

[illegible]

SuedLink

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

Vorhabenträger:



Ersteller:



ARGE Arcadis | BERNARD GbR
c/o Arcadis Germany GmbH
Europaplatz 3 | 64293 Darmstadt
Deutschland

DokumentenzahlNr.: A100-AGA-007005-MA-DE

Planfeststellung

Planfeststellungsabschnitt B2 von km 0+000 bis 66+254

Unterlagen nach § 21 NABEG

Planänderung II

Teil C01 Technik und Trassierung

00	25.09.2023	Unterlage nach § 21 NABEG	ZwePhi	TafTin	ColDen
01	30.08.2024	Deckblattverfahren II	GalPau	MauChr	MauChr
02	24.10.2025	Planänderung II	NolBHe	MauChr	KleBen
Vers.	Datum	Ausgabe	Erstellt	Geprüft	Freigegeben

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	3
Anhang- und Anlagenverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	8
1.1 SuedLink	8
1.2 Einordnung der Unterlage	8
1.3 Inhalt und Zweck des Dokuments	8
2 Allgemeine Projektbeschreibung	9
2.1 Technische Angaben zum Vorhaben	9
2.1.1 Grundlagen	9
2.1.2 Technische Beschreibung der Anlagenteile	19
2.1.3 Angaben zum Bau der Leitungen	31
2.1.4 Logistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr	34
2.1.5 Arbeits- und Bauablauf	35
2.1.6 Parallelführungen und Kreuzungen	46
2.1.7 Schutzstreifen	55
2.1.8 Betrieb und Instandhaltung	58
2.1.9 Angaben zur Stilllegung bzw. zum Rückbau der Anlage	59
2.2 Trassierungstechnische Beschreibung	59
2.2.1 Trassenbeschreibung (Abschnittsspezifisch)	59
2.2.2 Nebenanlagen (Abschnittsspezifisch)	64
2.2.3 Nebenbauwerke (Abschnittsspezifisch)	65
2.2.4 Bauweisen (Abschnittsspezifisch)	66
2.2.5 Kreuzungen (Abschnittsspezifisch)	72
2.2.6 Parallelführungen (Abschnittsspezifisch)	75
2.2.7 Sonderbauwerke (Abschnittsspezifisch)	76
2.2.8 Bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Logistikkonzept	77
2.2.9 Bauablauf im Planfeststellungsabschnitt (Abschnittsspezifisch)	84
3 Quellenverzeichnis	87
3.1 Gesetze, Richtlinien, Urteile und Verordnungen	87

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Position der Linkboxen im PFA B2.....	65
Tabelle 2:	Geplante Bauweisen im PFA B2.....	67
Tabelle 3:	Bauphasen bei der Erdkabelverlegung	84

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schlussbericht Windenergieanlagen für Ferngasleitungen.....	16
Abbildung 2:	Kabelaufbau NKT-525 kV HGÜ-Kabel	21
Abbildung 3:	Kabelaufbau Prysmian HGÜ-Kabel.....	22
Abbildung 4:	Schematische Darstellung der Kabelverbindungen (Muffen).....	24
Abbildung 5:	Beispielhafte Darstellung eines Muffencontainers zur Herstellung des Kabelverbindungssystems	24
Abbildung 6:	Schnitt Baugrube zur Herstellung des Kabelverbindungssystems (Prinzipskizze)	24
Abbildung 7:	Muffen (Pfeilmarkierung) vor Wiederverfüllung des Leitungsgrabens	25
Abbildung 8:	Grabenquerschnitt mit Anordnung der Erdseile	25
Abbildung 9:	Linkbox (oberirdisch) (prinzipielle Ausbildung)	26
Abbildung 10:	Linkbox (unterirdisch) (prinzipielle Ausbildung)	26
Abbildung 11:	Beispiel einer doppelten Kabelabschnittsstation	29
Abbildung 12:	Beispiel einer einfachen Kabelabschnittsstation	29
Abbildung 13:	Schematische Darstellung einer Konverterstation mit zwei Konverterhallen (Aufbau entspricht einem Kabelsystem).....	30
Abbildung 14:	Prinzipdarstellung Muffengrube für ein Kabelsystem während der Bauzeit)	32
Abbildung 15:	Grabenprofil Normalstrecke, erdverlegt	39
Abbildung 16:	Grabenprofil Stammstrecke, erdverlegt.....	39
Abbildung 17:	Prinzipdarstellung flächenmäßige Ausweisung des Schutzstreifens	57
Abbildung 18:	Regelquerschnitt Zuwegung Schwerlastverkehr Kabeltransport	78
Abbildung 19:	Regelquerschnitt Zuwegung Baustellenverkehr	79
Abbildung 20:	Neu- und Ausbau temporärer Zufahrten vom vorhandenen Wegenetz (z.B. A-B2-20-002-V0, km 58+200).....	79
Abbildung 21:	Temporäre Erweiterung bestehender Verkehrsflächen (z.B. A-B2-19-004-V0, km 52+700 Einmündung K 122)	80
Abbildung 22:	Neubau von temporären Zuwegungen (z.B. A-B2-18-006-V0, km 33+500)	81
Abbildung 23:	Temporäre Wendestellen für Schwerlasttransport (z.B. A-B2-17-004-V0, km 19+200)	82
Abbildung 24:	Temporäre Umfahrungen von Muffen an Abspulstandorten im Baufeld (z.B. A-B2-16-002-V2, km 5+600).....	83

Abbildung 25: Temporäre Abspulstandort mit einem Wendemanöver für Kabeltransporte (z.B. A-B2-16-001-V0, km 0+700).....	84
---	----

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
AVV Baulärm	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BE-Fläche	Baustelleneinrichtungsfläche
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
ca.	circa
CEF-Maßnahme	vorgezogene Ausgleichsmaßnahme (engl. continuous ecological functionality-measures)
d	Durchmesser
d _A	Rohr-Außendurchmesser
DB	Deutsche Bahn
DC	Gleichstrom (engl. direct current)
DCA	Drilling Contractors Association
d. h.	das heißt
DigiNetzG	Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	Nennweite (franz. diamètre nominal)
DPH	dynamic probe heavy (Rammsondierung)
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
et al.	und andere (lat. et alii)
etc.	et cetera
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FStrG	Bundesfernstraßengesetz
gem.	gemäß
ggf.	gegebenenfalls
GW	Gigawatt (1.000.000.000 W), Einheit der elektrischen Leistung
HDD	Horizontalspülbohrverfahren (engl. horizontal directional drilling)
HDPE	High-density polyethylene (Hochfestes Polyethylen)
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
h _{min}	Überdeckungshöhe (mindestens)

Abkürzung	Erläuterung
KAS	Kabelabschnittsstation
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KSR	Kabelschutzrohr
kV	Kilovolt (1.000 V)
LBO	Landesbauordnung
LKW	Lastkraftwagen
LSG	Landschaftsschutzgebiet
LWL	Lichtwellenleiter
LWL-ZS	Lichtwellenleiter Zwischenstation
m	Meter
m ²	Quadratmeter
MHW	mittleres Hochwasser
mm	Millimeter
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
Natura 2000	Natura 2000 ist der Name für ein europaweites Netz von nach EU-Recht geschützten besonderen Schutzgebieten. Natura 2000 umfasst die Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung nach der FFH-Richtlinie sowie die Schutzgebiete nach der Vogelschutzrichtlinie.
Nr.	Nummer
NSG	Naturschutzgebiet
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
o.ä.	oder ähnlich
OK	Oberkante
PFA	Planfeststellungsabschnitt
PN	Pressure Nominal (Nenndruck)
RIL	Richtlinie
SiGeKo	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator
SKR	Stromleitungskreuzungsrichtlinie
SL	SuedLink
SOL	SuedOstLink
SPT	Standardpenetrationstests
SSG	Strom- und schifffahrtspolizeiliche Genehmigung
SWS	Südwestdeutsche Salzwerte AG
t	Tonnen
TBM	Tunnelbohrmaschine
TÖB's	Träger öffentlicher Belange
TransnetBW	TransnetBW GmbH
TRGL	Technische Regeln für Gashochdruckleitungen
u.a.	unter anderem
UK	Unterkante

Abkürzung	Erläuterung
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
vgl.	vergleiche
VzG	Verzeichnis zulässiger Geschwindigkeiten
WEA	Windenergieanlage
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
XLPE	Cross Linked Polyethylen
z.B.	zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 SuedLink

SuedLink ist ein Netzausbauprojekt des Stromübertragungsnetzes, das als Erdkabelverbindung geplant wird. SuedLink besteht aus je einer Verbindung zwischen Brunsbüttel in Schleswig-Holstein und Großgartach in Baden-Württemberg (diese Verbindung wird in der Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) als „Vorhaben Nr. 3“ geführt) sowie zwischen Wilster in Schleswig-Holstein und Bergheimfeld/West in Bayern (diese Verbindung wird in der Anlage zum BBPlG als „Vorhaben Nr. 4“ geführt). Rechtlich handelt es sich um zwei eigenständige Vorhaben, für die jeweils eigene Anträge auf Planfeststellungsbeschluss gestellt wurden. Die Planfeststellungsverfahren werden für die beiden genannten Vorhaben im Bereich der Stammstrecke verfahrensrechtlich verbunden. SuedLink ist in 15 Planfeststellungsabschnitte unterteilt. Die gegenständliche Unterlage ist Bestandteil der Unterlagen gem. § 21 NABEG zum Planfeststellungsabschnitt B2. 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 – Technik und Trassierung“ ist Bestandteil der Unterlagen für die Einreichung des Plans und der Unterlagen nach § 21 NABEG für SuedLink im Planfeststellungsabschnitt B2.

1.3 Inhalt und Zweck des Dokuments

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

2 Allgemeine Projektbeschreibung

2.1 Technische Angaben zum Vorhaben

2.1.1 Grundlagen

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

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

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

2.1.1.1 Technische Regelwerke und Richtlinien

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

2.1.1.2 Trassierungsgrundsätze

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

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

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

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

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

Einige dieser Trassierungsgrundsätze werden im Folgenden näher beschrieben.

2.1.1.2.1 Kurzer gestreckter Verlauf

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

2.1.1.2.2 Bautechnisch sichere Trassenführung

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

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

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

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

Georisiken

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

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

- Mögliche Rutschhänge und instabile Böschungen sind identifiziert und deren Risikopotenzial festgelegt.
- Karstgebiete (Dolinen, Erdfälle, flächige Setzungen) sind detailliert eingegrenzt. Karst im Gesamtprojektgebiet kann sowohl als Kalk- wie auch Sulfatkarst vorliegen.
- Seitenhanglagen sind zur Risikominimierung von potenziellen Hangrutschungen sowie Vermeidung von aufwändigeren Tiefbau-/Sicherungs- und Wiederherstellungsarbeiten, sowie erweiterten Arbeitsstreifen vermieden bzw. auf ein Minimum beschränkt. Grundsätzlich wird angestrebt, Gefälle in Falllinie zu überwinden.
- Böden mit geringer Tragfähigkeit bedürfen mitunter aufwändiger Baustreifen 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 Sonderkulturlflächen

2.1.1.2.4 Bündelung mit bestehenden Infrastrukturen

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

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

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

2.1.1.2.5 Mindestradien

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

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

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

2.1.1.2.6 Richtungsänderungen und Kabeleinzugskräfte

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

2.1.1.3 Bautechnische trassenbestimmende Vorgaben

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

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

2.1.1.3.1 Abstände der HGÜ-Kabel bei offener Bauweise

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

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

2.1.1.3.2 Abstände der HGÜ-Kabel bei geschlossenen Bauweisen

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

2.1.1.3.3 Zwangspunkte durch Nebenanlagen, Neben- und Sonderbauwerke

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

- 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 aufzufahrenen 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 Konverterstation, Elbquerung sowie 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 „Regional-flughafen“)
- 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 / Gebäude

Mindestabstände

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

Empfohlene Abstände

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

2.1.1.5.2 Natura 2000

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

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

2.1.1.5.3 Wald

Mindestabstände

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

Bei Bündelungen mit Bundesfernstraßen sind bezüglich des Abstands zu angrenzenden Waldflächen / Gehölzen die Regelungen nach Bundesfernstraßengesetz zu beachten. Nach § 10 des Bundesfernstraßengesetz (FStrG) können angrenzende Waldungen und Gehölze in einer Breite von bis zu 40 m, gemessen vom befestigten

Fahrbahnrand, als Schutzwaldung erklärt werden. Gebündelte Trassierung mit Abschnitten dieser Art sind mit der zuständigen Behörde abgestimmt.

