

SuedLink

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

Vorhabenträger:



Ersteller:



ILF Beratende Ingenieure GmbH:
Werner-Eckert-Str. 7
81829 München

DokumentenzahlNr.: A100-ILF-002026-MA-DE

Planfeststellung

**Planfeststellungsabschnitt A2
von km 0+000 bis 8+589**

Unterlagen nach § 21 NABEG

PLANÄNDERUNG I

**Teil C01
Technik und Trassierung**

00	28.06.2022	Unterlage nach § 21 NABEG	Steininger	Kerndter	Rieder
01	27.01.2023	Deckblatt I	Gullner	Kerndter	Pfeiffer
02	31.03.2026	PLANÄNDERUNG I	Heuberg- Hinckel	Zwinger	Bruchmann
Vers.	Datum	Ausgabe	Erstellt	Geprüft	Freigegeben

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	3
Anhang- und Anlagenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis.....	4
1 Einleitung	9
1.1 SuedLink	9
1.2 Einordnung der Unterlage	9
1.3 Inhalt und Zweck des Dokuments.....	9
2 Allgemeine Projektbeschreibung	10
2.1 Technische Angaben zum Vorhaben.....	10
2.1.1 Grundlagen.....	10
2.1.2 Technische Beschreibung der Anlagenteile	20
2.1.3 Angaben zum Bau der Leitungen	31
2.1.4 Logistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr.....	34
2.1.5 Arbeits- und Bauablauf.....	34
2.1.6 Parallelführungen und Kreuzungen.....	45
2.1.7 Schutzstreifen.....	54
2.1.8 Betrieb und Instandhaltung	56
2.1.9 Angaben zur Stilllegung bzw. zum Rückbau der Anlage	57
2.2 Trassierungstechnische Beschreibung	57
2.2.1 Trassenbeschreibung (Abschnittsspezifisch)	57
2.2.2 Nebenanlagen (Abschnittsspezifisch)	60
2.2.3 Nebenbauwerke (Abschnittsspezifisch)	60
2.2.4 Bauweisen (Abschnittsspezifisch).....	60
2.2.5 Kreuzungen (Abschnittsspezifisch).....	63
2.2.6 Parallelführungen (Abschnittsspezifisch)	64
2.2.7 Sonderbauwerke (Abschnittsspezifisch)	64
2.2.8 Bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit der Logistik.....	66
2.2.9 Bauablauf im Planfeststellungsabschnitt (Abschnittsspezifisch).....	70

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Mindestabstand a in für Windenergieanlagen der Klasse	17
Tabelle 2:	Muffenstandorte im PFA A2.....	60
Tabelle 3:	Abspulstandorte im PFA A2.....	60
Tabelle 4:	Aufstellung der vom Regelfall abweichenden Bauweisen einzelnen Verlegeverfahren im PFA A2	60 61
Tabelle 5:	Planungseckdaten drei HDDs im Abschnitt KM 0+410 bis KM 1+960.....	64 62
Tabelle 6:	Aufstellung dauerhafter Zuwegungen und Zufahrten	66
Tabelle 7:	Aufstellung temporärer Zuwegungen und Zufahrten	67
Tabelle 8:	Aufstellung Zuwegungen und Zufahrten ohne baulicher Maßnahmen	68
Tabelle 9:	Aufstellung temporäre Kunstbauwerke im PFA A2.....	69
Tabelle 10:	Bauphasen bei der Erdkabelverlegung	70

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schlussbericht Windenergieanlagen für Ferngasleitungen.....	17
Abbildung 2:	Kabelaufbau NKT-525 kV HGÜ-Kabel	21
Abbildung 3:	Kabelaufbau Prysmian HGÜ-Kabel.....	22
Abbildung 4:	Schematische Darstellung der Kabelverbindungen (Muffen).....	24
Abbildung 5:	Beispielhafte Darstellung eines Muffencontainers zur Herstellung des Kabelverbindungssystems	24
Abbildung 6:	Schnitt Baugrube zur Herstellung des Kabelverbindungssystems (Prinzipskizze)	24
Abbildung 7:	Muffen (Pfeilmarkierung) vor Wiederverfüllung des Leitungsgrabens	25
Abbildung 8:	Grabenquerschnitt mit Anordnung der Erdseile	25
Abbildung 9:	Linkbox (oberirdisch) (prinzipielle Ausbildung)	26
Abbildung 10:	Linkbox (unterirdisch) (prinzipielle Ausbildung)	26
Abbildung 11:	Beispiel einer doppelten Kabelabschnittsstation	29
Abbildung 12:	Beispiel einer einfachen Kabelabschnittsstation	29
Abbildung 13:	Schematische Darstellung einer Konverterstation mit zwei Konverterhallen (Aufbau entspricht einem Kabelsystem).....	30
Abbildung 14:	Prinzipdarstellung Muffengrube für ein Kabelsystem während der Bauzeit)	32
Abbildung 15:	Grabenprofil Normalstrecke, erdverlegt	38
Abbildung 16:	Grabenprofil Stammstrecke, erdverlegt.....	38
Abbildung 17:	Querungsbauwerk ElbX (vereinfachte Prinzipdarstellung)	65

Anhang- und Anlagenverzeichnis

Anhang 1:	Steckbriefe Verlegeverfahren
-----------	------------------------------

Anhang 2: Maßnahmenblatt Schallschutz

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
§	Paragraph
%	Prozent
Abs.	Absatz
AC	Bezeichnung für Wechselstrom (engl. alternating current)
AG	Aktiengesellschaft
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
AN	Auftragnehmer
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
bspw.	beispielsweise
BÜB	Bauüberwacher Bahn
bzw.	beziehungsweise
BWaldG	Bundeswaldgesetz
BWo	oberer Betriebswasserstand
°C	Grad Celsius
ca.	circa
CEF-Maßnahme	vorgezogene Ausgleichsmaßnahme (engl. continuous ecological functionality-measures)
cm	Zentimeter
d	Durchmesser
Da	Rohr-Außendurchmesser
DB	Deutsche Bahn
DC	Gleichstrom (engl. direct current)
DCA	Drilling Contractors Association
DEG	Dezimalgrad
d. h.	das heißt
DigiNetzG	Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze

Abkürzung	Erläuterung
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	Nennweite (franz. diamètre nominal)
Dok.	Dokument
DPH	dynamic probe heavy
DSchG SH	Gesetz zum Schutz der Denkmale (Denkmalschutzgesetz) des Landes Schleswig-Holstein
DTK	Digitale Topografische Karte
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
EAK	Europäischer Abfallartenkatalog
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
ElbX	Das Querungsbauwerk für die Elbe (ElbX) umfasst den gesicherten Bereich vom ersten Muffenstandort außerhalb der Elbequerung bis zum Vertikalschacht, die beiden Schächte sowie das eigentliche Verbindungsbauwerk zwischen den beiden Schächten. Sofern der Begriff „Tunnel“ in den Unterlagen benutzt wird, wird dieser äquivalent zu „Querungsbauwerk“ verstanden.
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
et al.	und andere (lat. et alii)
etc.	et cetera
EUGAL	Europäische Gas-Anbindungsleitung
evtl.	eventuell
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FoVG	Forstvermehrungsgutgesetz
FoVDV	Forstvermehrungsgut-Durchführungsverordnung
FStrG	Bundesfernstraßengesetz
gem.	gemäß
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
GG	Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland
ggf.	gegebenenfalls
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GPS	Global Positioning System
GOK	Geländeoberkante
grds.	grundsätzlich
GrwV	Grundwasserverordnung
GW	Gigawatt (1.000.000.000 W), Einheit der elektrischen Leistung
ha	Hektar
HBE	Handbuch Bauen und Errichten (TenneT TSO GmbH)
HDD	Horizontalspülbohrverfahren (engl. horizontal directional drilling)
HDI	Hochdruckinjektion
HDPE	High-density polyethylene (Hochfestes Polyethylen)
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
HGV	Hochgeschwindigkeitsverkehr
hmin	Überdeckungshöhe (mindestens)

Abkürzung	Erläuterung
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
inkl.	inklusive
insbes.	insbesondere
i. V. m.	in Verbindung mit
KAS	Kabelabschnittsstation
kg	Kilogramm
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
kV	Kilovolt (1.000 V)
LBO	Landesbauordnung
LBodSchAG	Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz
LK	Landkreis
LKW	Lastkraftwagen
LNatSchG	Landesnatorschutzgesetz
LuftVG	Luftverkehrsgesetz
LWaldG	Landeswaldgesetz
LWG SH	Landeswassergesetz Schleswig-Holstein
LWL	Lichtwellenleiter
LWL MM	Lichtwellenleiter multimode
LWL SM	Lichtwellenleiter singlemode
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
max.	maximal
MHW	mittleres Hochwasser
mind.	mindestens
Mio.	Millionen
mm	Millimeter
mm ²	Quadratmillimeter
MT	Microtunnel
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
NaCl	Natriumchlorid
NAGBNatSchG	Niedersächsisches Ausführungsgesetz zum BNatSchG
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.
NBauO	Niedersächsische Bauordnung
Nr.	Nummer
NVP	Netzverknüpfungspunkt

Abkürzung	Erläuterung
NWaldLG	Niedersächsisches Gesetz über den Wald und die Landschaftsordnung
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
o.a.	oben angeführt
o.ä.	oder ähnlich
o. g.	oben genannt
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OK	Oberkante
PFA	Planfeststellungsabschnitt
PFV	Planfeststellungsverfahren
PKW	Personenkraftwagen
potTA	potenzielle Trassenachse
QS	Qualitätssicherung
R	Radius
RIL	Richtlinie
ROG	Raumordnungsgesetz
RPB	Regionales Planungsbüro
SiGeKo	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator
SKR	Stromleitungskreuzungsrichtlinie
SL	SuedLink
SOL	SuedOstLink
SPT	Standardpenetrationstests
SSG	Strom- und schifffahrtspolizeiliche Genehmigung
t	Tonnen
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TBM	Tunnelbohrmaschine
TenneT	TenneT TSO GmbH
TKG	Telekommunikationsgesetz
TransnetBW	TransnetBW GmbH
TRGL	Technische Regeln für Gashochdruckleitungen
TTG	TenneT TSO GmbH
Tunnelplaner (PG)	Tunnelplaner (Planungsgemeinschaft)
TVs	Trassenverlaufes
u. a.	unter anderem
UIG	Unternehmensinterne Genehmigung (durch die DB Netz AG)
UK	Unterkante
UmwRG	Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz
USchadG	Umweltschadensgesetz
ÜSG	Überschwemmungsgebiete
u. U.	unter Umständen
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung

Abkürzung	Erläuterung
UWBS	Unterwasserbetonsohle
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
vgl.	vergleiche
VHT	Vorhabenträger
vrsl.	voraussichtlich
VSch-Gebiet	Vogelschutzgebiet
VzG	Verzeichnis zulässiger Geschwindigkeiten
WaStrG	Bundeswasserstraßengesetz
WebGIS	Online Geodaten Dienst
WG	Wassergesetz
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WKA	Windkraftanlagen
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
WSG-VO	Wasserschutzgebietsverordnung
XLPE	Cross Linked Polyethylen
z. B.	zum Beispiel
ZiE	Zustimmung im Einzelfall (durch das EBA)
z. T.	zum Teil

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 (BBPlG) als „Vorhaben Nr. 3“ geführt) sowie zwischen Wilster in Schleswig-Holstein und Bergrheinfeld/West in Bayern (diese Verbindung wird in der Anlage zum BBPlG 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 A2. 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 Technik und Trassierung“ ist Bestandteil der Unterlagen für die Einreichung des Plans und der Unterlagen nach § 21 NABEG für SuedLink im Planfeststellungsabschnitt A2.

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 z.T. 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, Topographie 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 Deichschutzzone 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 Baustraßen 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 Queringstiefe 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: ca. 40 bis 45 m
 - 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 Einziehkkräfte 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.

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.

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.

- Elbquerung

In PFA A2 wird die Elbe mit einem Tübbingtunnel unterquert.

Weitere Informationen Tübbingtunnel befinden sich im Anhang 01 Steckbriefe Verlegeverfahren, unter 2.6 Verfahren: Tunnel / Tübbingsbauweise

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 inkl. 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.

