen zusätzlich der Unterstützung der Fehlerortung.

Die Linkboxen werden je Vorhaben mit einem Abstand von ca. 10 km zueinander und in einem Abstand von maximal 10 m zu einer Muffe platziert. Die Linkboxen müssen zugänglich sein und es wird vorgesehen, diese sofern möglich, in der Nähe von vorhandenen Straßen und Wegen als Schacht zu platzieren.

Im gegenständlichen PFA werden auf Basis der vorgenannten Rahmenbedingungen zur Positionierung insgesamt 9 Linkboxen je Vorhaben vorgesehen.

Die Lage der Linkboxen kann den Lageplänen im Teil C06 der Planfeststellungsunterlage entnommen werden.

2.2.4 Bauweisen (abschnittsspezifisch)

Im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt kommen die im Kapitel 2.1.5.3 und 2.1.5.4 aufgeführten Bauweisen zum Einsatz. In der folgenden Tabelle sind die Bereiche mit offener und geschlossener Bauweise im PFA D1 aufgelistet.

Tabelle 1: Aufstellung Bauweisen im PFA D1

von km	bis km	Bauweise	Grund für die geschlossene Bauweise
0,0	1,52	offene Bauweise mit Schutzrohr	
1,52	2,04	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
2,04	3,31	offene Bauweise mit Schutzrohr	
3,31	3,54	geschlossene Bauweise	Gewässer
3,54	4,34	offene Bauweise mit Schutzrohr	
4,34	4,58	geschlossene Bauweise	Gewässer
4,58	5,78	offene Bauweise mit Schutzrohr	
5,78	6,55	geschlossene Bauweise	topografische Verhältnisse
6,55	8,04	offene Bauweise mit Schutzrohr	
8,04	8,80	geschlossene Bauweise	Gewässer
8,80	10,45	offene Bauweise mit Schutzrohr	
10,45	11,36	geschlossene Bauweise	topografische Verhältnisse (Wald bei Wünschensuhl)
11,36	11,39	offene Bauweise mit Schutzrohr	

von km	bis km	Bauweise	Grund für die geschlossene Bauweise
11,39	12,42	geschlossene Bauweise	topografische Verhältnisse (Wald bei Wünschensuhl)
12,42	12,78	offene Bauweise mit Schutzrohr	
12,78	13,08	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße, Gewässer
13,08	15,13	offene Bauweise mit Schutzrohr	
15,13	15,30	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
15,30	16,41	offene Bauweise mit Schutzrohr	
16,41	17,07	geschlossene Bauweise	Gewässer
17,07	19,65	offene Bauweise mit Schutzrohr	
19,65	19,88	geschlossene Bauweise	Gewässer
19,88	20,39	offene Bauweise mit Schutzrohr	
20,39	20,62	geschlossene Bauweise	Bahnanlage
20,62	22,42	offene Bauweise mit Schutzrohr	
22,42	22,60	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
22,60	24,55	offene Bauweise mit Schutzrohr	
24,55	24,75	geschlossene Bauweise	Gewässer
24,75	26,40	offene Bauweise mit Schutzrohr	
26,40	26,59	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
26,59	28,28	offene Bauweise mit Schutzrohr	
28,28	28,59	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
28,59	29,16	offene Bauweise mit Schutzrohr	
29,16	29,66	geschlossene Bauweise	Gewässer
29,66	31,12	offene Bauweise mit Schutzrohr	
31,12	31,49	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
31,49	31,90	offene Bauweise mit Schutzrohr	
31,90	32,31	geschlossene Bauweise	Wald
32,31	33,33	offene Bauweise mit Schutzrohr	
33,33	33,68	geschlossene Bauweise	Umweltbelange
33,68	35,26	offene Bauweise mit Schutzrohr	
35,26	35,63	geschlossene Bauweise	Gewässer
35,63	37,02	offene Bauweise mit Schutzrohr	
37,02	37,31	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
37,31	37,45	offene Bauweise mit Schutzrohr	
37,45	37,80	geschlossene Bauweise	Gewässer
37,80	38,38	offene Bauweise mit Schutzrohr	
38,38	38,81	geschlossene Bauweise	Gewässer
38,81	39,33	offene Bauweise mit Schutzrohr	

