

SuedLink

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

Vorhabenträger:



Ersteller:



Vössing Ingenieurgesellschaft mbH
Am Marstall 1A
30159 Hannover

Dokumentenzeichnr.: A100- VIN-002696

Planfeststellung

**Planfeststellungsabschnitt A4
von km 0+000 bis 37+746**

Unterlagen nach § 21 NABEG

PLANÄNDERUNG I

**Teil C01
Technik und Trassierung**

00	19.12.2022	Unterlage nach § 21 NABEG	Gosko, Denis	Haenisch, Harald	Biebermann, Manuel
01	07.05.2024	Planänderung I	Ulrich Thesing	Jörg Lehnert	Corina Zech
Vers.	Datum	Ausgabe	Erstellt	Geprüft	Freigegeben

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	3
Anhang- und Anlagenverzeichnis.....	4
Abkürzungsverzeichnis.....	5
1 Einleitung.....	10
1.1 SuedLink.....	10
1.2 Einordnung der Unterlage.....	10
1.3 Inhalt und Zweck des Dokuments.....	10
2 Allgemeine Projektbeschreibung.....	11
2.1 Technische Angaben zum Vorhaben.....	11
2.1.1 Grundlagen.....	11
2.1.2 Technische Beschreibung der Anlagenteile.....	22
2.1.3 Angaben zum Bau der Leitungen.....	34
2.1.4 Logistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr.....	37
2.1.5 Arbeits- und Bauablauf.....	37
2.1.6 Parallelführungen und Kreuzungen.....	48
2.1.7 Schutzstreifen.....	57
2.1.8 Betrieb und Instandhaltung.....	59
2.1.9 Angaben zur Stilllegung bzw. zum Rückbau der Anlage.....	60
2.2 Trassierungstechnische Beschreibung.....	61
2.2.1 Trassenbeschreibung (Abschnittsspezifisch).....	61
2.2.2 Nebenanlagen (Abschnittsspezifisch).....	64
2.2.3 Nebenbauwerke (Abschnittsspezifisch).....	65
2.2.4 Bauweisen (Abschnittsspezifisch).....	67
2.2.5 Kreuzungen (Abschnittsspezifisch).....	71
2.2.6 Parallelführungen (Abschnittsspezifisch).....	74
2.2.7 Sonderbauwerke (Abschnittsspezifisch).....	76
2.2.8 Bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Logistikkonzept.....	76
2.2.9 Bauablauf im Planfeststellungsabschnitt (Abschnittsspezifisch).....	82
3 Quellenverzeichnis.....	86
3.1 Gesetze, Richtlinien, Urteile und Verordnungen.....	86

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Position der Linkboxen im PFA A4.....	64
Tabelle 2:	geplante Bauweisen im PFA A4.....	67
Tabelle 3:	Bauphasen bei der Erdkabelverlegung.....	82

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schlussbericht Windenergieanlagen für Ferngasleitungen.....	19
Abbildung 2:	Kabelaufbau NKT-525 kV HGÜ-Kabel.....	23
Abbildung 3:	Kabelaufbau Prysmian HGÜ-Kabel.....	24
Abbildung 4:	Schematische Darstellung der Kabelverbindungen (Muffen).....	26
Abbildung 5:	Beispielhafte Darstellung eines Muffencontainers zur Herstellung des Kabelverbindungssystems.....	27
Abbildung 6:	Schnitt Baugrube zur Herstellung des Kabelverbindungssystems (Prinzipskizze).....	27
Abbildung 7:	Muffen (Pfeilmarkierung) vor Wiederverfüllung des Leitungsgrabens.....	27
Abbildung 8:	Grabenquerschnitt mit Anordnung der Erdseile.....	28
Abbildung 9:	Linkbox (oberirdisch) (prinzipielle Ausbildung).....	29
Abbildung 10:	Linkbox (unterirdisch) (prinzipielle Ausbildung).....	29
Abbildung 11:	Beispiel einer doppelten Kabelabschnittsstation.....	31
Abbildung 12:	Beispiel einer einfachen Kabelabschnittsstation.....	32
Abbildung 13:	Schematische Darstellung einer Konverterstation mit zwei Konverterhallen (Aufbau entspricht einem Kabelsystem).....	33
Abbildung 14:	Prinzipdarstellung Muffengrube für ein Kabelsystem während der Bauzeit).....	35
Abbildung 15:	Grabenprofil Normalstrecke, erdverlegt.....	42
Abbildung 16:	Grabenprofil Stammstrecke, erdverlegt.....	42
Abbildung 17:	LWL-ZS neben der SuedLink Trasse im A4.....	66
Abbildung 18:	Regelquerschnitt Zuwegung Schwerlastverkehr Kabeltransport.....	77
Abbildung 19:	Regelquerschnitt Zuwegung Baustellenverkehr.....	78
Abbildung 20:	Neu- und Ausbau von Zufahrten vom vorhandenen Wegenetz (z.B. A4 km 1+600).....	78
Abbildung 21:	Erweiterung bestehender Verkehrsflächen (z.B. A4 km 4+500 Einmündung K 122).....	80
Abbildung 22:	Neubau von temporären Zuwegungen (z.B. A4 km 22+000).....	80
Abbildung 23:	Wendestellen für Baustellenverkehr (z.B. A4 km 27+500).....	81
Abbildung 24:	Umfahrungen von Muffen an Abspulstandorten im Baufeld.....	81
Abbildung 25:	Abspulstandort mit einem Wendemanöver für Kabeltransporte.....	82

Anhang- und Anlagenverzeichnis

Anhang 01: Steckbriefe Verlegeverfahren

Anhang 02: Maßnahmenblatt Schallschutz

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
§	Paragraph
%	Prozent
Abs.	Absatz
AC	Bezeichnung für Wechselstrom (engl. alternating current)
AG	Aktiengesellschaft
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
AVV Baulärm	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm
BauGB	Baugesetzbuch
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BBPIG	Bundesbedarfsplangesetz
BE-Fläche	Baustelleneinrichtungsfläche
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BGU	Baugrunduntersuchung
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BImSchVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNetzA	Bundesnetzagentur
BÜB	Bauüberwacher Bahn
bzw.	beziehungsweise
BWaldG	Bundeswaldgesetz
BWo	oberer Betriebswasserstand
°C	Grad Celsius
ca.	circa
CEF-Maßnahme	vorgezogene Ausgleichsmaßnahme (engl. continuous ecological functionality-measures)
d	Durchmesser
d _A	Rohr-Außendurchmesser
DAS	Distributed Acoustic Sensing System
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
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	Nennweite (franz. diamètre nominal)
DPH	dynamic probe heavy (Rammsondierung)

Abkürzung	Erläuterung
DSchG BW	Denkmalschutzgesetz Baden-Württemberg
DSchG SH	Gesetz zum Schutz der Denkmale (Denkmalschutzgesetz) des Landes Schleswig-Holstein
DTK	Digitale Topografische Karte
DTS	Distributed Temperature Sensing System
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EAK	Europäischer Abfallartenkatalog
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
et al.	und andere (lat. et alii)
etc.	et cetera
EUGAL	Europäische Gas-Anbindungsleitung
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
GrwV	Grundwasserverordnung
GW	Gigawatt (1.000.000.000 W), Einheit der elektrischen Leistung
ha	Hektar
HAGBNatSchG	Hessisches Ausführungsgesetz zum BNatSchG
HBO	Hessische Bauordnung
HDD	Horizontalspülbohrverfahren (engl. horizontal directional drilling)
HDI	Hochdruckinjektion
HDPE	High-density polyethylene (Hochfestes Polyethylen)
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
HGV	Hochgeschwindigkeitsverkehr
h_{min}	Überdeckungshöhe (mindestens)
HWaldG	Hessisches Waldgesetz
HWG	Hessisches Wassergesetz
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
i. V. m.	in Verbindung mit
KAS	Kabelabschnittsstation
kg	Kilogramm
km	Kilometer

Abkürzung	Erläuterung
km/h	Kilometer pro Stunde
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
kV	Kilovolt (1.000 V)
LBO	Landesbauordnung
LBodSchAG	Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz
LKW	Lastkraftwagen
LNatSchG	Landesnaturerschutzesetz
LSG	Landschaftsschutzgebiet
LuftVG	Luftverkehrsgesetz
LWaldG	Landeswaldgesetz
LWG SH	Landeswassergesetz Schleswig-Holstein
LWL	Lichtwellenleiter
LWL MM	Lichtwellenleiter multimode
LWL SM	Lichtwellenleiter singlemode
LWL-ZS	Lichtwellenleiter Zwischenstation
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MHW	mittleres Hochwasser
Mio.	Millionen
mm	Millimeter
mm ²	Quadratmillimeter
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
NSG	Naturschutzgebiet
NVP	Netzverknüpfungspunkt
NWaldLG	Niedersächsisches Gesetz über den Wald und die Landschaftsordnung
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
o.ä.	oder ähnlich
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OK	Oberkante
PFA	Planfeststellungsabschnitt
PFV	Planfeststellungsverfahren
PKW	Personenkraftwagen

Abkürzung	Erläuterung
PN	Pressure Nominal (Nenndruck)
potTA	potenzielle Trassenachse
R	Radius
RIL	Richtlinie
ROG	Raumordnungsgesetzangepa
SiGeKo	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator
SKR	Stromleitungskreuzungsrichtlinie
SL	SuedLink
SOL	SuedOstLink
SPT	Standardpenetrationstests
SSG	Strom- und schiffahrtspolizeiliche Genehmigung
SWS	Südwestdeutsche Salzwerte AG
t	Tonnen
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TBM	Tunnelbohrmaschine
ThürBO	Thüringische Bauordnung
ThürGBG	Thüringer Grünes-Band-Gesetz
ThürNatG	Thüringer Naturschutzgesetz
ThürWaldG	Thüringisches Waldgesetz
ThürWG	Thüringisches Wassergesetz
TKG	Telekommunikationsgesetz
TÖB's	Träger öffentlicher Belange
TransnetBW	TransnetBW GmbH
TRGL	Technische Regeln für Gashochdruckleitungen
TTG	TenneT TSO GmbH
u.a.	unter anderem
UIG	Unternehmensinterne Genehmigung (durch die DB Netz AG)
UK	Unterkante
UmwRG	Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz
USchadG	Umweltschadensgesetz
ÜSG	Überschwemmungsgebiete
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UWBS	Unterwasserbetonsohle
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
vgl.	vergleiche
VHT	Vorhabenträger
VSch-Gebiet	Vogelschutzgebiet
VzG	Verzeichnis zulässiger Geschwindigkeiten
WaStrG	Bundeswasserstraßengesetz

Abkürzung	Erläuterung
WebGIS	Online Geodaten Dienst
WEA	Windenergieanlage
WG	Wassergesetz
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
WSG-VO	Wasserschutzgebietsverordnung
XLPE	Cross Linked Polyethylen
z.B.	zum Beispiel
ZiE	Zustimmung im Einzelfall (durch das EBA)

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 (BBPLG) als „Vorhaben Nr. 3“ geführt) sowie zwischen Wilster in Schleswig-Holstein und Berggrheinfeld/West in Bayern (diese Verbindung wird in der Anlage zum BBPlG (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 A4. Für weitergehende Informationen zu SuedLink und zum Planfeststellungsverfahren wird auf die Kapitel 0 ff im Teil A01 der Unterlagen gem. § 21 (NABEG) verwiesen.

1.2 Einordnung der Unterlage

Das vorliegende Dokument „Teil C01 – Fachbeitrag Trassierungstechnischer Teil“ ist Bestandteil der Unterlagen für die Einreichung des Plans und der Unterlagen nach § 21 (NABEG) für SuedLink im Planfeststellungsabschnitt A4.

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 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 (26. BImSchV), das Verbot erheblicher Beeinträchtigungen von Natura 2000-Gebieten (BfN (Hrsg.) 1998) 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 (AVV BAULÄRM) können strikte Rechtsvorschriften enthalten.

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

2.1.1.1 Technische Regelwerke und Richtlinien

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

2.1.1.2 Trassierungsgrundsätze

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

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

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

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

- Parallelverlegung der Vorhaben 3 und 4 gem. Bundesbedarfsplangesetz BBPlG (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 erfolgt 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 Querungstiefe fortgeführt, dass eine mögliche Ufererosion die Leitung nicht freilegen kann.

2.1.1.2.3 Wirtschaftliche Trassenführung

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

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

- Möglichst kurzer, gestreckter Verlauf (in der Regel Reduzierung von Eigentümerbetroffenheit, Flächeninanspruchnahme, Materialaufwand und Baukosten)
- Nach Möglichkeit Verlegung der Erdkabelanlage in offener Bauweise (Minimierung von Bauzeit und Baukosten)
- Minimierung von Kreuzungen
- Minimierung von sehr aufwendigen Bauverfahren/ Bauwerken/ langen Bauzeiten
- Minimierung von ungünstigen Zuwegungs-/Arbeitsflächenverhältnissen unter Beachtung folgender Anforderungen:
 - Arbeitsstreifenbreite im Bereich der Stammstrecke: 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 Sonderkulturlächen

2.1.1.2.4 Bündelung mit bestehenden Infrastrukturen

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

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

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

2.1.1.2.5 Mindestradien

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

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

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

2.1.1.2.6 Richtungsänderungen und Kabeleinzugskräfte

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

2.1.1.3 Bautechnische trassenbestimmende Vorgaben

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

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

2.1.1.3.1 Abstände der HGÜ-Kabel bei offener Bauweise

Die Größe und der Abstand der HGÜ-Kabel sowie der Gräben ergeben sich aus den geotechnischen und thermischen Eigenschaften der anstehenden Böden, der Kabelwärmeimmissionen, und der Tiefenlage der Kabel. Entsprechend bau- oder betriebstechnischer Erfordernisse müssen unterschiedliche Kabelbettungsmaterialien, z.B. mit thermisch stabilisierenden Eigenschaften verwendet werden. Hierfür wird in Abhängigkeit vom anstehenden Material das ausgehobene Erdmaterial, sofern erforderlich, fachgerecht als Bettungsmaterial aufbereitet (z.B. mittels Sieben) oder ein entsprechendes Bettungsmaterial (z.B. Sand) hinzugeführt. Bei einer Normalstrecke für

Vorhaben 3 oder Vorhaben 4 wird das HGÜ-Kabelpaar in einem Kabelgraben mit einer Überdeckung von mindestens 1,3 m und einem horizontalen Kabelabstand von in der Regel 1,9 m erdverlegt. Bei Verlegung in der Stammstrecke werden zwei Kabelpaare in zwei Kabelgräben verlegt. Die Gräben haben einen Systemabstand von in der Regel 10 m.

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.

- Konverterstation
Die Konverterstationen liegen an den jeweiligen Enden der Vorhaben 3 bzw. 4 am Übergang zu den Netzverknüpfungspunkten. Die Genehmigung der Konverterstationen erfolgt in einem gesonderten Genehmigungsverfahren nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz und sind nicht Bestandteil der Planfeststellung.
- Elbquerung
In PFA A2 wird die Elbe mit einem Tübbingtunnel unterquert.
- Standorte Schächte zum Bergwerk
In PFA E3 wird die Trasse im vorhandenen Salzbergwerk der Südwestdeutsche Salzwerke AG (SWS) in größtenteils bestehenden, teils neu aufzufahren den Stollen auf einer Trassenlänge von ca. 16 km geführt. Zur Ein- und Ausfuhrung der Kabel in das / aus dem Bergwerk werden zwei neue Schächte errichtet.

Die zuvor aufgeführten Bauwerke: wie Konverter Station, Elbquerung und die Schächte zum Bergwerk liegen nicht im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt.

2.1.1.4 Ausschlussflächen

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

- Sensible Einrichtungen (Kliniken, Pflegeheime, Schulen, Friedhöfe)
- Wohn- und Mischbauflächen
- Industrie- und Gewerbeflächen
- Wasserschutzgebiete Zone I
- Sondergebiete Bund/ Militärische Anlagen/ Truppenübungsplätze

- Flugverkehr (umfasst „Flughafen“, „Internationaler Flughafen“ und „Regionalflughafen“)
- Deponien und Abfallbehandlungsanlagen
- Oberflächennahe Rohstoffe/Abgrabungen (Tagebau, Grube, Steinbruch, Kies-, Sand- und Torfabbau)
- Vorranggebiete mit Siedlungsbezug
- Vorranggebiete Gewerbe/Industrie
- Vorranggebiete oberflächennahe Rohstoffe
- Vorranggebiete Deponie

2.1.1.5 Abstände, Annäherungen

2.1.1.5.1 Siedlungsflächen mindestens Gebäude

Mindestabstände

Generell gilt kein gesetzlicher bzw. strikter Abstand zu Wohnbebauungen bei der Trassierung eines Erdkabels. Die gesetzlichen Grenzwerte der 26. BImSchV (Bundesimmissionsschutzverordnung (26. BImSchV)) 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 (BfN (Hrsg.) 1998) werden alle Natura 2000-Gebiete (BfN (Hrsg.) 1998) 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“ (BfN (Hrsg.) 1998) 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 be-

achten. Nach § 10 des Bundesfernstraßengesetz FStrG (FSTRG) können angrenzende Waldungen und Gehölze in einer Breite von bis zu 40 m, gemessen vom befestigten Fahrbahnrand, als Schutzwaldung erklärt werden. Gebündelte Trassierung mit Abschnitten dieser Art sind mit der zuständigen Behörde abgestimmt.