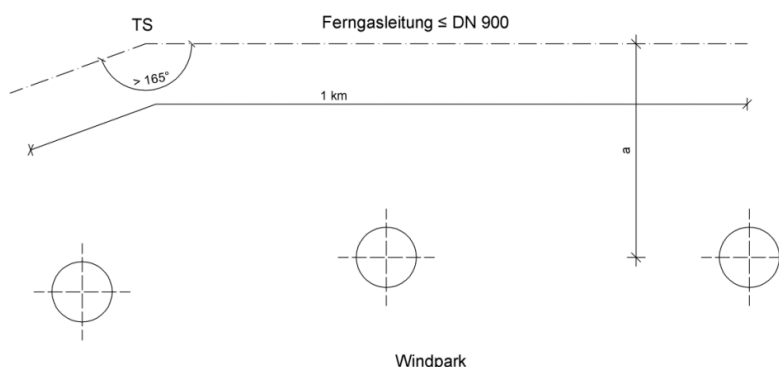
2.1.1.5.4 Windenergieanlagen

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.

Tabelle 1: Mindestabstand a in für Windenergieanlagen der Klasse

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 (max. 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

Skizze zur Erläuterung:



G:\2019\77919\06_Bearbeitung\04_Ergebnisse\01_Tabellen_Rev09\A15.1_Min_Zsfg_Süßgasltg_DN900.docx

77919

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.

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.

2.1.1.5.5 Sprenggebiete

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.:

- regelmäßig geräumte Gewässer und Straßengräben. Dazu erfolgt unabhängig von der in der Kreuzungsdetailvermessung zu vermessenden Gewässer- / Grabentiefe 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 Forstrotdungsfahrzeuge 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 Flurstücksgrenzen werden als relevanter Belang für das Erdkabelvorhaben auch aktuelle bzw. abgeschlossene Flurneuordnungs-/Flurbereinigungsverfahren berücksichtigt. Hierzu wird auch auf Teil D „Rechtserwerbsplan und Rechtserwerbsverzeichnis“ 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 (statt 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 Ermittlung der Vorzugstrasse“ 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. BBPIG 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

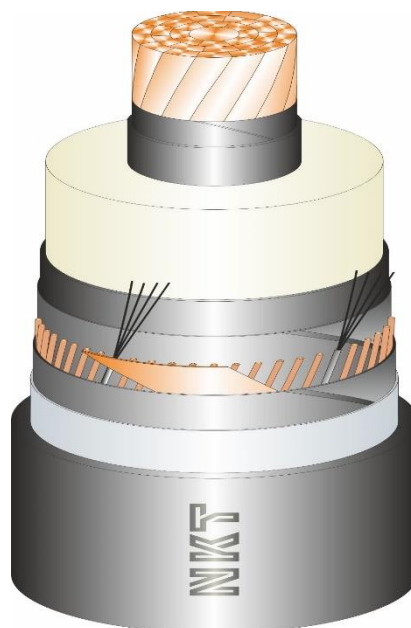


Abbildung 2: Kabelaufbau NKT-525 kV HGÜ-Kabel²

Nr.	Beschreibung	Details
1	Leiter	Kupfer, Keystone
2	Binder	Halbleiterband
3	Innere Leitschicht	Halbleitenden Polymer
4	Isolierung	vernetzter 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

² Quelle: Basic Design NKT, Stand 2021

Nr.	Beschreibung	Details
10	Außenmantel	HDPE-Mantel
11	halbleitende Schicht	extrudiertes Polyethylen

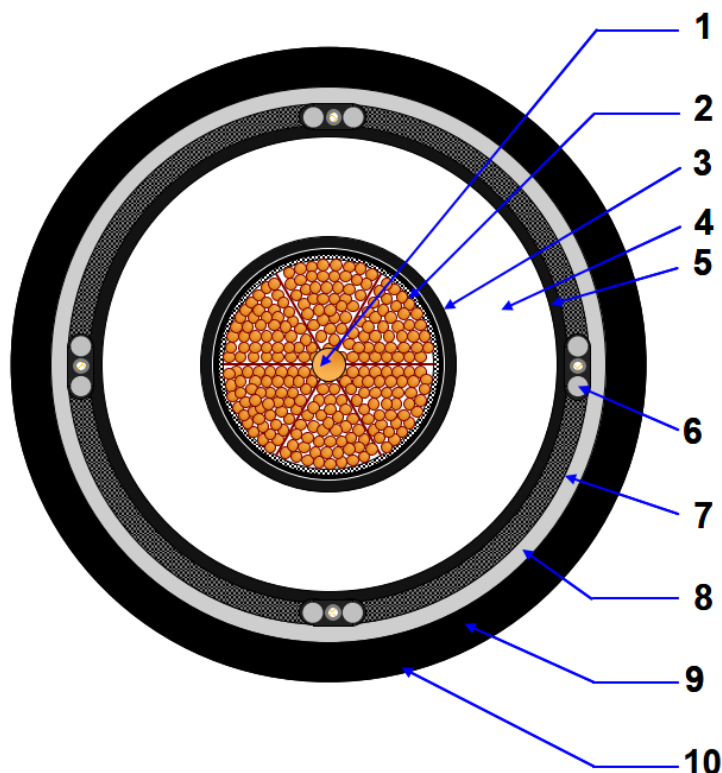


Abbildung 3: Kabelaufbau Prysmian HGÜ-Kabel³

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.

³ Quelle: Basic Design Prysmian, Stand 2021

Kabelschirm

Der Kabelschirm ist nötig, um Betriebs- (Ausgleichsströme und Bereitstellung eines definierten Erdpotenziales über die gesamte Strecke) und Fehlerströme zu führen. 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 2.1.2.4 „Erdseil für Blitzschutz“, 2.1.2.5 „Linkboxen“, sowie 2.1.2.6 „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. 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 4: Schematische Darstellung der Kabelverbindungen (Muffen)⁴

1. Position eins zeigt das verlegte Kabel in der Muffengrube
2. Position zwei zeigt den Montagecontainer, der für die Montage benötigt wird
3. Position drei zeigt die fertige Garnitur nach der Montage



Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung eines Muffencontainers zur Herstellung des Kabelverbindungssystems⁵

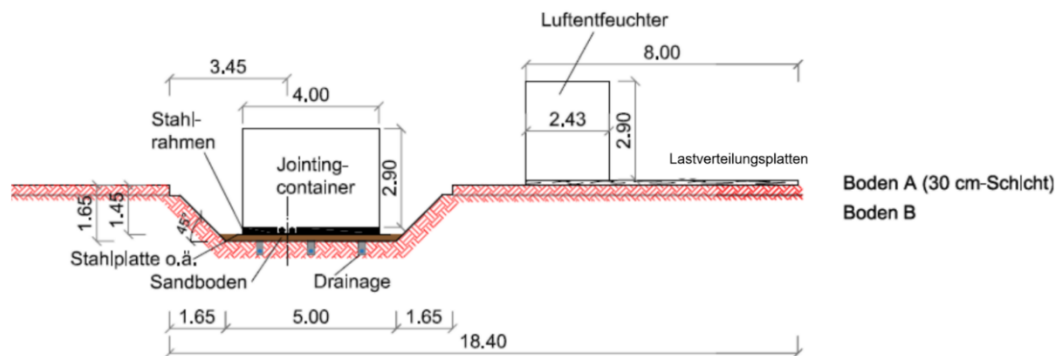


Abbildung 6: Schnitt Baugrube zur Herstellung des Kabelverbindungssystems (Prinzipskizze)⁶

⁴ **Quelle:** Eigene Abbildung

⁵ **Quelle:** Prysmian

⁶ **Quelle:** Eigene Abbildung

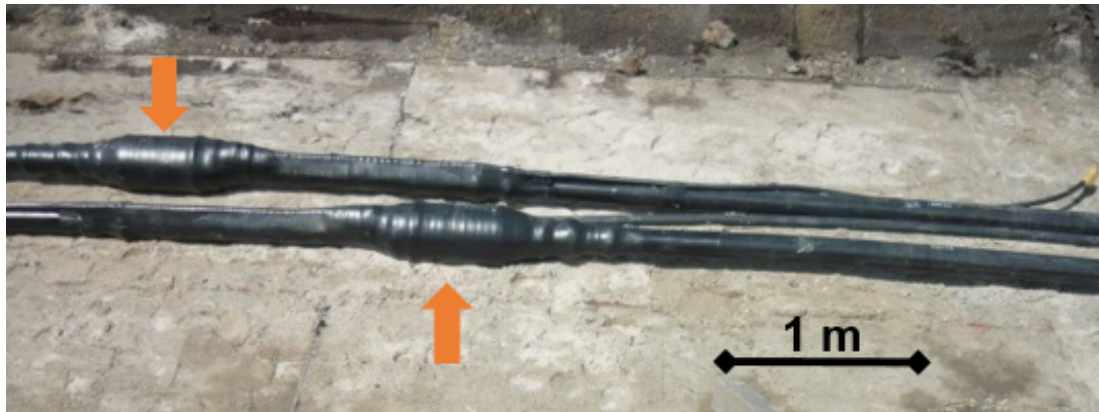


Abbildung 7: Muffen (Pfeilmarkierung) vor Wiederverfüllung des Leitungsgrabens⁷

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.

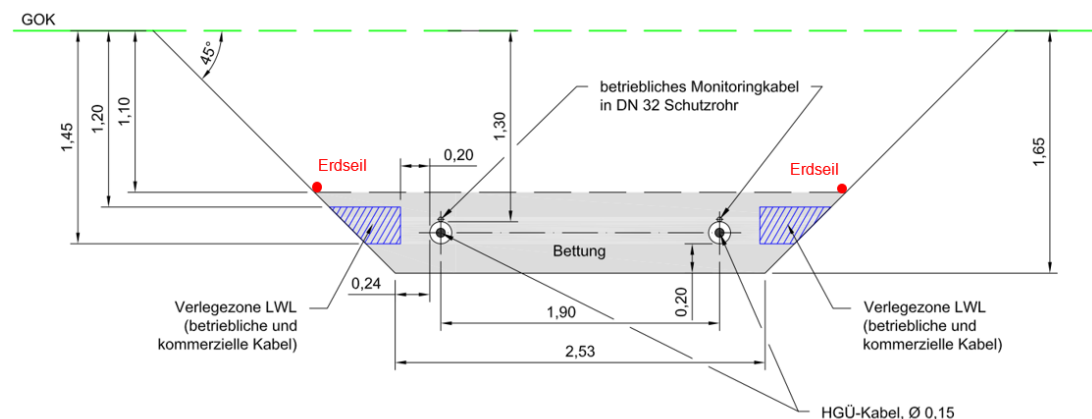


Abbildung 8 Grabenquerschnitt mit Anordnung der Erdseile⁸

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. 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

⁷ Quelle: Eigene Abbildung

⁸ Quelle: Eigene Abbildung

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.