von km	bis km	Bauweise	Grund für die geschlossene Bauweise
39,33	39,86	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße, Gewässer
39,86	40,32	offene Bauweise mit Schutzrohr	
40,32	40,55	geschlossene Bauweise	topografische Verhältnisse
40,55	42,18	offene Bauweise mit Schutzrohr	
42,18	42,57	geschlossene Bauweise	Bahnanlage
42,57	42,83	offene Bauweise mit Schutzrohr	
42,83	43,30	geschlossene Bauweise	topografische Verhältnisse
43,30	44,59	offene Bauweise mit Schutzrohr	
44,59	45,12	geschlossene Bauweise	Wald
45,12	46,09	offene Bauweise mit Schutzrohr	
46,09	46,57	geschlossene Bauweise	Gewässer
46,57	47,66	offene Bauweise mit Schutzrohr	
47,66	48,07	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße, Gewässer
48,07	48,61	offene Bauweise mit Schutzrohr	
48,61	48,94	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
48,94	49,24	offene Bauweise mit Schutzrohr	
49,24	49,62	geschlossene Bauweise	Bahnanlage, klassifizierte Straße
49,62	54,78	offene Bauweise mit Schutzrohr	
54,78	55,35	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße, Gewässer
55,35	55,87	offene Bauweise mit Schutzrohr	
55,87	56,27	geschlossene Bauweise	Gewässer
56,27	57,33	offene Bauweise mit Schutzrohr	
57,33	57,59	geschlossene Bauweise	Gewässer
57,59	58,11	offene Bauweise mit Schutzrohr	
58,11	58,35	geschlossene Bauweise	Gewässer
58,35	59,28	offene Bauweise mit Schutzrohr	
59,28	59,52	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
59,52	60,73	offene Bauweise mit Schutzrohr	
60,73	60,94	geschlossene Bauweise	topografische Verhältnisse
60,94	61,49	offene Bauweise mit Schutzrohr	
61,49	62,09	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße, Gewässer
62,09	62,58	offene Bauweise mit Schutzrohr	
62,58	62,79	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
62,79	63,33	offene Bauweise mit Schutzrohr	
63,33	63,86	geschlossene Bauweise	Umweltbelange
63,86	64,71	offene Bauweise mit Schutzrohr	
64,71	65,00	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße

von km	bis km	Bauweise	Grund für die geschlossene Bauweise
65,00	66,06	offene Bauweise mit Schutzrohr	
66,06	66,83	geschlossene Bauweise	Umweltbelange, Wald
66,83	66,94	offene Bauweise mit Schutzrohr	
66,94	67,76	geschlossene Bauweise	Umweltbelange, Wald
67,78	69,46	offene Bauweise mit Schutzrohr	
69,46	69,78	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
69,78	70,71	offene Bauweise mit Schutzrohr	
70,71	71,07	geschlossene Bauweise	Gewässer
71,07	72,03	offene Bauweise mit Schutzrohr	
72,03	72,14	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
72,14	74,01	offene Bauweise mit Schutzrohr	
74,01	74,80	geschlossene Bauweise	klassifizierte Straße
74,80	74,94	offene Bauweise mit Schutzrohr	

Offene Bauweise

In den Bereichen zwischen den geschlossenen Querungen wird in der Regel die Bauweise „Offener Graben mit Schutzrohr“ vorgesehen. Hierbei wird der Kabelgraben ausgehoben und danach die Kabelschutzrohre eingelegt. Anschließend wird der Graben wieder verfüllt. Die Kabel können dann, zeitlich flexibel, zu einem späteren Zeitpunkt eingezogen werden. Auf Grund dieses wesentlichen Vorteils wird diese Methode für die Bereiche mit offener Bauweise vorgesehen.

Nur im Bereich der Muffen-, Einzugs- und Schubgruben kann die Bauweise „offener Graben ohne Schutzrohr“ zur Anwendung kommen.

Die Bereiche mit offener Bauweise können zusätzlich den Lageplänen im Teil C06 der Planfeststellungsunterlage entnommen werden.

Geschlossene Bauweise

In den im Kapitel 2.1.5.4 beschriebenen sensiblen Bereichen wie Verkehrsinfrastruktur, Gewässer, Schutzbereiche, usw. kommen geschlossene Bauweisen zum Einsatz. Hierdurch werden die beschriebenen Bereiche baulich nicht berührt und bleiben in ihrer Funktionalität während der Bauzeit erhalten. Geschlossen zu querende Bereiche werden mehrheitlich mit der Bauweise „Gesteuerte Horizontalbohrung (englisch: Horizontal Directional Drilling – HDD)“ gekreuzt.