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

Empfohlene Abstände

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

2.1.1.5.4 Windenergieanlagen

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

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

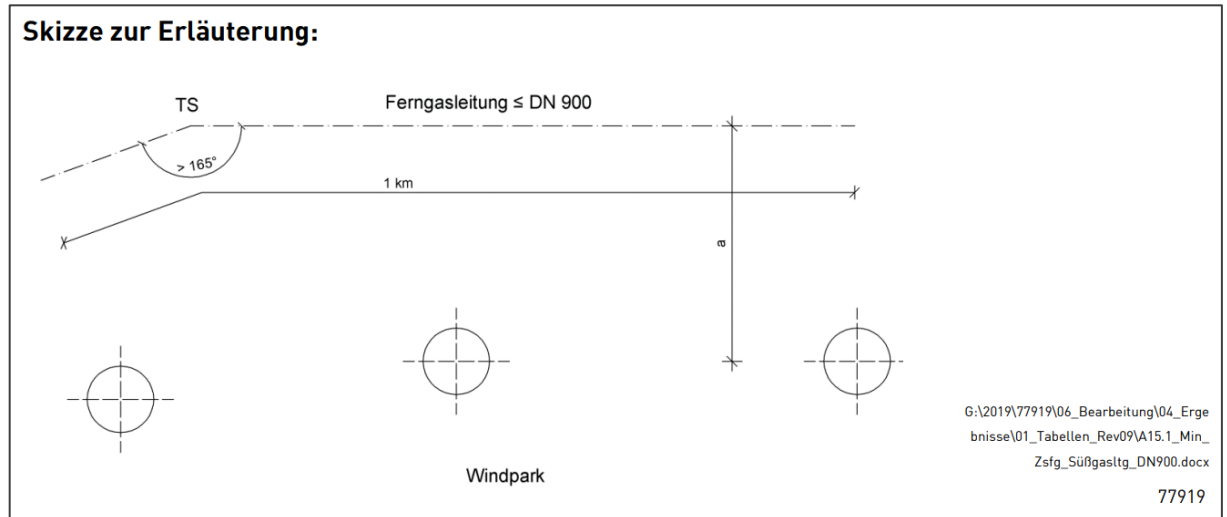


Abbildung 1: Schlussbericht Windenergieanlagen für Ferngasleitungen¹

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

2.1.1.5.5 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- / Gra-

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.

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

2.1.1.6.4 Drainagesysteme

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

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

1. Trassierung möglichst längs zur Hauptdrainagerichtung
2. Trassierung idealerweise an Wasserscheiden der Drainagesysteme (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 Teil L10 „Sonstige öffentliche und private Belange“).

2.1.2 Technische Beschreibung der Anlagenteile

Die nachfolgenden Kapitel beschreiben Anlagenteile sowie technische Eigenschaften der Kabelanlage.

2.1.2.1 Kabelaufbau

Das Erdkabel

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

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

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

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

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

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

Leiter / Kabeltyp

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

Für SuedLink kommen kunststoffisolierte Kabel zum Einsatz.

Kabelaufbau

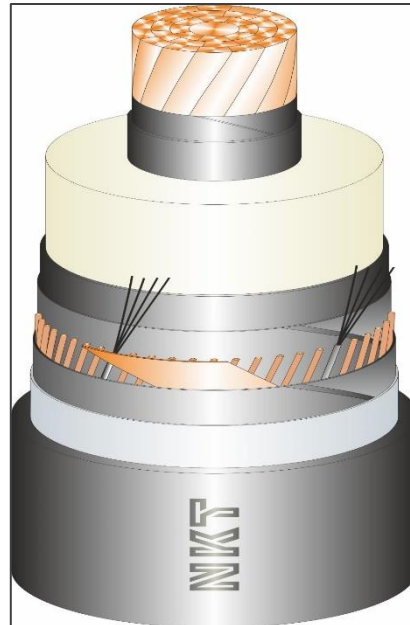


Abbildung 2: Kabelaufbau NKT-525 kV HGÜ-Kabel²

Nr.	Beschreibung	Details
1	Leiter	Kupfer, Keystone
2	Binder	Halbleiterband
3	Innere Leitschicht	Halbleitenden Polymer
4	Isolierung	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
10	Außenmantel	HDPE-Mantel
11	halbleitende Schicht	extrudiertes Polyethylen

² Quelle: Basic Design NKT, Stand 2021

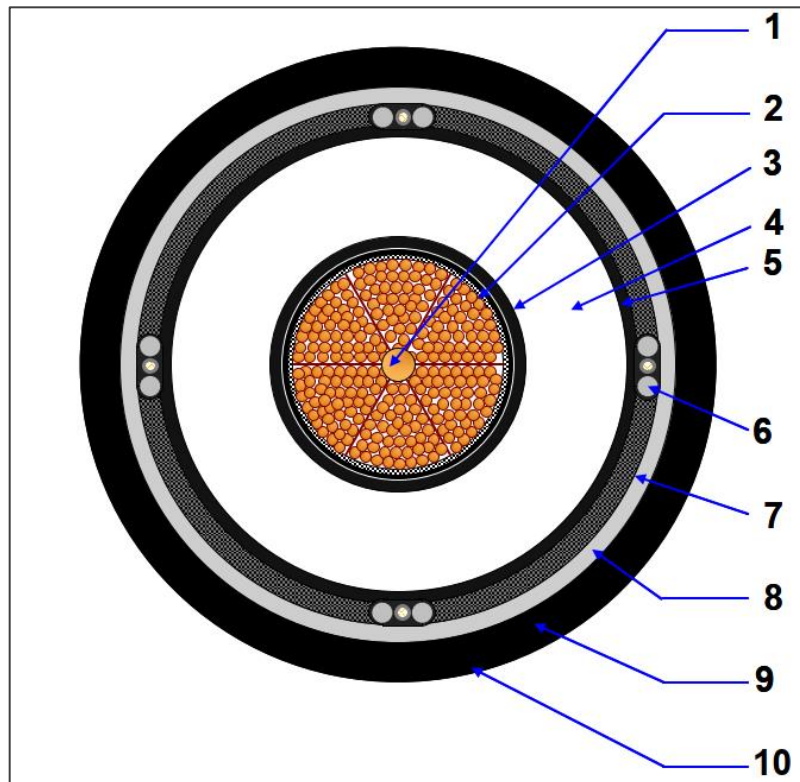


Abbildung 3: Kabelaufbau Prysmian HGÜ-Kabel³

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

Isolierung

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

Kabelschirm

Der Kabelschirm ist nötig, um Betriebs- (Ausgleichsströme und Bereitstellung eines definierten Erdpotenziales über die gesamte Strecke) und Fehlerströme zu führen. Er besteht aus Kupferdrähten, die radial entlang der äußeren Leitschicht angeordnet

³ Quelle: Basic Design Prysmian, Stand 2021

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

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.

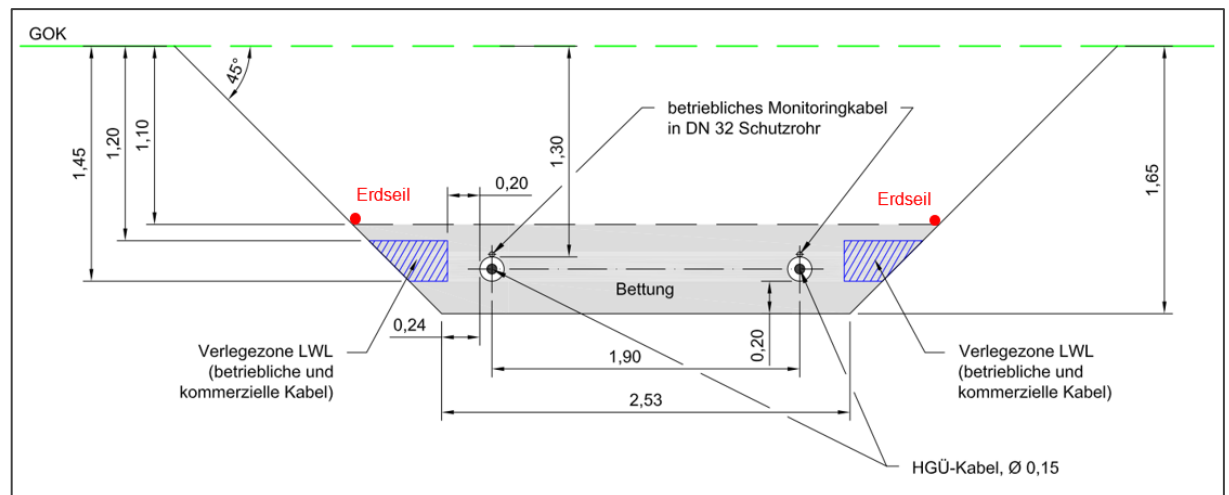


Abbildung 8 Grabenquerschnitt mit Anordnung der Erdseile

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

⁴ **Quelle:** Eigene Abbildung



Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung eines Muffencontainers zur Herstellung des Kabelverbindungssystems⁵

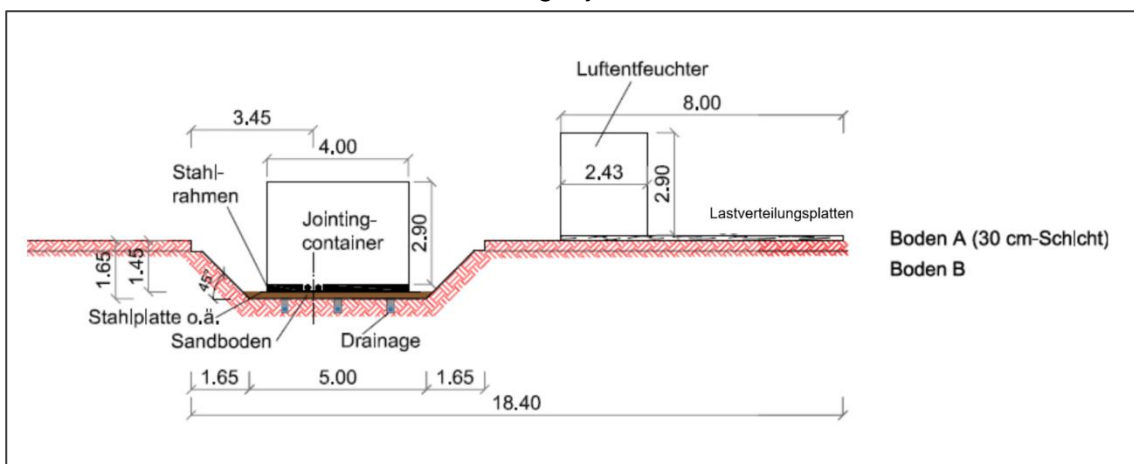


Abbildung 6: Schnitt Baugrube zur Herstellung des Kabelverbindungssystems (Prinzipskizze)⁶



Abbildung 7: Muffen (Pfeilmarkierung) vor Wiederverfüllung des Leitungsgrabens⁷

⁵ Quelle: Prysmian

⁶ Quelle: Eigene Abbildung

⁷ Quelle: Eigene Abbildung

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.

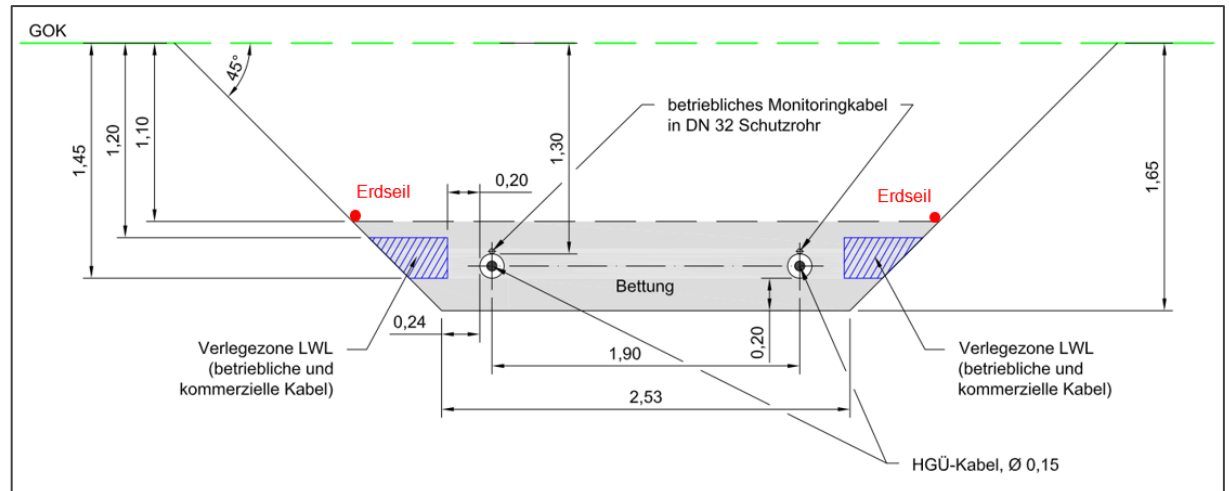


Abbildung 8 Grabenquerschnitt mit Anordnung der Erdseile⁸

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 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.

⁸ Quelle: Eigene Abbildung

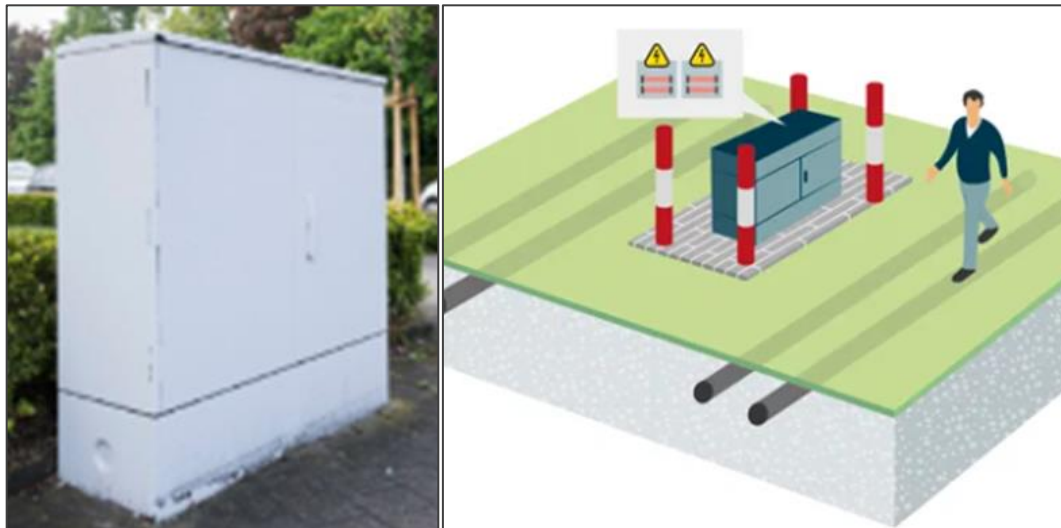


Abbildung 9: Linkbox (oberirdisch)⁹ (prinzipielle Ausbildung)

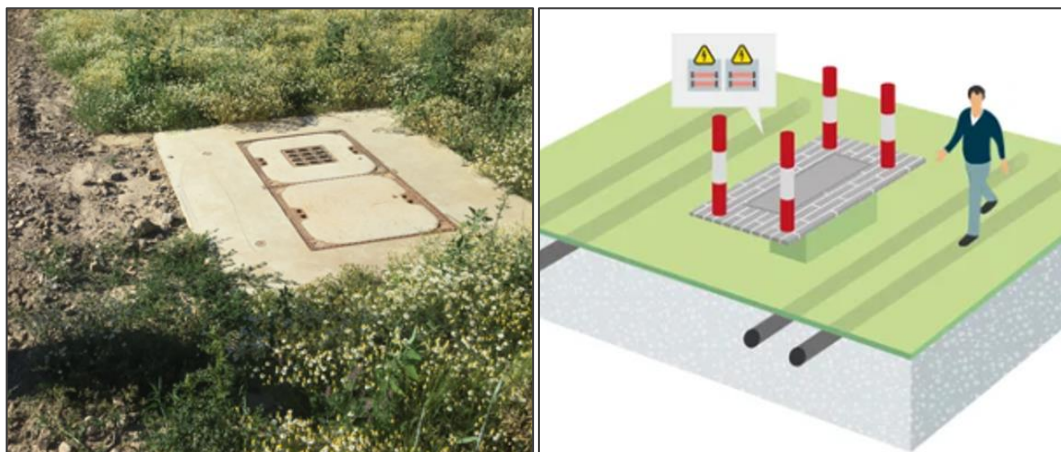


Abbildung 10: Linkbox (unterirdisch)¹⁰ (prinzipielle Ausbildung)

2.1.2.6 Betriebsnotwendige Lichtwellenleiter (LWL), LWL-Zwischenstationen

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

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

Die Kabelschutzrohre (DN 50) für die LWL-Kabel werden bei offener Bauweise in einer seitlich im Kabelgraben angeordneten LWL-Verlegzone verlegt. Die Kabel werden dabei sowohl bei der Verlegung als Normalstrecke als auch Stammstrecke beidseitig

⁹ Quelle: Eigene Abbildung

¹⁰ Quelle: Eigene Abbildung

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.

- 2.1.2.7 Die LWL-Zwischenstationen werden in der Regel in der Nähe der Kabeltrasse in wenig sensiblen Bereichen errichtet. 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 Breitband-ausbau mitgenutzt werden. Gemäß § 143 Abs. 2 Telekommunikationsgesetz können Eigentümer oder Betreiber öffentlicher Telekommunikationsnetze bei den Eigentümern oder Betreibern öffentlicher Versorgungsnetze die Koordinierung von Bauarbeiten beantragen. Im Antrag sind Art und Umfang der zu koordinierenden Bauarbeiten und die zu errichtenden Komponenten digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze zu benennen. Im Zusammenhang mit der Errichtung von SuedLink wird daher eine Mit-verlegung 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.

- 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 da-

zwischenliegenden 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. (BBPLG) 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 Geländeneiveau 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.