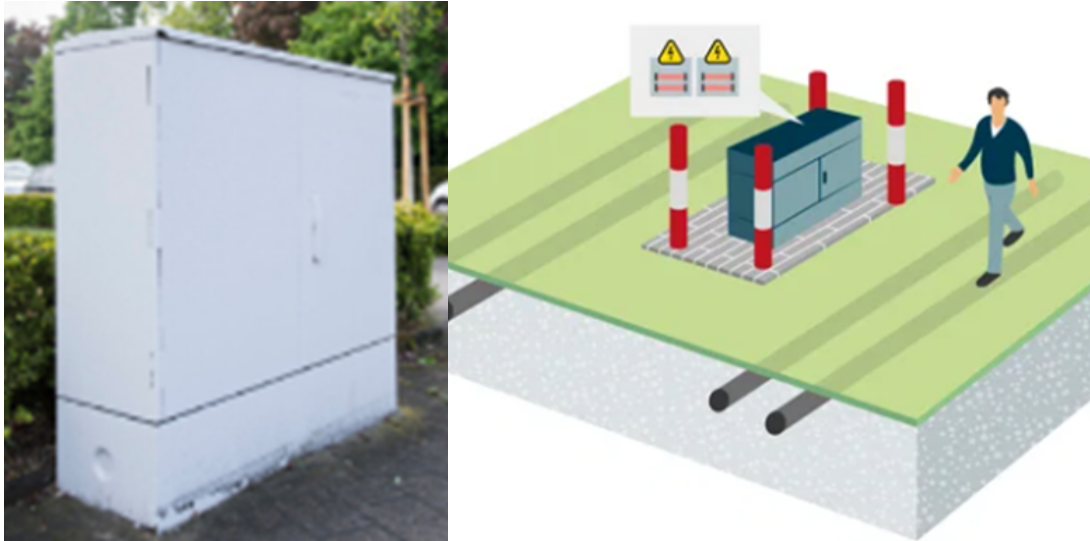


Abbildung 9: Linkbox (oberirdisch)⁹ (prinzipielle Ausbildung)

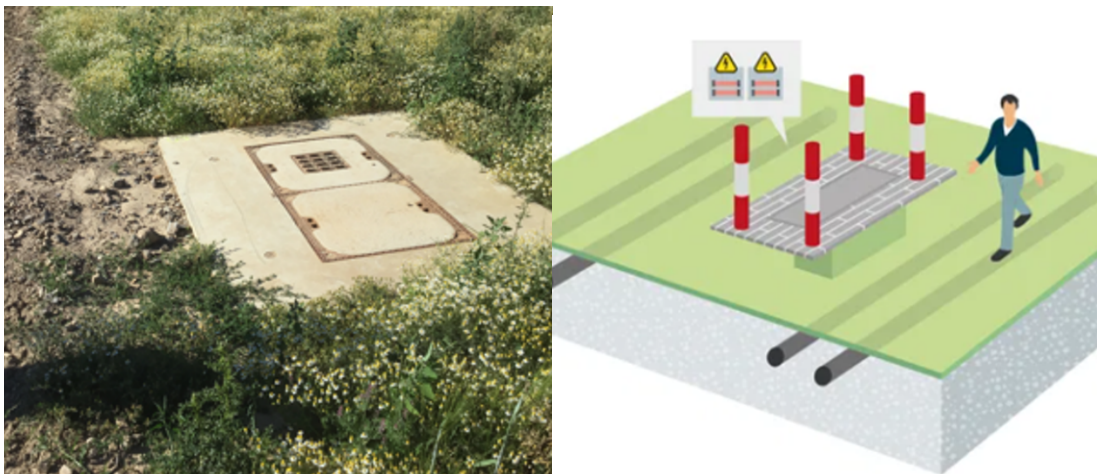


Abbildung 10: Linkbox (unterirdisch)¹⁰ (prinzipielle Ausbildung)

Im Trassenabschnitt des PFA A2 sind keine Linkboxen vorgesehen.

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.

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. Zu-

⁹ Quelle: Eigene Abbildung

¹⁰ Quelle: Eigene Abbildung

sätzlich 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.

Im PFA A2 sind keine LWL-Zwischenstationen vorgesehen.

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 § 77i 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.

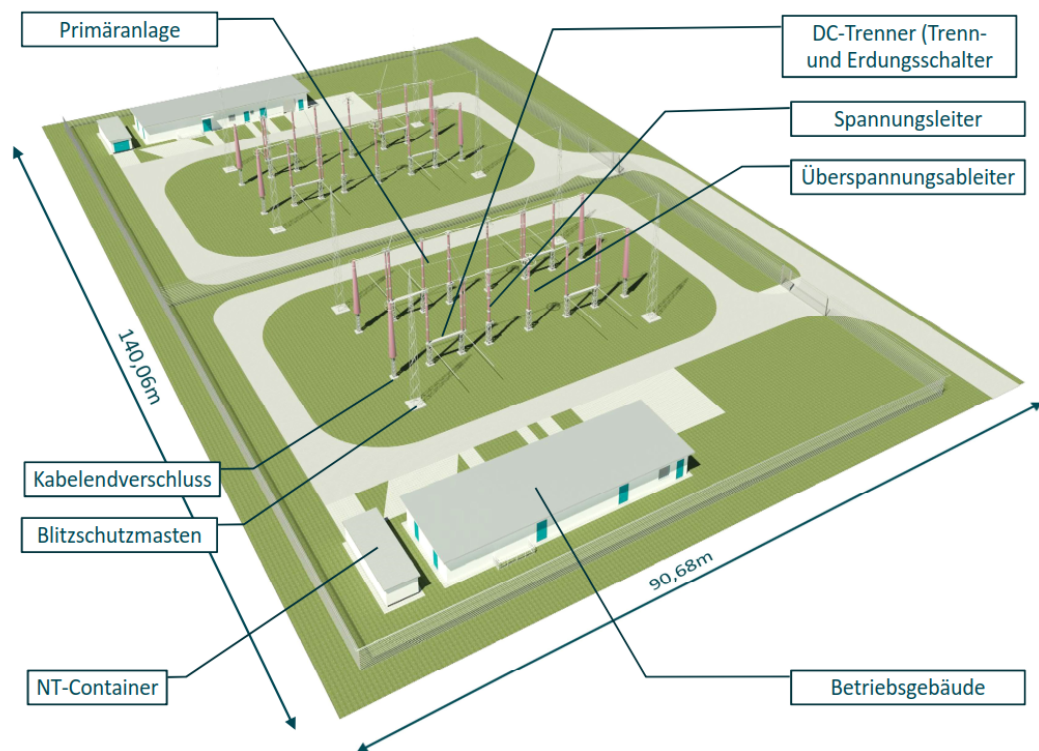


Abbildung 11: Beispiel einer doppelten Kabelabschnittsstation¹¹

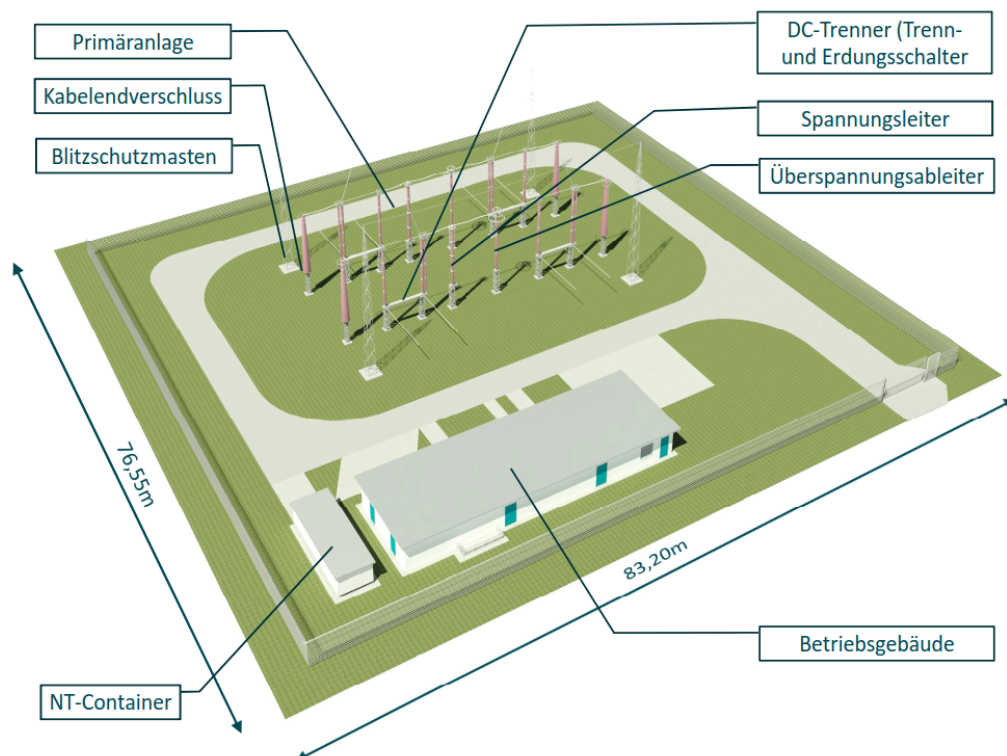


Abbildung 12: Beispiel einer einfachen Kabelabschnittsstation¹²

Im PFA A2 sind keine Kabelabschnittsstationen vorgesehen.

¹¹ Quelle: Eigene Abbildung

¹² Quelle: Eigene Abbildung

2.1.2.9 Konverterstationen und Anbindungsleitungen

Um den Wechselstrom in Gleichstrom und wieder zurück zu wandeln, 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.

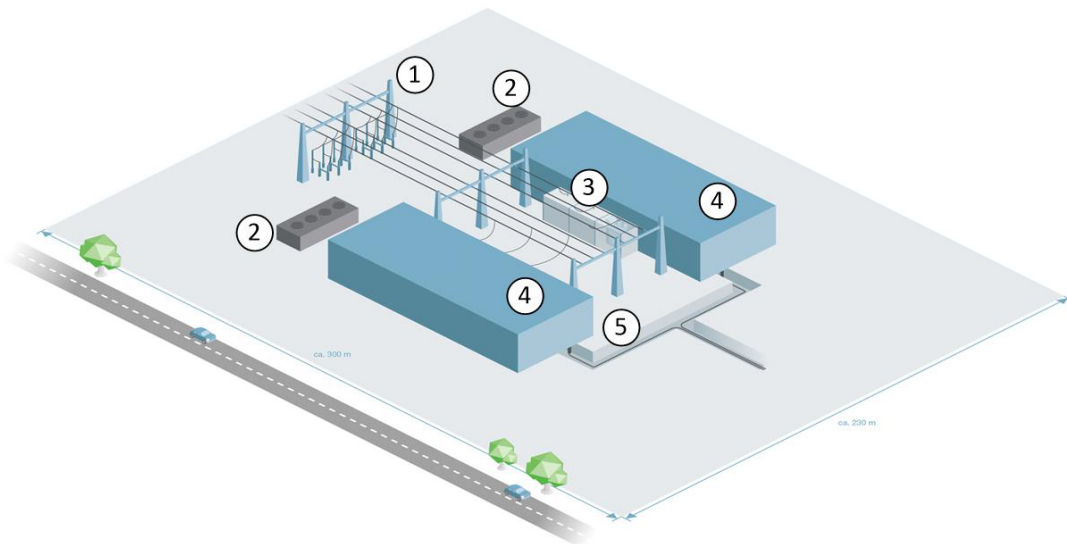


Abbildung 13: Schematische Darstellung einer Konverterstation mit zwei Konverterhallen (Aufbau entspricht einem Kabelsystem)¹³

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

Im PFA A2 befinden sich keine Konverterstationen und etwaige Anbindungsleitungen.

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

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.

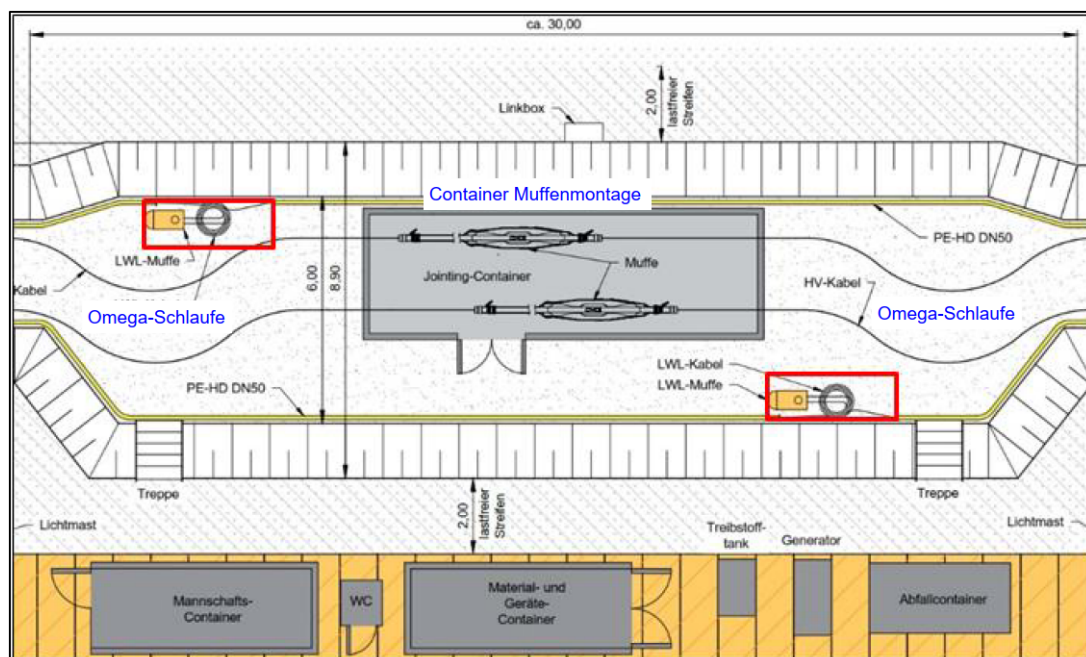


Abbildung 14 Prinzipdarstellung Muffengrube für ein Kabelsystem während der Bauzeit)¹⁴

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.