Bei größeren Bohrlängen wird die geschlossene Bauweise „Gesteuerte Ausbläser“ als Variante des HDD-Verfahrens angewendet. Hierbei werden Entlastungsbohrungen für die kontrollierte Entnahme der Bohrspülung angelegt, um die größeren Bohrlängen realisieren zu können. In Abstimmung mit betroffenen und beteiligten Dritten wird im Bereich von zu querenden Bahnanlagen die geschlossene Bauweise „Pilotrohrvortriebsverfahren“ angewendet. Im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt sind insgesamt 52 geschlossene Querungen vorgesehen.

Die Bereiche mit geschlossener Bauweise können zusätzlich den Lageplänen im Teil C06 der Planfeststellungsunterlage entnommen werden.

2.2.5 Kreuzungen (abschnittsspezifisch)

Im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt werden die Kreuzungen im Regelfall nach Kapitel 2.1.6.2 vorgesehen. Eine Aufstellung aller Kreuzungen im PFA D1 kann dem Kreuzungsverzeichnis im Teil C08 der Planfeststellungsunterlage entnommen werden. Zusätzlich sind die Kreuzungen in den Lageplänen im Teil C06 dargestellt.

Die Ausführung der Querungen erfolgt in der Regel gemäß den Prinzipzeichnungen Kabelanlage im Teil C02 der Planfeststellungsunterlage. Folgende Anlagen zum Teil C02 sind für den gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt im Zuge der Kreuzungen relevant:

- Anlage 18: Straße und Weg - offene Querung - Stammstrecke
- Anlage 20: Straße - geschlossene Querung - Stammstrecke
- Anlage 22: Gewässer, Graben, Biotop - offene Querung - Stammstrecke
- Anlage 24: Gewässer, Graben, Biotop - geschlossene Querung - Stammstrecke
- Anlage 25: Querung und Parallelführung von/zu Freileitungen
- Anlage 26: Querung von erdverlegten Leitungen
- Anlage 27: Querung von Kabeln

Für Kreuzungen, welche nicht durch die Prinzipzeichnungen abgedeckt sind, wurden separate Kreuzungspläne erstellt. Diese können den Sonderplänen im Teil C07, Anlage 02 entnommen werden.

Besonderheiten im PFA D1

Das Gelände mit ungünstigen topografischen Verhältnissen im Bereich des Höhenzuges nordöstlich der Gemeinde Unterellen, wird durch die aktuelle Vorzugstrasse zwischen km 5,78 - km 6,48 geschlossen gequert. Im Zuge des Trassenvorschlags aus der vorherigen Planungsphase im § 19 NABEG, wurde der vorgenannte Bereich noch offen gequert.

Die unmittelbar aufeinander folgenden Kreuzungen des Hammelbachs und Eichbachs, südlich von Marksuhl, wird durch die Vorzugstrasse in offener Bauweise gequert. Im Zuge des Trassenvorschlags aus der vorherigen Planungsphase im § 19 NABEG wurde der vorgenannte Bereich noch geschlossen gequert.

Die Kreisstraße 98 wird im Bereich südlich der Gemeinde Möhra durch die Vorzugstrasse in offener Bauweise gequert. Im Zuge des Trassenvorschlags aus der vorherigen Planungsphase im § 19 NABEG wurde der vorgenannte Bereich noch geschlossen gequert.

Die Gemeindeverbindungsstraße zwischen dem Ortsteil Gräfen-Nitzendorf und der Gemeinde Neuendorf wird durch die Vorzugstrasse in offener Bauweise gequert. Im Zuge des Trassenvorschlags aus der vorherigen Planungsphase im § 19 NABEG wurde der vorgenannte Bereich noch geschlossen gequert.

Im Zuge des Trassenvorschlags aus der vorherigen Planungsphase im § 19 NABEG wurde der Wald westlich von Wasungen in offener Bauweise gequert. Die aktuelle Vorzugstrasse sieht ebenfalls eine offene Querung des vorgenannten Waldgebietes vor.