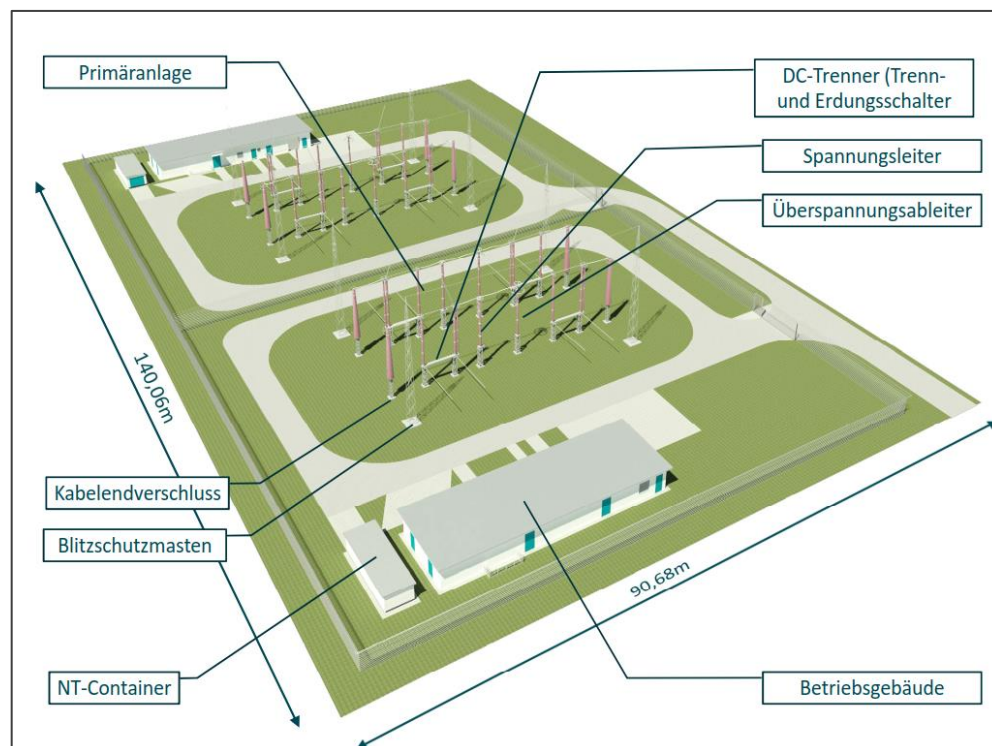


Abbildung 11: Beispiel einer doppelten Kabelabschnittsstation¹¹

¹¹ Quelle: Eigene Abbildung

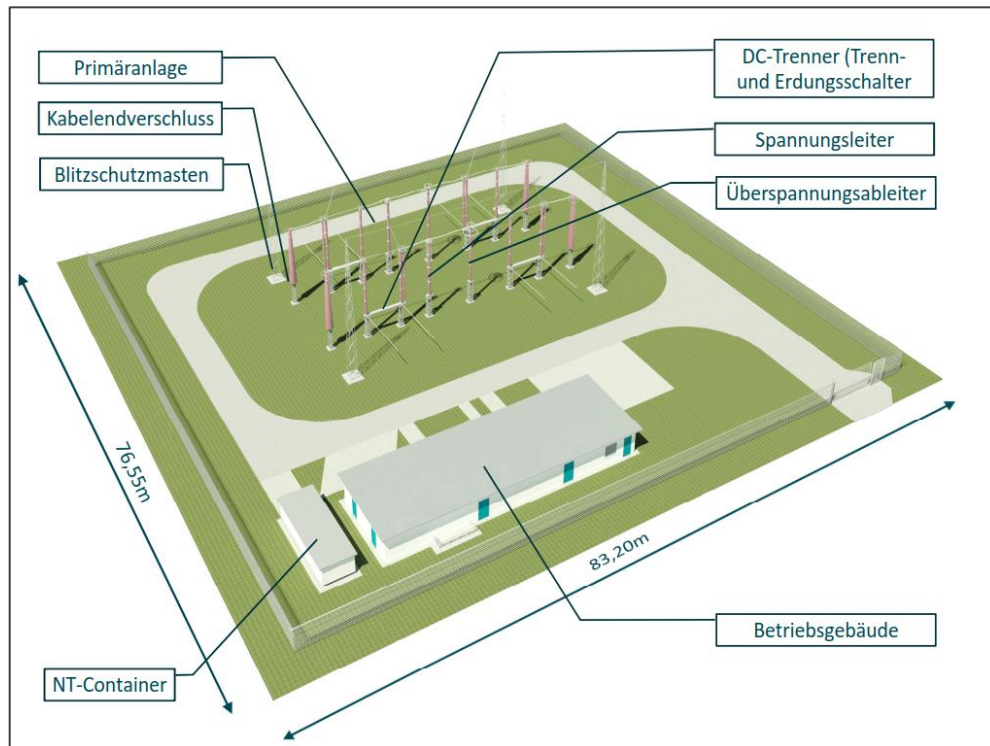


Abbildung 12: Beispiel einer einfachen Kabelabschnittsstation¹²

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.

¹² Quelle: Eigene Abbildung

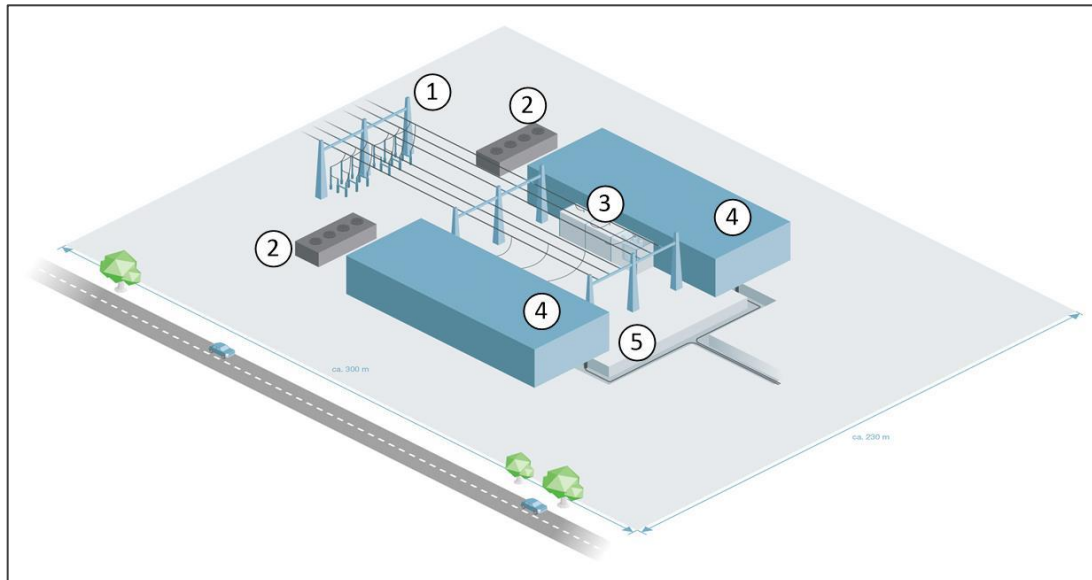


Abbildung 13: Schematische Darstellung einer Konverterstation mit zwei Konverterhallen (Aufbau entspricht einem Kabelsystem)¹³

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

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.

¹³ **Quelle:** Eigene Abbildung

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-Schlaufen verlegt, um die Muffe vor Zugkräften aus den Kabeln zu schützen. Auch dieses macht eine Verbreiterung des Kabelgrabens im Muffenbereich notwendig.

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

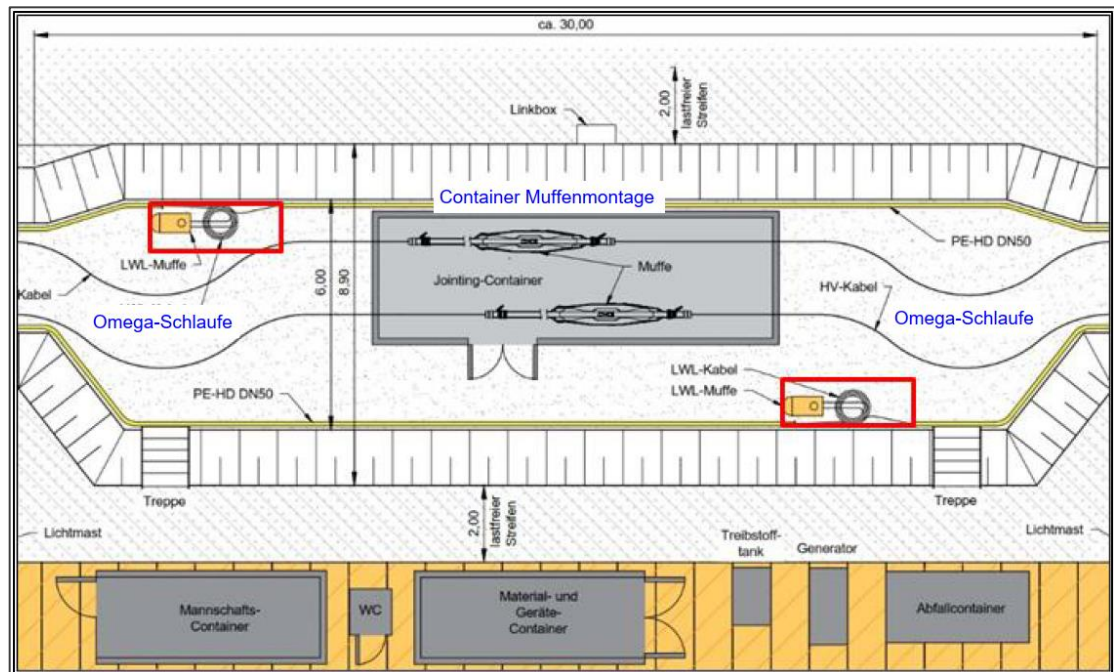


Abbildung 14 Prinzipdarstellung Muffengrube für ein Kabelsystem während der Bauzeit)¹⁴

Details dazu sind in Kapitel 2.1.2.3 näher beschrieben

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

2.1.3.1.1 Einengung des Arbeitsstreifens

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

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

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

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

2.1.3.2 Verlegetiefen

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

¹⁴ Quelle: Abbildung NKT

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

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

2.1.3.3 Ausbildung der Leitungszone, Bettungsmaterial

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

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

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

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

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

2.1.3.3.1 Mechanische Anforderungen an das Bettungsmaterial

Für die Festlegung des Bettungsmaterials sind die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung entscheidend. Die Kabel werden in einer Bettung aus Sand-Feinkies-Mischun-

gen mit klar definierten Eigenschaften verlegt und auch überschüttet, so dass mindestens 0,20 m rund um das Kabel ein homogenes Bettungsmaterial ansteht. In speziellen Fällen (z.B. bei Kreuzungen mit anderen Kabeln oder bei Einführungen in Bauwerken) kann auch der Einsatz anderer Bettungsmaterialien erforderlich werden.

2.1.3.3.2 Thermische Anforderungen an das Bettungsmaterial

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

Die Ergebnisse der Untersuchungen der Bodenwärmeleitfähigkeit werden dazu herangezogen,

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

2.1.4 **Logistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr**

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

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

2.1.5 **Arbeits- und Bauablauf**

In diesem Kapitel wird der Arbeits- und Bauablauf beschrieben. Beginnend mit den vorbereitenden Maßnahmen im Vorfeld des Bauvorhabens, über die verschiedenen Bauweisen, der Verlegung des Kabels, der Rekultivierung sowie 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 Kampfmittelräummaßnahmen entsprechend dem Landesrecht durchgeführt.

Weiterführende Informationen zu Kampfmittelverdachtsflächen bzw. die Ergebnisse der Kampfmitteluntersuchung im Planfeststellungsabschnitt A4 können dem Teil L10 „Abwägungsrelevante sonstige öffentliche und private Belange“ (Kapitel 5) entnommen werden.

2.1.5.1.2 Bauvorgreifende und baubegleitende archäologische Maßnahmen

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

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

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

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

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

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

2.1.5.1.3 Einrichtung Lagerflächen

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

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

Eine dauerhafte Befestigung der Lagerplatzflächen ist in der Regel nicht erforderlich. Die Erschließung der Baustelleneinrichtungsflächen mit Wasser und Energie sowie

die Entsorgung erfolgt entweder über das bestehende öffentliche Netz oder über vorübergehende Anschlüsse in der für Baustellen üblichen Form (Stromgeneratoren, Sanitärcontainer, mobile Toiletten, etc.).

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

2.1.5.1.4 Baustraßen

Zu Vermeidung unverhältnismäßig langer Wege und einer Vielzahl von Zufahrten zur Baustelle wird der Baustellenverkehr, ausgehend von den notwendigen Zufahrten zu den jeweiligen Trassenabschnitten, so weit wie möglich über eine in Trassenlängsrichtung verlaufende Baustraße innerhalb des Arbeitsstreifens der Trasse geführt. Eingriffe in Natur und Umwelt infolge von andernfalls erforderlichen Ausbau- und 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 2.5.5) einzusehen.

2.1.5.1.5 Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen)

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

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

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

2.1.5.1.6 Vorgezogene artenschutzfachliche Maßnahmen (vor Baubeginn)

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

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

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

2.1.5.1.7 Altlasten/Abfallentsorgung

Altlasten (Bauvorbereitend):

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

Abfallentsorgung (Baubegleitend):

Gemäß § 7 KrWG (KrWG) sind Abfälle in erster Linie zu vermeiden. Abfälle, die nicht vermieden werden können, sind zu verwerten, sofern dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Die Abfälle können bei der Verwertung z.B. wieder dem Rohstoffkreislauf zugeführt (Recycling), oder z.B. als Baumaterial wiederverwendet werden (Bodenaushub). Ist die Verwertung nicht möglich, so sind Abfälle schadlos zu beseitigen. Die Verwertung genießt grundsätzlich Vorrang vor der Beseitigung. Der Vorrang der Verwertung entfällt, wenn die Beseitigung die umweltverträglichere Lösung darstellt.

Die Entsorgung von auf der Baustelle anfallenden Abfällen wie z.B. nicht wieder-verwendetes 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. Sohl-tiefen und reale Lage von Fremdleitungen) mittels Suchschachtung überprüft und mit dem Planungsstand abgeglichen, um sicherzustellen, dass bei der Bauausführung keine Schäden an bestehenden Fremdleitungen entstehen.

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

2.1.5.1.9 Baugrund

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

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

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

2.1.5.2 Kabelgraben

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

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

Geometrische Vorgaben Kabelgraben:

- Regelabstand der Kabel (Achsabstand) 1,90 m
- Regelüberdeckung (für HGÜ-Kabel) mindestens 1,30 m
- Bettung (für HGÜ-Kabel) mindestens 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.

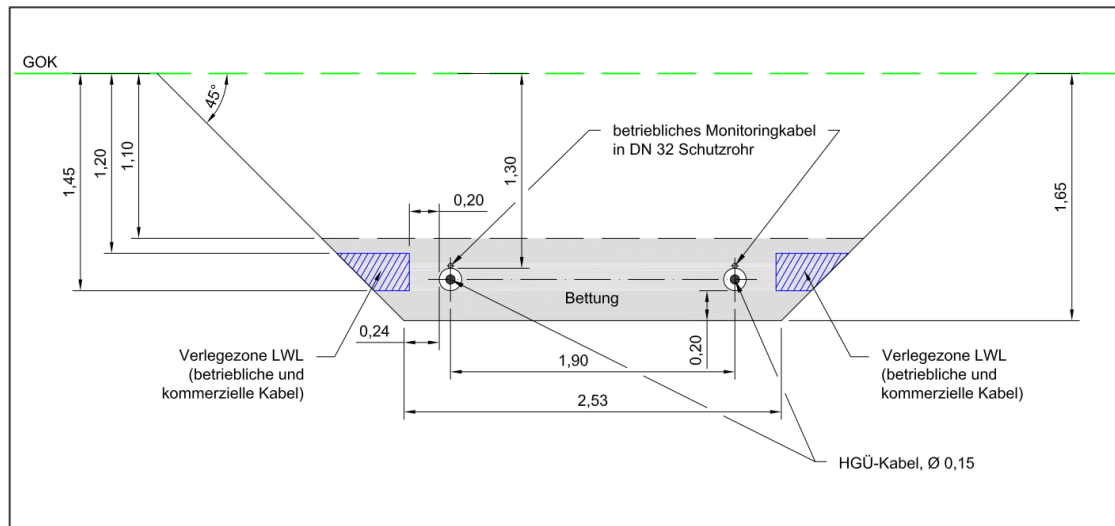


Abbildung 15: Grabenprofil Normalstrecke, erdverlegt¹⁵

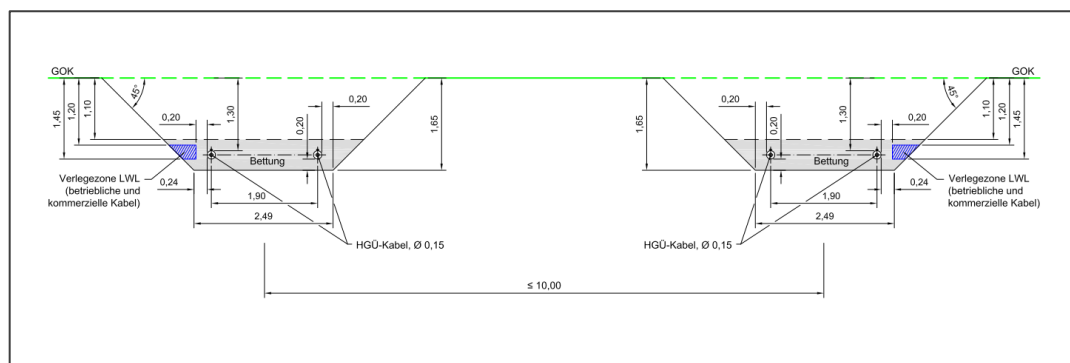


Abbildung 16: Grabenprofil Stammstrecke, erdverlegt¹⁶

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 einer Markierung ist es bei Grabungsarbeiten frühzeitig auf das Kabel aufmerksam zu machen.