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.

¹⁴ Quelle: Abbildung NKT

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 dem Teil C06 „Lageplan“ und dem Teil D03 „Rechtserwerbsplan“ ersichtlich.

2.1.3.2 Verlegetiefen

Die Gleichstromkabel werden im Regelfall paarweise in offenen Gräben mit einer Mindestüberdeckung von 1,3 m 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.

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 an Logistikrouten als Ausfluss aus dem Teil L03 sind nur antragsgegenständlich, soweit diese im Abschnitt zwischen dem Fahrbahnrand der öffentlichen Straße bis zum Arbeitsstreifen der Kabeltrasse (Zuwegung) bzw. in engem räumlichen Zusammenhang mit der Zuwegung geplant werden. Eine Beschreibung dieser baulichen Maßnahmen ist dem des PFU Teil C01 „Technik und Trassierung“, Kapitel 2.2.8 zu entnehmen.

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 der schlussendlichen Inbetriebnahme 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 Kampfmittlräummaßnahmen entsprechend dem Landesrecht durchgeführt.

Weiterführende Informationen zu Kampfmittelverdachtsflächen bzw. die Ergebnisse der Kampfmitteluntersuchung im PFA A2 können dem Teil L10 „Abwägungsrelevante sonstige öffentliche und private Belange“ (Kapitel 5) entnommen werden.

2.1.5.1.2 Archäologische Prospektion

Bei der Planung wurden die von den Ländern ausgewiesenen Bodendenkmalverdachtsflächen (Vermutungsflächen, archäologische Relevanzflächen oder Prüffällen) berücksichtigt.

Sofern Bodendenkmäler aufgrund anderer Konflikte (z. B. artenschutzrechtlich) nicht umgangen werden können, wird durch die zuständige Denkmalbehörde / Kommunalarchäologen bzw. von extra hierfür beauftragten Archäologen eine Bewertung der im Arbeitsstreifen liegenden Bodendenkmale durchgeführt und die weitere Vorgehensweise für die Bauausführung festgelegt.

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 Details und Ergebnisse zu den Archäologischen Voruntersuchungen 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 Erhaltungungsmaßnahmen 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 2.1.5) 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) können 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 L02.1 „Bodenschutzkonzept - Trasse“ einzusehen.

Abfallentsorgung (Baubegleitend):

Abfälle sind 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. Sohlthiefen 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, Schurferstellungen 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.

Geometrische Vorgaben Kabelgraben:

- Regelabstand der Kabel (Achsabstand) 1,90 m
- Regelüberdeckung (für HGÜ-Kabel) mindestens 1,30 m
- Bettung (für HGÜ-Kabel) mind. 0,20 m rund um das Kabel

Der Böschungswinkel der Grabenwände ist dabei abhängig von der jeweiligen Bodenart und entspricht den Vorgaben aus DIN 4124. Die Tiefe des Grabens beträgt in der Regel 1,65 m – 1,85 m. Vorhandene Fremdanlagen wie Kabel, Gas- und Wasserleitungen werden üblicherweise unterquert.

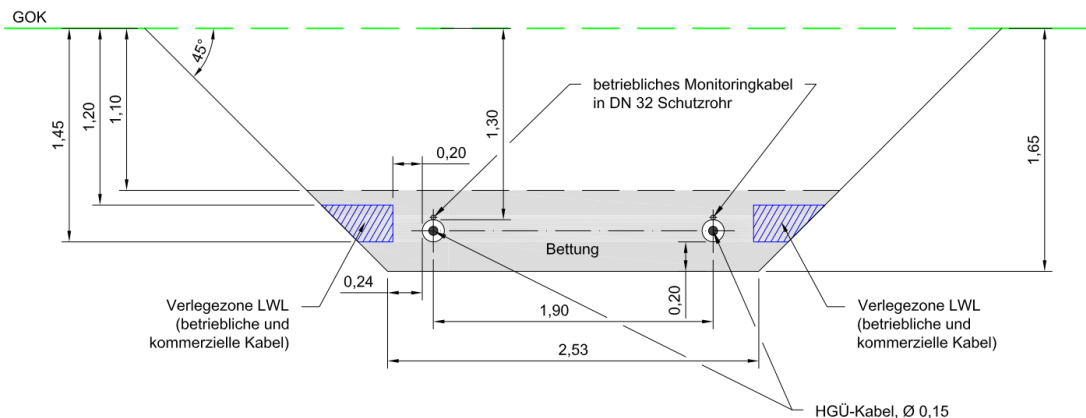


Abbildung 15: Grabenprofil Normalstrecke, erdverlegt¹⁵

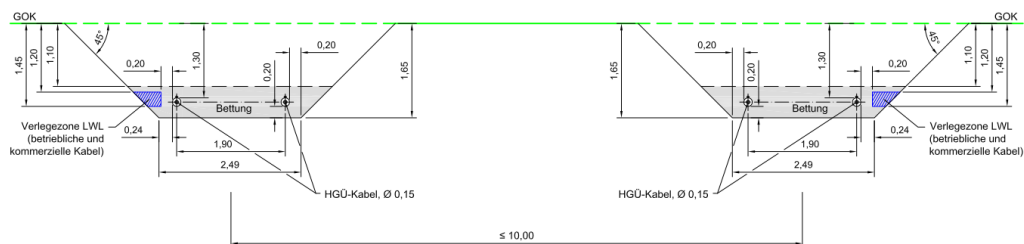


Abbildung 16: Grabenprofil Stammstrecke, erdverlegt¹⁶

¹⁵ Quelle: Eigene Abbildung

¹⁶ Quelle: Eigene Abbildung

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 L02.1 „Bodenschutzkonzept - Trasse“ 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.

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 Baudauer (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 Grundwasserschuttschicht 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:

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.

Eine weitergehende Beschreibung dieses Verlegeverfahrens ist in Anhang 1 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.

Eine weitergehende Beschreibung dieses Verlegeverfahrens ist in Anhang 1 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 Bereichen und Schutzgebieten (z.B. Natura 2000 Gebieten), Verkehrsinfrastruktureinrichtungen und (größeren) Leitungsinfrastrukturen 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 (s. 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 Schutzziele, 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 Aufweitwerkzeug statt 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 1 zu entnehmen.

2.1.5.5 Halboffene Bauweise

Im PFA A2 ist keine Verlegung in halboffener Bauweise geplant.

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 - Trasse“ 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 am 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 Bodenfrieheit 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 mechanischer 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 kürzere 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 u. U. 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 und 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 L02.1 „Bodenschutzkonzept - Trasse“ zu entnehmen.

Nach Fertigstellung des Querungsbauwerks ElbX werden auf beiden Elbseiten die Baustelleneinrichtungsflächen geräumt und die im Zuge der Baufeldvorbereitung eingebauten Tragschichten aus Kies / Sand inkl. Geogitter zurückgebaut sowie die bauzeitlichen Drainagen wieder entfernt. Anschließend wird mit der Rekultivierung gem. dem Bodenschutzkonzept-ElbX (siehe Teil L02.2) begonnen. Rekultiviert werden alle Flächen, die durch die Baustelleneinrichtungs- und Bodenlagerflächen während der Bauzeit genutzt wurden und die nicht dauerhaft versiegelt bleiben, wie z.B. die Gebäudeflächen, befestigte Flächen des Betriebsgeländes und der Betriebszufahrt. Ziel der Rekultivierung ist, dass die Flächen ihre natürlichen Bodenfunktionen wieder erlangen, damit sie für eine landwirtschaftliche Nutzung zur Verfügung stehen können und die ursprüngliche Ertragsfähigkeit wiedererlangt wird.

Die Beschreibung zur Rekultivierung im Bereich der Bauflächen für das Sonderbauwerk ElbX erfolgt in der Bau- und Betriebsbeschreibung (siehe Teil K01 „Voraussetzungen für Baurechtliche Genehmigungen, Anhang 03, Unterlage 04“) im Kapitel 4.2.12.

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 Prüfequipments 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 Steuerkabine, 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 rd. 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 m² 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 (inkl. 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 Inbetriebnahme 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 darüberhinausgehende 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) ausschlaggebend. Die Systeme können sich gegenseitig beeinflussen. Bei längeren Parallelverlegungen können Induktionsprobleme auftreten. Hier liegen für Gleichstrom - Kabelsysteme noch keine abgesicherten Erfahrungen vor, ab welcher Parallelverlegungslänge relevante Wechselwirkungen auftreten. Da diese jedoch kaum im Regelbetrieb und nur im Fehlerfall auftreten sind die zu erwartenden Beeinflussungen im Gleichstromfall verglichen mit dem Drehstromfall deutlich geringer. 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 mind. 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 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 niederer 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.

In den Bundesländern Schleswig-Holstein und Niedersachsen gilt eine Anbaubeschränkungen im Bereich von Anlagen im Zuständigkeitsbereich der Wasser- und Bodenverbände. Diese Bereiche werden in der Regel vom Arbeitsstreifen ausgenommen, oder Abweichungen zusätzlich bei den entsprechenden Verbänden 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:

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

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 dem entsprechend 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 mind. 5 m zu unterqueren.

Geschlossene Verkehrswegekrenzungen 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 PFA A2 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 eingehalten, 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 (max. 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 max. Arbeitshöhe auf 7 m begrenzt ist. Die Kreuzungslage 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. Weitführende 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 mind. $10 \times$ 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 gelten 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 $V_{zG} \leq 160$ km/h geplant. Der Nenndurchmesser des einzuziehenden Kabelschutzrohres darf bei Kunststoffrohren DN200 (bei Kunststoffrohren: D_a 225 mm). 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 Schutzzielen. 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 wird 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 o.g. 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 festgestellter/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 mind. 10 cm über dem oberen Betriebswasserstand (BWo +0,10 m) und mind. 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.

Im Planfeststellungsabschnitt A2 quert SuedLink die Bundeswasserstraße Elbe. Eine Beschreibung dazu ist in Kapitel 2.2.7 „Sonderbauwerke“ enthalten.

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 Gruppen etc.
- Geschlossene Drainagesysteme als Sickerrohre (Drainagesauger) oder Transportleitungen (Drainagesammler).

Je nach Drainagesystem sind offene oder geschlossene (bzw. teilgeschlossene) Querungen vorgesehen. Die Wahl der Querungsart richtete 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 sicherstellen, 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 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 (s. 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.

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.

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 Kabelachse.

Eine genaue Anordnung des Schutzstreifens im PFA A2 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.

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. erforderlichen 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)

Allgemeines / abschnittsspezifische Trassierungsparameter

Die Trasse des SuedLink startet im PFA A2 im Bundesland Schleswig-Holstein in der Gemeinde Wewelsfleth bei KM 0+000 und endet im Bundesland Niedersachsen in der Gemeinde Wischhafen bei KM 8+589. Im gesamten PFA A2 erfolgt eine enge Bündelung der Vorhaben V3 und V4 von SuedLink (Stammstrecke).

Vom PFA A2 wird auch das Sonderbauwerk „ElbX“ erfasst. Das Sonderbauwerk ElbX, ein Tunnelbauwerk zur Querung der Elbe mit einer Länge von etwa 5,3 km, umfasst den Trassenabschnitt zwischen dem Zugangsbauwerk nördlich der Elbe in Schleswig-Holstein und dem Zugangsbauwerk südlich der Elbe in Niedersachsen. Eine Beschreibung zu dem Sonderbauwerk ElbX befindet sich Kapitel 2.2.7.