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

Empfohlene Abstände

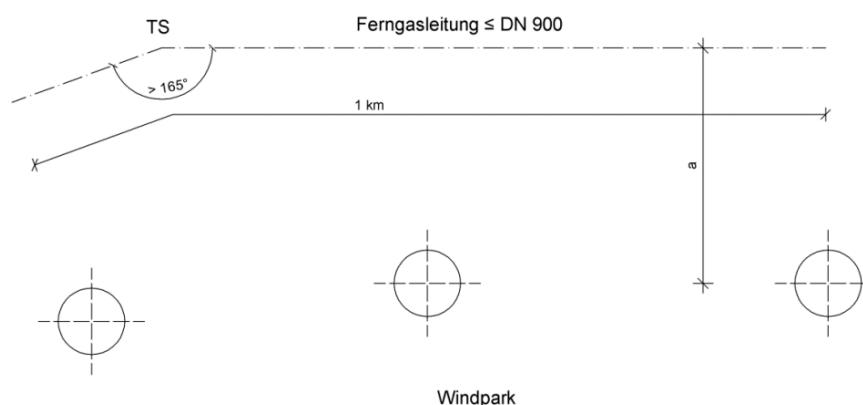
Um Beeinträchtigungen von schützenswerten Bereichen möglichst gering zu halten und rechtliche Konflikte zu minimieren, werden frühzeitig mögliche artenschutzrechtliche Konflikte in Bereichen mit Waldflächen geprüft. Dafür werden die Stördistanzen waldbewohnender Arten (z.B. Schwarzstorch) als Herleitung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

2.1.1.5.4 Windenergieanlagen

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

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

Skizze zur Erläuterung:



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

77919

Abbildung 1: Schlussbericht Windenergieanlagen für Ferngasleitungen¹

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.

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

2.1.1.6.2 Agrarstrukturen

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

2.1.1.6.3 Flurneuordnung

Im Hinblick auf Agrarstrukturen und 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. BBPIG haben zusammen eine Übertragungskapazität von insgesamt 4 Gigawatt (GW). Hierfür sind bei den 525-kV-Kabeln für jedes Vorhaben zwei Kabel mit jeweils einem Plus- und einem Minuspol erforderlich. Zur Isolation des Leiters, der den Strom überträgt, kommt eine Kunststoffisolierung zum Einsatz.

Zur Umwandlung des Wechselstroms in Gleichstrom und nach der Übertragung zurück in Wechselstrom werden Konverterstationen eingesetzt (siehe Kapitel 2.1.2.10).

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

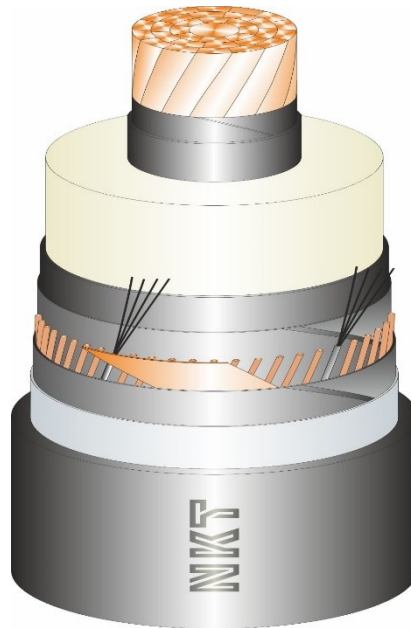


Abbildung 2: Kabelaufbau NKT-525 kV HGÜ-Kabel²

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

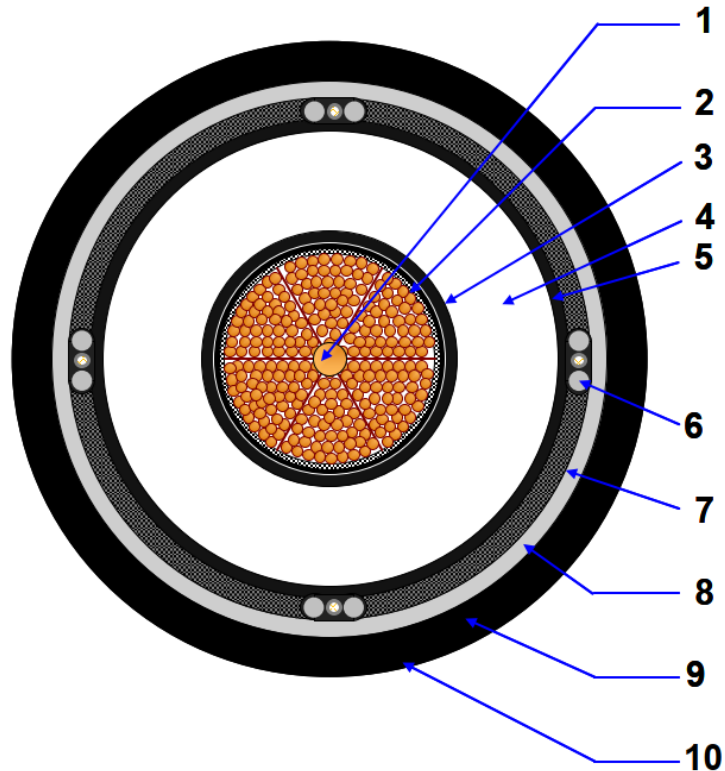


Abbildung 3: Kabelaufbau Prysmian HGÜ-Kabel³

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.

2.1.2.2 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 2.1.2.5 „Linkboxen“ sowie 2.1.2.7 „Betriebsnotwendige Lichtwellenleiter (LWL), LWL-Zwischenstationen“ 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 2.1.2.7 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.

2.1.2.3 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.

2.1.2.4 Kabelverbindungen (Muffen)

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



Abbildung 4: Schematische Darstellung der Kabelverbindungen (Muffen)⁴

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



Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung eines Muffencontainers zur Herstellung des Kabelverbindingssystems⁵

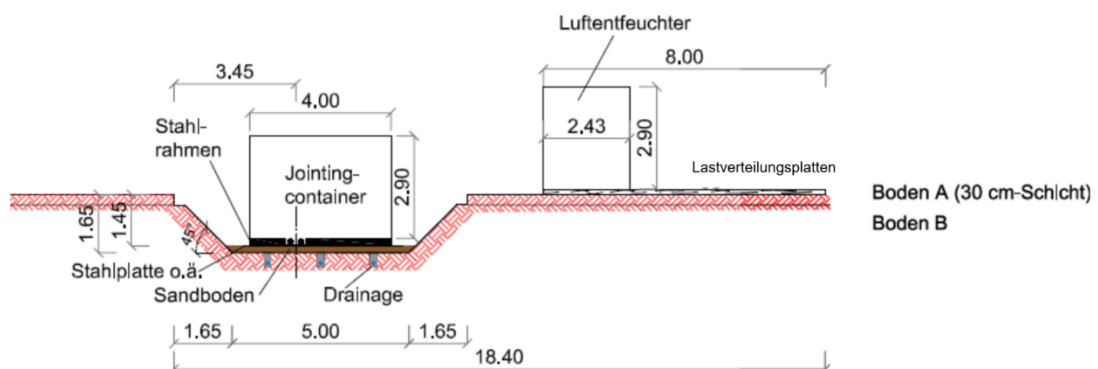


Abbildung 6: Schnitt Baugrube zur Herstellung des Kabelverbindingssystems (Prinzipskizze)⁶

⁴ Quelle: Eigene Abbildung

⁵ Quelle: Prysmian

⁶ Quelle: Eigene Abbildung



Abbildung 7: Muffen (Pfeilmarkierung) vor Wiederverfüllung des Leitungsgrabens⁷

2.1.2.5 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.

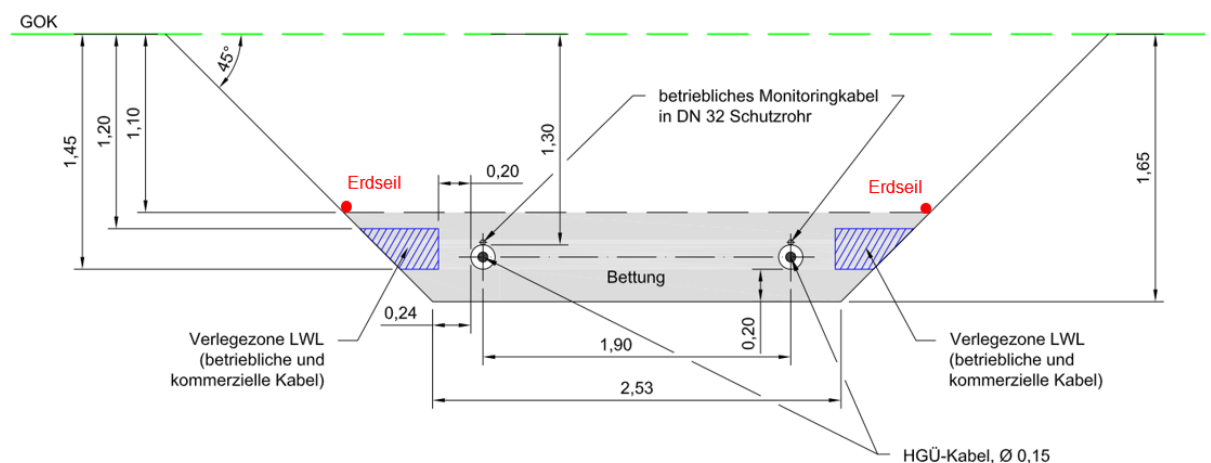


Abbildung 8 Grabenquerschnitt mit Anordnung der Erdseile⁸

2.1.2.6 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

⁷ Quelle: Eigene Abbildung

⁸ Quelle: Eigene Abbildung

wurde neben den betrieblichen und planungsrechtlichen Erfordernissen sofern möglich auch der Reduzierung der eventuellen landwirtschaftlichen Beeinträchtigung Sorge getragen. Die Linkboxen weisen eine Flächeninanspruchnahme von wenigen Quadratmetern auf. Es ist vorgesehen diese, sofern möglich, an vorhandenen Straßen und Wegen oder als Schacht in zu querenden Feld- oder Radwegen zu platzieren. Zum Schutz der Linkboxen werden rund um die Boxen gegebenenfalls Poller angebracht.

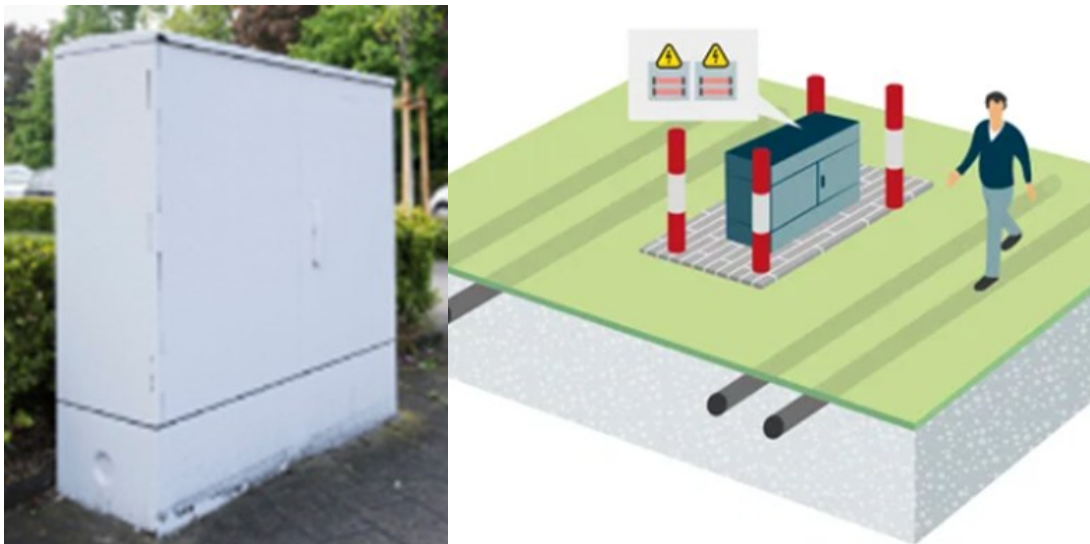


Abbildung 9: Linkbox (oberirdisch)⁹ (prinzipielle Ausbildung)

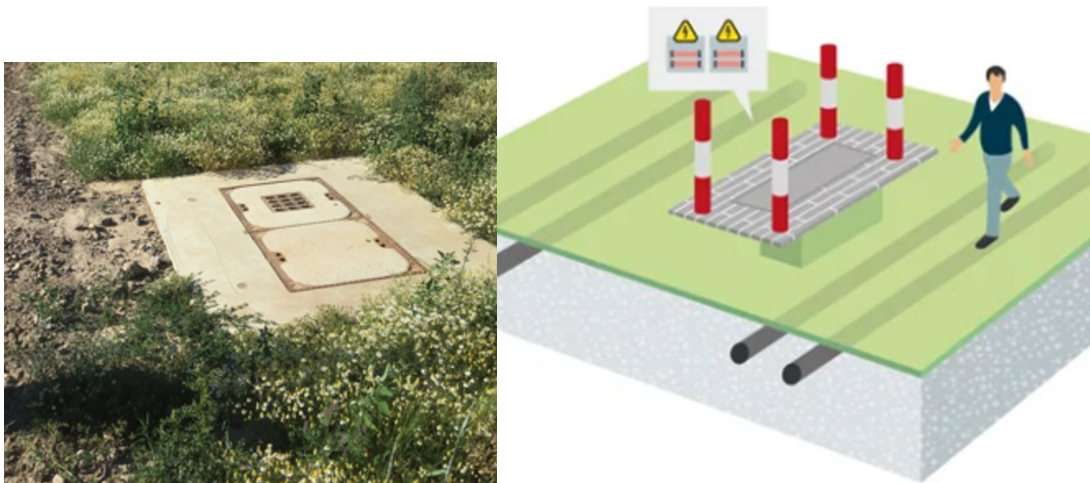


Abbildung 10: Linkbox (unterirdisch)¹⁰ (prinzipielle Ausbildung)

2.1.2.7 Betriebsnotwendige Lichtwellenleiter (LWL), LWL-Zwischenstationen

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

⁹ **Quelle:** Eigene Abbildung

¹⁰ **Quelle:** Eigene Abbildung

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

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

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

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

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

2.1.2.8 Kommerzielle LWL (Lichtwellenleiter)

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

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

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

2.1.2.9 Kabelabschnittsstationen (KAS)

Zur Unterstützung der Kabelfehlerortung sind Kabelabschnittsstationen notwendig.