¹⁵ Quelle: Eigene Abbildung

¹⁶ Quelle: Eigene Abbildung

Der Regelbauablauf inklusive Voruntersuchungen ist unter Kapitel 2.2.9.1 tabellarisch beschrieben.

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

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

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

Die Entscheidung zum Oberbodenabtrag im Bereich des gesamten Arbeitsstreifens mit Ausnahme der Breite der Oberbodenmiete erfolgt fallspezifisch z.B. in Abhängigkeit von der Dauer der Baumaßnahme (Jahreszeiten) und Bodenfeuchte. Die Entscheidung, ob der Oberboden zwischen den Gräben und unterhalb von Lagerflächen/ Baustraßen bestehen bleiben kann, trifft in Abhängigkeit des gewählten Bauablaufs, der Art der anstehenden Böden, der Bedeutung des Oberbodens als 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 Straßenbau- lastträger offen gequert werden dürfen
- bei kleinen Fließgewässern und Gräben
- bei Parallelführung mit einem Verkehrsweg, bei großer Tiefe der Fremdleitung
- in allen Hanglagen, falls keine geschlossene Bauweise als Ausführungsvariante (als Ergebnis reduzierten Aufwandes z.B. in Kombination mit vorheriger Straßenunterquerung) vorgenommen wird.

Offener Graben mit Schutzrohr:

Die Verlegung im offenen Graben ohne Schutzrohr stellt eine Standardbauweise bei SuedLink dar. Für die Verlegung eines Erdkabels als offene Bauweise mit Kabelschutzrohr muss zunächst, wie beschrieben, ein Kabelgraben ausgehoben werden (siehe Kapitel 2.1.5.2 Kabelgraben). Danach werden Kabelschutzrohre in den Graben

gelegt, ehe dieser wieder verfüllt werden kann. Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode besteht darin, dass die Kabel zeitlich flexibel, zu einem späteren Zeitpunkt eingezogen werden können.

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 Verkehrsinfrastruktureinrichtungen und (größeren) Leitungsinfrastrukturen, Natura-2000-Gebieten (BfN (Hrsg.) 1998) 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 Aufweitungswerkzeug 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 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.

2.1.5.6 Wasserhaltung

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

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

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

2.1.5.7 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 Bodenfreiheit beim Ziehen der

Kabel zu gewährleisten, werden die Einzelkabel durch eine Kabelbremse entsprechend eingebremst und unter Zugspannung zurückgehalten. Die Einzelkabel sind in der Regel passgefertigt. Die Verbindung der Kabel mit Muffen erfolgt dann im Schutz eines Containers.

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

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

Die Verlegung in geschlossener Bauweise wird in Kapitel 2.1.5.4 beschrieben.

Vorteile der Verlegung mit Kabelschutzrohr:

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

Nachteile der Verlegung mit Kabelschutzrohr:

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

2.1.5.8 Rekultivierung

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

Im Zuge der Planung werden die regionalspezifischen Besonderheiten der anzutreffenden Bodentypen berücksichtigt. Mit Beginn der Rückverfüllung der Gräben wird baubegleitend durch die bodenkundliche Baubegleitung die Ausführung der Oberflächenwiederherstellung spezifiziert 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 „Bodenschutzkonzept und Bodenmanagement“ zu entnehmen.

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

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

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

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

2.1.5.10 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 Produktenfermleitungen 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) (SKR 2016) 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 haben. Dies wird mit der Angrenzung des HGÜ-Arbeitsstreifens an die Bahnböschungskante sichergestellt. Darüber hinaus werden Sicherungsmaßnahmen gegen von der Bahnoberleitung in die Schirmung des HGÜ-Kabelmantels induzierte Fremdspannungen z.B. durch häufigere Erdung der Kabelschirmung getroffen.

2.1.6.1.4 Parallelführungen mit Straßen

Klassifizierte Straßen:

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

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

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

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

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

Sinngemäß gelten diese Vorgaben auch für andere klassifizierte Straßen.

Nicht Klassifizierte Straßen, Wege:

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

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

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

2.1.6.1.5 Parallelführungen mit Gewässern

Bundeswasserstraßen:

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

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

Andere Gewässer:

Auch bei Gewässern 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 führen Unterhaltungsverbände auf sogenannte Räumstreifen innerhalb der Gewässerrandstreifen Arbeiten aus. Diese Räumstreifen 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. (BBPLG) 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 mindestens 5 m zu unterqueren.

Disclaimer: Der Textbaustein ist vor Anschluss der Erstellung der Planfeststellungsunterlagen in Abstimmung mit dem VHT auf Aktualität zu überprüfen.

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

Alle Kreuzungen im Planfeststellungsabschnitt A4 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 (maximale Arbeitshöhen), unterwiesenes Personal, Aufsichtsführung und die Einhaltung der SHE-Richtlinien erforderlich. Im Rahmen einer Präqualifikation und der anschließenden Ausschreibung weist jeder Bieter seine Fachkenntnis für sicheres Bauen im Bereich von elektrisch führenden Leitungen nach. Der Unternehmer stellt zu jeder Zeit sicher, dass die Mindestabstände zu spannungsführenden Teilen eingehalten werden. Einschlägige gesetzliche Richtlinien und Vorschriften sind einzuhalten. Die BG Bau und DIN VDE 0105-100 fordert folgende Mindestabstände:

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

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

2.1.6.2.2 Kreuzungen mit Straßen und Wegen

Klassifizierte Straßen:

Für Kreuzungen mit öffentlichen Straßen werden Straßenbenutzungsverträge (bzw. Gestattungsverträge) mit dem Straßenbaulastträger (Straßenbauverwaltung) geschlossen, in denen individuell die Überdeckungshöhen, Abstände zum Fahrbahnrand und ggf. der Einbau von Schutzrohren angegeben sind. Für Straßen, in denen der Bund Baulastträger ist, wird dies geregelt in den „Richtlinien für die Benutzung der Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (Nutzungsrichtlinien)“. Die Trassierung im Kreuzungsbereich wurde mit der zuständigen Straßenbauverwaltung im Zuge der Planung abgestimmt.

Wie vorangehend erläutert besteht nach § 10 des FStrG (Bundesfernstraßengesetz (FStrG)) 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. Weiteführende Informationen zu den Flächennutzungen im Trassenbereich sind in Teil D „Rechtserwerbsverzeichnis und Rechtserwerbsplan“ einzusehen.

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

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

Die Überdeckung richtet sich u. a. nach den vorliegenden Baugrund- und Grundwasserverhältnissen sowie dem Vortriebsverfahren. Im Bereich von Bundesfernstraßen wurde eine Überdeckung des doppelten Außenrohrdurchmessers ($2 \times D_a$), mindestens jedoch 2,0 m geplant. Bei anderen klassifizierten Straßen gilt $2 \times D_a$, mindestens jedoch 1,5 m. Bei HDD-Bohrungen wurde die Überdeckung auf 3,0 m erhöht bzw. wurde als weiteres Kriterium mindestens 10 x 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 2016) 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 Prinzip Zeichnungen 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 Prinzip Zeichnungen Kabelanlage sowie Teil C07 Sonderpläne zu entnehmen.

Bundeswasserstraßen

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

Der Winkel zur Gewässerachse wird in der Regel mit ca. 90° geplant. Sofern notwendig, können jedoch auch schräge Querungen bzw. Querungen mit leichter Kurvengeometrie erfolgen, die damit beispielsweise einen gestreckteren Trassenverlauf (ohne Knicke) ermöglichen. Bei dem Einsatz des HDD-Bauverfahrens wurde in der Planung die DVGW GW304 sowie die technische Richtlinie der Drilling Contractors Association (DCA) berücksichtigt.

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

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

Zu den zuvor 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 mindestens 10 cm über dem oberen Betriebswasserstand (BWo +0,10 m) und mindestens über dem mittleren Hochwasser (MHW) geplant. Das aktuelle Wasserstandsvoorhersagemodell ist berücksichtigt.

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

Fließgewässer

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

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

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

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

Stillgewässer

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

Deiche und Hochwasserschutzanlagen

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

2.1.6.2.5 Kreuzungen mit Drainagen

Bei Drainagesystemen wird unterschieden zwischen:

- Offene Drainagesysteme z.B. als 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 und der Steuerungskabel (LWL-Kabel) vor Maßnahmen, die den Betrieb des Kabelsystems gefährden können, sowie der Zugänglichkeit der Kabelanlage für den Vorhabenträger. Der Schutzstreifen wird über eine beschränkt persönliche Dienstbarkeit zugunsten des Vorhabenträgers rechtlich gesichert (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.

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

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

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

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

Eine genaue Anordnung des Schutzstreifens im Planfeststellungsabschnitt A4 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, davon ihnen keine Beeinträchtigungen ausgehen und ein Rückbau mit vergleichsweise aufwändigen Eingriffen verbunden wäre.

2.2 Trassierungstechnische Beschreibung

2.2.1 Trassenbeschreibung (Abschnittsspezifisch)

Der Trassenverlauf für den Abschnitt A4 beginnt an der Landkreisgrenze Stade / Rotenburg (Wümme) nordwestlich von Baaste, in der Nähe von Windenergieanlagen. Von dort verläuft die Trasse bis km 01+260 Richtung Süden, in Bündelung mit einer Fremdleitungstrasse (Gas- und Telekommunikationsleitungen), wobei sie bei km 00+690 einen Gehölzstreifen (nach §30 BNatSchG)- geschütztes Biotop) in geschlossener Bauweise quert. Im weiteren Verlauf führt die Trasse bis km 01+835 nach Südosten. Von km 01+315 bis 01+500 kreuzt sie per HDD eine Gashochdruckleitung sowie einen Weg mit einem Gehölzstreifen (nach §30 BNatSchG- geschütztes Biotop). Anschließend schwenkt die Trasse in Richtung Süden wobei die archäologischen Verdachtsflächen umgangen werden.

Bei km 2+005 knickt die Trasse in Richtung Südwesten ab, um unter Berücksichtigung von Hinweisen (Hinweise aus dem WebGIS) aus der Bürgerbeteiligung einen möglichst großen Abstand zur Ortschaft Farven zu erreichen. Die K127 und das FFH-Gebiet „Oste mit Nebenbächen“ werden per HDD (km 02+150 – 02+670) gequert. Von km 02+755 bis 04+145 führt die Trasse nach Südosten, parallel zu den Flurstücksgrenzen von landwirtschaftlich genutzten Flächen unter Berücksichtigung der Bewirtschaftungsrichtung. Dabei werden eine Gasleitung und eine Straße („Stüh“) mit Gehölzstreifen (km 03+005 – 03+145), eine Kreisstraße K 122 (km 03+275) und ein weiterer Gehölzstreifen (km 03+955) per HDD gequert.

Im Anschluss führt die Trasse bis km 04+340 in Richtung Süden, folgend bis km 04+720 nach Südwesten. Aus hier orientiert sich der Trassenverlauf, wenn möglich, an der Bewirtschaftungsrichtung der landwirtschaftlichen Flächen. Dabei wird eine Baumreihe (km 04+470) per HDD gequert. Kurz vor der Gemeindegrenze Farven / Anderlingen schwenkt die Trasse nach Südsüdwesten und die Straße Fehrenbrucher Mühlenweg sowie die landwirtschaftliche Fläche mit dem Abzugsgraben aus dem Ohreler Moor werden per HDD (km 04+735 – 05+000) gequert, sodass wertvolle Biotop- und Nutzungsstrukturen, sowie Bodendenkmäler umgangen werden.

Bis km 06+230 führt die Trasse mit geringfügigen Richtungsänderungen weiter und quert den Duxbach (Gewässer nach der Wasserrahmenrichtlinie) bei km 05+465 per HDD. Nach dieser Querung richtet sich die Trasse parallel zu einem Waldstück aus. Folgend schwenkt die Trasse nach Süden und verläuft westlich eines Hofes. In diesem Abschnitt wird die „Feldstraße“ mit parallelverlaufenden Fremdleitungen (Elektrizität, Wasser und Telekommunikation) bei ca. km 06+325 geschlossen und die „Dorfstraße“ bei ca. km 06+596 mit weiteren Fremdleitungen (Telekommunikation und Druckwasser) offen gequert. In diesem Siedlungsbereich ist der Verlauf streng mittig ausgerichtet um einen möglichst großen Abstand zu wahren. Eine weitere Gemeindestraße („Schwarzen Pool“) wird dann bei km 07+105 per HDD gequert. Die Option eines Trassenverlaufs weiteröstlich (km 04+400 – 07+600), zur Vergrößerung des Abstands zur Ortschaft Ohrel (Gemeinde Anderlingen), wurde ausgeschlossen, da in diesem Fall Bodendenkmäler unterquert werden müssten und der Winkel im Kabelverlauf nach dieser Unterquerung kritisch beim Kabelzug werden könnte.

Von km 07+535 bis 08+410 verläuft die Trasse in südöstliche Richtung so zu sagen im optimierten §19 (NABEG)-Verlauf, schwenkt dann nach Südsüdosten und quert zuerst in geschlossener Bauweise die K109 (km 08+500) bevor die Trasse bei km 08+780 nach Südsüdwesten schwenkt und dort zwei Biotop umgeht. Bei km 09+250 schwenkt die Trasse in südöstliche Richtung durch eine Lücke zwischen den Bäumen, wobei später ein Waldstück mit einer Gemeindestraße („Wiesenweg“) bei km 09+845 und der Schmalenbeckgraben (km 10+175) mittels HDD gequert werden. Ein Verlauf weiter Westlich wurde aufgrund der Nähe zu einem Hochmoor und zugunsten eines gestreckten Trassenverlaufs ausgeschlossen. Von km 10+560 bis km 10+880, an der Gemeindegrenze Anderlingen / Heeslingen, werden das Gewässer Twiste sowie Bodendenkmäler per HDD gequert (das DHH wurde auf Grund der archäologischen Situation an der Stell verlängert).

Zwischen km 11+100 und 11+900 wurde ein gestreckter Verlauf in südöstliche Richtung aufgrund denkmalrechtlicher Realisierungshemmnisse und zum Schutz der Bäume verworfen, sodass die Trasse bei km 11+740 einen leichten Knick aufweist. Die Trasse verläuft in südöstlicher Richtung weiter bis km 12+385, schwenkt dann in südliche Richtung und quert den Fallohbach (km 12+600) in geschlossener Bauweise. Die Trasse schwenkt bei km 12+720 kurz in südsüdwestliche Richtung, anschließend bei km 13+005 kurz in südsüdöstliche Richtung, um in beiden Fällen Baumgruppen zu vermeiden. Danach verläuft sie südlich und schwenkt bei km 13+590 nach Südwesten zur Querung der K134 und des Fallohbachs (km 13+615 – 13+770) per HDD. Durch die Richtungsänderung wird die Querung eines Waldgebietes vermieden.

Die Trasse verläuft ab der optimierten Querung der Straße „Bohnste“ (Minimierung des Eingriffs bei Querung der Fremdleitungen, Straße und der Gewässer) bei ca. km 13+805 mit kleinen Richtungsabweichungen weiter in südsüdöstlicher Richtung und quert erneut den Fallohbach (km 14+125). Von km 14+330 bis 15+350 verläuft die Trasse nach Süden, schwenkt anschließend nach Osten und quert die K120 per HDD (km 15+410). Ein Trassenverlauf weiter westlich am Waldrand wurde untersucht, jedoch aufgrund der Nähe zu einem Moor sowie zu einem Biotop und zugunsten einer kürzeren Streckenführung verworfen. Ab km 15+515 führt die Trasse mit kleinen Richtungsänderungen bedingt durch die Straßenquerungen gemäß technischen Bedingungen (Querungswinkel) nach Süden. Die L124 (km 16+015) wird westlich von Boitzen per HDD gequert. Eine sich mittig befindende Lücke zwischen zwei Waldgebieten wird bei km 16+340 gesucht. Bei km 16+810 schwenkt die Trasse in östliche Richtung, um ein Waldgebiet mit seltenem Boden und potentiellen archäologischen Fundstellen zu umgehen. Hier verläuft die Trasse dann gebündelt mit dem Waldstück und unter Berücksichtigung der Bewirtschaftungsrichtung. Im Anschluss (km 17+165) führt die Trasse nach Südosten.

Die Trasse quert das FFH-Gebiet „Oste mit Nebenbächen“ sowie zwei Biotop mittels eines HDDs (km 17+605 – 18+085) und umgeht die Biogasanlage auf der östlichen Seite. Bei km 18+285 schwenkt die Trasse kurz Richtung Süden, quert dabei einen Graben und ein nach §30 BNatSchG)- geschütztes Biotop per HDD und verläuft folgend bis km 19+330 parallel zu einer Freileitung nach Südwesten. Bei der Freileitung handelt es sich um eine im Betrieb befindende 220 kV Leitung, welche durch einen Neubau (380 kV) voraussichtlich ab 2024 ersetzt wird. Eine nördlichere Querung des FFH-Gebiets und ein Verlauf parallel zum nördlichen Waldrand, um bereits früher in Bündelung mit den Freileitungen zu gehen, wurde untersucht und aufgrund der Betroffenheit von umweltrechtlichen Aspekten verworfen. Von km 18+615 bis 18+830

kreuzt die Trasse einen Graben, ein LWL-Kabel und ein Mittelspannungskabel in geschlossener Bauweise. Von km 19+170 bis 19+290 quert die Trasse eine Baumreihe und ein Bodendenkmal ebenfalls per HDD.