Der Trassenvorschlag in der vorherigen Planungsphase nach § 19 NABEG hat das Waldgebiet westlich der Gemeinde Gleimershausen umfahren. Auf Grund der Ergebnisse der Baugrunduntersuchung im Bereich der Gemeinden Gleimershausen und Haselbach wird die aktuelle Vorzugstrasse der vorliegenden Planfeststellungsunterlage am westlichen Rand des festgelegten Trassenkorridors geführt. Der Wald westlich von Gleimershausen wird in geschlossener Bauweise gequert.

2.2.6 Parallelführungen (abschnittsspezifisch)

Ab etwa km 29,7 bis km 31,5 wird die Trasse gebündelt mit der Bundesstraße 19 geführt. Die Trasse verläuft hierbei nördlich der vorgenannten klassifizierten Straße. Bis etwa km 31,1 ist die Trasse in offener Bauweise vorgesehen, ab km 31,1 bis km 31,5 in geschlossener Bauweise. Die Bündelung mit der vorhandenen Infrastruktur hat sich als vorzugswürdig herausgestellt, da eine Trassenführung auf der Südseite der Bundesstraße stärkere Betroffenheiten mit vorhandenen Gewässern und Straßenentwässerungsanlagen bedingt sowie die Querung des teilplanfreien Knotenpunkts im Bereich der Tankstelle westlich von Barchfeld erschwert hätte. Eine weiter von der Bundesstraße in Richtung Norden abgerückte Trassierung im Trassenkorridor hätte durch vorhandene Gehölzstrukturen zu einem weniger gestreckten Verlauf geführt.

Von etwa km 46,6 bis km 47,7 wird die Trasse in offener Bauweise erneut gebündelt mit der Bundesstraße 19 geführt. Die Trasse verläuft im vorgenannten Bereich östlich der klassifizierten Straße. Eine Parallelführung westlich der Bundesstraße ist auf Grund der vorhandenen Bebauung und Gewässer nicht möglich. Ein Abrücken der Trasse von der Bundesstraße in Richtung Osten im Trassenkorridor ist auf Grund der vorhandenen Topografie und Gehölzstrukturen nachteilig. Daher wird die Bündelung mit der vorhandenen Infrastruktur in diesem Bereich als vorzugswürdig erachtet.

Die Bereiche der parallel zur vorhandenen Infrastruktur geführten Trasse können den Lageplänen im Teil C06 der Planfeststellungsunterlage entnommen werden.

2.2.7 Sonderbauwerke (abschnittsspezifisch)

Von der Regelbauweise und anderen vorangehend beschriebenen Verlegearten abweichende Bauwerke werden als Sonderbauwerke bezeichnet.

Im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt befinden sich keine Sonderbauwerke.

2.2.8 Bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Logistikkonzept

Für die bauliche Realisierung der Maßnahme wird ein eigenständiges Logistik- und Verkehrskonzept aufgestellt. Dies kann dem Teil L03 der Planfeststellungsunterlage entnommen werden.

Für die Ausführung werden trassenbegleitend Baustreifen im Arbeitsstreifen angelegt. Diese werden an geeigneten Punkten über Baustellenzufahrten an das öffentliche Straßennetz angebunden. Für die Baustellenzufahrten werden zum überwiegenden Teil bestehende Wege, wie zum Beispiel Feldwege, ertüchtigt. Darüber hinaus werden auch einige komplett neue Zufahrten hergestellt.

Im Falle eines Neubaus der Baustellenzufahrt, welche für den Kabeltransport erforderlich sind, werden diese in Asphaltbauweise hergestellt. Für die Ertüchtigung vorhandener Wege werden diese analog zur bestehenden Bauweise verbreitert. Nach Abschluss der Arbeiten werden die temporären Asphaltflächen zurückgebaut.

Darüber hinaus werden für das Einziehen der Kabel in die Schutzrohre Abspulplätze hergestellt, an denen die Kabeltrommeln über die Straße antransportiert werden. Hierfür werden ebenso Baustellenzufahrten vom vorhandenen klassifizierten Straßennetz bis zum Abspulplatz hergestellt. Die Genehmigung für die Anbindung der geplanten Baustellenzufahrten an das öffentliche Straßennetz werden im Teil K05 der Planfeststellungsunterlage behandelt.

Die Baustellenzufahrten werden so platziert, dass die Baustraßen im Arbeitsstreifen immer beidseitig einer geschlossenen Querung an das öffentliche Straßennetz angebunden werden, da die Baustraßen in der Regel an geschlossenen Querungen unterbrochen werden.