Funktion, Größe und Anzahl

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

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

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

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

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

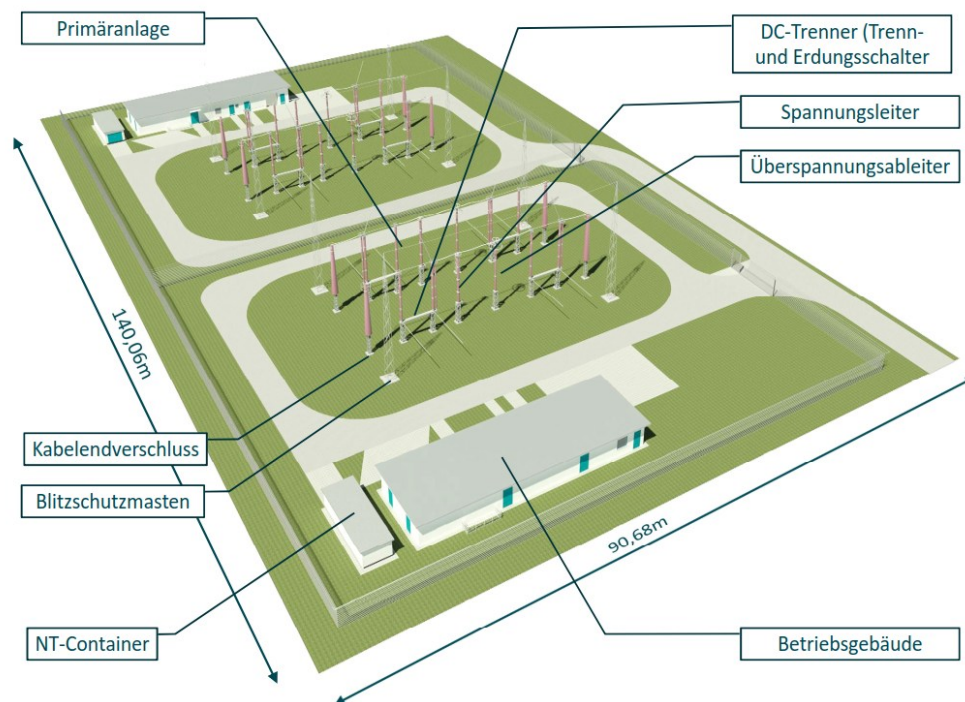


Abbildung 11: Beispiel einer doppelten Kabelabschnittsstation¹¹

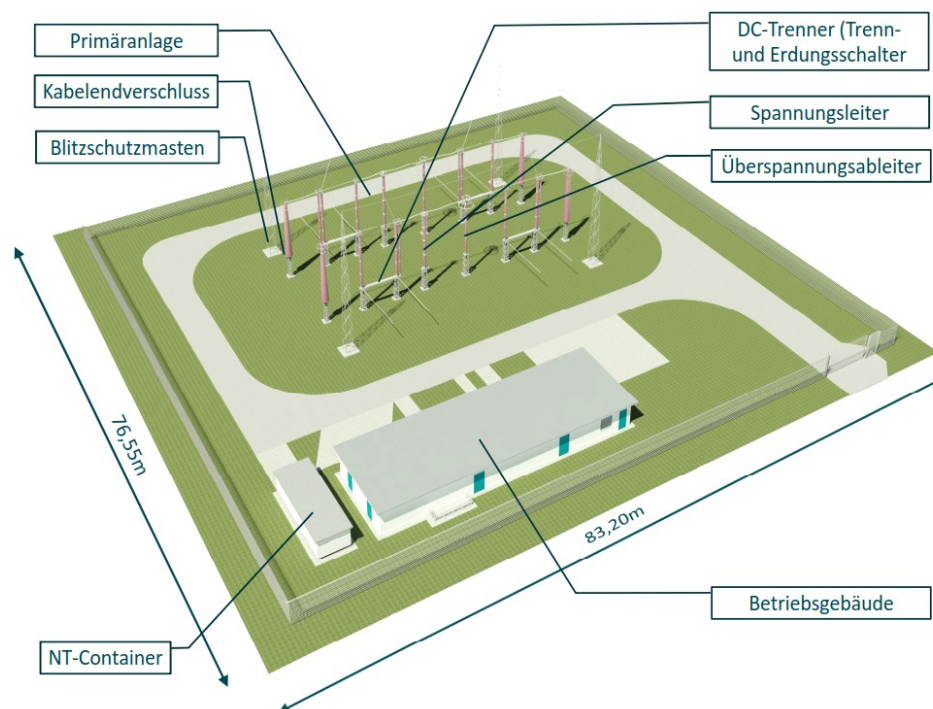


Abbildung 12: Beispiel einer einfachen Kabelabschnittsstation¹²

¹¹ **Quelle:** Eigene Abbildung

¹² **Quelle:** Eigene Abbildung

2.1.2.10 Konverterstationen und Anbindungsleitungen

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

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

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

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

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

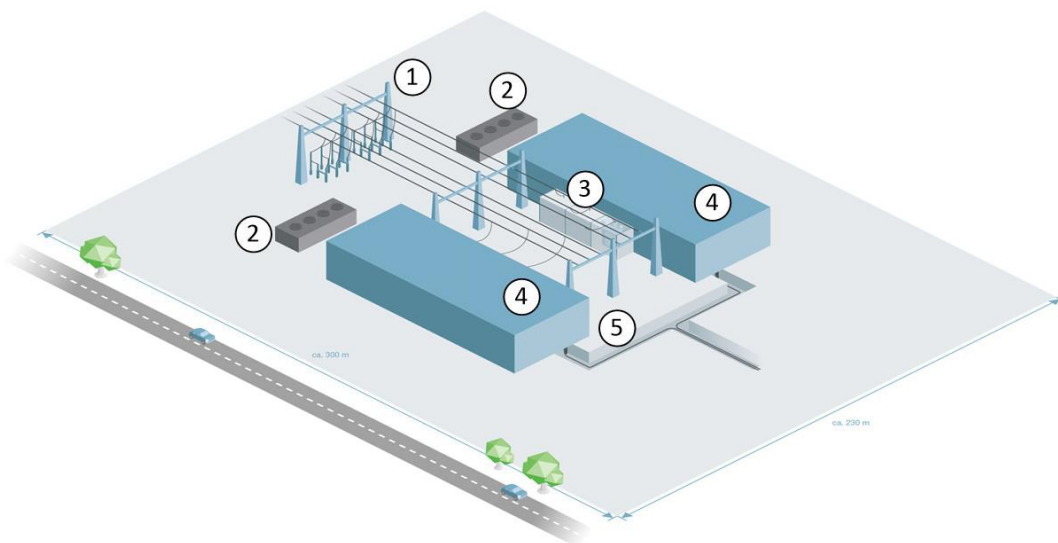


Abbildung 13: Schematische Darstellung einer Konverterstation mit zwei Konverterhallen (Aufbau entspricht einem Kabelsystem)¹³

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

¹³ Quelle: Eigene Abbildung

5. Gleichstromseite, weiter über DC-Erdkabel

2.1.2.11 Trassenkennzeichnung

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

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

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

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

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

2.1.3 Angaben zum Bau der Leitungen

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

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

2.1.3.1 Regelarbeitsstreifen

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

- Normalstrecke (1 Graben): ca. 30 – 35 m
- Stammstrecke (2 Gräben): ca. 40 – 45 m

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

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

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

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

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

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

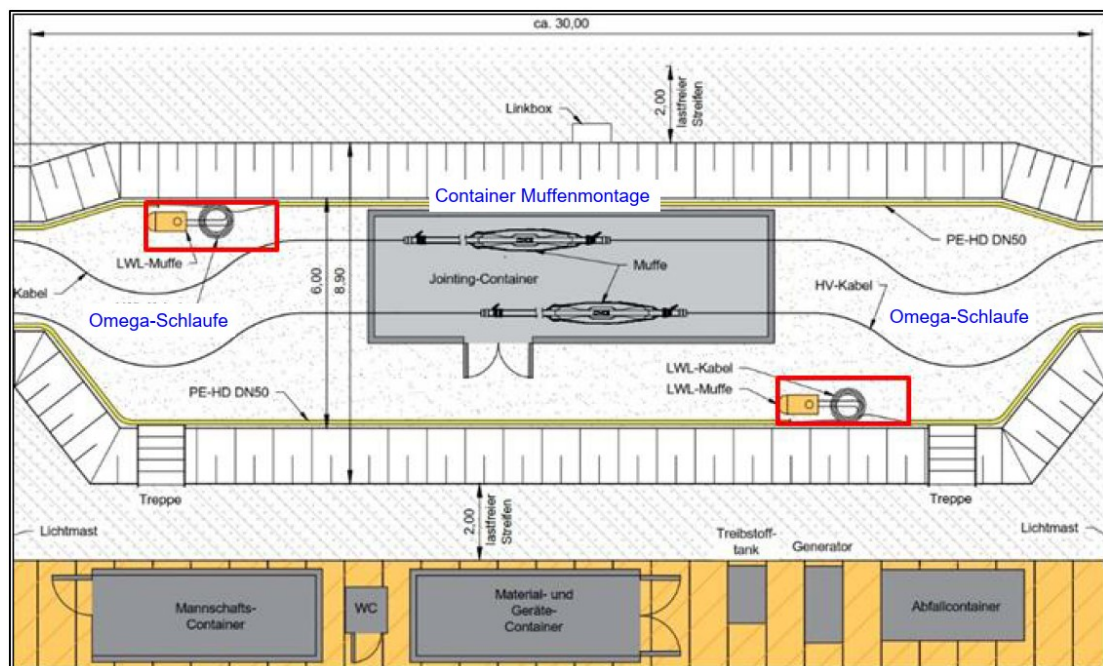


Abbildung 14 Prinzipdarstellung Muffengrube für ein Kabelsystem während der Bauzeit)¹⁴

Details dazu sind in Kapitel 2.1.2.4 näher beschrieben.

Details zum Regelarbeitsstreifen, u.a. einen eingeschränkten Arbeitsstreifen sowie einem Arbeitsstreifen mit Ausweichstellen sind in Teil C02 „Prinzipzeichnungen Kabelanlage“ aufgeführt.

¹⁴ Quelle: Abbildung NKT

2.1.3.1.1 Einengung des Arbeitsstreifens

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

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

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

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

2.1.3.2 Verlegetiefen

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

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

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

2.1.3.3 Ausbildung der Leitungszone, Bettungsmaterial

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

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

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

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

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

2.1.3.3.1 Mechanische Anforderungen an das Bettungsmaterial

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

2.1.3.3.2 Thermische Anforderungen an das Bettungsmaterial

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

Die Ergebnisse der Untersuchungen der Bodenwärmeleitfähigkeit werden dazu herangezogen,

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

2.1.4 **Logistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr**

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

Um eine Verschmutzung des Straßennetzes durch den Baustellenverkehr weitgehend zu vermeiden, können je nach Dauer und Anwendbarkeit und im notwendigen

Umfang Maßnahmen wie beispielsweise mobile Reifenwaschanlagen oder regelmäßige Reinigung der betroffenen Abschnitte berücksichtigt werden.

2.1.5 Arbeits- und Bauablauf

In diesem Kapitel wird der Arbeits- und Bauablauf beschrieben. Beginnend mit den vorbereitenden Maßnahmen im Vorfeld des Bauvorhabens, über die verschiedenen Bauweisen, der Verlegung des Kabels, der Rekultivierung sowie dem schlussendlich Ersten Energiefluss in 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 B2 können dem Teil L10 „Abwägungsrelevante sonstige öffentliche und private Belange“ (Kapitel 5) entnommen werden.

2.1.5.1.2 Bauvorgreifende und baubegleitende archäologische Maßnahmen

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

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

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

Um den Bodenschutz bei archäologischen Bodeneingriffen zu gewährleisten, ist zudem immer vorab als Teil der ökologischen Baubegleitung die 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 Erüchtigungsmaßnahmen werden dadurch gemindert. Dies ist der Fall im Bereich von nicht hinreichend ausgebauten Straßen und Wegen in Baustellennähe, bzw. der anschließenden Zuwegungen zur Trasse.

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

2.1.5.1.5 Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen)

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

Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen) lassen sich definieren als Maßnahmen, die unmittelbar an der voraussichtlich betroffenen Fortpflanzungs- oder

Ruhestätte ansetzen bzw. mit dieser räumlich-funktional verbunden sind und zeitlich so durchgeführt werden, dass sich die ökologische Funktion der von einem Eingriff betroffenen Fortpflanzungs- oder Ruhestätte nachweisbar oder mit einer hohen, objektiv belegbaren Wahrscheinlichkeit nicht gegenüber dem Voreingriffszustand verschlechtert.