Die Trasse schwenkt im Anschluss zunächst in südliche Richtung und quert nordwestlich von Weertzen die K130 (km 19+625) und eine Bahnstrecke (km 19+740) in geschlossener Bauweise. Danach (km 19+810) verläuft die Trasse nach Südwesten parallel zur vorhandenen Hochspannungsfreileitung bis km 20+740. Zwischen km 19+920 – km 20+400 wird ein FFH-Gebiet mit mehreren Biotopen und dem Gewässer Oste mittels HDD gequert.

Die Trasse knickt Richtung Süden ab, quert in ihrem weiteren Verlauf die L142 (km 20+940), ein Waldgebiet (km 21+210 – 21+530) und Gräben mit Baumreihen (km 21+720 – 21+840), jeweils mittels HDD. Unterschiedliche Trassenverläufe weiter westlich, um über eine längere Strecke in Bündelung mit den Freileitungen zu verlaufen, wurden untersucht. Doch sie wurden aufgrund der Nähe zu zwei Siedlungsflächen, der längeren Querung des FFH-Gebiets, der Betroffenheit eines Bodendenkmals, der geringen Platzverfügbarkeit zwischen den Freileitungsmasten zur Baustelleneinrichtung, sowie der Optimierung eines Querungswinkels verworfen.

Von km 22+415 bis 22+525 quert die Trasse in Richtung Südosten eine Straße mit Straßenbegleitgraben per HDD und schwenkt dann bis km 22+775 nach Süden, wobei eine Hochspannungsfreileitung gekreuzt wird (km 22+665). Bis km 23+465 verläuft die Trasse dann westlich zur Freileitung in Richtung Südosten. Bei km 23+250 wird die Obeck per HDD gequert. Bei km 23+465 schwenkt die Trasse in südliche Richtung, quert verschiedene Leitungen und die K132 per HDD (km 23+680 – 23+845). Im Weiteren verläuft die Trasse ab km 23+870 wieder in südöstlicher Richtung.

Ab km 24+165 wird die Trassenführung leicht verschwenkt, um ein Waldgebiet, gleichzeitig ein Biotop, zu umgehen, dessen Ausläufer von km 24+445 bis 24+585 geschlossen gequert werden.

Hinweis:

In der Höhe der Trassenkilometer ca. 24+200 bis 24+300 wird aktuell eine Altlastenfläche vermutet, welche an den Arbeitsstreifen der SuedLink-Trasse angrenzt. Da die Informationen über diese mögliche Altlastenfläche während der Trassierung nicht zur Verfügung standen, wurde keine Baugrunduntersuchung an der Stelle durchgeführt, welches durch Ausführen zweier Bagger-Schurfe und Bodenentnahme untersucht werden soll. Dieses Vorgehen soll in der Zukunft bei allen neu zu behandelnden Verdachtsflächen im A4 angewendet werden. Abhängig von den Ergebnissen der Analyse werden dann weitere Maßnahme im Rahmen der Ausführungsplanung festgelegt und in der Bauausführung umgesetzt.

Die Trasse verläuft dann mit geringfügigen Richtungsänderungen weiterhin in Richtung Südosten. Die K130 (km 25+125), K126 (km 25+500) sowie der Heisbach (km 26+440) und eine Gasleitung (km 26+655) werden jeweils per HDD gequert. Eine Trassenführung weiter nördlich, um gebündelt mit den Freileitungen zu verlaufen, wurde aufgrund der Betroffenheit von avifaunistisch wertvollen Bereichen und privater Belange verworfen. Bei km 27+300 schwenkt die Trasse nach Ostsüdosten, quert per HDD ein Biotop und die K142 (km 27+565) und schwenkt dann nach Südosten, um die A1 per HDD zu queren (km 27+755).

Von km 27+975 bis 29+000 führt die Trasse nach Ostsüdosten. In diesem Teilabschnitt quert die Trasse per HDD die Siebeck (km 28+340) und einen Weg mit einem

Entwässerungsgraben (km 28+515). Anschließend knickt die Trasse nach Südosten ab, um zwischen zwei Waldbereichen, in Bündelung mit Freileitungen zu verlaufen (ab km 29+000). Nach der Querung einer Gemeindestraße biegt die Trasse nach Süden ab und verläuft parallel zur Gemeindegasse („Hatzter Straße“) bis km 29+925. Bei km 29+585 wird ein Graben in geschlossener Bauweise gequert.

Im weiteren Verlauf führt die Trasse in südöstliche Richtung und quert den Sotheler Bach (km 30+495), die K219 östlich von Sothel (km 30+910), einen Graben (km 31+420) sowie zwei weitere Gräben (km 31+820 und 31+895) in geschlossener Bauweise. Im Gemeindegebiet von Helvesiek, bei km 32+335, schwenkt die Trasse in südliche Richtung. Bei km 32+755 wird die K 226 per HDD gequert und anschließend, ab km 33+030, verläuft die Trasse wieder in südöstlicher Richtung. Die Trasse quert den Brückgraben (km 33+180), einen Straßenbegleitgraben (km 33+440) und eine Gasleitung (km 33+835) per HDD.

Von km 34+280 bis 35+815 führt die Trasse mit kleineren Richtungsänderungen nach Ostsüdosten, wobei von km 35+185 bis 35+365 erst ein Graben und dann die L130 mittels einer HDD gequert werden. Im Weiteren verläuft die Trasse in offener Bauweise nach Süden und knickt bei km 36+520 nach Südosten. In diesem Bereich (km 35+500 bis 36+500) wird eine Fläche umgangen, die im Bebauungsplan der Gemeinde Helvesiek für einen Windpark vorgesehen ist. Im folgenden Verlauf wird eine Baumreihe (km 36+570) gequert, bevor die Trasse bei km 36+825 leicht nach Ost-südosten knickt, um das FFH-Gebiet „Wümmeniederung“ an seiner schmalsten Stelle per HDD zu queren (km 36+850 – 37+150). Anschließend werden ein Waldgebiet und eine Gasleitung per HDD gequert (km 37+235 – 37+385). Die Trasse verläuft im Folgenden parallel zur Ackergrenze und quert dann von km 37+515 bis 37+635 die B75 per HDD. Bei km 37+680 schwenkt die Trasse nach Südosten und kurz danach endet der Planfeststellungsabschnitt A4 mit einer Gesamtlänge von ca. 37,75 km.

2.2.2 Nebenanlagen (Abschnittsspezifisch)

Linkboxen

Im Planfeststellungsabschnitt A4 befinden sich insgesamt 4 Linkboxen, die jeweils eine Flächengröße (inkl. dazugehörigen Pflasterung) von 4,00 m*4,65 m => 18,6 m² aufweisen.

Die Linkboxen in dem Lageplan 1:2.000 in der Unterlage Teil C06 dargestellt.

Die Linkboxen wurden aufgrund technischer Anforderungen in der Nähe der Muffen (max. 10 Meter Abstand) und nach Möglichkeit ohne Beeinträchtigung der landwirtschaftlichen Flächen platziert.

Die Kriterien zur Auswahl der Position für die Linkboxen sowie die Beschreibung der Funktionsweise und eine beispielhafte Darstellung ist zusätzlich in dem Kapitel 2.1.2.6 dargestellt

Tabelle 1: Position der Linkboxen im PFA A4

Muffe	V3 km	V4 km	Linkbox Nr.
Muffe M-A4-08-005	8+186	8+152	Linkbox 1
Muffe M-A4-09-002	17+062	17+035	Linkbox 2
Muffe M-A4-09-007	25+674	25+649	Linkbox 3
Muffe M-A4-10-005	34+486	34+468	Linkbox 4

2.2.3 Nebenbauwerke (Abschnittsspezifisch)

Die LWL-ZS ist in dem Lageplan 1:2.000 in der Unterlage Teil C06 dargestellt.

Wie bereits in dem Kapitel 2.1.2.7 beschrieben, muss das Signal in den LWL-Leitungen ca. alle 100 Kilometer gemessen und verstärkt werden. Aufgrund dessen ist im PFA A4 eine LWL-Zwischenstation erforderlich. Bei der Auswahl des exakten Standortes wurden sowohl alle wichtigen Trassierungs- und Planungsanforderungen als auch die umweltfachlichen und rechtlichen Anforderungen berücksichtigt. Insbesondere:

- technische Realisierbarkeit
- keine Beeinflussung von Fremdanlagen
- Abstand zu Wohnbebauung & Sichtschutz durch Gehölze
- keine Betroffenheit von Schutzgebieten
- Minimierung der Beeinflussung von Grundwasserkörpern
- mögliche Beeinflussung von altem Baumbestand sollte vermieden werden

Ein Bauantrag für die Lichtwellenleiter-Zwischenstation wird mit der Einreichung der Unterlage K01 Voraussetzungen für Baurechtliche Genehmigungen Anhang 02 planfestgestellt.

Als Standort für die Lichtwellenleiter-Zwischenstation im PFA A4 wurden zwei Standorte am Fehrenbrucher Mühlenweg näher betrachtet. Ausschlaggebend für die Auswahl des Standortes nördlich der Straße waren einerseits die südlich der Straße gelegenen archäologische Fundstellen und auf der anderen Seite der ebenfalls nördlich der Straße liegende Muffenstandort. Zusätzlich liegt der alternative Standort der LWL-ZS neben dem Friedhof Fehrenbruch und somit auch weiter von der Trasse entfernt, was wiederum einen höheren Eingriff und höhere Errichtungskosten bedeuten würde. Für den Standort nördlich des Fehrenbrucher Mühlenwegs spricht auch, dass durch die anliegenden Waldstücke die Sicht von Ortslagen auf die LWL-ZS vermindert wird.

Bei den Standorten der LWL-Zwischenstation handelt es sich um sogenannte Doppelstandorte für die Vorhaben 3 und 4, die mit zwei getrennten Betriebsgebäuden ausgestattet sind. Die LWL-Zwischenstation liegt nicht direkt auf der DC-Trasse, sondern in geringer Entfernung dazu, aber noch innerhalb des Trassenkorridors. Die Station befindet sich östlich der SuedLink Trasse bei km 04+765. Bei der Planung wurde berücksichtigt, dass die LWL-ZS nicht in ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten zum Liegen kommt.

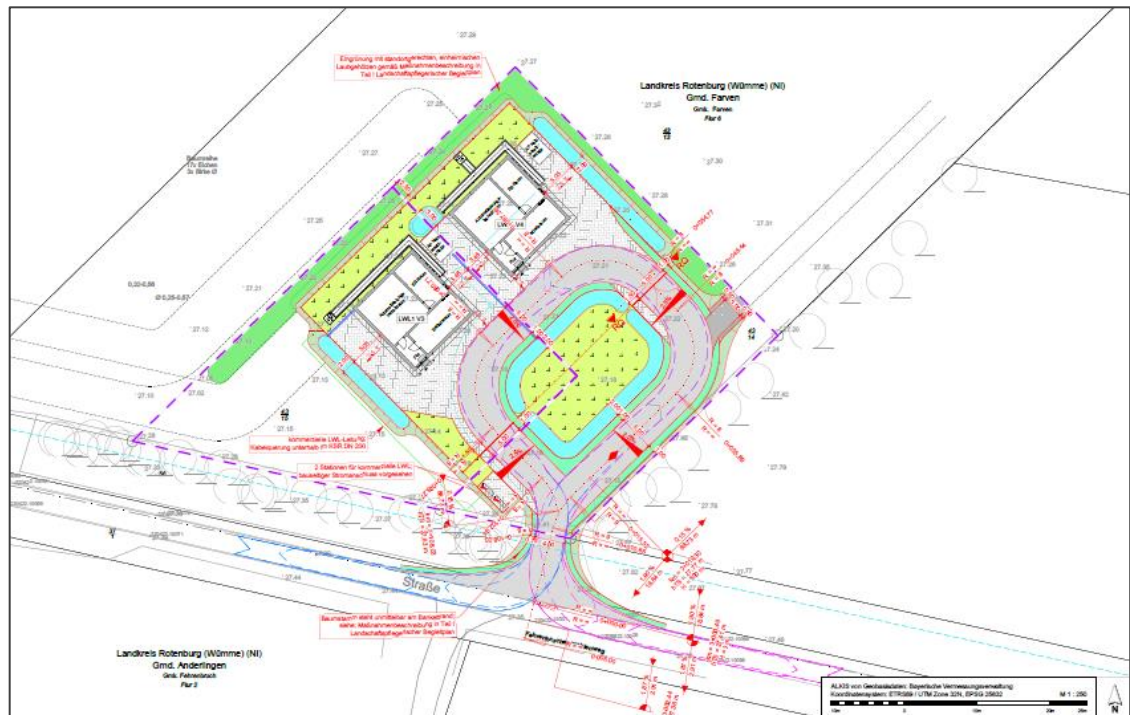


Abbildung 17: LWL-ZS neben der SuedLink Trasse im A4¹⁷

Die LWL-Zwischenstationen beinhalten im Wesentlichen die Geräte der Messtechnik zur DC-Kabelüberwachung und die der betrieblichen Nachrichtentechnik.

Die LWL-Zwischenstation besteht aus einem Betriebsgebäude mit einer entsprechenden Raumaufteilung für die oben genannten Techniken, einem sogenannten „Eigenbedarfsraum“ für die Bereitstellung der notwendigen Spannungsversorgung und einem großen Batterieraum, der die LWL-Zwischenstation für einen Zeitraum >48 Stunden unabhängig von einer externen Spannungsversorgung macht. Für den Normalbetrieb wird die LWL-Zwischenstation an das Stromnetz des Regionalen Energieversorgers angeschlossen.

Die betriebliche Nachrichtentechnik wird sowohl für die Kommunikation der beiden Konverterstationen untereinander als auch für die Steuerung der Konverterstationen durch die zugehörige Schaltleitung benötigt. Weiterhin ermöglicht die Nachrichtentechnik die Übermittlung der oben genannten Messwerte für DTS und DAS in Richtung Schaltleitung und an zentrale Auswertestellen.

Aufgrund der beschränkten Messreichweite der beiden LWL-basierten Kabelmonitoring- und Fehlerortungssystemen (DTS und DAS) ist es erforderlich, die LWL-Zwischenstation in etwa mittig zwischen den Konvertern (im Norden) und dem Konverter (im Süden) anzuordnen.

Das Monitoring des Hochspannungskabels selbst erfolgt mit Hilfe von im Kabelschirm integrierten Lichtwellenleitern. Aus Redundanzgründen werden auch zusätzliche LWL-Kabel für das Monitoring direkt über den DC-Kabeln verlegt.

Die Monitoringgeräte für DTS und DAS befinden sich nicht nur in der LWL-Zwischenstation, sondern auch in den Kabelabschnittsstationen (KAS) und in den Umrichterstationen.

¹⁷ Quelle: Eigene Abbildung

2.2.4 Bauweisen (Abschnittsspezifisch)

Von den insgesamt 37,75 Trassenkilometern sind ca. 9 km (dies entspricht etwa 24 % der Trasse) zur Ausführung in geschlossener Bauweise geplant.

Es wird angestrebt die Trasse in offener Bauweise, d.h. in einem offenen Graben ~~wo möglich ohne Verwendung der Schutzrohre, zu legen. Dort wo dies aufgrund von diverser Schutzwürdigkeit nicht möglich ist, wird mittels HDD in geschlossener Bauweise verlegt.~~

Schutzrohre, abgesehen von den geschlossenen Querungen, kommen insbesondere im Bereich der Muffen mit Kabelabspulfunktion zum Einsatz. Dort sollen diese die Kabel im Bereich der Überfahrten für die Schwerlast-Kabeltransporte und die normalen LKW's vor Beschädigungen schützen. Um die Kabelzugkräfte zwischen den beiden Verfahren des SuedLinks zu harmonisieren, können diese Kabelschutzrohre in beide Verlegerichtungen bei Bedarf verlängert oder Verkürzt werden. In der Regel beträgt die Länge eines solchen Schutzrohres ca. 20-30 Meter auf jeder Seite des Muffengrabens. ~~Die Verwendung von Kabelschutzrohren gilt als Standardverfahren gemäß Anhang 01 „Steckbriefe Verlegeverfahren“, welches eine schützende Funktion haben kann. Daher kann es zum Einsatz von Kabelschutzrohren im offenen Graben kommen, wenn der Vorhabenträger dies für erforderlich hält, zum Beispiel zur Optimierung der Logistik und zur Erhöhung der Flexibilität im Bauablauf.~~

~~Dort wo dies aufgrund von diverser Schutzwürdigkeit nicht möglich ist, wird mittels HDD in geschlossener Bauweise verlegt.~~

Die Querung der Eisenbahnstrecke bei km 19+740 wird aufgrund der vorliegenden Ergebnisse der Baugrundanalyse im sogenannten Mikrotunnel-Verfahren realisiert. Die technischen Grundlagen zu Mikrotunnel-Verfahren sind in dem Anhang 01 „Steckbriefe Verlegeverfahren“ dargestellt.

Die aktuell geplanten Verlegeverfahren sind in der nachfolgenden Tabelle beschrieben.