Die Zugangsbauwerke nördlich und südlich der Elbe bilden die wesentlichen Zwangspunkte der Trassierung. Aufgrund der eingeschränkten Trassierungsmöglichkeiten im freigegebenen Trassenkorridor, stellt auf niedersächsischer Seite der Kreuzungsbe-
reich der Landestraße 111 zwischen der östlichen gelegenen Waldfläche und der westlich gelegenen Bebauung (zwischen Stader Straße 345 und 349 in 21737 Wisch-
hafen) aus trassierungstechnischer Sicht einen weiteren Zwangspunkt im PFA A2 dar.

Weitere spezifische Trassierungsparameter als Ergänzung zu denen welche im Ka-
pitel 2.1.1 beschrieben wurden, sind vor allem die Kabellängen. In Vereinbarung mit
dem Kabellieferanten wurde festgelegt, dass die maximale Kabellänge für die Erdka-
beltrasse ca. 2 km beträgt. Diese Kabellängen wurden unter anderem ausgewählt,
um mit einem speziellen Genehmigungsverfahren (VEMAGS-Verfahren) Schwer-
transporte vom nächstgelegenen Zwischenlager im Elbehafen Brunsbüttel (für Ab-
schnitt in Schleswig-Holstein) und Zeven (für Abschnitt in Niedersachsen) zum Ab-
spulstandort, bewilligt zu bekommen. In der PFU Teil L03.1 „Logistik- und Verkehrs-
wegekonzept“ befinden sich detaillierte Ausführungen zum Schwertransport und des-
sen Genehmigungsverfahren. Ein weiterer Grund für die maximale Kabellänge von
ca. 2 km liegt bei der Durchführung des Kabelzugs bei der Verlegung der Erdkabel-
trasse in offener Bauweise.

Demnach ist unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, der Topografie und
der Zufahrtsmöglichkeiten etwa alle 2,00 km eine Kabelverbindung (Muffe) vorzuse-
hen. Einen Zwangspunkt in der Standortfindung der Muffe bildet jeweils die Muffe im
Muffenbauwerk vom Sonderbauwerk ElbX. Im Muffenbauwerk werden die verlegten
Erdkabeln von der Trasse mit dem eingezogenen Tunnelkabeln fachgerecht verbun-
den. Eine detaillierte Beschreibung der Muffe kann dem Kapitel 2.1.2.3 entnommen
werden. Des Weiteren wurde ausgehend von den ermittelten Kabelzugkräften ein
Mindestradius von 30 m für die Planung der Kabeltrasse zu Grunde gelegt.

Trassierung PFA A2

Unter der Berücksichtigung der oben beschriebenen Trassierungsgrundlagen und der
Prämisse des gerade gestreckten Verlaufs verläuft die Trassenachse im Bundesland
Schleswig-Holstein, ausgehend von der Planfeststellungsgrenze A1 / A2 zunächst
Richtung Süden, quert die Schinkel Wettern des Sielverbandes Hollerwettern-
Humsterdorf und die Bundestraße 431 (B 431) bei KM 0+125 und verschwenkt dann
nach weiteren rund 175m unter Beachtung des vorgegebenen Mindestradius Rich-
tung Osten, quert die Hollerwettern und die Straße Hollerwettern im rechten Winkel
bei KM+0+470 und verläuft weiter über landwirtschaftlich genutzte Flächen bis zur
Baustelleneinrichtungsfläche des Sonderbauwerks ElbX. Nach Erreichen der
Baustelleneinrichtungsfläche schwenkt die Trasse um ca. 90° Richtung Süden um
anschließend über vereinbarte Eintrittspunkte in das Muffenbauwerk bei KM 2+233
zu gelangen.

Die Trassierung des Tunnels erfolgt vom Startschacht aus mit einem Radius von
ca. 1.000 m und unterquert den Landesschutzdeich in Schleswig-Holstein ca. bei
Tunnelmeter 0+700 unter einem Winkel von 84°. Nach Unterquerung der Deichlinie
schließt ein Radius von 2.000 m an, um im weiteren Verlauf die Fahrrinne der Elbe
auf möglichst kurzem Wege zu unterqueren. Die Fahrrinne wird ca. zwischen Tunnel-
meter 1+770 bis 2+270 in einem Winkel von 77° unterfahren. Anschließend folgt ein
Radius von 2.000 m und eine Gerade bis zum Zielschacht in Niedersachsen. Auf der
Geraden wird der Landesschutzdeich in Niedersachsen etwa bei Tunnelmeter 5+100
unter einem Winkel von 84° unterquert. Der Tunnel endet bei Tunnelmeter 5+224.
Eine Darstellung der Tunneltrassierung kann der Anlage 04 zum PFU Teil C07, An-
lage 4 „ElbX - Lageplan – Längsschnitt Tunnel“ entnommen werden.

Rund. 200 m südlich des Zugangsbauwerks auf der niedersächsischen Elbseite vom Sonderbauwerk ElbX etwa zwischen KM 7+780 und KM 7+920 weist die Trassenachse einen Versatz von ca. 100 m in westliche Richtung auf, um mit geradlinigem Verlauf eine Anlage des Gewässerunterhaltungsverbandes Kehdingen sowie die Landesstraße 111 in Zwangslage zwischen einer vorhandenen Waldfläche und der Bebauungsfläche zu kreuzen. Die Trassenachse wird anschließend in gleicher Richtung bis zur Planfeststellungsgrenze bei KM 8+589 ohne weitere Richtungsänderung fortgeführt.

Zeichnerische Darstellungen zur Trassenführung im PFA A2 befinden sich im PFU Teil C04 „Übersichtsplan“, Teil C05 „Übersichtsplan Luftbildplan“ sowie Teil C06 „Lageplan“.

Zu den untersuchten und bewerteten Alternativen zur Trassenführung wird auf die PFU Teil B „Alternativenbetrachtung und Ermittlung der Vorzugstrasse“ verwiesen. Hier werden auch die Alternativen und Abweichungen zur Vorzugstrasse aus dem §19 NABEG beschrieben und bewertet.

Arbeitsstreifen bei offener Verlegung mit / ohne Schutzrohr in Schleswig-Holstein

Im Allgemeinen befinden sich im gesamten Abschnitt Schleswig-Holstein gering tragfähige Böden und hohe Grundwasserstände. Resultierend daraus muss in den Bereichen offener Bauweise (mit oder ohne Schutzrohr) ein zusätzlicher Bodentausch von 0,30 m unterhalb der geplanten Grabensohle gemäß Regelgrabenprofil vorgesehen werden. Dies wird notwendig, um die Bettungsmaterialien in der notwendigen Güte bzw. Verdichtung auf den gering tragfähigen Böden einbauen zu können.

Ebenso werden in Bereichen des Regelgrabenprofils größere Abstände zwischen Lasteintragsflächen und dem offenen Kabelgraben vorgesehen. Entsprechende Ergebnisse und Bemessungen befinden sich im Dokument L01.1 „Geotechnische Untersuchungen – Trasse“.

Des Weiteren wird gemäß PFU Teil L02.1 „Bodenschutzkonzept – Trasse“ bei Aushub des Grabens und bei der Zwischenlagerung des Aushubs im Arbeitsstreifen eine Vermischung von unterschiedlichen Bodenschichten vermieden. Nach Auswertung der Baugrunduntersuchungen im Abschnitt Schleswig-Holstein ist davon auszugehen, dass neben dem Oberboden noch mindestens drei weitere Unterbodenschichten getrennt zu lagern sind. Aufgrund von verdichtungsempfindlichen Böden im gesamten PFA A2 wird der Oberboden entgegen dem Regelfall nur über den auszuhebenden Kabelgraben abgetragen und seitlich gelagert. Auch aus demselben Grund werden sämtliche benötigte Baustraßen für den Kabel- und Baustellentransport auf dem Oberboden errichtet.

Unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Punkte ergibt sich eine Arbeitsstreifenbreite von 49m, welcher im Abschnitt Schleswig-Holstein bei der offenen Verlegung mit und ohne Schutzrohr angewendet wird.

Muffen- und Abspulstandort

Basierend auf den oben beschriebenen abschnittsspezifischen Trassierungsparametern und der Tatsache, dass die Muffen im Muffenbauwerk des Sonderbauwerks ElbX Zwangspunkte darstellen, wurde unter Berücksichtigung der gewählten Bauweise in Schleswig-Holstein (siehe Kapitel 2.2.4 „Bauweisen (Abschnittsspezifisch)“) der Muffenstandort M-A2-04-001-V3 / V4 bei KM 0+360 geplant.

Um diesen Muffenstandort befindet sich aus sicherheitstechnischen Gründen der Abspulplatz, welcher vom Zwischenlager Elbehafen Brunsbüttel kommend über die Bundesstraße 431 angefahren wird. Durch die Positionierung des Abspulplatzes um den Muffenstandort werden in Abstimmung mit Kabellieferanten verkehrstechnische Beeinträchtigungen während des Abspulvorganges vermieden.

Der Abspulplatz für die Kabelstrecke auf niedersächsischer Seite befindet sich bei der nächst gelegenen Muffe im PFA A3 an der Kreisstraße 85. Dieser Abspul- und Muffenstandort ist nicht Gegenstand dieser Planfeststellungsunterlagen.

Tabelle 2: Muffenstandorte im PFA A2

Bezeichnung	Position	Trassen-km
M-A2-04-001-V3 & V4	Ca. 100m westlich Hollerwettern	0+360
M-A2-04-002-V3 & V4	Muffenbauwerk Schleswig-Holstein	2+243
M-A2-04-003-V3 & V4	Muffenbauwerk Niedersachsen	7+592

Tabelle 3: Abspulstandorte im PFA A2

Bezeichnung	Position	Trassen-km
A-A2-04-001-V0	Ca. 100m westlich Hollerwettern	0+360
A-A2-04-002-V0	Baustelleneinrichtungsfläche ElbX	2+230

2.2.2 Nebenanlagen (Abschnittsspezifisch)

Im Planfeststellungsabschnitt A2 werden keine Nebenanlagen errichtet.

2.2.3 Nebenbauwerke (Abschnittsspezifisch)

Im Planfeststellungsabschnitt A2 werden keine Nebenbauwerke errichtet.

2.2.4 Bauweisen (Abschnittsspezifisch)

In diesem Kapitel werden mit Bezug auf den PFA A2 die Bauweisen beschrieben ~~welche vom Regelfall (siehe Kapiteln 2.1.3 und 2.1.5) abweichen~~ und dargelegt, in welchen Trassenabschnitten welche Bauweise vorgesehen ist. Wie in den Kapiteln 2.1.5.2 und 2.1.5.3 dargelegt stellt die offene Bauweise mit und ohne Kabelschutzrohr die Regelbauweise dar, beide Verfahren gelten als Standardverfahren gemäß Anhang 01 „Steckbriefe Verlegeverfahren“.

Die Verwendung von Kabelschutzrohren kann eine schützende Funktion haben (beispielsweise im Bereich der Muffen, im Bereich von Überfahrten oder im Bereich offener Querungen). Zudem kann die Verwendung von Kabelschutzrohren zur Optimierung der Logistik und zur Erhöhung der Flexibilität im Bauablauf beitragen. Daher kann es zum Einsatz von Kabelschutzrohren im offenen Graben kommen, wenn der Vorhabenträger dies für erforderlich hält. Im Zuge der fortschreitenden, konkretisierenden Planungen wurden der Bauablauf bzw. Bauausführung für das Vorhaben Nr. 3 und 4 gemäß BBPIG weiter detailliert. Hierbei wurden zusätzlich zu den bereits vorgesehenen Abschnitten offener Bauweise mit Kabelschutzrohren weitere spezifische Abschnitte identifiziert, in denen die Verwendung von Kabelschutzrohren unter den vorliegend genannten Punkten als sinnvoll erachtet wird und somit die Verlegung

der Kabel in Schutzrohren auch in diesen Abschnitten in die Planung übernommen werden.

Die zu Grunde liegenden Typenpläne ~~für den Regelfall~~ sind im PFU Teil C02 abgelegt. Die aktuell geplanten Verlegeverfahren sind in der nachfolgenden Tabelle beschrieben.