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

2.1.5.1.6 Vorgezogene artenschutzfachliche Maßnahmen (vor Baubeginn)

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

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

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

2.1.5.1.7 Altlasten/Abfallentsorgung

Altlasten (Bauvorbereitend):

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

Abfallentsorgung (Baubegleitend):

Abfälle werden in erster Linie vermieden. 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, vgl. § 7 Abs. 2 Satz 2 KrWG. Der Vorrang der Verwertung entfällt, wenn die Beseitigung die umweltverträglichere Lösung darstellt.

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

2.1.5.1.8 Kartierungs- und Vermessungsarbeiten

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

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

Vermessungsarbeiten

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

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

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

2.1.5.1.9 Baugrund

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

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

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

2.1.5.2 Kabelgraben

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

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

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.

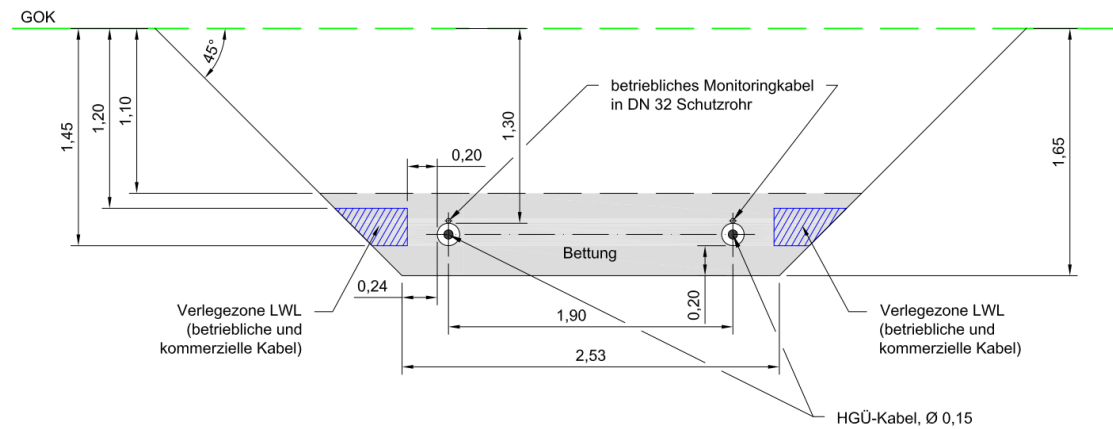


Abbildung 15: Grabenprofil Normalstrecke, erdverlegt¹⁵

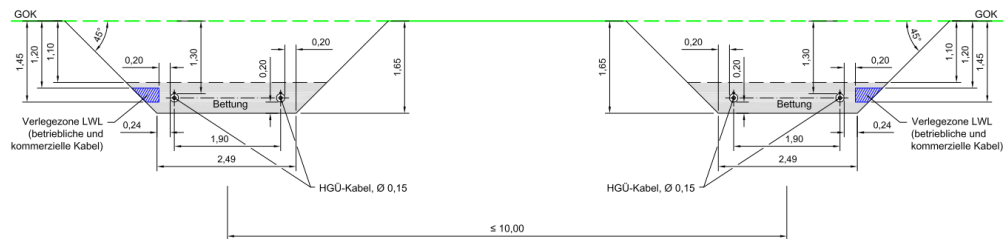


Abbildung 16: Grabenprofil Stammstrecke, erdverlegt¹⁶

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.

¹⁵ **Quelle:** Eigene Abbildung

¹⁶ **Quelle:** Eigene Abbildung

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

Der Regelbauablauf inklusive Voruntersuchungen ist unter Kapitel 2.2.9.1 tabellarisch beschrieben.

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

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

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

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

2.1.5.3 Offene Bauweise

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

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

Offener Graben mit Schutzrohr:

Die Verlegung im offenen Graben ohne Schutzrohr stellt eine Standardbauweise bei SuedLink dar. Für die Verlegung eines Erdkabels als offene Bauweise mit Kabelschutzrohr muss zunächst, wie beschrieben, ein Kabelgraben ausgehoben werden

(siehe Kapitel 2.1.5.2 Kabelgraben). Danach werden Kabelschutzrohre in den Graben gelegt, ehe dieser wieder verfüllt werden kann. Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode besteht darin, dass die Kabel zeitlich flexibel, zu einem späteren Zeitpunkt eingezogen werden können.

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 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. Regelbauweise mitunter vorzuziehen. Beispielfhaft 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.

Pilotrohrvortriebsverfahren

Beim Pilotrohrvortrieb, einem unbemannten gesteuerten Rohrvortriebsverfahren, wird ein Rohr aus einer Startbaugrube in eine Zielbaugrube hydraulisch oder pneumatisch vorgepresst. In der Startgrube, welche üblicherweise eine Größe von 50 – 150 m² aufweist, wird eine Pressbohranlage installiert und an den Grubenwänden durch ein Presswiderlager abgestützt wird. Zunächst wird ein Pilotrohrstrang gesteuert vorgetrieben. Im nächsten Arbeitsschritt wird ein Rohr (Vorrohr) gleichen oder größeren Durchmessers, welches dem Pilotstrang exakt folgt eingezogen. Über innenliegende Förderschnecken wird der dabei gewonnene Boden zum Startschacht transportiert. Nachfolgend werden die endgültigen Mantelrohre nachgeschoben und die Vorrohre aus der Zielgrube geborgen.

Eine weitergehende Beschreibung des Pilotvortriebsverfahren ist dem „Steckbrief 2.3 Steuerbare Verfahren_Pilotrohrvortrieb“ in Anhang 1 zu entnehmen.

Mikrotunnel

Wie auch das HDD-Verfahren, gehört der Mikrotunnelbau zu den steuerbaren Vortriebsverfahren. Beim Mikrotunneling werden von der Startgrube aus einzelne Mantelrohre, an deren Kopf sich eine Tunnelbohrmaschine (TBM) befindet, durch den Baugrund vorgeschoben. Die Tunnelbohrmaschine baut an der Ortsbrust den anstehenden Boden ab und dieser wird durch Förderleitungen im Mantelrohr zur Startbaugrube transportiert. Die Stützung der Ortsbrust erfolgt entweder mechanisch und / oder flüssigkeits- bzw. erddruckgestützt. Der Rohrvorschub des Mantelrohres erfolgt immer rohrschussweise.

Eine weiterführende Beschreibung des Mikrotunnelverfahrens ist dem „Steckbrief 2.4 Steuerbare Verfahren_Mikrotunnelbau“ in Anhang 1 zu entnehmen.

Nichtsteuerbare Verfahren:

Bei den nichtsteuerbaren Verfahren handelt es sich um eine Verfahrensgruppe der unbemannten Rohrvortriebsverfahren. Hierbei wird ein Bohrkopf über eine Pressvorrichtung aus dem Startschacht heraus in den Boden getrieben. Der Bohrkopf wird auf den Baugrund und den Grundwasserverhältnissen abgestimmt.

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. Lastverteilerplatten 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 Wärmeanleitung
- erhöhte Reibungswiderstände beim Einzug (bei hohen Einzugskräften ggf. Einsatz kürzere 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 Wechselladungsprüfung 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 Steuercabine, einem Frequenzumrichter sowie einer Resonanzdrossel. Die Anzahl der benötigten Resonanzprüfanlagen hängt maßgeblich von der Prüfspannung (260 kV) sowie der zu prüfenden Kabellänge ab. Je höher die Prüfspannung und je größer die Prüflingskapazität, desto mehr Resonanzprüfanlagen müssen parallel betrieben werden. Dadurch variiert der Platzbedarf für diesen Teil des Prüfaufbaus sehr stark. Typischerweise werden für lange Testabschnitte insgesamt bis zu 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 Isoliersystem benötigt deutlich weniger Fläche als die Wechselspannungsprüfung.

2.1.5.10 Erster Energiefluss in der Leitung

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

2.1.6 Parallelführungen und Kreuzungen

2.1.6.1 Parallelführungen

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

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

2.1.6.1.1 Parallelführungen mit Freileitungen

Bei Parallelführungen mit Freileitungen wird der Schutzstreifen der Kabelanlage sowie auch der Arbeitsstreifen während der Bauphase außerhalb des Schutzstreifens der oberirdischen Fremdleitung gelegt, da in der Regel keine Bauarbeiten in deren Schutzstreifen gestattet sind. Weitere 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 Teil C02 „Prinzip Kabelanlage“ zu entnehmen.

2.1.6.1.2 Parallelführungen mit erdverlegten Leitungen

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1.6.1.3 Parallelführungen mit Bahnstrecken

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

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

2.1.6.1.4 Parallelführungen mit Straßen

Klassifizierte Straßen:

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

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

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

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

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

Sinngemäß gelten diese Vorgaben auch für andere klassifizierte Straßen.

Nicht Klassifizierte Straßen, Wege:

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

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

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

2.1.6.1.5 Parallelführungen mit Gewässern

Bundeswasserstraßen:

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

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

Andere Gewässer:

Auch bei Gewässern 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. BBPIG mit eingebaut. Bei offenen Querungen von Kleingewässern und Verkehrswegen, die nur kurz unterbrochen werden dürfen, werden ebenfalls Kabelschutzrohre vorgesehen. Die Kabelschutzrohre enden jeweils auf dem Niveau der Grabensohle der daran anschließenden offenen Bauweise.

Folgende Vorgaben werden bei der Kabelschutzrohr-Verlegung berücksichtigt:

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

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

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

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

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

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

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

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

Alle Kreuzungen im Planfeststellungsabschnitt B2 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) 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) 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 Kabelschutzrohrs darf bei Kunststoffrohren DN 200 (bei Kunststoffrohren: D_a 225 mm) betragen. Dies gilt sowohl für elektrifizierte als auch für nicht elektrifizierte Bahnstrecken. Für die Anlagen der Bahn sind die ideellen Böschungslinien zu berücksichtigen sowohl bei Parallelverlegung als auch bei Kreuzungen. Die entsprechenden Vorgaben der Bahn (z.B. SKR 2016) wurden in der Planung berücksichtigt.

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

2.1.6.2.4 Kreuzungen mit Gewässern

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

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

Bei kleineren Gewässerkreuzungen besteht ebenfalls die Möglichkeit der offenen Querung. Ob diese Gewässer offen oder geschlossen gequert 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 in

Teil C02 „Prinzipzeichnungen Kabelanlage“ sowie Teil C07 „Sonderpläne“ zu entnehmen.

Bundeswasserstraßen

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

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

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

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

Zu den zuvor 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/gepilter Gewässersohle eingehalten:

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

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

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

Fließgewässer

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

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

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

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

Stillgewässer

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

Deiche und Hochwasserschutzanlagen

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

2.1.6.2.5 Kreuzungen mit Drainagen

Bei Drainagesystemen wird unterschieden zwischen:

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

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

Anhand der evaluierten Bestandsdaten wurden technische Konzepte entwickelt, die 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 Lagehergerichtet.

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. 5 m im Wald zur Achse der LWL-Kabel (z.B. im Bereich der geschlossenen Bauweisen). Werden die betriebsnotwendigen LWL-Kabel zu einer seitlich der Kabeltrasse angeordneten LWL-Zwischenstation geführt, so erhalten sie einen Schutzstreifen mit einer Breite von 3 m beidseitig der LWL-Kabelachse.

Im Bereich der Muffenstandorte der HGÜ-Kabel werden die LWL-Kabel zum Zwecke des Verlegens (Einblasen) und Verbindens (LWL-Muffe) an den Rändern der Trasse verlegt und benötigen dort ebenfalls einen 3 m breiten Schutzstreifen zur Achse der LWL-Kabel. Im Betrieb unterliegen die beidseitig, redundant verlegten LWL-Kabel 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 B2 kann dem Rechtserwerbsplan in der PFU Teil D „Rechtserwerbsverzeichnis und Rechtserwerbsplan“ entnommen werden.