~~Da in der nachfolgenden Tabelle keine Differenzierung in der Bauweise zwischen den beiden Vorhaben vorgesehen ist, wird aus Gründen der Verfahrensoptimierung lediglich im Bereich der offenen Verlegung auf die Angabe mit und ohne Schutzrohr verzichtet.~~

Tabelle 2: geplante Bauweisen im PFA A4

von km	bis km	Länge m	offen /geschlossen	Mögliche Bauweise
00+000,0	00+686,5	686,5	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
00+686,5	00+696,5	10,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
00+696,5	00+975,3	278,8	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
01+367,3	01+419,8	52,5	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
01+419,8	02+220,9	801,1	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
02+220,9	02+639,9	419,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
02+639,9	03+052,5	412,7	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
03+052,5	03+080,7	28,2	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
03+080,7	03+229,4	148,7	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	

von km	bis km	Länge m	offen /geschlossen	Mögliche Bauweise
03+229,4	03+283,2	53,8	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
03+597,4	03+609,4	12,0	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
03+947,8	03+962,8	15,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
03+962,8	04+457,3	494,6	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
04+457,3	04+475,8	18,4	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
04+475,8	04+785,6	309,8	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
04+785,6	04+937,7	152,2	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
04+937,7	05+457,7	520,0	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
05+457,7	05+557,5	99,8	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
05+557,5	06+309,3	751,8	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
06+309,3	06+431,2	121,9	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
06+431,2	07+094,1	662,9	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
07+094,1	07+213,1	119,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
07+109,1	08+478,7	1369,7	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
08+478,7	08+624,1	145,4	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
08+624,1	09+767,7	1143,6	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
09+767,7	09+897,5	129,8	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
09+897,5	10+047,2	149,7	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
10+047,2	10+181,2	134,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
10+181,2	10+470,0	288,8	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
10+470,0	10+780,0	310,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
10+780,0	12+598,2	1818,2	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
12+598,2	12+697,4	99,2	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
12+697,4	13+654,7	957,3	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
13+654,7	13+812,3	157,5	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
13+812,3	14+087,1	274,8	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
14+087,1	14+187,2	100,1	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
14+187,2	15+363,6	1176,4	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
15+363,6	15+464,5	100,1	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
15+464,5	15+953,8	489,29	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
15+953,8	16+093,2	139,4	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
16+093,2	17+624,3	1531,1	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
17+624,3	18+043,8	419,5	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren

von km	bis km	Länge m	offen /geschlossen	Mögliche Bauweise
18+043,8	18+346,0	302,2	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
18+346,0	18+474,9	128,9	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
18+474,9	18+642,9	168	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
18+642,9	18+857,1	214,2	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
18+857,1	19+197,4	340,3	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
19+197,4	19+313,0	115,6	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
19+313,0	19+582,1	269,1	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
19+582,1	19+762,6	180,5	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
19+762,6	19+793,2	30,4	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
19+793,2	19+812,2	18,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Mikro-Tunnel-Verfahren
19+812,2	19+938,9	65,7	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
19+938,9	20+401	462,1	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
20+401	20+925,1	524,1	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
20+925,1	20+949,2	24,1	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
20+949,2	21+250,5	301,3	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
21+250,5	21+459,1	208,6	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
21+459,1	21+760,6	301,5	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
21+755,6	21+788,1	32,5	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
21+788,1	22+383,4	595,3	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
22+383,4	22+464,0	80,6	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
22+464,0	22+662,9	198,9	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
23+247,5	23+342,3	94,8	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
23+342,3	23+774,5	432,2	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
23+774,5	24+134,1	359,6	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
24+228,7	24+487,0	258,3	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
24+487,0	24+627,3	140,3	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
24+627,3	25+118,1	490,8	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
25+118,1	25+218,1	100,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
25+218,1	25+492,3	274,2	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
25+492,3	25+588,5	96,2	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
25+588,5	26+433,3	844,8	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
26+433,3	26+543,9	110,6	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
26+543,9	26+657,4	113,5	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	

von km	bis km	Länge m	offen /geschlossen	Mögliche Bauweise
26+657,4	26+809,1	151,7	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
26+809,1	27+458,5	649,4	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
27+458,5	27+607,3	148,8	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
27+607,3	27+718,5	111,2	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
27+718,5	27+790,6	72,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
27+790,6	28+299,6	509,0	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
28+299,6	28+449,9	150,3	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
28+449,9	28+503,0	53,1	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
28+503,0	28+602,8	99,8	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
28+602,8	29+580,6	977,8	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
29+580,6	29+685,6	105,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
29+685,6	30+488,2	802,6	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
30+488,2	30+596,5	108,3	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
30+596,5	30+858,1	261,6	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
30+858,1	30+953,1	95,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
30+953,1	31+418,5	465,4	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
31+418,5	31+526,3	107,8	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
31+526,3	31+793,9	267,6	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
31+793,9	31+956,7	162,8	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
31+956,7	32+745,2	788,5	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
32+745,2	32+853,6	108,4	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
32+853,6	33+172,6	319,0	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
33+172,6	33+287,6	115,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
33+287,6	33+425,9	138,3	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
33+425,9	33+549,9	124,0	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
33+549,9	33+829,5	279,6	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
33+829,5	33+958,1	128,6	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
33+958,1	35+247,1	1289,0	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
35+247,1	35+418,8	171,7	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
35+418,8	36+569,7	1150,9	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
36+569,7	36+667,1	97,4	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren
36+667,1	36+850,9	183,8	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
36+850,9	37+153,2	302,3	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspühlbohrverfahren

von km	bis km	Länge m	offen /geschlossen	Mögliche Bauweise
37+153,2	37+294,1	140,9	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
37+294,1	37+443,5	149,4	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
37+443,5	37+510,1	66,6	Offen -Kabel ohne Schutzrohr	
37+510,1	37+631,4	121,3	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren

2.2.5 Kreuzungen (Abschnittsspezifisch)

Wie bereits in dem Kapitel 2.1.6.2 erläutert, wird zwischen Kreuzungen, die in offener und geschlossener Verlegeart gequert werden, unterschieden. In dem Planfeststellungsabschnitt A4 werden folgende Objekte gekreuzt:

- NSG (Naturschutz)- und LSG (Landschaftsschutz)-Gebiete und Biotope
- Forstwirtschaftliche Flächen
- Bahnstrecken
- Klassifizierte Straßen und Wege
- Gewässer nach WRRL und Drainagen
- Andere Gewässer (nicht nach WRRL)
- Freileitungen
- Erdverlegte Leitungen (Gas-, Wasser-, Abwasser-, Öl-, Strom- und Telekommunikationsleitungen)
- Zusammengesetzte Querungen (gemeinsame geschlossene Querung mehrerer vorhandener Objekte mit einem einzelnen Kreuzungsbauwerk)

Kreuzungen mit folgenden Objekten kommen in dem Planfeststellungsabschnitt A4 nicht vor:

- Bundeswasserstraßen
- Deiche

Für die Kreuzungen ist der Einsatz verschiedener Verfahren vorgesehen, unter anderem:

- Offene Querungen
- Geschlossene Querung mittels HDD-Verfahren
- Geschlossene Querung mittels Bohrpressverfahren
- Geschlossene Querung mittels Mikrotunnel-Verfahren
- etc.

Die Anwendung des jeweiligen genannten Verfahrens richtet sich nach der Länge der Kreuzung, der Beschaffenheit des zu querenden Gewässers, den technischen Anforderungen, den Anforderungen von Betreibern der zu querenden Infrastrukturen sowie den geologischen Randbedingungen vor Ort.

Mit Ausnahme der Bahnstrecke bei km 19+740, die mittels eines SKR-konformen Mikrotunnel-Verfahrens gequert wird, wurden alle geschlossenen Querungen mittels Horizontalspülbohrverfahren (HDD) geplant. Im Verzeichnis der möglichen Bauverfahren (Anhang 01 Steckbriefe Verlegeverfahren) wurde Bohrpressverfahren als ein weiteres Standardverfahren hinterlegt, und es könnten bei Bedarf noch weitere Verfahren vom Bauunternehmer vorgeschlagen und angewandt werden.

Grundsätzlich bedeutet die Anwendung eines geschlossenen Kreuzungsverfahrens (z.B. HDD-verfahren oder Mikrotunneling), im Gegensatz zur offenen Bauweise, einen zusätzlichen Geräteeinsatz (Bohrspülung, Separationsanlagen, Hochdruckpumpen) und einen erhöhten bauzeitlichen Flächenbedarf und auf Grund des baulichen Aufwandes eine längere Bauzeit sowie höhere Kosten.

Kreuzungsbauwerke mit Fremdeinrichtungen, wie Straßen, Autobahnen, Eisenbahnen, Fremdleitungen etc., werden in Übereinstimmung mit den technischen Regeln und den Anforderungen seitens des Betreibers/Baulastträgers bzw. Eigentümers der Fremdeinrichtung errichtet. Kreuzungen mit Straßen, die nicht unterbrochen werden dürfen, werden möglichst kleinräumig mittels eines Bohr-/Pressverfahrens zwischen einer Start- und Zielgrube hergestellt. Ebenso ist die Anwendung von Sonderbauwerken (z. B. Horizontal Directional Drilling (HDD)) möglich, sofern kleinräumige Lösungen ausscheiden.

Welches Verfahren am einzelnen Gewässer zum Einsatz kommt, ist unter technischen, wirtschaftlichen und umweltfachlichen Aspekten abzuwägen. Alle geplanten Kreuzungen sind in dem Dokument Kreuzungsverzeichnis Planfeststellungsunterlage Teil C08 enthalten. Darin befinden sich Informationen wie die Kreuzungsnummer, Lage der Kreuzung auf der Trasse, Länge der Kreuzung, Bauweise und Verlegeart sowie Schutzrohrlänge.

Um die zu kreuzenden Infrastrukturen zu identifizieren, wurde eine Fremdleitungserkundung im Vorfeld der Trassierung und Planung der Kreuzungen durchgeführt. Des Weiteren erfolgten die erforderlichen und vorgeschriebenen Abstimmungen mit der Deutschen Bahn, Straßenbaulastträgern, Fremdleitungsbetreibern sowie TÖB's.

Im PFA A4 werden v. A. Gashochdruckleitungen, klassifizierte Straßen und Naturschutzgebiete in geschlossener Bauweise gequert.

Zur Darstellung von Details der wesentlichen Querungsarten dient die PFA Unterlage Teil C02 „Prinzip Zeichnungen Kabelanlage“ mit ihren Anlagen 18 bis 27:

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

Diese Prinzip Zeichnungen, oder auch Regelpläne genannt, stellen eine standardisierte Herangehensweise bzw. Bauweise in den Fällen, wo es aus technischer, gesetzlicher und umweltfachlicher Sicht zulässig ist. In den Spezialsituationen wo dieses nicht zutrifft, wird eine Sonderbetrachtung mit entsprechenden Sonderlösungen erarbeitet und mit allen betroffenen Stellen abgestimmt.

Die Auswahl bzw. Position vieler Kreuzungen sind oft durch Zwangspunkte bestimmt und begründet. Zwangspunkte werden durch besondere Eignung bzw. Notwendigkeit definiert.

Beispiele für solche Zwangspunkte sind:

- Feste Bauwerke wie Konverterstation, große Schachtbauwerke oder Stationen (wie z.B. KAS oder LWL-ZS)

- kürzeste Unterquerung von Schutzgebieten
- Querungen von Infrastruktur (Bahn, klassifizierte Straße, klassifizierte Wasserwege)
- Vermeidung von Schutzgebieten, Biotopen, Gewässer (nicht Wasserstraßen)
- Vermeidung von Infrastruktur (Bahn, TÖB, etc.)

Im Folgenden werden die bedeutenden Kreuzungen beschrieben, welche durch das Auftreten der oben genannten Zwangspunktarten im PFA A4 definiert sind und im HDD-Verfahren gequert werden.

Den ersten nennenswerten Zwangspunkt stellt das FFH-Gebiet „Oste mit Nebenbächen“ nahe der Ortschaft Farven dar, welches sich zwischen km 02+221 und 02+640 befindet. Tiefbauarbeiten in den FFH-Gebieten sind nicht- oder nur unter strengen Auflagen mit Sondergenehmigungen zulässig. Aus diesem Grund werden die FFH-Gebiete in geschlossener Bauweise unterquert. Durch das lange HDD werden unter anderem an dieser Stelle folgende Objekte gemeinschaftlich gequert: Wasserführender Graben, eine Gasleitung, elektrische Hoch-, Mittel- und Niederspannungskabel, Kabel der Deutschen Telekom AG, eine Kreisstraße (K127), Wasserleitungen, Fernmeldekabel, weitere Gasleitungen, 2 x Fernmeldekabel, ein Genehmigungspflichtiges Gewässer und Graben. Fremdleitungen wie Gashochdruckleitungen werden in geschlossener Bauweise mit entsprechend ausreichendem Abstand (lichter Abstand) gequert.

Westlich von Farven quert die Trasse noch eine Kreisstraße (K 122 bei km 3+276). Entsprechend den gültigen Trassierungsleitlinien und Auflagen der Straßenbaulastträger, werden alle klassifizierten Straßen im HDD-Verfahren gequert.

Bei km 04+934 sowie auch bei km 05+461 („Duxbach“) quert die Trasse jeweils ein Gewässer. Entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) werden Gewässer 1. und 2. Ordnung grundsätzlich geschlossen gequert.

Die Trasse verläuft östlich der Ortschaft Ohrel und quert bei km 08+501 die K 109 (klassifizierte Straße). Bei km 09+770 östlich der Ortschaft Anderlingen wird die Gemeindestraße „Wiesenweg“ samt des Begleitgrabens sowie ein Waldstück in geschlossener Bauweise gequert. Durch die geschlossene Verlegeart werden wie Bäume des Waldstücks vor Fällungen geschützt. Kurz danach, bei km 10+174 bzw. 10+609 werden zwei Gewässer („Schmalenbeckgraben“, „Twiste“) sowie eine Gemeindestraße ebenfalls geschlossen gequert (siehe WRRL).

Es geht südlich weiter mit der Querung der K 134 südlich der Ortschaft Wensen bei km 13+668 per HDD und kurz darauf die Querung des Fallohbachs bei km 13+723 (klassifizierte Straße und Gewässer 2. Ordnung). Bei km 14+125 wird der Fallohbach erneut gequert. Westlich der Ortschaft Boitzen quert die Trasse die K 120 (km 15+411) sowie die L 124 (km 16+014). Südlich der Ortschaft Boitzen knickt die Trasse in östliche Richtung ab und quert das FFH-Gebiet „Oste mit Nebenbächen“ und den Knüllbach (km 17+695). Bei km 19+625 quert die Trasse die K 130 und quert direkt danach die Bahnstrecke 9127 (km 19+740) mittels Mikrotunnel-Verfahren (die Wahl des Verfahrens wurde bereits im Kapitel 2.2.4 begründet). Eine erneute Querung des FFH-Gebiets „Oste mit Nebenbächen“ bei km 20+188 erfolgt ebenfalls per HDD wegen der Baueinschränkungen für FFH-Gebiete. Im weiteren Verlauf quert die Trasse die L 142 (km 20+938) und ein Waldgebiet sowie eine Straße (km 22+459). Westlich der Ortschaft Rüspel quert die Trasse das Gewässer Obeck (km 23+250) und kurz darauf die K 132 (km 23+781). Bei km 25+124 südlich der Ortschaft Rüspel quert die

Trasse die K130 und K126 bei km 25+502. Schließlich quert die Trassenführung bei km 26+674 das Gewässer Heisbach und einen Weg mit Baumreihe bei km 26+438.

Weiter im südlichen Verlauf folgt eine Querung der K 142 östlich der Ortschaft Hatzte bei km 27+567. Kurz darauf quert die Trasse die BABA1 (km 27+755). Bei km 28+367 wird das Gewässer Siebeck geschlossen gequert. Darauf folgen die geschlossenen Querungen des Sotheler Bachs (km 30+493) und der K 219 „Friedrich-Behrens-Straße“ (km 30+911). Die Trasse knickt in südliche Richtung ab und quert westlich von Helvesiek die K 226 (km 32+755). Kurz darauf wird der Brückgraben (km 33+178) und eine schützenswerte Baumreihe gequert. Etwas weiter südlich erfolgt eine HDD-Querung von der Straße „Neuenfelde“ bei ca. km 33+837. In diesem Fall, auch wenn es sich hier um eine Gemeindestraße handelt, verlaufen hier parallel zur Straße Telekom-, Gas- und Wasserdruckleitungen. Zusätzlich dazu müsste man eine Baumreihe auf der Breite des Arbeitsstreifens (ca. 45m) entfernen, sodass man sich für eine Unterquerung entschlossen hatte. Südlich von Helvesiek wird die L 130 (km 35+308) gequert. Final folgen die Querungen nordöstlich von Scheeßel. Bei km 37+007 wird die Wümme geschlossen gequert. Es folgt eine Querung von der B75 Straße und mehreren Fremdleitungen bei km 37+566.

2.2.6 Parallelführungen (Abschnittsspezifisch)

Die im PFA A4 geplanten Parallelführungen sind im Folgenden beschrieben. Dabei wurden nur Parallelführungen beachtet, bei denen die Entfernung zwischen dem Schutzstreifen der geplanten Trasse und den oben aufgelisteten Linearen Objekten maximal 100 m beträgt.

Wenn nicht anders beschrieben, verläuft die Trasse in offener Bauweise.

Wie in dem Kapitel 1.6.1 ausführlich beschrieben dienen die Parallelführungen und Bündelungen mit anderen Infrastrukturen in erster Linie dazu, eine unnötige Zerschneidung von bislang nicht mit Linienbauwerken belegten Flächen zu vermeiden. Dieser Grundsatz wurde durchgehend für die Entwicklung des Trassenverlaufs des PFA A4 angewendet dort wo es aus technischer und umweltfachlicher Sicht sinnvoll ist.

Von km 00+110 bis 01+255 verläuft die Vorzugstrasse mit minimalen Abweichungen parallel zu zwei Telekommunikationsleitungen sowie einer Gasleitung der EWE Netz GmbH mit einer Druckstufe von PN84 (Abstand unser Schutzstreifen – Leitung unter 50 m). Hierbei verläuft die Trasse, außer zur Querung eines Gehölzstreifens mittels HDD (km 00+635 – 00+740), in offener Bauweise.

Von km 02+275 bis 02+315 verläuft die Trasse kurz in derselben Richtung wie das Gewässer „Bever“, wobei die Trasse u.a. durch die Querung des Naturschutzgebiets Beverniederung in geschlossener Bauweise verläuft (Abstand 75 m – 100 m).