Somit wird der Bereich zwischen zwei geschlossenen Querungen immer mit mindestens einer Baustellenzufahrt an das öffentliche Straßennetz angebunden. Die Baustellenzufahrten werden vorrangig auf vorhandenen Wegen angelegt, um zum Beispiel den Neubau temporärer Brücken über vorhandene Gewässer und Gräben zu minimieren. Lediglich für die Baustellenzufahrt zum Abspulplatz A-D1-37-001-V0, nordöstlich des Ortsteils Winne, muss ein temporäres Brückenbauwerk über den Mühlgraben hergestellt werden. Ein vorhandenes Bauwerk südlich der Ortslage Lauchröden muss für die Anforderung des Baustellenverkehrs ertüchtigt bzw. verstärkt werden.

Die für das Einziehen der Kabel in die Kabelschutzrohre erforderlichen Abspulplätze wurden mit dem Auftragnehmer Kabel in ihrer Lage abgestimmt. Die Abspulplätze befinden sich vorrangig an klassifizierten Straßen und weisen in der Regel eine möglichst kurze Baustellenzufahrt auf. Die Baustraßen im Arbeitsstreifen können auch über die Baustellenzufahrten der Abspulplätze erreicht werden.

Die eingezogenen Kabel werden an den Muffenstandorten miteinander verbunden. An den Muffenstandorten werden zusätzliche Baustelleneinrichtungsflächen eingerichtet. Die Muffenstandorte sind über die im Arbeitsstreifen vorgesehenen Baustraßen zu erreichen.

An den Anfangs- und Endpunkten der geschlossenen Querungen werden Start- und Zielgruben sowie Bohrgrubenplätze vorgesehen. Diese sind ebenfalls über die Baustraßen im Arbeitsstreifen zu erreichen.

2.2.9 Bauablauf im Planfeststellungsabschnitt (abschnittsspezifisch)

2.2.9.1 Bauablauf

Die nachfolgende Tabelle beschreibt den Bauablauf und die typischen Bauphasen bei der Erdkabelverlegung, wie sie auch bei SuedLink geplant sind.

Tabelle 2: Bauphasen bei der Erdkabelverlegung

Vor Baubeginn	<ul style="list-style-type: none"> • Brutvogelbegehungen rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten • Baugrunduntersuchungen • Archäologische Voruntersuchungen • Kampfmittelräumung
---------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Fremdleitungs-/Drainagenerhebung sowie örtliche Kennzeichnung und Einmessung, Suchschachtung • Befahrungsanalyse • Baufeldfreimachung • Beweissicherung für Gebäude, Straßen und Grundgrenzen • CEF-Maßnahmen
Trassenvorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> • Auspflocken der Trasse • Wegebau (Baustraßen, Zufahrten, etc.) • Baustellensicherung • Flächenvorbereitung (vorzeitige Räumung von Bewuchs, unter Einhaltung von saisonalen Beschränkungen) • Vorbereitung geschlossene Querungen (z. B. HDD) sofern erforderlich
Abtrag Oberboden	<ul style="list-style-type: none"> • Aushub Oberboden • Lagerung • Begrünung, Schutz vor Erosion
Herstellung Grabenprofil	<ul style="list-style-type: none"> • Aushub Unterboden • Getrennte Lagerung der Bodenhorizonte • Installation offene Wasserhaltung • Sandbettschüttung
Kabelzug	<ul style="list-style-type: none"> • Kabelspulentransport • Einrichtung der für den Kabelzug erforderlichen Rollen, Lager, Schubgeräte und sonstige Hilfsmittel, etc. • Einrichten der Zugstandorte • Kabelzug durch Graben • Räumung der für den Kabelzug benötigten Hilfseinrichtungen
Zusätzliche Verlegearbeiten	<ul style="list-style-type: none"> • Verlegung Schutzrohre für Lichtwellenleiterkabel • Verlegung Kabelschutzrohre sofern erforderlich
Muffen	<ul style="list-style-type: none"> • Aufweitung des Kabelgrabens an Muffengruben • Installation von Muffencontainer • Muffenmontage • Deinstallation von Muffencontainer • Bettung der Muffe im Sand
Rückverfüllung Graben	<ul style="list-style-type: none"> • Vermessung der Kabelanlage und der sonstigen zum System gehörigen Einrichtungen • Aufschüttung des Sandbettes um das Kabel • Einbringung von Schutzplatten oder Schutzgitter • Rückverfüllung des Unterbodens • Einbringung des Trassenwarnbands • Einbringung restlicher Unter- und Oberböden • Einbaukontrolle Boden (Verdichtungsnachweis)