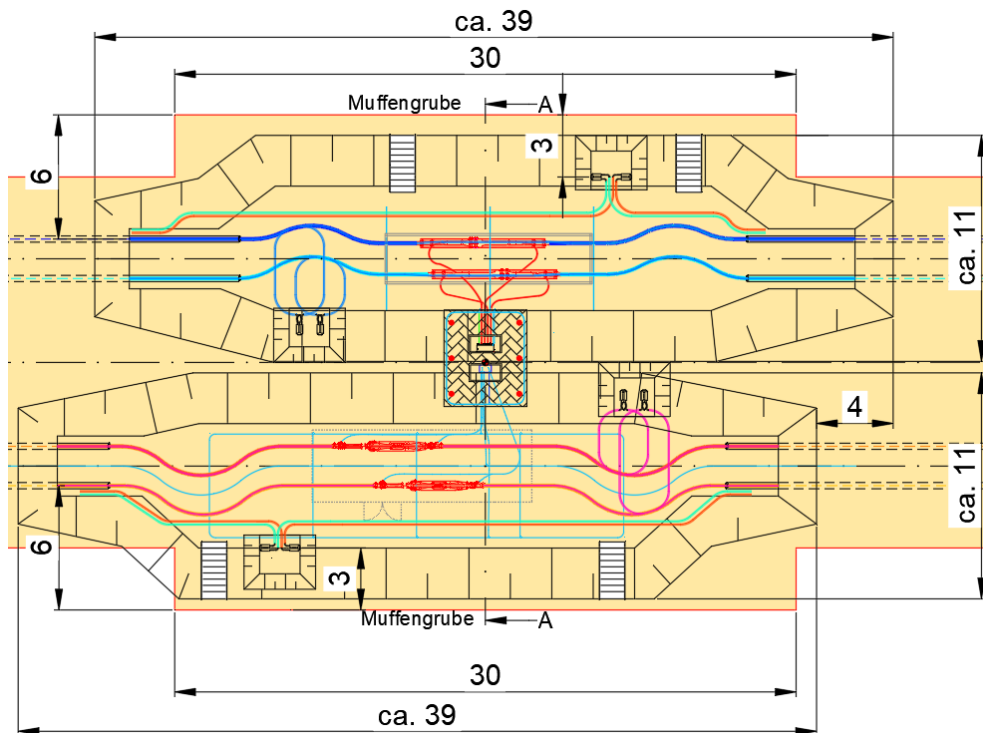


Abbildung 17: Prinzipdarstellung flächenmäßige Ausweisung des Schutzstreifens

2.1.7.1.1 Stammstrecke

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

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

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

2.1.7.1.2 Normalstrecke

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

2.1.7.2 Zulässige Nutzungen im Bereich des Schutzstreifens der Kabelanlage

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

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

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

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

2.1.8 Betrieb und Instandhaltung

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1.9 Angaben zur Stilllegung bzw. zum Rückbau der Anlage

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

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

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

2.2 Trassierungstechnische Beschreibung

2.2.1 Trassenbeschreibung (Abschnittsspezifisch)

Der Trassenverlauf für den Planfeststellungsabschnitt B2 beginnt westlich von Stöckendrebber an der Grenze der Landkreise Heidekreis und Region Hannover. Die Trasse verläuft bis km 0+450 in Richtung Süden bevor sie zum ersten Abspulplatz bei km 0+690 östlich abknickt. Die Trasse verläuft dabei durch ein Projektgebiet für Windenergieanlagen. Nach dem Wechsel der Gemarkung von Stöckendrebber nach Niedernstöcken quert die Trasse einen Feldweg in offener Bauweise bei km 1+550 und verläuft nahezu geradlinig in Richtung Süden bis bei km 2+390 ein Muffengrubenstandort erreicht ist. In Trassennähe befinden sich bestehende Windenergieanlagen.

Bei km 2+760 wird eine Straße geschlossen gequert, wonach die Trasse leicht südöstlich abknickt und weiter das Landschaftsschutzgebiet "Osterheide - Welzer Grund" in den östlichen Ausläufen bis km 4+800 durchquert. Im Bereich von km 4+250 bis km 4+650 wird westlich von Dinstorf ein Wald geschlossen gequert. Westlich von

Brase verläuft die Trasse südöstlich bis zu L 191. Zwischen km 5+300 und 5+700 verläuft die Trasse parallel westlich der L 191 bis zum Muffenstandort und Abspulplatz, wo auch der Wechsel in die Gemarkung Mandelsloh stattfindet.

Anschließend schwenkt der Verlauf in Richtung Südwesten und führt bis km 6+840 überwiegend über landwirtschaftlich genutzte Flächen bis zu einem offen gequerten Feldweg nahe einer kleinen bestockten Fläche. Weiter führt der Verlauf östlich vorbei an einer Windenergieanlage bis bei km 7+280 die nächste Muffengrube erreicht ist. Bei km 7+660 wird die K 306 geschlossen gequert. Es folgt ein weiter südwestlich führender Verlauf über die Gemarkungsgrenze Mandelsloh/Amedorf bis zu einer weiteren geschlossenen Querung einer Straße und Gehölzstrukturen zwischen km 8+480 und km 8+850.

Die Trasse führt nun weiter Richtung Südwest über landwirtschaftliche Flächen und östlich an einer Biogasanlage in der Gemarkung Welze bis km 9+950, wo die Trasse eine Straße offen quert und dann in Richtung Süden abknickt. Anschließend wird die L 191 bei km 10+390 geschlossen gequert. Südlich der L 191 befindet sich ein Muffenstandort sowie ein Abspulplatz. Unmittelbar südwestlich des Abspulplatzes folgt eine weitere HDD um einen Gehölzstreifen bei km 10+740 zu unterqueren. Ab diesem Punkt verläuft die Trasse zudem im Landschaftsschutzgebiet "Untere Leine".

Im folgenden Verlauf führt die Trasse in der Gemarkung Evensen östlich am Rittergut Evensen vorbei, quert dort zwischen km 11+110 und km 11+720 einen Graben und zwei Feldwege in offener Bauweise. Anschließend knickt die Trasse etwas nach Westen ab und führt bei km 12+050 über die Gemarkungsgrenze Evensen/Wulfelade. Es folgt bei km 12+200 der nächste Muffenstandort. Die Trasse verläuft weiter bis km 12+650, erfährt dort eine leichte Richtungsänderung gen Süden und läuft nun auf die Leine und die dortige geschlossene Querung zu.

Die Leine und das FFH-Gebiet "Aller (mit Barnbruch), untere Leine, untere Oker" werden etwa zwischen km 13+210 und 13+710 im HDD-Verfahren geschlossen gequert. Im Bereich der südlichen HDD-Baugrube befindet sich ebenfalls ein Abspulplatz. Die Trasse befindet sich nun in der Gemarkung Basse. Es folgt in Richtung Südwesten unmittelbar anschließend eine weitere HDD bis ca. km 14+600. Im weiteren Verlauf Richtung Süden wird bei km 15+010 ein Graben offen gequert. Im Anschluss erfolgt eine geschlossene Querung einer Straße sowie ein Muffenstandort und Abspulplatz zwischen km 15+320 und km 15+460. Der weitere Verlauf führt nun westlich der Ortschaft Scharnhorst unter offener Querung eines Feldweges bei km 15+900 zu einer weiteren geschlossenen Querung im Landschaftsschutzgebiet "Suttorfer Bruchgraben". Weiter südwestlich an die geschlossene Querung anschließend erfolgt erneut eine geschlossene Querung einer Gasleitung im Rohrvortriebsverfahren.

Im folgenden Verlauf knickt die Trasse in Richtung Südosten auf der Gemarkung Suttorf ab und führt unter Reduktion des Arbeitsstreifens durch eine bestehende Schneise einer bestockten Fläche zwischen km 16+650 und 16+740. Es folgt unter Berücksichtigung eines verbreiterten Arbeitsstreifens die offene Querung eines Feldweges bei km 17+070. Im Anschluss an die Querung liegt der nächste Muffenstandort. Im weiteren Richtung Südosten gelegenen Verlauf folgt die nächste geschlossene Querung eines kleinen Waldes zwischen km 17+650 und km 17+810 und der Wechsel in die Gemarkung Otternhagen. Weiter südlich bei km 18+100 knickt die Trasse kurz in Richtung Südwesten ab bevor bei km 18+470 der Verlauf wieder südöstlich führt.

Es folgen zwei geschlossene Querungen aufgrund schützenswerter Vegetationsstrukturen bei km 18+700 und km 18+930. Im Bereich der südlichen HDD Baustelleneinrichtung befindet sich der nächste Muffenstandort, ein Abspulplatz sowie die Gemarkungsgrenze Otternhagen / Neustadt am Rübenberge. Kurz davor hat der Trassenverlauf das Landschaftsschutzgebiet "Suttorfer Bruchgraben" verlassen. Bei km 19+240 wird anschließend die K 314 geschlossen gequert. Die Trasse führt nun unter einigen Richtungswechseln westlich von Otternhagen zum nächsten Muffenstandort und Abspulplatz bei km 20+500. Infolge eines kurzen Schwenks nach Südwesten tritt der Trassenverlauf in das Landschaftsschutzgebiet "Osterwalder Moorgeest" bei km 20+720 ein bevor der Verlauf wieder in Richtung Südosten führt.

Südwestlich von Otternhagen werden bei km 21+430 und km 21+610 zwei Feldwege offen gequert bevor die Trasse südwestlich des nächsten Abspulplatzes, welcher sich außerhalb des Arbeitsstreifens befindet, in Richtung Süden abknickt. Bei km 21+920 befindet sich der nächste Muffenstandort sowie eine HDD zur geschlossenen Querung eines Fließgewässers bei km 22+200. Südlich angrenzend folgt die nächste HDD zur Unterquerung eines Waldbereiches zwischen km 22+320 und km 22+610. Gleichzeitig befindet sich das Vorhaben nicht mehr im Gemeindegebiet Neustadt am Rübenberge, sondern in der Gemeinde Garbsen in der Gemarkung Frielingen.

Die Trasse führt weiter südlich zur nächsten geschlossenen Querung bei km 22+940 aufgrund eines Entwässerungsgrabens. Nach der Querung knickt der Verlauf in Richtung Südwesten ab und es folgt zwischen km 23+120 und 23+360 eine weitere geschlossene Querung nahe der westlichen Korridorgrenze. Nach einem weiteren Abknicken nach Westen folgt der nächste Muffenstandort bei km 23+500 und anschließenden zwei HDDs zur Querung eines Entwässerungsgrabens sowie linearer Vegetationsstrukturen. Kurz darauf wird die B 6 bei km 24+370 geschlossen gequert. Die Trasse verläuft im Anschluss in Richtung Südosten unter geschlossener Querung eines Feldweges bei km 24+790.

Zwischen km 25+080 und km 25+190 liegt der nächste Muffenstandort und Abspulplatz. Die Trasse ändert im Anschluss den Verlauf von Südwest nach Südost und es folgen die geschlossenen Querungen des Frielinger Grabens bei km 25+420 und eines Feldweges inklusive Begleitgehölzen bei km 25+740. An dieser Stelle verläuft die Trasse nun unmittelbar westlich von Frielingen. Weiter im leicht südöstlichen Verlauf folgt die geschlossene Querung der K339 bei km 26+040. Folgend schwenkt die Trasse deutlicher in Richtung Südosten und es folgt der nächste Muffenstandort bei km 26+650. Um den Horster Bruchgraben bei km 26+970 und ein kleines Waldstück bei km 27+060 geschlossen zu queren folgt eine HDD. Östlich der Trasse befindet sich ein Gartengestaltungsbetrieb.

Die Trasse quert im weiteren Verlauf bei km 27+330 einen Feldweg, einen Graben sowie eine Wasserleitung geschlossen und verläuft dann weiter südöstlich und quert bei km 27+890 einen weiteren Feldweg offen. Bei km 28+350 wird die K 322 geschlossen gequert. Der Trassenverlauf knickt stark in Richtung Osten ab wohin unmittelbar südlich der K 322 ein Abspulplatz liegt. Im Anschluss wird eine Wasser-, eine Strom-, eine Telekommunikationsleitung sowie einen Gehölzstreifen geschlossen gequert, bevor der Trassenverlauf sich nahe des Neubaugebietes "Südlich im Stühe" in Horst bei km 28+800 wieder deutlich in Richtung Süden ändert. Es folgt nach Übertritt über die Gemarkungsgrenze Horst / Schloss Ricklingen etwa zwischen km 29+100 und 29+300 die nächste geschlossene Querung einer Waldfläche im HDD-Verfahren. Nach ca. 300 m weiterem südöstlichen Verlauf folgt die offene Querung eines Feldweges bei km 29+640 sowie die geschlossene Querung des Ricklinger Mühlengrabens bei km 29+810. Im weiteren südöstlichen Verlauf folgt die offene

Querung eines weiteren Feldweges bei km 30+050, an welche unmittelbar südlich ein Abspulplatz anschließt bei km 30+100.

Nach der geschlossenen Querung der Mühlenstraße bei km 30+310, folgt die nördliche BE-Fläche der A2 / Golfplatz / Leine Querung etwa zwischen km 30+590 und 31+720. Es erfolgt hier ebenfalls die Unterquerung des FFH-Gebietes "Aller (mit Barnbruch), untere Leine, untere Oker". Nach kurzem weiterem Verlauf gen Süden und einer kleineren geschlossenen Querung bei km 32+390 folgt die nächste große HDD zur Querung der K 356 bei km 32+850, der Bahntrasse (1700 Seelze – Dedensen/Gümmer und 1750 Dedensen/Gümmer - Seelze Mitte) bei km 33+050 sowie des Mittellandkanals etwa zwischen km 33+240 und 33+330. Anschließend knickt die Trasse deutlich von Südwest nach Südost ab und es folgt ein Abspulplatz. Im Anschluss wird im Bereich der Gemarkungsgrenze Gümmer / Lohnde ein geschütztes Biotop (§30) bei km 34+350 im HDD-Verfahren unterquert. Nachdem der Trassenverlauf bei km 34+550 nach Süden abknickt, folgt eine weitere geschlossene Querung unter dem FFH-Gebiet "Laubwälder südlich Seelze" zwischen km 34+770 und 35+280.