Tabelle 4: Aufstellung der ~~vom Regelfall abweichenden Bauweisen~~ einzelnen Verlegeverfahren im PFA A2

von km	bis km	Bezeichnung	Bauweise
0+000	0+080		offene Bauweise mit Schutzrohr
0+080	0+190	Kreuzung B 431	HDD
0+190	0+340		offene Bauweise mit Schutzrohr
0+340	0+385	Muffengruben V3 und V4	offene Bauweise ohne Schutzrohr
0+385	0+410		offene Bauweise mit Schutzrohr
0+410	0+910	Kreuzung Hollerwettern / Straße Hollerwettern	HDD
0+910	0+935 0+970		offene Bauweise mit Schutzrohr
0+950	0+970		offene Bauweise mit Schutzrohr
0+970	1+345		HDD
1+345	1+360 1+400		offene Bauweise mit Schutzrohr
1+370	1+400		offene Bauweise mit Schutzrohr
1+400	1+960		HDD
1+960	2+060 2+233		offene Bauweise mit Schutzrohr
2+200	2+233		offene Bauweise mit Schutzrohr
2+233	7+603	Elbe	Tunnel / Tübbingbauweise
7+603	8+010		offene Bauweise mit Schutzrohr
8+010	8+355	Kreuzung L 111	HDD
8+355	8+580 8+589		offene Bauweise mit Schutzrohr

Die dazugehörigen Steckbriefe zu den eingesetzten Verlegeverfahren sind im PFU Teil C01, Anhang 01 „Steckbriefe Verlegeverfahren“ beigelegt.

Im Folgenden werden die Hintergründe im Bereich der Planung der Bauweisen beschrieben.

Abschnitt KM 0+410 – KM 1+960

Mit Ausnahme der HDD bei den Kreuzungen für die Bundesstraße 431, Hollerwettern und Landestraße 111 ~~welche den Regelfall~~ darstellen, sind drei zusätzliche HDDs als geschlossene Bauweise auf freier Strecke zwischen KM 0+410 und KM 1+960 vorgesehen, wobei dafür die Kreuzung der Hollerwettern entsprechend verlängert wird.

Die Wahl der Vorzugstrasse in drei HDDs zwischen der „Hollerwettern“ (gleichnamiges Verbandsgewässer und Straße) und dem Zugangsbauwerk des Sonderbauwerks ElbX ist begründet mit zahlreichen und dicht aufeinander folgenden Gewässer und Entwässerungsgräben. Eine offene Verlegung würde aufgrund der notwendigen Verlegetiefen zu einer Grundwasserentspannung, und damit zu enormen Wasserhaltungsmaßnahmen führen.

Ein Vergleich der Bauweisen offen / geschlossen wurde im PFU Teil B „Alternativenbetrachtung und Ermittlung der Vorzugstrasse“, Kapitel 7, Alternative Nr. 4 mit betrachtet.

Die drei HDDs beinhalten folgende Planungsdaten:

Tabelle 5: Planungseckdaten drei HDDs im Abschnitt KM 0+410 bis KM 1+960

HDD km 0+410 – 0+910	
Querungslänge	500 m
Querungsbreite (äußeres Achsmaß)	64,5 m
Größte Überdeckung	17,6 m
Bohrradius	2100 m
HDD km 0+970 – 1+345	
Querungslänge	383 m
Querungsbreite (äußeres Achsmaß)	64,5 m
Größte Überdeckung	18,3 m
Bohrradius	1000 m
HDD km 1+400 – 1+960	
Querungslänge	567 m
Querungsbreite (äußeres Achsmaß)	64,5 m
Größte Überdeckung	18,3 m
Bohrradius	3000 m

Die unterschiedlichen Längen und die Anordnung der drei HDDs wurden basierend auf den durchgeführten Kabelzugberechnungen mit den Kabellieferanten ermittelt. Des Weiteren wurden Topografie und Zuwegungsmöglichkeiten bei der Wahl der Ein- und Austrittsgruben berücksichtigt.

Die Verbindung der einzelnen HDDs erfolgt in offener Bauweise mit Schutzrohr (Abschnitte KM 0+910 – KM 0+970 und KM 1+345 – KM 1+400). Hier werden die Schutzrohre der ankommenden und abgehenden HDDs auf die notwendigen Verlegetiefen abgelegt. Beim Ablegen der HDD Schutzrohre wird darauf geachtet, dass die Mindestüberdeckung der Schutzrohre zur Sohle der Entwässerungsgräben eingehalten wird. In diesen Abschnitten erfolgt die Verlegung der Schutzrohre in einzelne Gräben. Der Einbau des Bettungsmaterials sowie die Verfüllarbeiten können im Anschluss an die Schutzrohrverlegung erfolgen. Durch die Verlegung von Schutzrohren und der Einzelkabelverlegung werden die notwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen auf ein Minimum reduziert. ~~In den Verbindungen befinden sich noch kurze Abschnitte wo kein Schutzrohr vorgesehen ist (Abschnitte KM 0+935 – KM 0+950 und KM 1+360 – KM 1+370). Diese Stellen wurden für die Positionierung des Kabelzugequipments ohne Schutzrohr vorgesehen.~~

Die entsprechenden Planunterlagen der drei HDDs liegen im PFU Teil C07 „Sonderpläne“ Anlage 01, bei.

Anbindung an das Muffenbauwerk in Schleswig-Holstein und Niedersachsen

Im Bereich der Anbindung der Erdkabeltrasse an die beiden Muffenbauwerke in Schleswig-Holstein und Niedersachsen erfolgt eine offene Verlegung mit Schutzrohr.

Die Anbindung der Erdkabeltrasse an das Muffenbauwerk erfolgt über abgestimmte Einführungsöffnungen an der Wand des Muffenbauwerks. Die Einführungsöffnung

befinden sich etwa in einer Tiefe 2,00 m (in Schleswig-Holstein) bzw. 2,00 m (in Niedersachsen) unter GOK.

Der notwendige Aushub wird auf der Baustelleneinrichtungsfläche ElbX in Abstimmung mit ElbX zwischengelagert.

Abschnitt KM 7+623 – KM 8+010 und 8+355 – ~~8+580~~ 8+589

Im Trassenabschnitt vom Muffenbauwerk bei KM 7+603 bis zur Kreuzung der Landesstraße 111 erfolgt die Verlegung der Trasse in offener Bauweise mit Schutzrohr.

Wie bereits im Kapitel 2.2.1 beschrieben, stellt die Kreuzung der L 111 einen Zwangspunkt in der Trassierung dar.

Die Baugrunduntersuchungen im Abschnitt Niedersachsen haben ergeben, dass im Gegensatz zum Baugrund in Schleswig-Holstein deutlich geringere Weichschichtmächtigkeiten angetroffen werden. Dadurch müssen umfangreichere Absenkmaßnahmen bei der Verlegung in der offenen Bauweise berücksichtigt werden.

Durch die offene Verlegung mit Schutzrohr werden mit den kürzeren Wasserhaltungsabschnitten die Wassermengen deutlich reduziert, und über Aufbereitungsanlagen abgeleitet. Weitere Details über die hydrogeologischen Verhältnisse sind im PFU Teil L06.1 „Hydrogeologisches Fachgutachten – Trasse“ und zur Wasserhaltung in der PFU L06.3 „Wasserhaltungskonzept – Trasse“ enthalten.

2.2.5 Kreuzungen (Abschnittsspezifisch)

In diesem Kapitel werden mit Bezug auf den PFA A2 die Kreuzungen beschrieben, welche vom Regelfall (siehe Kapitel 2.1.6.2) abweichen.

Eine Aufstellung aller Kreuzungen im PFA A2 ist im PFU Teil C08 „Kreuzungsverzeichnis“ abgelegt.

Abschnitt KM 0+410 – KM 1+960

Wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, sind im genannten Abschnitt drei HDDs vorgesehen. Aufgrund der geplanten HDDs ist eine Kreuzung vorhandener Infrastrukturen im Regelabstand aus folgenden Gründen nicht möglich:

Resultierend aus den Kabelzugsberechnungen und aufgrund der nahezu nacheinander folgenden 3 HDDs im Abschnitt Muffe M-A2-04-002-V3 bis Muffe M-A2-04-001-V3 ergeben sich für alle drei HDDs parabelförmige Konstruktionen der Bohrkurve, wo unter Verwendung von technischen Hilfsmitteln (z.B. Gleitmitteln und Kabelzugequipment) die Kabel eingezogen werden können. Des Weiteren wurden bei der Planung der Bohrkurve der untersuchte Baugrund (siehe PFU-Teil L01.1 „geotechnische Untersuchungen“) mitberücksichtigt. Dadurch betragen die maximalen Überdeckungen der drei Stück HDDs 17,60 m, 18,30 m und 18,30 m.

Aus den oben beschriebenen Gründen werden im genannten Abschnitt sämtliche Kreuzungen mit höheren Abständen als im Regelfall gekreuzt.

Die entsprechenden Kreuzungspläne sind im Teil C07 Anlage 01 „Kreuzungspläne“ einsehbar.

Kreuzung Landesstraße 111

Die Kreuzung der Landesstraße 111 erfolgt bei KM 8+220 mittels einer HDD (H-A2-04-005-V0).

Die Abweichung zum Regelfall liegt in der Anordnung der Einzelbohrungen auf zwei Ebenen. Demnach werden die Schutzrohre für die LWL etwa 5,0m unter den HGÜ Schutzrohren und zwischen dem jeweiligen Vorhaben angeordnet. Um beidseits den

Anschluss an die HDD wieder gemäß Regelfall (Anordnung der LWL-Schutzrohre am äußersten Rand der Erdkabeltrasse) anzuordnen, ist es erforderlich, dass die HDD für LWL beidseitig um ca. 40m weiter geführt wird.

Diese spezielle Anordnung ist notwendig, um unter Berücksichtigung der Wärmeableitung und der bohrtechnischen Toleranzen den engen Trassierungsraum zwischen dem östlich liegenden Druckpolder 27 und der westlichen liegenden Bebauung zu durchqueren. Durch diese Anordnung der HDD sind weder der Druckpolder 27 noch das bebaute Grundstück vom Schutzstreifen der Erdkabeltrasse betroffen.

Des Weiteren wurde im Gegensatz zu den drei HDDs (Abschnitt KM 0+410 – KM 1+960) die Konstruktion der Bohrkurve in einer Badewannenform durchgeführt. Durch diese Badewannenform beträgt die maximale Überdeckung ca. 7,30 m.

Die Überdeckung ist maßgebend für die Festlegung der Kabelabstände zur Wärmeableitung.

Der entsprechende Kreuzungsplan ist im Teil C07, Anlage 01 „Kreuzungspläne“ einsehbar.

2.2.6 Parallelführungen (Abschnittsspezifisch)

Bei der Trassenfindung im PFA A2 sind keine Parallelführungen mit bestehenden oder geplanten Linienbauwerken o.Ä. in die Planung eingeflossen.

2.2.7 Sonderbauwerke (Abschnittsspezifisch)

Der SuedLink kreuzt im Planfeststellungsabschnitt A2 im Bereich der Gemeinden Wewelsfleth (SH) und Wischhafen (NI) die Elbe. Für die Kabelführung unterhalb der Elbe wird das Sonderbauwerk ElbX errichtet.

Das Sonderbauwerk ElbX besteht aus einem Tunnelbauwerk unterhalb der Elbe, sowie beidseitig der Elbe aus ober- und unterirdischen Gebäudeteilen, die das Tunnelbauwerk erschließen, der Kabelführung dienen, sowie die technische Infrastruktur zum Betrieb des Bauwerks beinhalten.

Der Schutzstreifen des Tunnelbauwerk ElbX ist im Gegensatz zur Erdkabeltrasse nicht in V3 und V4 unterteilt, da das Tunnelbauwerk für beide Vorhaben genutzt wird. Dadurch ist bei einer Außerbetriebnahme eines Vorhabens der Tunnel für das andere noch in Betrieb befindliche Vorhaben dinglich gesichert.