Rekultivierung	<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächenwiederherstellung • Rückbau der Einrichtungs- und Lagerflächen sowie der Baustraßen • Tiefenlockerung Unterboden • ggf. Düngung • ggf. Neueinsaat • Wiederherstellung Drainagen
Flächennutzung nach Bau	<ul style="list-style-type: none"> • Land- und Viehwirtschaft möglich • Keine Bebauung und tiefwurzelnende Pflanzen

2.2.9.2 Bauzeit

Für den gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt ist folgende Bauzeit vorgesehen:

Mit Vorliegen des Planfeststellungsbeschlusses und damit des Baurechtes werden umgehend die Arbeiten im Planfeststellungsabschnitt D1 aufgenommen. Die Bauarbeiten erfolgen in mehreren Teilabschnitten im Planfeststellungsabschnitt gleichzeitig, in Abhängigkeit von den Möglichkeiten zur Herstellung der Baufreiheit und der bauleistungsrechtlichen Rahmenbedingungen. Dabei müssen diese Abschnitte nicht räumlich zusammenhängen. Es wird im Planfeststellungsabschnitt D1 von einer Gesamtbauzeit von rund 4 Jahren ausgegangen. Mit der Fertigstellung und Erstem Energiefluss von Suedlink wird Ende 2028 gerechnet.

2.2.9.3 Bodenaufbereitungsanlagen

Für den Bauablauf sind zentrale Flächen für die Bodenaufbereitungsanlagen entlang der Trasse vorgesehen. Diese sind in Tabelle 2a aufgeführt. Zusätzlich sind die für die Bodenaufbereitungsanlagen zur Verfügung stehenden Flächen im Teil C06 Lagepläne Anlage 01 dargestellt.

Die vorgesehenen Bodenaufbereitungsflächen dienen der temporären Lagerung sowie der Aufbereitung von Aushubmaterialien. Nach der Anlieferung werden die Materialien mittels mobiler technischer Anlagen – wie beispielsweise Misch-, Sieb- und Brechsystemen – so bearbeitet, dass sie für eine qualitätsgesicherte Wiederverwendung, insbesondere zur Grabenrückverfüllung geeignet sind. Die erforderlichen Arbeitsabläufe erfolgen bedarfsgerecht unter Einsatz üblicher Baumaschinentechnik. Weitere Angaben zum Geräteeinsatz können dem Teil L02 „Bodenschutzkonzept“, Kapitel 2.3.1.4, entnommen werden.

Die genannten Flächen werden für die Optimierung des Bauablaufs für weitere Bauzustände, wie z.B. Herstellung offene und geschlossene Bauweisen, Abspulplätze, Baustelleneinrichtungsfläche etc., genutzt und werden über die gesamte Bauzeit, von ca. drei Jahren zur Verfügung stehen. Innerhalb der Gesamtbauzeit wird für die Bodenaufbereitungsanlagen jeweils von einer Betriebszeit von ca. einem Jahr ausgegangen.

Tabelle 2a: Lage der Bodenaufbereitungsanlagen im PFA D1

Segment	PFA-km	Inner-/außerhalb des fTK §12 NABEG	Zuwegung über	Teil C06 Lageplan Blatt-Nr.
35	4+550 – 4+675	innerhalb	K 509 und Zuwegung A-D1-35-002-V0	BI04
35	12+700 – 12+800	innerhalb	L 1023 und Zuwegung Z-D1-35-007-V0	BI09
35	15+000 – 15+175	innerhalb	B 84 und Zuwegung A-D1-35-005-V0	BI10
37	41+075 – 41+250	innerhalb	K 2517, Ölmühle und Zuwegung Z-D1-37-010-V0 und Z-D1-37-009-V0	BI27
38	*55+050 – 54+750 * Festgelegte Stationierung gem. Deckblatt I	innerhalb	L 2619 und Zuwegung Z-D1-38-008-V0	BI35 / BI36
39	64+250 – 64+525	innerhalb	L 2621 und Zuwegung A-D1-39-002-V0	BI42