Südlich der Querung folgt ein Muffenstandort und Abspulplatz. Die Trasse unterquert weiter südöstlich einer Hochspannungs-Freileitung zwischen km 35+770 und km 35+830. Anschließend knickt die Trasse vom südöstlichen Verlauf in Richtung Süden ab und unterquert bei km 36+050 einen Feldweg, eine Strom- und eine Wasserleitung. Weiter folgt der Übergang über die Gemarkungsgrenze Almhorst / Kirchwehren. Nach offener Querung eines Feldweges bei km 36+390 schließt südlich eine weitere HDD zwischen km 36+540 und 36+840 an. Folgend liegt südlich die nächste HDD zur Querung eines Feldweges und diverser Sparten bei km 37+300. Im Anschluss an die HDD liegt südlich ein Muffenstandort. Auf diese folgt in der Gemarkung Lathwehren wiederum eine HDD zur Unterquerung der L 390 bei km 37+830. Nach weiterem Verlauf in Richtung Südosten westlich des FFH-Gebiets "Laubwälder südlich Seelze" folgt eine geschlossene Querung bei km 38+470. Hierauf folgt östlich des Ritterguts Dunau die offene Querung eines Feldwegs bei km 38+780, an welche bei km 39+190 die geschlossene Querung der Haferriede unterhalb der Gemeindegrenze Seelze / Barsinghausen anschließt.

Südlich folgt ein Muffenstandort und ein Abspulplatz. Die Trasse kreuzt zwischen km 40+020 und 40+170 eine Hochspannungs-Freileitung östlich von Göxe. Südlich dieser Kreuzung folgt eine HDD zur Unterquerung der B 65 bei km 40+380. Bei km 41+030 erfolgt eine HDD-Querung unterhalb eines Gehölzstreifens. Anschließend befindet sich bei km 41+260 ein Muffenstandort. Es folgen zwei geschlossene Querung im Rohrvortriebsverfahren zur Querung der Haferriede südwestlich von Ditterke bei km 41+440 und 41+900. Zwischen den Querungen wird die zuvor beschriebene Hochspannungs-Freileitung erneut gekreuzt. Die Trasse verläuft nun in Richtung Osten südlich von Ditterke. Bei km 42+560 wird die L 401 ebenfalls im Rohrvortriebsverfahren geschlossen gequert. Anschließend liegt bei km 42+860 östlich ein Muffenstandort und Abspulplatz. Weiter östlich folgt eine HDD zur Unterquerung einer bestockten Fläche sowie der K 230 bei km 44+030. Unmittelbar östlich anschließend liegt die Lichtwellenleiter-Zwischenstation (LWL-ZS). Die Trasse verläuft weiter Richtung Ost-Südost und es folgt bei km 44+670 eine Muffengrube. Östlich der Muffengrube folgt eine geschlossene Querung der K 232 bei km 45+150.

Im Folgenden macht der Trassenverlauf einen großen Bogen in Richtung Süden bis es zwischen den Biogasanlagen Gehrden und Ronnenberg zur geschlossenen Querung der Gehrdenener Straße bei km 46+010 kommt. Die Trasse befindet sich im Anschluss nicht mehr in der Gemeinde Gehrden, sondern in Ronnenberg. Südlich der

Biogasanlage Ronnenberg liegt ein Muffenstandort und Abspulplatz. Weiter südlich quert die Trasse geschlossen erneut die K 231, die Haferriede sowie verschiedene Fremdleitungen zwischen km 46+690 und 46+960. Bei km 47+200 folgt kurz darauf südlich eine weitere HDD unterhalb der Haferriede. Nachfolgend schwenkt die Trasse leicht in Richtung Südwesten, kreuzt wiederum die Hochspannungs-Freileitung zwischen km 47+550 und 47+690 und knickt parallel zur Gemeindegrenze Gehrden / Ronnenberg südlich bei km 47+730 ab. Südlich folgt ein weiterer Muffenstandort. Bei km 48+380 erfolgt die geschlossene Querung der K 228. Die Trasse verläuft nun weiter in Richtung Süden bevor etwa zwischen km 48+950 und 49+050 die K 229 sowie die Bahntrasse 1761 Weetzen – Lemmie im geschlossenen Rohrvortriebsverfahren gequert werden. Unmittelbar anschließend folgen zwei HDD-Querungen bei km 49+250 aufgrund von Strom- und Gasleitungen sowie bei km 49+660 aufgrund der B217. Zwischen den HDDs liegt ein Muffenstandort und Abspulplatz.

Die Trasse führt nun parallel zur Bahntrasse 1760 Weetzen - Holtensen/Linderte, unter offener Querung eines Grabens inklusive Begleitgehölzen über die Gemeindegrenze Ronnenberg / Wennigsen (Deister) bei km 50+120 worauf eine geschlossene Querung der Ihme eines §30 Biotops zwischen etwa km 50+300 und 50+750 erfolgt. Die Trasse wird nun in Richtung Südost weitergeführt. Im Bereich um km 51+120 liegt der nächste Muffenstandort. Nachdem die Trasse bei km 51+400 südlich abknickt, erfolgt bei km 51+940 die geschlossene Querung der L 389. Östlich von Holtensen ändert sich der Verlauf der Trasse bei km 52+280 von südöstlichem zu südwestlichem Verlauf. Es folgt die geschlossene Querung einer Wasserleitung bei km 52+510. Südlich davon liegt der nächste Muffenstandort und Abspulplatz. Zwischen km 52+890 und 53+180 liegt eine weitere HDD zur Unterquerung eines §30 Biotops und Fließgewässers. Bei km 53+600 erfolgt die geschlossene Querung eines Grabens mitsamt Begleitgehölzen, bevor die Trasse bei km 54+050 einen südöstlichen Verlauf nimmt und etwa bei km 54+320 ein Muffenstandort folgt.

Bei km 54+570 führt die Trasse über die Gemarkungsgrenze Holtensen bei Weetzen / Bredenbeck und verlässt etwa 200 Meter später bei km 54+770 das Gemeindegebiet Wennigsen (Deister) und verläuft fortan im Gemeindegebiet Springe (Stadt). Im weiteren südlichen Verlauf folgt die geschlossene Querung der L 460 bei km 55+180. Der Trassenverlauf befindet sich nach der Querung westlich der Ortschaft Bennigsen. Südlich folgt etwa bei km 55+930 ein Muffenstandort sowie ein Abspulplatz. Unmittelbar anschließend folgt die geschlossene Querung eines Feldweges sowie einer Telekommunikationsleitung bei km 56+130. Die Trasse führt danach weiter in Richtung Südosten und quert bei km 56+340 den Hüpeder Bach sowie bei km 56+820 einen Feldweg in offener Bauweise. Die Trasse wird über landwirtschaftlich genutzte Flächen weiter bis zum nächsten Muffenstandort bei km 57+580 geführt, ehe sie bei km 58+060 in Richtung Osten abknickt, um die Bahntrasse 1760 Holtensen/Linderte - Bennigsen bei km 58+130 im Rohrvortriebsverfahren rechtwinklig zu queren.

Anschließend schwenkt der Verlauf der Trasse wieder deutlicher in Richtung Süden, führt westlich an einer Windenergieanlage vorbei und quert bei km 58+510 per HDD die K 216. Die Trasse befindet sich folgend in der Gemarkung Mittelrode. Zwischen km 58+790 und km 58+860 kreuzt die Trasse eine Hochspannungs-Freileitung, ehe bei km 59+030 die geschlossene Querung der K 215 folgt. Südlich der K 215 befindet sich ein Muffenstandort sowie ein Abspulplatz. Östlich der Ortschaften Mittelrode und Bockerode schwenkt die Trasse in einem großen Radius von südöstlichem zu südwestlichem Verlauf um, ehe bei km 60+660 die geschlossene Querung der Haller im Landschaftsschutzgebiet „Hallerniederung“ folgt. Unmittelbar südlich der Baustelleneinrichtungsfläche der Querung folgt der nächste Muffenstandort. Bei km 61+300 än-

dert sich der Verlauf von Süd nach Südost. Weiter folgt bei km 61+460 die geschlossene Querung der L 422 im HDD-Verfahren. Die Trasse führt nun unter offener Querung von zwei Feldwegen bei km 61+970 und 62+270 an die östliche Korridorgrenze. Hier liegt bei km 62+540 ein Muffenstandort und Abspulplatz. Südöstlich davon wird etwa zwischen km 63+170 und km 63+390 ein Gehölzstreifen sowie verschiedene Fremdleitungen geschlossen gequert.

Südöstlich dieser Querung überquert die Trasse bei km 63+740 die Gemarkungsgrenze Eldagsen / Alferde. Kurz darauf wird die L 461 bei km 63+970 im HDD-Verfahren gequert, ehe unmittelbar südlich der letzte Abspulplatz im Planfeststellungsabschnitt B 2 anschließt. Zwischen km 64+210 und km 64+310 erfolgt eine weitere geschlossene Querung eines Feldweges, eines Entwässerungsgrabens sowie einer Telekommunikationsleitung. Südöstlich folgt bei km 64+480 ein Muffenstandort. Westlich der Ortschaft Alferde quert die Trasse bei km 65+000 die K 205 in geschlossener Bauweise. Im Anschluss schwenkt die Trasse deutlicher gen Osten und quert etwa zwischen km 65+420 und 65+660 im HDD-Verfahren einen Feldweg, den Wulfinghauser Mühlenbach, die K206 sowie eine Strom- und Telekommunikationsleitung. Bei km 65+850 folgt die Querung eines Feldweges. Die Trasse verläuft im Folgenden weiter südöstlich bis km 66+254 und geht dort in den Planfeststellungsabschnitt B3 über.

2.2.2 Nebenanlagen (Abschnittsspezifisch)

Linkboxen

Im Planfeststellungsabschnitt B2 befinden sich insgesamt 8 Linkboxen, die jeweils eine Flächengröße ~~(inkl. dazugehörigen Pflasterung)~~ von ca. 20 30 m² aufweisen (vgl. Tabelle 1).

Die Linkboxen sind 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 B2

Muffe	V3 km	V4 km	Linkbox Nr.
Muffe M-B2-16-005	7+285	7+282	Linkbox 1 L-B2-16-001-V0
Muffe M-B2-17-005	17+253	17+250	Linkbox 2 L-B2-17-001-V0
Muffe M-B2-18-003	26+656	26+652	Linkbox 3 L-B2-18-001-V0
Muffe M-B2-18-008	35+625	35+622	Linkbox 4 L-B2-18-002-V0
Muffe M-B2-19-002	42+861	42+857	Linkbox 5 L-B2-19-001-V0
Muffe M-B2-19-007	51+119	51+116	Linkbox 6 L-B2-19-002-V0
Muffe M-B2-20-002	57+576	57+576	Linkbox 7 L-B2-20-001-V0
Muffe M-B2-20-005	62+542	62+544	Linkbox 8 L-B2-20-002-V0

2.2.3 Nebenbauwerke (Abschnittsspezifisch)

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

Wie bereits in Kapitel 2.1.2.6 beschrieben, muss das Signal in den LWL-Leitungen ca. alle 100 Kilometer gemessen und verstärkt werden. Aufgrund dessen ist im PFA B2 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 01 planfestgestellt.

Bei der Ermittlung möglicher Standorte der Lichtwellenleiter-Zwischenstation Gehrden_Nord (LWL-ZS Gehrden_Nord) im PFA B2 wurden die oben genannten Anforderungen umgesetzt. Der Standort wurde auf Basis der Vorzugstrasse ermittelt.

Die LWL-ZS Gehrden_Nord ist so zentral wie möglich zwischen den beiden KAS-Stationen (KAS 1.2 Walsrode und KAS 2.5 Einbeck) anzuordnen. Eine Abweichung von der Mitte zwischen den KAS ist bis zu +/-1 km erlaubt. Als Ergebnis kommt der

Mittelpunkt bei ca. km 43+670 in Segment 19 zu liegen. Die KAS-Stationen werden außerhalb des PFA B2 angeordnet.

Die geplante Variante für PFA B2 befindet sich unmittelbar südlich der SuedLink Trasse bei km 44+070. Die Baustelleneinrichtungsfläche wird nördlich der LWL-Station platziert. Die Zuführung der Trasse soll ebenfalls über die Fläche nördlich der LWL-ZS führen.

Der gewählte Standort befindet sich auf einem derzeit landwirtschaftlich genutzten Flurstück und liegt direkt an einer Bestandsstraße (Breite ca. 3,5 m), die als Privatweg (landwirtschaftlicher Verkehr frei, der Eigentümer Realverband Gehrden) gekennzeichnet ist. Dieser zweigt von der Nordstraße ab und liegt parallel zum Nordfeldgraben. Die empfohlene Variante für PFA B2 bietet ausreichend Abstand zu den Bäumen, die sich entlang der Kreisstraße K 332 befinden und keine hohen Objekte in der Nähe, die ein Hindernis darstellen könnten. Umweltseitig gibt es für den untersuchten Standort keine Konflikte. Der Bereich ist nicht von Schutzgütern, relevanten Arten o.Ä. betroffen.

Der Anschluss an das öffentliche Stromnetz und die Regenentwässerung beträgt nicht mehr als 100 m.

Die Doppel-LWL-Zwischenstation für Vorhaben 3 und 4 mit zwei getrennten Bauwerken beinhaltet im Wesentlichen die Geräte der Messtechnik zur DC-Kabelüberwachung und die der betrieblichen Nachrichtentechnik.

Die Betriebsgebäude bieten je ausreichend Raumaufteilung für die oben genannten Techniken, einen sogenannten „Eigenbedarfsraum“ für die Bereitstellung der notwendigen Spannungsversorgung und einen großen Batterieraum der die LWL-Zwischenstation unabhängig von externer Spannungsversorgung macht. Für den Normalbetrieb wird die LWL-Zwischenstation an das Stromnetz des regionalen Energieversorgers angeschlossen zur Versorgung mit 380 V Strom.