Das Sonderbauwerk ElbX beginnt auf schleswig-holsteinischer Seite ca. 750 m landeinwärts hinter der Deichlinie. Hier wird das oberirdische Betriebsgebäude durch ein Betriebsgelände (Fläche ca. 10.000 m², inkl. Grünanlage) umschlossen, die Zufahrt erfolgt durch eine Betriebszufahrt von der Bundesstraße 431. Auf niedersächsischer Seite endet das Sonderbauwerk ElbX ca. 85 m landeinwärts hinter der Deichlinie. Auch hier wird das oberirdische Betriebsgebäude durch ein Betriebsgelände (Fläche ca. 8.750 m², inkl. Grünanlage) umschlossen, die Zufahrt erfolgt durch eine Betriebszufahrt von der Landestraße 111.

Ein Längsschnitt des Tunnelbauwerks liegt in der PFU Teil C07, Anlage 4 „ElbX – Lageplan – Längsschnitt Tunnel“ bei. Weiteres liegen im PFU Teil C07, Anlage 5 „Luftbild NI“ und Anlage 6 „Luftbild SH“ zeichnerische Darstellungen mit Luftbild bei.

Der Stahlbetontunnel DN4000 hat eine Länge von ca. 5,30 km.

Ein Tunnelquerschnitt liegt der PFU Teil C07, Anlage 3 „ElbX – Tunnelquerschnitt“ bei.

Die Betriebsgebäude in Schleswig-Holstein und Niedersachsen haben an der Oberfläche eine Länge von ca. 24,00 m, eine Breite von ca. 20,00 m und eine Höhe von 8,00 m.

Die Planunterlagen und die dazugehörigen Bauanträge für Schleswig-Holstein und Niedersachsen liegen im PFU Teil K01 „Voraussetzungen für baurechtliche Genehmigung“ bei. Weiters befindet sich in der PFU Teil K01 „Voraussetzungen für baurechtliche Genehmigung“, Unterlage 04 eine Bau- und Betriebsbeschreibung des Sonderbauwerks ElbX.

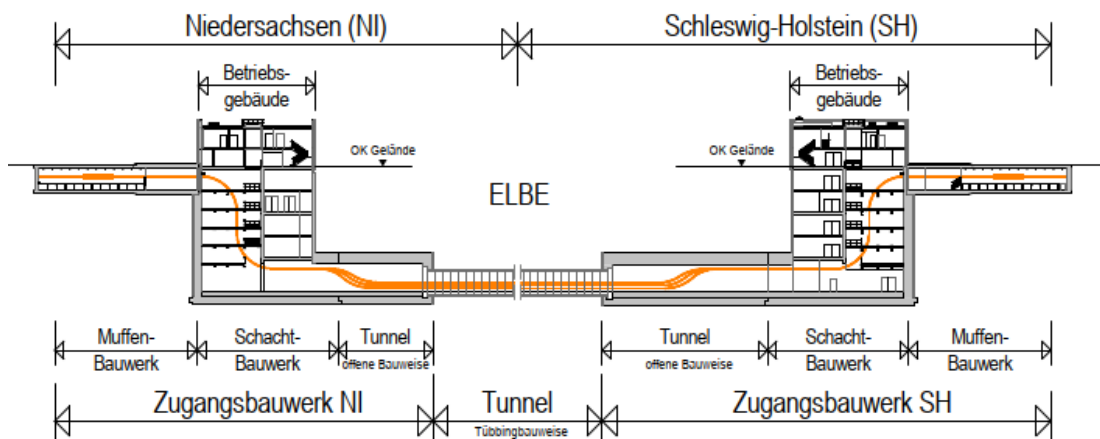


Abbildung 17: Querungsbauwerk ElbX (vereinfachte Prinzipdarstellung)

Für die Bauausführung des Querungsbauwerks ElbX ist es in den verschiedenen Bauphasen erforderlich, Wasser in größeren Mengen für die Bautätigkeit zu nutzen. Dies betrifft vor allem den Tunnelvortrieb und die Herstellung der Baugruben. Die erforderlichen Wassermengen müssen dem Baufeld, bzw. der jeweiligen Bautätigkeit zugeführt werden. Das erforderliche Wasser wird aus der Elbe auf Schleswig-Holsteiner Seite entnommen und über eine Druckleitung von der Entnahmestelle in der Elbe bis zum Baufeld transportiert. Weiters ergibt sich in verschiedenen Bauphasen ein Zutritt von Wasser (z.B. Leckagewasser), das vom Baufeld weggeführt werden muss. Das Wasser der „Entwässerung“ wird in einem Prozesswasserbecken gesammelt, gereinigt und anschließend unter Einhaltung der behördlich abgestimmten Einleitwerte in die Elbe eingeleitet. Der Wassertransport vom Baufeld bis zur Einleitstelle in der Elbe erfolgt ebenfalls mittels Druckleitung. Im Allgemeinen werden die vorbezeichneten Wassermengen als Prozesswasser verstanden. Eine detaillierte Herleitung des Themas, prognostizierte Belastungen, vorgesehene Reinigungsstufen und Einleitwerte sind dem Teil L06.5 „Prozesswasserbericht – ElbX“ zu entnehmen.

Der Kabeleinzug in das Sonderbauwerk ElbX erfolgt auf Schleswig-Holsteiner Seite über das Zugangsbauwerk in den Tunnel. Die sogenannten Tunnelkabel werden in einem Stück ohne Muffen mittels speziellen Kabelzugequipment (Laufkatzen) in das ca. 5.300 m langen Tunnelbauwerk eingezogen. In den beiden Muffenbauwerken am Start- und Zielschacht des Sonderbauwerks erfolgt die Verbindung zu den Erdkabeln des Trassenbaus über eine Muffe. Somit werden die sicherheitstechnischen Anforderungen an das Kabel erfüllt, indem die Kabelverlegung in den Tunnel muffenfrei erfolgt.

Die Inbetriebnahme des Querungsbauwerks ElbX erfolgt in zwei Phasen. In der Phase I erfolgt sukzessive, nach jeweiliger Fertigstellung, die Erstinbetriebnahme der

technischen Gebäudeausrüstung inkl. der Lüftungsanlage für den Tunnel und der Tunnelfahrzeuge. Die Sicherheitstechnik, sowie die Leitwarte werden in Betrieb genommen und die Verbindung/ Kommunikation zur Leitwarte des VHTs in Lehrte aufgebaut. Die Phase I befindet sich innerhalb der Bauzeit des ElbX.

Nachdem der Kabeleinzug in das Querungsbauwerk ElbX vollzogen ist, folgt die Phase II der Inbetriebnahme. Sobald die Kabel aus den benachbarten Abschnitten des ElbX am Muffenbauwerk ankommen sind, kann die Verbindung zum übrigen SuedLink erstellt werden.

Eine detaillierte Bau- und Betriebsbeschreibung zum Sonderbauwerks ElbX ist in der PFU Teil K01 „Voraussetzungen für baurechtliche Genehmigung“, Unterlage 04 „Bau- und Betriebsbeschreibung“.

In Bezug auf den Fall der Stilllegung des Sonderbauwerk ElbX wird auf die Bau- und Betriebsbeschreibung (siehe Teil K01 „Voraussetzungen für Baurechtliche Genehmigungen, Anhang 03, Unterlage 04“), Kapitel 6.8 verwiesen. Hier wird beschrieben, dass im Stilllegungsfall die Zugangsbauwerke bis auf eine Tiefe von ca. 2 m unter Gelände zurückgebaut werden, und der Tunnel verfüllt wird.

2.2.8 Bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit der Logistik

2.2.8.1 Zufahrten und Zuwegungen

Um von öffentlichen Straßen zum Arbeitsstreifen zu gelangen, ist die Errichtung von Zufahrten von öffentlichen Straßen zur Zuwegung notwendig.

Eine Beschreibung zum Logistik- und Verkehrskonzept ist in der PFU Teil L03.1 enthalten.

Im PFA A2 ist die Errichtung von dauerhaften Zufahrten und Zuwegungen von der Bundesstraße 431 und der Landestraße 111 erforderlich, um in der Betriebsphase das Betriebsgelände aus Wartungszwecken erreichen zu können. In Bauphase werden die zukünftig dauerhaften Zufahrten und Zuwegungen für Baustellentransporte genutzt.

Tabelle 6: Aufstellung dauerhafter Zuwegungen und Zufahrten

Bezeichnung	Trassen-km	Zufahrt	Länge der Zuwegung
Z-A2-04-009-V0	KM 2+000	R-A2-04-009-V0 & R-A2-04-032-V0	300 m (dauerhafte Zuwegung)
Z-A2-04-010-V0	KM 8+000	R-A2-04-010-V0	800 m (dauerhafte Zuwegung)

Im Zuge der Errichtung der Zufahrt Z-A2-04-009-V0 als Zuwegung zur Baustelleneinrichtung Startschacht ElbX auf Schleswig-Holsteiner Seite wird die schon bestehende Zufahrt von der Bundesstraße 431, gegenüber der Einmündung der Landestraße 136 in die Bundesstraße 431, adaptiert (R-A2-04-009-V0). Dabei wird auch die bestehende öffentliche Straße „Grüner Weg“ baulich angepasst und in der Wegführung verändert (R-A2-04-032-V0). Des Weiteren wird auch die vorhandene Zufahrt zu den landwirtschaftlich genutzten Flächen abgeändert und mittels einer Kies-Schotter-Tragschicht versehen. Nach Beendigung der Bauphase werden die Zufahrt zur öffentlichen Straße „Grüner Weg“ und die Zufahrt zu den landwirtschaftlich genutzten Flächen wieder in die ursprüngliche Lage zurückversetzt und neu asphaltiert. Eine dauerhafte Zuwegung zum Betriebsgelände wird ebenfalls asphaltiert.

Im Zuge der Errichtung der Zufahrt Z-A2-04-010-V0 als Zuwegung zur Baustelleneinrichtungsstelle Zielschacht ElbX auf niedersächsischer Seite wird die schon bestehende Zufahrt von der Landesstraße 111 auf einen vorhandenen Feldweg genutzt (R-A2-04-010-V0). Hier wird der bestehende Feldweg als Baustraße mit Anbindung an die Landesstraße 111 errichtet. Nach Beendigung der Bauphase wird die Baustraße mit samt der Anbindung an die Landesstraße als dauerhafte Zuwegung zum Betriebsgelände asphaltiert.

Entsprechende Detailpläne zu den oben aufgelisteten Zuwegungen gem. der Tabelle 5 liegen in den PFU Teil K05 „Voraussetzungen für straßenrechtliche Genehmigungen“, Anlage 02 „Zufahrten – an klassifizierten Straßen“. In diesen Unterlagen befinden sich Planunterlagen für den Bau- und für den Endzustand.

Zu den zukünftigen Betriebszufahrten wird auf die PFU Teil K01 „Voraussetzungen für Baurechtliche Genehmigungen, Anhang 03, Unterlage 04“ Kapitel 2.8.3 verwiesen.

Um während der Bauphase auf den Arbeitsstreifen der Erdkabeltrasse zu gelangen ist es notwendig temporäre Zufahrten und Zuwegungen zu errichten.

Tabelle 7: Aufstellung temporärer Zuwegungen und Zufahrten

Bezeichnung	Trassen-km	Zufahrt	Länge der Zuwegung
Z-A2-04-001-V0	km 0+100	R-A2-04-001-V0	200 m (temporärer Neubau)
Z-A2-04-002-V0	km 0+350	R-A2-04-002-V0	250 m (temporärer Neubau)
Z-A2-04-003-V0	km 0+950	R-A2-04-003-V0	50 m (temporärer Neubau)
Z-A2-04-004-V0	km 1+400	R-A2-04-004-V0	150 m (temporärer Neubau)
Z-A2-04-005-V0	km 2+000	-	150 m (temporärer Neubau - innerhalb Baustelleneinrichtungsfläche ElbX auf Trasse)
Z-A2-04-008-V0	km 0+400	R-A2-04-008-V0	70 m (temporärer Neubau)
Z-A2-04-011-V0	km 3+000	R-A2-04-034-V0	650 m (temporärer Neubau)
Z-A2-04-006-V0	km 8+000	-	100 m (temporärer Neubau - ab Verlassen der zukünftigen dauerhaften Zuwegungen zum Zielschacht ElbX)
Z-A2-04-007-V0	km 8+400	R-A2-04-007-V0	250 m (temporärer Neubau)

Für die gemäß Tabelle 6 aufgelisteten Zufahrten sind temporär Zufahrten und Zuwegungen zum Arbeitsstreifen zu errichten. Bei vorhandenen Straßenseitengräben werden Durchlassbauwerke mit mindestens DN400 (siehe Tabelle 7 unter 2.2.8.2 „Kunstabauwerke“) errichtet, um die Funktionstüchtigkeit bei Wasserandrang zu gewährleisten. Der Zufahrtsbereich mit Anbindung an die Verkehrswege wird mittels eines wassergebundenen Oberbaus befestigt.