Zwischen km 06+320 bis 06+530 verläuft die geplante Trasse parallel einer erdverlegten Telekommunikationsleitung (ca. 90 m Abstand) sowie einer Druckwasserleitung (ca. 55 m Abstand). Hierbei verläuft die Trasse die ersten 60 m mittels HDD, da sie verschiedene Leitungen und eine Straße („Feldstraße“) quert. Von km 07+825 bis 08+100 führt die Trasse ungefähr parallel zu einem Entwässerungsgraben zwischen landwirtschaftlichen Flächen.

Von km 08+965 bis km 09+145 führt die Trasse parallel eines Weges in Grafel (Abstand ca. 45 m). Zwischen km 10+410 und km 10+610 verläuft die Trasse in etwa parallel zu einem Gewässer („Schmalenbeckgraben“) (Abstand hier minimal ca. 15 m), wobei sie zur Querung der „Twiste“ die letzten 45 m als HDD verläuft. Die Trasse verläuft auch weiter mittels HDD, da sie u.a. Bodendenkmäler quert, hierbei führt sie

nordöstlich parallel an einem Wirtschaftsweg vorbei (km 11+755 – 11+870) (Abstand ca. 85 m).

In der gleichen Richtung wie ein Gewässer („Fallohbach“) verläuft die Trasse zwischen km 12+395 und km 12+610 (Abstand ca. 70 m), quert im Anschluss dasselbe Gewässer mittels HDD und verläuft von km 13+535 bis 13+590 kurz erneut parallel zum Fallohbach (Abstand ca. 50 m). Nach einer erneuten Querung des Fallohbachs, führt die Trasse nochmal ungefähr parallel zu diesem (km 13+815 – 13+940) (Abstand zw. 50 – 100 m).

Zwischen 15+360 und km 15+505 verläuft die geplante Trasse erst ungefähr parallel zu Telekommunikationsleitungen sowie zu einer unklassifizierten Straße in Boitzen (Abstand ca. 55 m), dann, nach einem kurzen Schwenk der Trasse, wieder parallel zu einer Telekommunikationsleitung sowie einer anderen Straße („Dorfstraße“) (Abstand ca. 30 bis 65 m). Hierbei quert die Trasse die K 120 in geschlossener Bauweise. Danach verläuft die Trasse kurz ungefähr parallel zu der K 120 bis bei km 15+705 der Abstand größer als 100 m wird.

Von km 16+335 bis 16+740 verläuft die Trasse ca. parallel zu einigen Telekommunikationskabeln (Abstand hier über 90 m) und zu einer Straße („Osterheeslinger Straße“ geht in „Hermhain“ über) (ca. 80 m Abstand).

Im weiteren Verlauf schwenkt die Trasse nach Ostsüdosten und führt bis km 17+165 parallel zu einer Wasserleitung (ca. 60 m Abstand). Parallel zu einer Elektrizitätsleitung mit 220 kV Spannung, deren Rückbau voraussichtlich 2024 geplant ist, verläuft die Trasse zwischen km 18+475 und 19+330 (Abstand ca. 55 m). Die SuedLink Trasse wurde so geplant, dass mindestens der Schutzstreifen außerhalb des Schutzstreifens der Freileitung liegt. In diesem Abschnitt verläuft die Trasse zwischen km 18+615 und km 18+835 und von 19+170 bis km 19+290 per HDD.

Ab km 19+810 führt die Vorzugstrasse parallel zu einer Freileitung (Abstand 80 - 100 m), wobei sie einen Großteil in geschlossener Bauweise verläuft (km 19+945 – 20+405), u.a. wegen der Querung des Naturschutzgebietes „Oste mit Nebenbächen“. Es handelt sich dabei um eine sich im betrieb befindende Hochspannungsleitung mit 380 kV Spannung. Die SuedLink Trasse wurde so geplant, dass mindestens der Schutzstreifen außerhalb des Schutzstreifens der Freileitung liegt. Die Trasse schwenkt bei km 20+740 und verläuft im Anschluss bis km 20+930 ebenfalls parallel und in einem wesentlich geringeren Abstand (max. 25 m) zu Telekommunikationsleitungen und Elektrizitätsleitungen (erdverlegte Leitungen der EWE Netz GmbH, Spannung unbekannt, ca. 35 m Abstand). Hierbei verläuft sie die letzten 55 m der Parallelführung in geschlossener Bauweise, da sie die L 142 quert.

Zwischen km 22+400 und 22+550 führt die Trasse parallel zu einer Freileitung der Avacon Netz GmbH mit 110 kV (ca. 40 m Abstand) in Richtung Südosten und quert dabei eine Straße mit Baumbewuchs mittels HDD. Anschließend kreuzt die Trasse dieselbe Leitung und verläuft dann (km 22+775) bis km 23+475 wieder parallel zu dieser (ca. 50 m Abstand) und von km 23+210 bis 23+310 mittels HDD.

Von km 23+480 bis 23+780 führt die Trasse westlich parallel vorbei an einem Wirtschaftsweg mit Baumbewuchs (Abstand ca. 60 m), wobei im letzten Abschnitt das HDD für die Querung der K 132 beginnt. Von km 26+725 bis 26+930 führt die Trasse parallel bis zu einer Elektrizitäts- und einer Gasleitung der Stadtwerke Zeven, wobei diese vorher per HDD gequert werden (Abstand ca. 55 m – 5 m). Die kurze Parallelführung mit den genannten Leitungen ist nicht vermeidbar und ist bedingt durch eine noch ungünstigere Trassenführung weiter nördlich.

Von km 29+000 bis 29+445 verläuft die Trasse südwestlich wieder parallel zu der Freileitung der Avacon Netz GmbH mit 110 kV (Abstand ca. 30 m). Nach Kreuzung einer Straße („Hatzter Straße“) verläuft die Trasse bis km 29+920 parallel zu einer Druckwasserleitung (ca. 15 m) und zu der gekreuzten Straße, wobei ein Graben mittels HDD gequert wird.

Ab km 37+350 führt die Trasse parallel zu einer Druckwasser-, Gas- (EWE Netz GmbH, Druckstufe PN84), Strom- (erdverlegt Leistung unbekannt) und Telekommunikationsleitungen bis km 37+495 und bis km 37+520 zu einem Weg mit Zufahrt zur B75. Die Gasleitung sowie ein Waldabschnitt und die B 75 werden mittels HDD gequert.

2.2.7 Sonderbauwerke (Abschnittsspezifisch)

In dem Planfeststellungsabschnitt A4 sind keine Sonderbauwerke vorgesehen.

2.2.8 Bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Logistikkonzept

Zum Erschließen des Baufeldes wurde ein umfassendes Zuwegungskonzept erarbeitet. Dieses sieht vor, die Erreichbarkeit des Baufeldes durchgehend sicherzustellen. Im Vorfeld der baulichen Maßnahmen zur Errichtung der erforderlichen Zuwegungen ist eine umfassende Beweissicherung zur Wiederherstellung des Ausgangszustandes erforderlich.

Die erforderlichen Verkehrsflächen für die Realisierung des Gesamtprojektes unterteilen sich in folgende Kategorien:

Kabeltransport im öffentlichen klassifizierten Verkehrsnetz

Der Antransport der Kabel wird durch die Kabellieferanten in eigenen Logistikkonzepten durchgeplant. Dies betrifft die Zuwegung im öffentlichen klassifizierten Verkehrsnetz einschließlich öffentlich gewidmeter Gemeindestraßen. Bauliche Maßnahmen in diesem Bereich erfolgen separat außerhalb des Planfeststellungsverfahrens.

Kabeltransport vom öffentlichen klassifizierten Verkehrsnetz bis zum Abspulstandort („letzte Meile“)

Diese Zufahrten zum Baufeld ab der letzten klassifizierten Straße und auf nicht öffentlich gewidmeten Straßen und Wegen sind Bestandteil der Planung. Als Bemesungsfahrzeug wird ein 42m langer Sattelzug mit Tiefbettauflieger verwendet. Dieser Teil der Zuwegung umfasst das Verlassen des öffentlichen Verkehrsnetzes, die Zuwegung zu Abspulstandorten und die Umfahrung der jeweiligen Muffengruben zum Abspulen und Wenden.

Baustellenverkehr im öffentlichen Verkehrsnetz

Der Baustellenverkehr für Tiefbau, Material- und Werkzeugtransport wird über die Routen der Kabeltransporte im öffentlichen Verkehrsnetz geführt.

Baustellenverkehr vom öffentlichen Verkehrsnetz ins Baufeld

Der über das öffentliche Verkehrsnetz hinausgehende Baustellenverkehr umfasst Zufahrten vom öffentlichen Verkehrsnetz auf nicht öffentlich gewidmeten Straßen und Wegen, parallel zur Trasse verlaufende Baustraßen und Wendestellen.

Über das öffentlich gewidmete Verkehrsnetz hinaus erforderliche Routen wurden auf Befahrbarkeit durch einen 25m langen Sattelaufleger zum An-/Abtransport von Baufahrzeugen als größtes erforderliches Fahrzeug untersucht.

Trassierungsgrundlagen

Die Trassierung der Verkehrsanlagen erfolgt nach den folgenden Grundsätzen:

- Minimaler Flächenverbrauch: wo immer es möglich ist, werden Flächen für Wendevorgänge, Zufahrten, Muffenumfahrungen oder Ähnliches gemeinsam genutzt für verschiedene Gewerke (z.B. Kabeltiefbau und Kabelantransport)
- Minimale ökologische Auswirkungen: Die Trassierung der Verkehrsanlagen erfolgt unter Berücksichtigung von Schutzgebieten. Baumfällungen sollen minimal gehalten werden
- Minimale Befahrung bereits verlegter Kabel: Das Überfahren von erdverlegten Kabeln soll möglichst verhindert werden
- Vermeidung von zusätzlichen Leerrohren: Das Verlegen von zusätzlichen Leerrohren soll minimal gehalten werden (z.B. an zusätzlichen Querungen der Trasse über HDDs hinaus) im Sinne des Eingriffsminimierungsgebotes und zur Vermeidung von zusätzlichem Aufwand beim Verlegen der Kabel
- Maximale Flexibilität: Das Zuwegungskonzept soll in der weiteren Planung möglichst viele Freiheitsgrade beim Festlegen von Bauabläufen (z.B. gleichzeitige Realisierung von HDD und Kabeltiefbau) ermöglichen, um den Bauablauf nicht zu stören und Bauzeiten möglichst kurz zu halten

Die erforderlichen baulichen Maßnahmen werden auf das notwendige Minimum beschränkt. Alle Erweiterungen bestehender Verkehrsanlagen und alle neu herzustellenden Verkehrsanlagen werden in folgenden Bauweisen hergestellt:

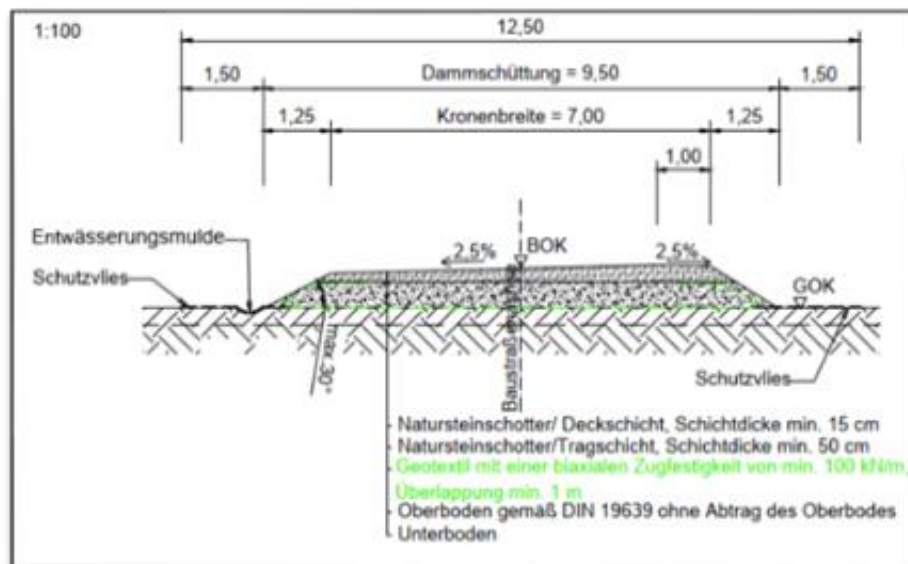


Abbildung 18: Regelquerschnitt Zuwegung Schwerlastverkehr Kabeltransport

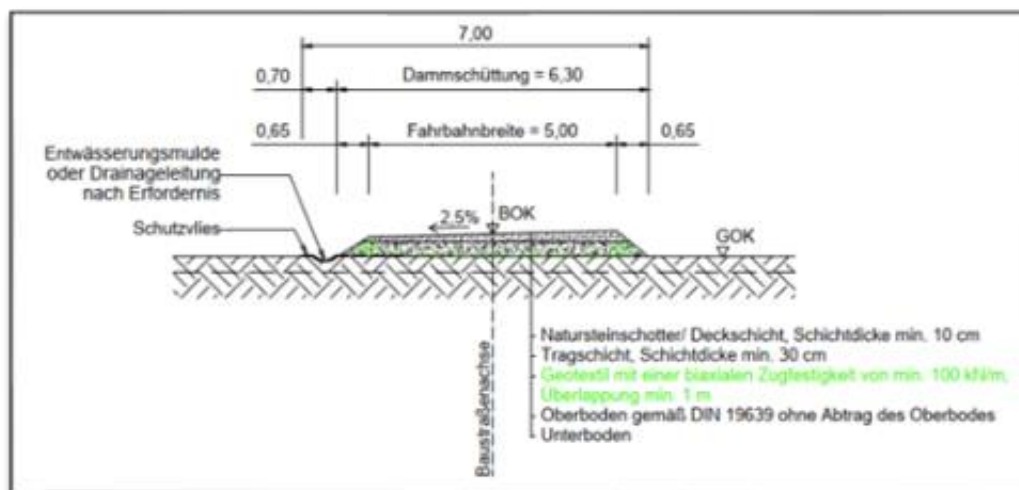
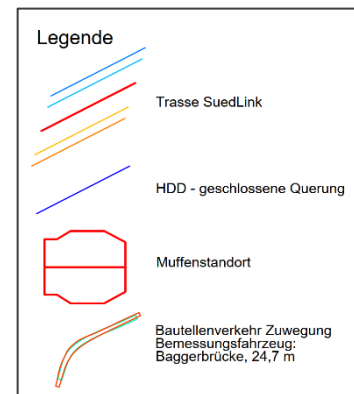


Abbildung 19: Regelquerschnitt Zuwegung Baustellenverkehr

Im Detail werden folgende bauliche Maßnahmen erforderlich:



Abbildung 20: Neu- und Ausbau von Zufahrten vom vorhandenen Wegenetz (z.B. A4 km 1+600)

Für die Erreichbarkeit des Baufeldes werden Zufahrten vom vorhandenen Wegenetz erforderlich, wie in der Skizze dargestellt: An einer öffentlich gewidmeten Straße werden bestehende Feldzufahrten und Baumlücken genutzt, um den Baustellenverkehr in das Baufeld zu führen. Die Planung der Zufahrten erfolgte unter Berücksichtigung

des Baumbestandes und der örtlichen Gegebenheiten. Straßenbegleitender Baumbestand wird, wenn möglich, umfahren.

Hinweis: Eine Zufahrt ist vergleichbar mit einer Feldzufahrt, also nur das reine Abfahren von der öffentlichen Straße ins Baufeld. Eine Zuwegung dagegen ist das Ertüchtigen eines Weges, ein komplett neu gebauter Weg über Feld oder Ähnliches.

Die Texte in den jeweiligen Abschnitten beziehen sich direkt auf die Abbildung, es werden beispielhaft die unterschiedlichen Situationen gezeigt.

Eine detaillierte Auflistung aller Zufahrten mit Beschreibung ist im Teil L enthalten. Die notwendigen Straßenrechtlichen Genehmigungen sind in dem Teil K05 der Planfeststellungsunterlagen für den Abschnitt A4 genannt.

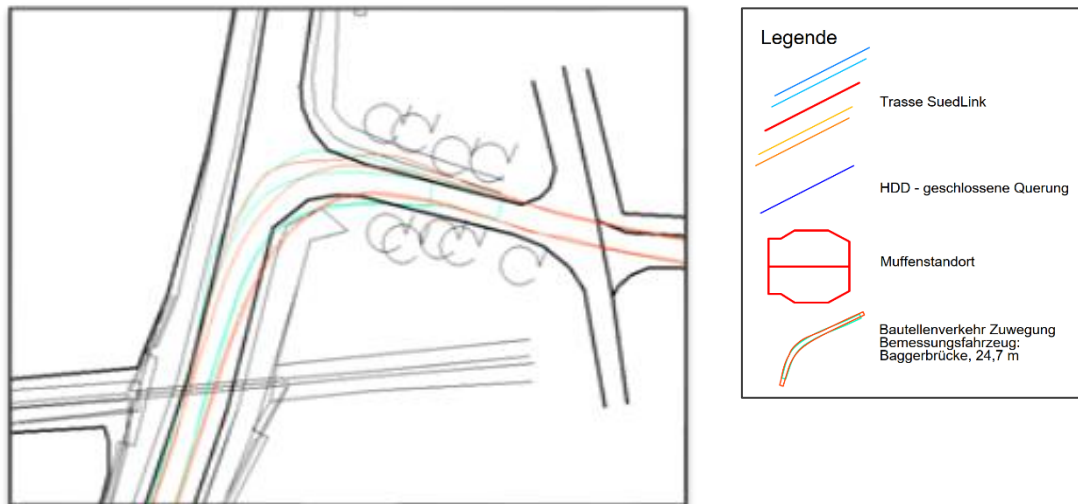


Abbildung 21: Erweiterung bestehender Verkehrsflächen (z.B. A4 km 4+500 Einmündung K 122)

Teilweise werden im öffentlichen Verkehrsnetz Wege befahren, die für die großen Bemessungsfahrzeuge nicht ausreichend dimensioniert sind. Insbesondere in Kurvenbereichen und in Eckausrundungen von Einmündungen werden die bestehenden Verkehrsanlagen erweitert, wie in der Skizze dargestellt. Darüber hinaus sind auch Wege zu verbreitern und nicht tragfähige Wege zu ertüchtigen und die Tragfähigkeit des Oberbaus herzustellen.