2.2.4 Bauweisen (Abschnittsspezifisch)

Von den insgesamt 66,25 Trassenkilometern sind ca. 17,63 km (dies entspricht etwa 26,6 % der Trasse im PFA B2) 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.

Schutzrohre, abgesehen von den geschlossenen Querungen, kommen insbesondere im Bereich der Muffen 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 mindestens 30 Meter auf jeder Seite der Muffengrube. 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. Bei offenen Querungen sowie bei durch Schadstoffe belasteten Böden können ebenfalls Schutzrohre zum Einsatz kommen.

Als Standardverfahren für geschlossenen Bauweise wird das Horizontalspülbohrverfahren angewandt. Bei zwei Bahnquerungen kommen aufgrund der Anforderungen aus den Richtlinien der Deutschen Bahn einmal ein Mikrotunnel (km 48+917) und einmal ein Pilotrohrvortrieb (km 58+093) zum Einsatz. Bei vier weiteren Querungen kommt aus geometrischen oder geotechnischen Gründen das Horizontal-Pressbohrverfahren zum Einsatz (km 16+434, km 41+399, km 41+791 und km 42+509). Alle anderen geschlossenen Querungen werden mittels Horizontalspülbohrverfahren hergestellt.

Die aktuell geplanten Verlegeverfahren sind in der nachfolgenden Tabelle beschrieben (vgl. Tabelle 2).

Da in der nachfolgenden Tabelle die geplante Bauweise (offen/geschlossen) dargestellt ist, wird aus Gründen der Verfahrensoptimierung auf die Angabe der Bereiche mit bzw. ohne Schutzrohr verzichtet.

Tabelle 2: Geplante Bauweisen im PFA B2

von km	bis km	Länge m	offen /geschlossen	Mögliche Bauweise
00+000	02+662	2662	Offen	
02+662	02+888	226	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
02+888	03+248	360	Offen	
03+248	03+348	100	Offen	
03+348	04+192	844	Offen	
04+192	04+592	400	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
04+592	07+575	2983	Offen	
07+575	07+724	149	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
07+724	08+460	736	Offen	
08+460	08+857	397	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
08+857	10+286	1429	Offen	
10+286	10+519	233	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
10+519	10+706	187	Offen	
10+706	10+776	70	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
10+776	13+133	2357	Offen	
13+133	13+761	628	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
13+761	13+855	94	Offen	
13+855	14+560	705	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
14+560	15+114	554	Offen	
15+114	15+240	126	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
15+240	16+088	848	Offen	
16+088	16+341	253	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
16+341	16+434	93	Offen	

von km	bis km	Länge m	offen /geschlossen	Mögliche Bauweise
16+434	16+481	47	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	RohrVT (Bohrpressverfahren)
16+481	16+570	89	Offen	
16+570	17+095	525	Offen	
17+095	17+635	540	Offen	
17+635	17+814	179	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
17+814	18+605	791	Offen	
18+605	18+781	176	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
18+781	18+828	47	Offen	
18+828	18+954	126	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
18+954	19+121	167	Offen	
19+121	19+322	201	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
19+322	19+715	393	Offen	
19+715	19+746	31	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
19+746	22+036	2290	Offen	
22+036	22+258	222	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
22+258	22+337	79	Offen	
22+337	22+591	254	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
22+591	22+952	361	Offen	
22+952	22+966	14	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
22+966	23+106	140	Offen	
23+106	23+368	262	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
23+368	23+692	324	Offen	
23+692	23+773	81	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
23+773	23+961	188	Offen	
23+961	24+099	138	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
24+099	24+305	206	Offen	
24+305	24+457	152	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
24+457	24+659	202	Offen	
24+659	24+918	259	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
24+918	25+319	401	Offen	
25+319	25+521	202	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
25+521	25+659	138	Offen	
25+659	25+778	119	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
25+778	25+933	155	Offen	

von km	bis km	Länge m	offen /geschlossen	Mögliche Bauweise
25+933	26+104	171	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
26+104	26+924	820	Offen	
26+924	27+126	202	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
27+126	27+178	52	Offen	
27+178	27+441	263	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
27+441	28+271	830	Offen	
28+271	28+469	198	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
28+469	28+642	173	Offen	
28+642	28+711	69	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
28+711	29+052	341	Offen	
29+052	29+330	278	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
29+330	29+726	396	Offen	
29+726	29+918	192	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
29+918	30+243	325	Offen	
30+243	30+358	115	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
30+358	30+584	226	Offen	
30+584	31+751	1167	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
31+751	32+336	585	Offen	
32+336	32+418	82	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
32+418	32+519	101	Offen	
32+519	33+703	1184	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
33+703	34+288	585	Offen	
34+288	34+401	113	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
34+401	34+711	310	Offen	
34+711	35+295	584	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
35+295	35+942	647	Offen	
35+942	36+108	166	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
36+108	36+514	406	Offen	
36+514	36+882	368	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
36+882	37+194	312	Offen	
37+194	37+399	205	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
37+399	37+746	347	Offen	
37+746	37+895	149	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren

von km	bis km	Länge m	offen /geschlossen	Mögliche Bauweise
37+895	38+388	493	Offen	
38+388	38+554	166	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
38+554	39+107	553	Offen	
39+107	39+304	197	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
39+304	40+291	987	Offen	
40+291	40+426	135	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
40+426	40+938	512	Offen	
40+938	41+094	156	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
41+094	41+399	305	Offen	
41+399	41+475	76	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	RohrVT (Bohrpressverfahren)
41+475	41+791	316	Offen	
41+791	41+942	151	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	RohrVT (Bohrpressverfahren)
41+942	42+509	567	Offen	
42+509	42+633	124	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	RohrVT (Bohrpressverfahren)
42+633	43+856	1223	Offen	
43+856	44+095	239	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
44+095	44+909	814	Offen	
44+909	45+213	304	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
45+213	45+929	716	Offen	
45+929	46+103	174	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
46+103	46+609	506	Offen	
46+609	47+001	392	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
47+001	47+170	169	Offen	
47+170	47+255	85	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
47+255	48+317	1062	Offen	
48+317	48+443	126	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
48+443	48+917	474	Offen	
48+917	49+065	148	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Mikrotunnel
49+065	49+160	95	Offen	
49+160	49+329	169	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
49+329	49+577	248	Offen	
49+577	49+722	145	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
49+722	50+283	561	Offen	

von km	bis km	Länge m	offen /geschlossen	Mögliche Bauweise
50+283	50+773	490	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
50+773	51+857	1084	Offen	
51+857	52+035	178	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
52+035	52+465	430	Offen	
52+465	52+613	148	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
52+613	52+902	289	Offen	
52+902	53+180	278	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
53+180	53+524	344	Offen	
53+524	53+684	160	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
53+684	54+980	1296	Offen	
54+980	55+387	407	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
55+387	56+054	667	Offen	
56+054	56+194	140	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
56+194	58+093	1899	Offen	
58+093	58+174	81	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Pilotrohrvortrieb
58+174	58+423	249	Offen	
58+423	58+593	170	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
58+593	58+952	359	Offen	
58+952	59+091	139	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
59+091	60+586	1495	Offen	
60+586	60+742	156	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
60+742	61+388	646	Offen	
61+388	61+537	149	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
61+537	63+152	1615	Offen	
63+152	63+406	254	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
63+406	63+902	496	Offen	
63+902	64+032	130	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
64+032	64+181	149	Offen	
64+181	64+341	160	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
64+341	64+918	577	Offen	
64+918	65+065	147	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
65+065	65+394	329	Offen	
65+394	65+690	296	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren

von km	bis km	Länge m	offen /geschlossen	Mögliche Bauweise
65+690	65+757	67	Offen	
65+757	65+964	207	Geschlossen - Kabel im Schutzrohr	Horizontalspülbohrverfahren
65+964	66+254	290	Offen	

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 B2 werden folgende Objekte gekreuzt:

- NSG (Naturschutz)- und LSG (Landschaftsschutz)-Gebiete und Biotope
- Forstwirtschaftliche Flächen
- Bahnstrecken
- Klassifizierte Straßen und Wege
- nicht klassifizierte Straßen und Wege
- Bundeswasserstraßen
- 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 B2 nicht vor:

- Deiche

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

- Offene Querungen
- Geschlossene Querung mittels HDD-Verfahren
- Geschlossene Querung mittels Horizontal-Pressbohrverfahren
- Geschlossene Querung mittels Mikrotunnel-Verfahren
- Geschlossene Querung mittels Pilotvortrieb

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.

Geschlossenen Querungen wurden mittels Horizontalspülbohrverfahren (HDD), Pilotvortrieb, Mikrotunnel-Verfahren, Horizontal-Pressbohrverfahren geplant, wobei die meisten im Horizontalspülbohrverfahren (HDD) geplant wurden. Weitere Verfahren gemäß Anhang 1 können infrage kommen.

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 lokal 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 Horizontal Directional Drilling (HDD) zwischen einer Start- und Zielgrube hergestellt.

Welches Verfahren am einzelnen Gewässer zum Einsatz kommt, wurde unter technischen, wirtschaftlichen und umweltfachlichen Aspekten abgewogen. Alle geplanten Kreuzungen sind in dem Dokument Kreuzungsverzeichnis Planfeststellungsunterlage Teil C08 „Kreuzungsverzeichnis“ enthalten.

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 B2 werden v. A. Gewässer, klassifizierte Straßen und Naturschutzgebiete in geschlossener Bauweise gequert.

Zur Darstellung von Details der wesentlichen Querungsarten siehe Teil C02 „Prinzip Zeichnungen Kabelanlage“, Anlage 04 sowie 18 bis 27:

- Anlage 4 Grabenprofil Stammstrecke erdverlegt
- 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 da.

Aufgrund von technischen, gesetzlichen oder umweltfachlichen Erfordernissen kann es zu Abweichungen von den standardisierten Regelplänen bzw. zu Anpassungen kommen.

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:

- 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 B2 definiert sind und in geschlossener Verlegung gequert werden.

Den ersten nennenswerten Zwangspunkt stellt die Querung der K 305 und dem parallellaufenden Mastengraben da, welche sich zwischen km 02+700 und km 02+830

befindet. Entsprechend den gültigen Trassierungsleitlinien und Auflagen der Straßenbaulastträger, werden alle klassifizierten Straßen geschlossen gequert. Mit Ausnahme der L 401 bei km 42+548 (Horizontal-Pressbohrverfahren) und die L 391 bei km 48+969 (Mikrotunnel-Verfahren), werden alle klassifizierten Straßen mittels HDD-Verfahren gequert. Zudem werden entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) Gewässer 1. und 2. Ordnung grundsätzlich geschlossen gequert.

Nordwestlich von Brase befindet der Nadelwald "Kuhlshoop", welcher sich zwischen km 04+250 und km 04+680 befindet und mittels HDD-Verfahren gequert wird.

Die Trasse verläuft westlich von Amedorf und kreuzt bei km 08+540 bis km 08+860 den Lutterer Bach, die Pungemühle und im Anschluss ein Biotop. Diese Kreuzung wird ebenfalls im HDD-Verfahren gequert.

Südwestlich von Welze quert die Trasse die Landstraße L 191 bei km 10+400. Auch diese klassifizierte Straße wird im HDD-Verfahren gequert. Direkt im weiteren Verlauf wird der geschützte Gehölzbestand mittels HDD-Verfahren bei km 10+730 bis km 10+800 gequert.

Bei km 13+190 bis km 13+720 quert die Trasse das fließende Gewässer Leine. Entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) werden Gewässer 1. und 2. Ordnung grundsätzlich geschlossen gequert. Der Nadelwald östlich von Basse sowie die nördlich davon liegende Landstraße L 193 werden von der Trasse bei km 13+900 bis km 14+580 im HDD-Verfahren gequert.

Die Kreisstraße K 314 westlich von Otternhagen wird zwischen km 19+160 und km 19+330 im HDD-Verfahren gequert, ebenso wie die Bundesstraße B 6 zwischen km 24+310 und km 24+410 und die K 339 von km 25+970 bis km 26+090.

Die Vorzugstrasse trifft zwischen km 28+280 und km 28+430 auf die K 322. Die Kreisstraße wird im HDD-Verfahren gequert. Zusammen mit dem Ricklinger Mühlengraben wird bei km 29+730 bis km 29+890 die DN 700 Gasleitung im HDD-Verfahren gequert.

Von km 30+600 bis km 31+700 werden unterschiedliche Gewerke hintereinander mittels HDD-Verfahren gequert. Diese sind die K 341, ein Laubwald, die Bundesautobahn A2, ein Golfplatz sowie das Gewässer Leine. Durch zusammenhängende Querung wird der Bedarf an Arbeitsflächen vermindert.

Ebenso wird von km 32+650 bis km 33+600 ein Waldstück, die K 356, Bahngleise der Strecke 1700 Seelze – Dedensen-Gümmer und 1750 Dedensen-Gümmer – Seelze Mitte, die Bundeswasserstraße Mittellandkanal und die B 441 gequert. Entsprechend den gültigen Trassierungsleitlinien und Auflagen der Straßenbaulastträger, werden alle klassifizierten Straßen im HDD-Verfahren gequert.

Das Naturschutzgebiet Laubwälder südlich von Seelze zwischen km 34+720 und km 35+280 wird auf Grund von strengen Auflagen in den FFH-Gebieten in geschlossener Bauweise unterquert.