Für die Zuwegung zum Arbeitsstreifen werden auf dem Oberboden Lasterverteilerplatten verlegt.

Die Ausnahme bildet die Zuwegung Z-A2-04-002-V0. Da es sich bei dieser Zuwegung um eine Zuwegung zum Abspulplatz handelt, wird hier eine schwerlastfähige

Baustraße aus Schotter unter Berücksichtigung der Baugrunduntersuchungen errichtet. Der Aufbau einer schwerlastfähigen Baustraße und des Abspulplatzes ist in der PFU Teil 03.1 „Logistik- und Verkehrskonzept – Trasse“ enthalten.

Nach der Bauphase werden alle temporären Zuwegungen fachgerecht rückgebaut und die Zufahrten wieder in den ursprünglichen Zustand zurück versetzt.

Insgesamt sind vier Zufahrten von der Bundesstraße 431, eine Zufahrt von der Gemeindestraße „Beesen“, eine Zufahrt von der Kreisstraße 41, eine Zufahrt von einem Feldweg (Z-A2-04-006-V0) und eine Zufahrt von der Landestraße 111 erforderlich.

Entsprechende Detailpläne zu den oben aufgelisteten Zuwegungen gem. der Tabelle 5 liegen in den PFU Teil K05 „Voraussetzungen für straßenrechtliche Genehmigungen“, Anlage 02 „Zufahrten – an klassifizierten Straßen“ und Anlage 03 „Zufahrten an Gemeindestraßen und sonstigen öffentlichen Straßen“.

Tabelle 8: Aufstellung Zuwegungen und Zufahrten ohne baulicher Maßnahmen

Bezeichnung	Trassen-km	Zufahrt	Länge der Zuwegung
Z-A2-04-012-V0	km 3+000	-	1.250 m (Nutzung ohne bauliche Maßnahmen)
Z-A2-04-013-V0	km 3+000	-	1.175 m (Nutzung ohne bauliche Maßnahmen)
Z-A2-04-014-V0	km 7+500	-	1.600 m (Nutzung ohne bauliche Maßnahmen)
Z-A2-04-015-V0	km 7+500	-	2.500 m (Nutzung ohne bauliche Maßnahmen)
Z-A2-04-016-V0	km 7+500	-	150 m (Nutzung ohne bauliche Maßnahmen)

Für die oben aufgelisteten Zuwegungen gemäß der Tabelle 7 werden für die Baustellenransporte vorhanden Straßen und Wege zum Arbeitsstreifen genutzt. Es werden sind baulichen Maßnahmen notwendig.

2.2.8.2 Kunstbauwerke

Im PFA A2 werden für die Zufahrten und Zuwegungen zum Arbeitsstreifen und für den Baustellenverkehr im Arbeitsstreifen Gewässer überquert. Die genannten Gewässer werden durch den Einsatz von temporären Kunstbauwerken für den Baustellenverkehr überbrückt.

Nachfolgend befinden sich Beschreibungen temporärer Kunstbauwerke.

Durchlassbauwerk:

Bei der Überbrückung von Gewässern mit einer Gerinnenbreite von bis zu 2,00m werden Durchlassbauwerke eingesetzt. Die Dimensionierung des Durchlassrohres erfolgt abhängig vom Grabenquerschnitt. Durch den Einsatz des Durchlassbauwerks ist die im Falle von Wasserandrang die Funktionstüchtigkeit des Grabens gewährleistet.

Dieses Kunstbauwerk kann von jedem Baustellenfahrzeug befahren werden.

Mobile Brücke:

Die Herstellung von temporären Kunstbauwerke erfolgt mittels mobiler Brückenkonstruktionen aus Stahlträger auf denen Baggermatten aufgelegt werden. Diese mobile Brücke wird bei Überfahrten von bis zu 8m breiten Gewässern eingesetzt. Bei der

Anwendung sind die Untergrundverhältnisse zu berücksichtigen. Die Breite der Überfahrt beschränkt sich auf einen einspurigen Baustellenverkehr.

Baggermatten:

Die Baggermatten Überfahrt erfolgt mittels längs verlegter Baggermatten zur Querung von Gräben. Diese Methode eignet sich für Gräben bis 2,0 m Kronenbreite, die zu überfahren sind. Bei der Anwendung sind die Untergrundverhältnisse zu berücksichtigen. Die Breite der Überfahrt beschränkt sich auf einen einspurigen Baustellenverkehr.

Für Baustelleneinrichtungsflächen werden ebenfalls vorhandene Gewässer mittels Baggermatten überbrückt.

Die dazugehörigen Typenpläne befinden sich Im PFU Teil C07, Anlage 07 „Kunstbauwerke“.

Tabelle 9: Aufstellung temporäre Kunstbauwerke im PFA A2

Bezeichnung	Kunstbauwerk	Zweck
R-A2-04-001-V0	Durchlassbauwerk DN400, Länge: ca. 16 m	Zufahrt von Beesen zur Zuwegung Z-A2-04-001-V0
R-A2-04-002-V0	Durchlassbauwerk DN400; Länge: ca. 30 m	Zufahrt von B431 zur Zuwegung Z-A2-04-002-V0
R-A2-04-007-V0	Durchlassbauwerk DN400, Länge: ca. 20 m	Zufahrt südlich von L111 zur Zuwegung Z-A2-04-007-V0
R-A2-04-011-V0	Durchlassbauwerk DN400, Länge: ca. 60 m	Arbeitsstreifen B-A2-04-001-V0
R-A2-04-012-V0	Durchlassbauwerk DN400, Länge: ca. 60 m	Arbeitsstreifen B-A2-04-002-V0
R-A2-04-013-V0	Durchlassbauwerk DN400, Länge: ca. 80 m	Arbeitsstreifen B-A2-04-002-V0
R-A2-04-014-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-002-V3 & H-A2-04-002-V4
R-A2-04-015-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-002-V3 & H-A2-04-002-V4
R-A2-04-016-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-004-V3 & H-A2-04-004-V4
R-A2-04-017-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-004-V3 & H-A2-04-004-V4
R-A2-04-018-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-004-V3 & H-A2-04-004-V4
R-A2-04-019-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-004-V3 & H-A2-04-004-V4
R-A2-04-020-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-004-V3 & H-A2-04-004-V4
R-A2-04-021-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-003-V3 & H-A2-04-003-V4
R-A2-04-022-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-003-V3 & H-A2-04-003-V4
R-A2-04-023-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-003-V3 & H-A2-04-003-V4

Bezeichnung	Kunstbauwerk	Zweck
R-A2-04-024-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-003-V3 & H-A2-04-003-V4
R-A2-04-025-V0	Baggermatten / mobile Brücke	Vorstreckfläche H-A2-04-003-V3 & H-A2-04-003-V4
R-A2-04-026-V0	Durchlassbauwerk DN400, Länge: ca. 120m	Arbeitsstreifen B-A2-04-005-V0
R-A2-04-027-V0	Durchlassbauwerk DN400, Länge: ca. 16 m	ElbX Arbeitsstreifen – Überfahrten zu Bodenlagerfläche
R-A2-04-028-V0	Durchlassbauwerk DN400, Länge: ca. 16 m	ElbX Arbeitsstreifen – Überfahrt zu Bodenlagerfläche

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 10: Bauphasen bei der Erdkabelverlegung

Vor Baubeginn	• Brutvogelbegehungen rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten • Baugrunduntersuchungen • Archäologische Voruntersuchungen • Kampfmittelräumung • Fremdleitungs- / Drainagenerhebung sowie örtliche Kennzeichnung und Einmessung, Suchschachtung • Befahrungsanalyse • Baufeldfreimachung • Beweissicherung für Gebäude, Straßen und Grundgrenzen • CEF-Maßnahmen
Trassenvorbereitung	• Auspflocken der Trasse • Wegebau (Baust Straßen, Zufahrten, etc.) • Baustellensicherung • Flächenvorbereitung (vorzeitige Räumung von Bewuchs, unter Einhaltung von saisonalen Beschränkungen) • Vorbereitung geschlossene Querungen (z. B. HDD) sofern erforderlich
Abtrag Oberboden	• Aushub Oberboden • Lagerung • Begrünung, Schutz vor Erosion
Herstellung Grabenprofil	• Aushub Unterboden • Getrennte Lagerung der Bodenhorizonte • Installation offene Wasserhaltung • Sandbettschüttung
Kabelzug	• 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	• Verlegung Schutzrohre für Lichtwellenleiterkabel • Verlegung Kabelschutzrohre sofern erforderlich
Muffen	• Aufweitung des Kabelgrabens an Muffengruben • Installation von Muffencontainer • Muffenmontage • Deinstallation von Muffencontainer • Bettung der Muffe im Sand
Rückverfüllung Graben	• 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	• Oberflächenwiederherstellung • Rückbau der Einrichtungs- und Lagerflächen sowie der Baustraßen • Tiefenlockerung Unterboden • ggf. Düngung • ggf. Neueinsaat • Wiederherstellung Drainagen
	• Land- und Viehwirtschaft möglich • Keine Bebauung und tiefwurzelnde Pflanzen

Sofern in Abschnitten der offenen Bauweise Kabelschutzrohre vorgesehen sind, werden diese nach der Herstellung des Grabenprofils verlegt, anschließend erfolgt die Rückverfüllung des Grabens inkl. der oben aufgeführten Verfahrensschritte. Die Bauphase des Kabelzugs kann dann in diesen Abschnitten flexibel zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Der grundsätzliche Ablauf ist somit:

- Durchführen bauvorbereitender Maßnahmen und Trassenvorbereitung

- Mutterbodenabtrag und Suchschachtungen

- offene Bauweise ohne Kabelschutzrohr

- Erstellen Baustraße
- Erstellen Wasserhaltung
- Kabelgraben auf und Sandsohle herstellen
- Kabeleinzug
- Einsanden des Kabels
- Verfüllen des Kabelgrabens
- Ausschalten der Wasserhaltung

oder (falls mit Kabelschutzrohr)

- offene Bauweise mit Kabelschutzrohr

- Erstellen Baustraße
- Erstellen Wasserhaltung
- Kabelgraben auf und Sandsohle herstellen
- Einbau der verschweißten Kabelschutzrohre
- Einsanden der verschweißten Kabelschutzrohre
- Verfüllen des Kabelgrabens
- Ausschalten der Wasserhaltung
- Kabeleinzug im Kabelschutzrohr
- Wiederholung der Schritte für 2. Kabelgraben inkl. Umverlegung Baustraße
- Rückbau der Baustraße
- Mutterbodenauftrag
- Rekultivierung

Einen Bauablauf für das Sonderbauwerk ElbX befindet sich in der PFU Teil K01 „Voraussetzungen für Baurechtliche Genehmigungen“, Anhang 03, Unterlage 04 „Bau- und Betriebsabschreibung“ Kapitel 4.

2.2.9.2 Bauzeit

Für den gegenständlichen PFA ist folgende Bauzeit vorgesehen:

Mit Vorliegen des Planfeststellungsbeschlusses und damit des Baurechtes werden umgehend die Arbeiten im Planfeststellungsabschnitt A2 aufgenommen. Die Bauarbeiten erfolgen mehreren Teilabschnitten im Planfeststellungsabschnitt gleichzeitig, in Abhängigkeit von den Möglichkeiten zur Herstellung der Baufreiheit und der baulogistischen Rahmenbedingungen. Dabei müssen diese Abschnitte nicht räumlich zusammenhängen. Es wird im Planfeststellungsabschnitt A2, mit Verweis auf Teil A01 "Erläuterungsbericht", Kapitel 1.4.6, von einer Bauzeit bis zur Inbetriebnahme von rd. 5,3 Jahren ausgegangen. Mit der Fertigstellung und Inbetriebnahme von Suedlink wird im dritten Quartal 2028 gerechnet.