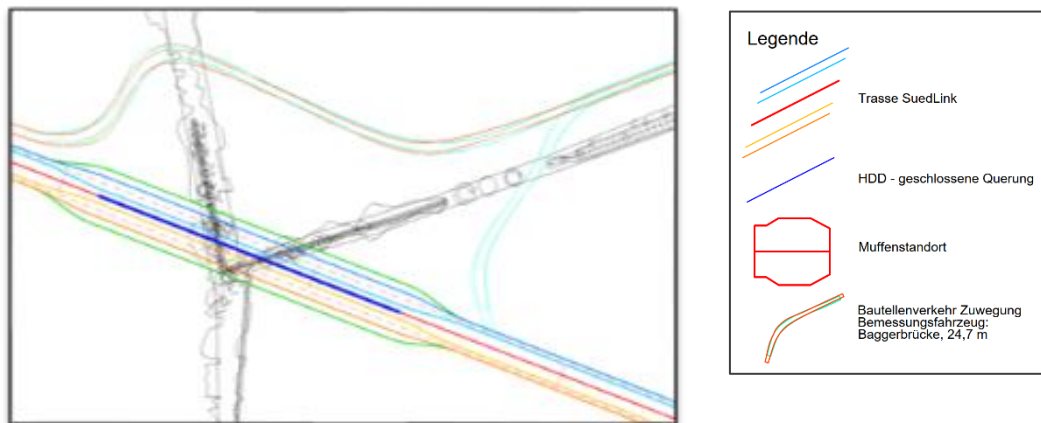


Abbildung 22: Neubau von temporären Zuwegungen (z.B. A4 km 22+000)

Teilweise ist das Baufeld nicht über öffentliche oder nichtöffentliche Straßen erschlossen. In diesen Bereichen werden neue Wege temporär hergestellt und nach Fertigstellung des Bauvorhabens vollständig zurückgebaut. Dazu werden wie in der Skizze Flächen vorübergehend in ungebundener Bauweise befestigt. Es werden Flächen mit geringen Biotopwerten und Agrarflächen genutzt.

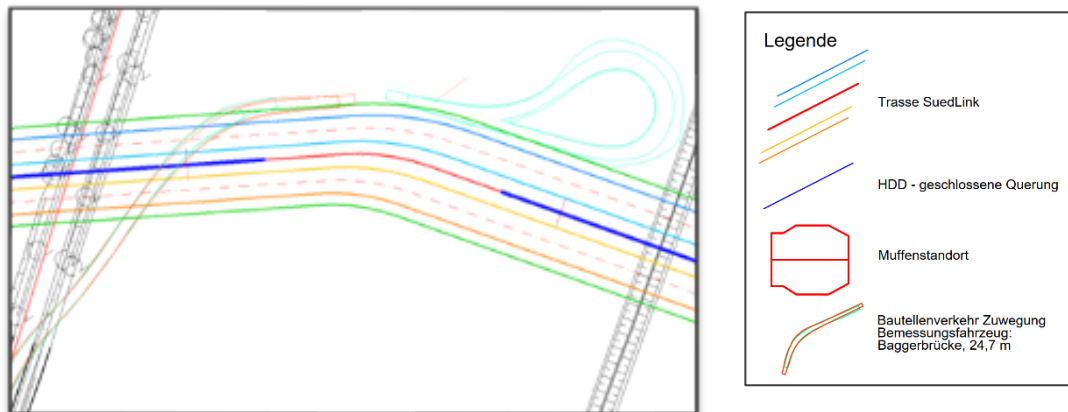


Abbildung 23: Wendestellen für Baustellenverkehr (z.B. A4 km 27+500)

Insbesondere durch Schutzgebiete, Gräben, Verkehrsanlagen oder andere Hindernisse können Teile der Trasse nur aus einer Richtung erschlossen werden. In diesen Fällen sind Wendemöglichkeiten für den Baustellenverkehr geplant. Wie in der Skizze dargestellt wird das Wenden in einem Zug realisiert und dafür ausreichend Fläche eingeplant. Ausweichmöglichkeiten werden im Zuge der Baustraßen im Arbeitsstreifen auf Sicht realisiert.

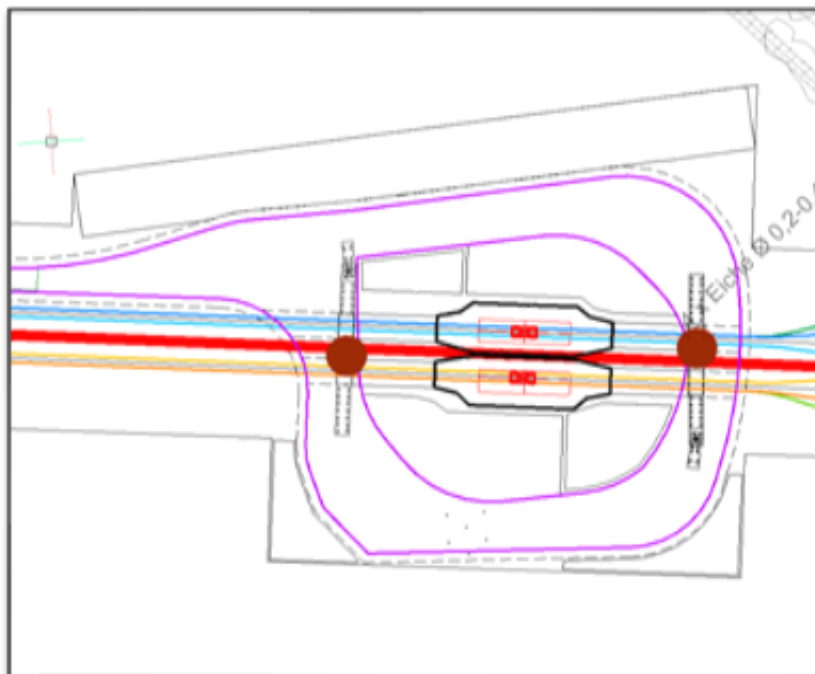


Abbildung 24: Umfahrungen von Muffen an Abspulstandorten im Baufeld

An Muffenstandorten sind über Baustraßen hinausgehende Wende- und Abstellanlagen geplant, an denen Kabeltransporte abspulen und wenden können. Die Umfahrungen der Muffengruben werden entsprechend der Standorte mit den Baustraßen kombiniert, über die Umfahrungen wird auch der Baustellenverkehr geführt.

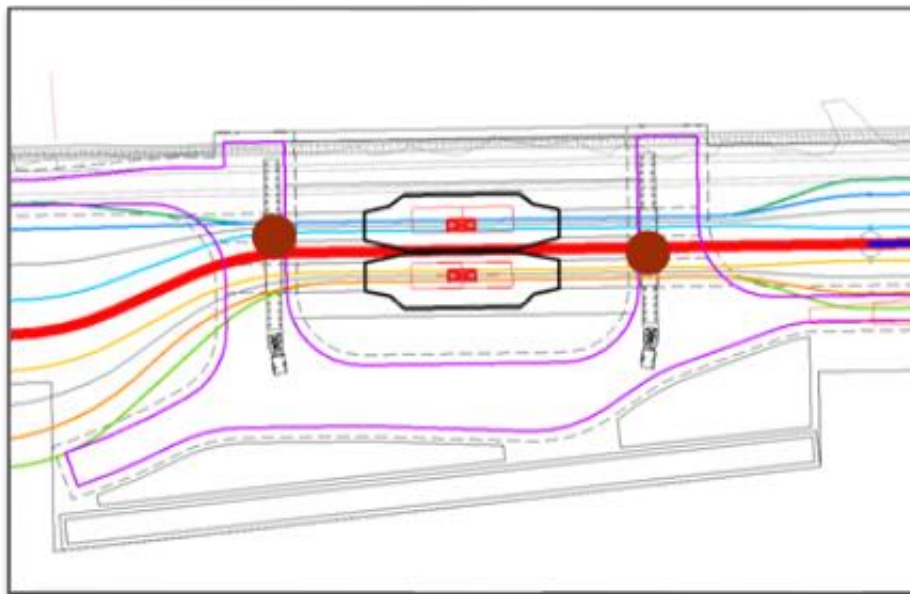


Abbildung 25: Abspulstandort mit einem Wendemanöver für Kabeltransporte

In Bereichen mit geringen zur Verfügung stehenden Flächen, z.B. durch Schutzgebiete oder angrenzende Waldflächen, sind Wendeanlagen ohne Umfahrung der Muffengrube vorgesehen.

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 3: Bauphasen bei der Erdkabelverlegung

Vor Baubeginn	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Auspflocken der Trasse • Wegebau (Baustraßen, Zufahrten, etc.) • Baustellensicherung • Flächenvorbereitung (vorzeitige Räumung von Bewuchs, unter Einhaltung von saisonalen Beschränkungen)

	<ul style="list-style-type: none"> Vorbereitung geschlossene Querungen (z.B. HDD) sofern erforderlich
Abtrag Oberboden	<ul style="list-style-type: none"> Aushub Oberboden Lagerung Begrünung, Schutz vor Erosion
Herstellung Grabenprofil	<ul style="list-style-type: none"> Aushub Unterboden Getrennte Lagerung der Bodenhorizonte Installation offene Wasserhaltung Sandbettschüttung
Kabelzug	<ul style="list-style-type: none"> Kabelspulentransport Einrichtung der für den Kabelzug erforderlichen Rollen, Lager, Schubgeräte und sonstige Hilfsmittel, etc. Einrichten der Zugstandorte Kabelzug durch Graben Räumung der für den Kabelzug benötigten Hilfseinrichtungen
Zusätzliche Verlegearbeiten	<ul style="list-style-type: none"> Verlegung Schutzrohre für Lichtwellenleiterkabel Verlegung Kabelschutzrohre sofern erforderlich
Muffen	<ul style="list-style-type: none"> Aufweitung des Kabelgrabens an Muffengruben Installation von Muffencontainer Muffenmontage Deinstallation von Muffencontainer Bettung der Muffe im Sand
Rückverfüllung Graben	<ul style="list-style-type: none"> Vermessung der Kabelanlage und der Sonstigen zum System gehörigen Einrichtungen Aufschüttung des Sandbettes um das Kabel Einbringung von Schutzplatten oder Schutzgitter Rückverfüllung des Unterbodens Einbringung des Trassenwarnbands Einbringung restlicher Unter- und Oberböden Einbaukontrolle Boden (Verdichtungsnachweis)
Rekultivierung	<ul style="list-style-type: none"> Oberflächenwiederherstellung Rückbau der Einrichtungs- und Lagerflächen sowie der Baustraßen Tiefenlockerung Unterboden ggf. Düngung ggf. Neueinsaat Wiederherstellung Drainagen
Flächennutzung nach Bau	<ul style="list-style-type: none"> Land- und Viehwirtschaft möglich Keine Bebauung und tiefwurzelnende Pflanzen

Die Herstellung des Abschnitts PFA A4 erfolgt zu größtem Teil als eine lineare Wanderbaustelle entlang der Trasse. Es ist zu erwarten, dass die Realisierung in mehre-

ren Bauabschnitten parallel erfolgt. Zudem können auch innerhalb eines Bauabschnittes die offene Verlegung der Leitung auf freier Trasse sowie geschlossene Kreuzungsverfahren, Stationen, etc. zeitlich parallel ausgeführt werden. Der Bauablauf obliegen jedoch dem ausführenden Generalunternehmer.

Der Baustellenbetrieb erfolgt mit Ausnahme der HDD-Verfahren dabei grundsätzlich tagsüber zwischen 07:00 und 20:00 Uhr an Arbeitstagen. Die HDDs müssen aus technischen Gründen hingegen, 24 h/Tag ausgeführt werden. Ebenso werden die Pumpen für die geschlossene Wasserhaltung durchgehend 24 h/Tag betrieben an allen Kalendertagen.

Während der offenen Verlegung sind mehrere Teilbauschritte vorgesehen. Für die Baufelderstellung inkl. Mutterbodenabzug, Baustrassenerstellung, Einrichtung und Inbetriebnahme der Wasserhaltung, Öffnen des Grabens und das Herstellen der Sandsohle sind aktuell ca. 55 Meter pro Tag vorgesehen.

Im Folgenden wird der Bauablauf für die Kabelverlegung in offener Bauweise beispielhaft beschrieben. Die Abläufe zur Herstellung der Querungen mittels HDD und Bohrpressverfahren sind in den vorherigen Kapiteln sowie in dem Anhang 01 Steckbriefe Verlegeverfahren für die Regelfälle beschrieben worden.

Kabeleinzug im offenen Kabelgraben (Stammstrecke)

Folgende Bauschritte sind beim Kabeleinzug im offenen Verlegeverfahren notwendig:

- Mutterbodenabtrag und Suchschachtungen
- Erstellung Kabelgraben 1 ([offene Bauweise ohne Kabelschutzrohr](#))
 - o Erstellen Baustraße Kabelgraben 1
 - o Erstellen Wasserhaltung Kabelgraben 1
 - o Kabelgraben auf und Sandsohle herstellen
 - o Kabeleinzug
 - o Einsanden des Kabels
 - o Verfüllen des Kabelgrabens
 - o Ausschalten der Wasserhaltung
- Erstellung Kabelgraben 2 ([offene Bauweise mit Kabelschutzrohr](#))
 - o Erstellen Baustraße Kabelgraben 2
 - o Erstellen Wasserhaltung Kabelgraben 2
 - o Kabelgraben auf und Sandsohle herstellen
 - o [Einbau der verschweißten Kabelschutzrohre](#)
 - o ~~Kabeleinzug~~
 - o Einsanden ~~des Kabels~~ der verschweißten Kabelschutzrohre
 - o Verfüllen des Kabelgrabens
 - o Ausschalten der Wasserhaltung
 - o [Kabeleinzug im Kabelschutzrohr](#)
- Rückbau der Baustraße

- Mutterbodenauftrag
- [Rekultivierung](#)

Geschlossene Bauweise (HDD's)

Geplante Dauer der Inanspruchnahme der BE-Flächen der HDD's beträgt ca. 29 Tage unter Berücksichtigung von:

- gem. Regelplan HDD (dort Angaben zu BE-Flächen bei HDD)
- s. Vorgaben Umwelt: u.a. Schutzzaun um die HDD-Baustelle, ggf. Lärmschutz
- im Idealfall Antransport über Arbeitsstreifen, ansonsten s. Wegekonzzept mit Zufahrten; bei vorlaufenden Sonderbauwerken: Wegekonzzept entsprechend vorbereiten
- Bohrungen = 4 x KSR Kabel plus 2 x KSR LWL/Datenkabel pro HDD
- Abbau und Abfahrt Bohrergerät
- Rückbau (in die Gesamtmaßnahme Rekultivierung integrieren)

2.2.9.2 Bauzeit

Für den gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt ist folgende Bauzeit vorgesehen:

Mit Vorliegen des Planfeststellungsbeschlusses und damit des Baurechtes werden umgehend die Arbeiten im Planfeststellungsabschnitt A4 aufgenommen. Die Bauarbeiten erfolgen in mehreren Teilabschnitten im Planfeststellungsabschnitt gleichzeitig, in Abhängigkeit von den Möglichkeiten zur Herstellung der Baufreiheit und der bauleistungsrechtlichen Rahmenbedingungen. Dabei müssen diese Abschnitte nicht räumlich zusammenhängen. Es wird im Planfeststellungsabschnitt A4 von einer Gesamtbauzeit von rd. 2-2,5 Jahren ausgegangen. Mit der Fertigstellung und Inbetriebnahme von Suedlink wird Ende 2028 gerechnet.

3 Quellenverzeichnis

3.1 Gesetze, Richtlinien, Urteile und Verordnungen

26. BImSchV Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV).

AVV BAULÄRM Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – Vom 19. August 1970.

BBodG Bundesbodenschutzgesetz vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2543; 2014 I S. 148, 271), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1325) geändert worden ist. <https://www.gesetze-im-internet.de/bodg/>

BfN (Hrsg.) (1998): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000 – BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und der Vogelschutz-Richtlinie. Bundesamt für Naturschutz (BfN).

BNatSchG Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1362) geändert worden ist. https://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg_2009/

EnWG Energiewirtschaftsgesetz (Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung) Artikel 1 des Gesetzes vom 07.07.2005 (BGBl. I S. 1970, ber. S. 3621), in Kraft getreten am 13.07.2005 zuletzt geändert durch Gesetz vom 20.07.2022 (BGBl. I S. 1325) m.W.v. 29.07.2022 Stand: 01.08.2022 aufgrund Gesetzes vom 05.07.2021 (BGBl. I S. 3338). https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/

FStrG Bundesfernstraßengesetz In der Fassung der Bekanntmachung vom 28.06.2007 (BGBl. I S. 1206) zuletzt geändert durch Gesetz vom 19.06.2022 (BGBl. I S. 922) m.W.v. 23.06.2022. <https://www.gesetze-im-internet.de/fstrg/>

KrWG Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 20 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist. <https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/>

NABEG Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1690), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1325) geändert worden ist. <https://www.gesetze-im-internet.de/nabeg/>

SKR Richtlinien für Stromleitungskreuzungen = DB: Ril 878. (2016). <https://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/netzbetrieb-sicherheit/netzplanung/hinweis-stromleitungskreuzungen>

WHG Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1237) geändert worden ist. https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/