Neben einer Mittelspannungsleitung, einer Betriebswasserleitung, einer Gemeindestraße der Gemeinde Seelze und einer Telekommunikationsleitung wird von km 35+930 bis km 36+100 eine DN575 Trinkwasserleitung in geschlossener Bauweise gequert.

Bei km 37+230 bis km 37+370 werden neben einer Gemeindestraße, Telekommunikationsleitungen, einer Abwasserleitung und einer Mittelspannungsleitung auch eine DN 400 Gasleitung im HDD-Verfahren gequert. Direkt anschließend folgt die Querung der L 390 ebenfalls im HDD-Verfahren.

Östlich von Göxe zwischen km 40+291 und km 41+100 folgt die Querung der B 65 im Horizontalspülbohrverfahren. Mittels dem Horizontalpressbohrverfahren wird zwischen km 41+399 und 41+160 sowie zwischen km 41+791 und km 41+600 die Haferriede gequert.

Das Horizontal-Pressbohrverfahren wird zwischen km 42+509 und km 42+380 angewandt, um die L 401, eine Trinkwasserleitung und zwei Abwasserleitungen zu queren. Die K 230, der Nordfeldgraben, ein Biotop sowie Abwasserleitungen werden zwischen km 43+856 und km 43+740 im HDD-Verfahren gequert.

Zwischen km 44+900 und 45+200 wird die K 232 und die Haferriede ebenfalls im HDD-Verfahren gequert. Westlich der Biogasanlage Ronnenberg zwischen km 45+930 und km 46+100 folgt die Querung der K 231 und einer Elektrizitätsleitung im HDD-Verfahren. Diese Kreisstraße wird zwischen km 46+609 und 46+660 gemeinsam mit der Haferriede, einem Biotop sowie zwei Gas-HD-Leitungen ebenfalls im HD-Verfahren gequert.

Die K 228 wird von km 48+300 und 48+560 im HDD-Verfahren gequert. Anschließend folgt von km 48+940 bis 49+040 die Querung der L 391 und der Bahngleise 1761 Weetzen – Lemmie im Mikrotunneling-Verfahren oder im HDD-Verfahren.

Im HDD-Verfahren wird die Bundesstraße B 217 zwischen km 49+577 und km 49+400 gequert. Zwischen km 50+283 und km 50+470 wird im HDD-Verfahren die Imme und ein Biotop gequert. Anschließend folgt zwischen km 51+860 und km 52+040 die Querung der L 389 und einer Trinkwasserleitung. Die L 460 wird von km 54+980 und km 55+020 im HDD-Verfahren gequert. Der Pilotrohrvortrieb wird von km 58+110 und km 58+160 angewandt, um Bahngleise der Strecke 1760 Holtensen/Linderte - Bennigsen zu queren.

Von km 58+980 bis km 59+060 folgt die Querung der K 215, von km 61+400 bis km 61+540 der L 422, sowie von km 63+900 bis km 64+030 der L 461 jeweils im HDD-Verfahren.

Zusammen mit Gasleitungen, einem Gewässergraben, Telekommunikationsleitungen und der Kreisstraße K 205 wird von km 64+930 bis km 65+050 eine DN 300 Trinkwasserleitung in geschlossener Bauweise gequert.

2.2.6 Parallelführungen (Abschnittsspezifisch)

Die im PFA B2 geplanten Parallelführungen werden im Folgenden beschrieben. Dabei wurden nur Parallelführungen beachtet, bei denen die Entfernung zwischen dem Schutzstreifen der geplanten Trasse und den im Folgenden aufgelisteten linearen Objekten maximal 100 m beträgt:

- Erdverlegte Leitungen (Gas-, Wasser-, Abwasser-, Elektrizitäts- und Telekommunikationsleitungen)
- Klassifizierte Straßen und Wege
- nicht klassifizierte Straßen und Wege
- Gewässer
- Freileitungen .

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

Wie in dem Kapitel 2.1.6.1 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 B2 angewendet dort, wo es aus technischer und umweltfachlicher Sicht sinnvoll ist.

Von km 03+300 bis 03+800 verläuft die Vorzugstrasse mit minimalen Abweichungen parallel zu zwei Telekommunikationsleitungen. Hierbei verläuft die Trasse in offener Bauweise. Von km 05+300 bis km 05+700 verläuft die Trasse kurz parallel zur L 191, mit der eine Wasserversorgungsleitung und ein Entwässerungskanal geführt werden. Zwischen km 11+100 und 11+380 liegt parallel zur Vorzugstrasse eine Entwässerungsleitung.

Von km 16+160 bis km 17+050 verläuft die Vorzugstrasse entlang eines landwirtschaftlichen Weges. Ab km 16+250 in offener Bauweise, im Abschnitt davor im HDD-Verfahren. Die Vorzugstrasse wird von km 19+700 bis km 20+300 in etwa parallel des Gewässers „Wätering“ geführt, in den ersten 80 Metern davon im HDD-Verfahren.

Parallel zur Wasserversorgung und zum Landwirtschaftsweg verläuft die Vorzugstrasse zwischen km 22+700 und km 23+800. Der Abschnitt von km 22+930 bis 23+000 sowie der Abschnitt von 23+150 bis 23+350 werden mittels HDD-Verfahren gelegt.

Der Abschnitt von km 36+050 bis km 36+500 verläuft parallel zu einer Wasserversorgungsleitung, einem Elektrizitätskabel und einem landwirtschaftlichen Weg. Zusätzlich liegt ab km 36+200 ein Telekommunikationskabel parallel zu den zuvor genannten Leitungen. Die Vorzugstrasse verläuft zwischen km 39+200 und km 40+200 ebenso wie zwischen km 41+100 und km 41+900 parallel zu einem Gewässergraben.

Von km 42+500 bis km 44+000 liegt parallel zur Vorzugstrasse eine Entwässerungsleitung. Der letzte Abschnitt zwischen km 43+900 und 44+000 wird im HDD-Verfahren gequert. Entlang des Gewässers Haferriede verläuft die Vorzugstrasse von km 44+050 bis km 45+100. Zwischen km 46+100 und km 46+700 verläuft die Vorzugstrasse entlang der K 231.

Von km 47+500 bis 49+700 verläuft die Vorzugstrasse mit minimalen Abweichungen entlang dreier Elektrizitätserdkabel und fünf Freileitungen. Dabei werden mehrere Stellen im HDD-Verfahren gequert. Diese sind bei km 48+350 bis km 48+420, km 48+950 bis km 49+030, km 49+200 bis km 49+290 und bei km 49+610 bis 49+700.

Zwischen km 50+730 und km 52+300 verläuft die Trasse parallel zu einem Gewässergraben. Dabei wird zwischen km 51+857 und km 51+670 die L 389 parallel zum Entwässerungsgraben mit einer HDD gequert. Die Vorzugstrasse liegt von km 51+940 und km 52+500 parallel zu einer Wasserversorgungsleitung. Zwischen km 54+000 und km 54+410 wird die Vorzugstrasse parallel zum Feldweg geführt.

Parallel zur Straße, zur Gasversorgungsleitung sowie zu zwei Telekommunikationsleitungen verläuft die Vorzugstrasse zwischen km 57+100 und km 57+600. Ab km 57+600 bis km 58+100 verläuft die Trasse parallel zu einem Feldweg und einer Telekommunikationsleitung. Von km 59+440 bis 60+100 wird die Vorzugstrasse parallel zu einem Feldweg geführt.

2.2.7 Sonderbauwerke (Abschnittsspezifisch)

In dem Planfeststellungsabschnitt B2 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. Eine detaillierte Auflistung aller Zufahrten mit Beschreibung ist im Teil L03 enthalten. Die notwendigen Straßenrechtlichen Genehmigungen sind in dem Teil K05 der Planfeststellungsunterlagen für den Abschnitt B2 genannt. 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.

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 Planfeststellung. Falls erforderlich werden an den Bestandsstraßen Ausbaumaßnahmen vorgenommen. Als Bemessungsfahrzeug wird eine Kombination aus einer 42m langen Kesselbrücke und einem Plateaufahrzeug verwendet, um die maximale Ausprägung aus Höhe und Schleppkurve zu bestimmen. 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 soweit sich Synergien ergeben 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. Innerhalb des Arbeitsstreifens verläuft parallel zur Trasse eine Baustraße, welche je nach Erfordernis entsprechend den Abbildung 18 und Abbildung 19 oder mit Lastverteiplatten hergestellt wird. Baustelleneinrichtungsflächen von Querungen werden nach Möglichkeit durch die Baustraße innerhalb des Arbeitsstreifens erschlossen. Ist dies nicht möglich wird eine eigene Baustraße zur Baustelleneinrichtungsfläche der Querung hergestellt.

Über das öffentlich gewidmete Verkehrsnetz hinaus erforderliche Routen wurden auf Befahrbarkeit durch einen 16,5 m langen Sattelzug 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 Auswirkung beim Überfahren von erdverlegten Leitungen: Das Überfahren von erdverlegten Kabeln soll möglichst verhindert werden
- Vermeidung von zusätzlichen Schutzrohren: Das Verlegen von zusätzlichen Schutzrohren soll minimal gehalten werden (z.B. an zusätzlichen Querungen der Trasse über HDDs hinaus)
- 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 (vgl. Abbildung 18 und Abbildung 19):

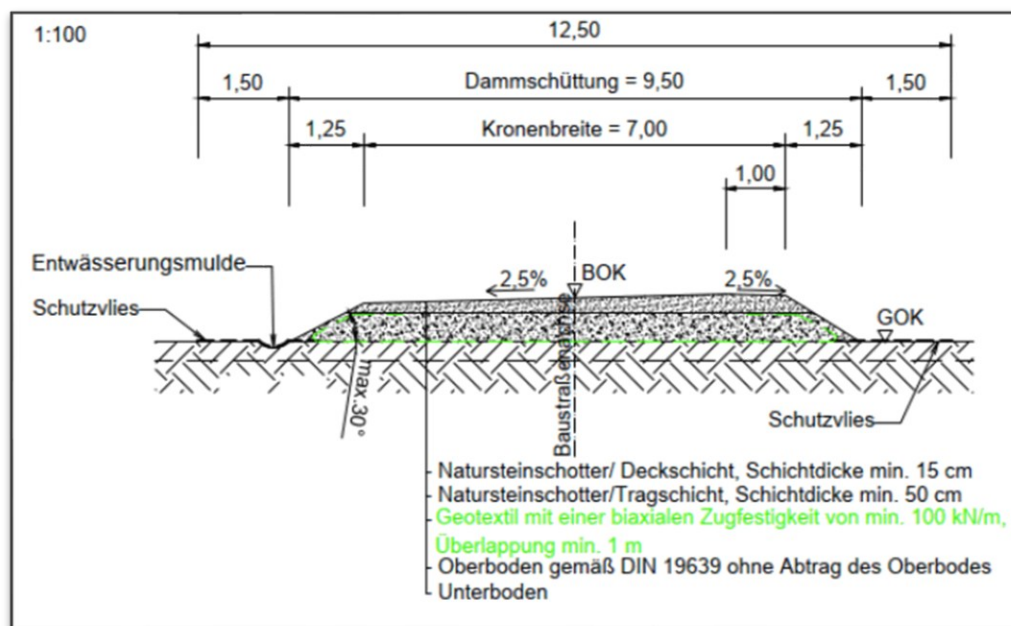


Abbildung 18: Regelquerschnitt Zuwegung Schwerlastverkehr Kabeltransport

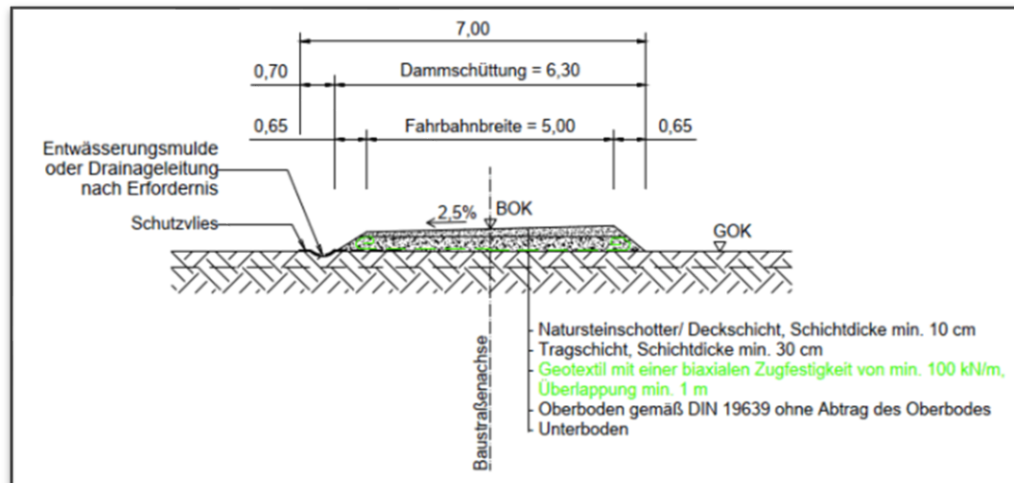


Abbildung 19: Regelquerschnitt Zuwegung Baustellenverkehr

Im Detail werden folgende bauliche Maßnahmen erforderlich:

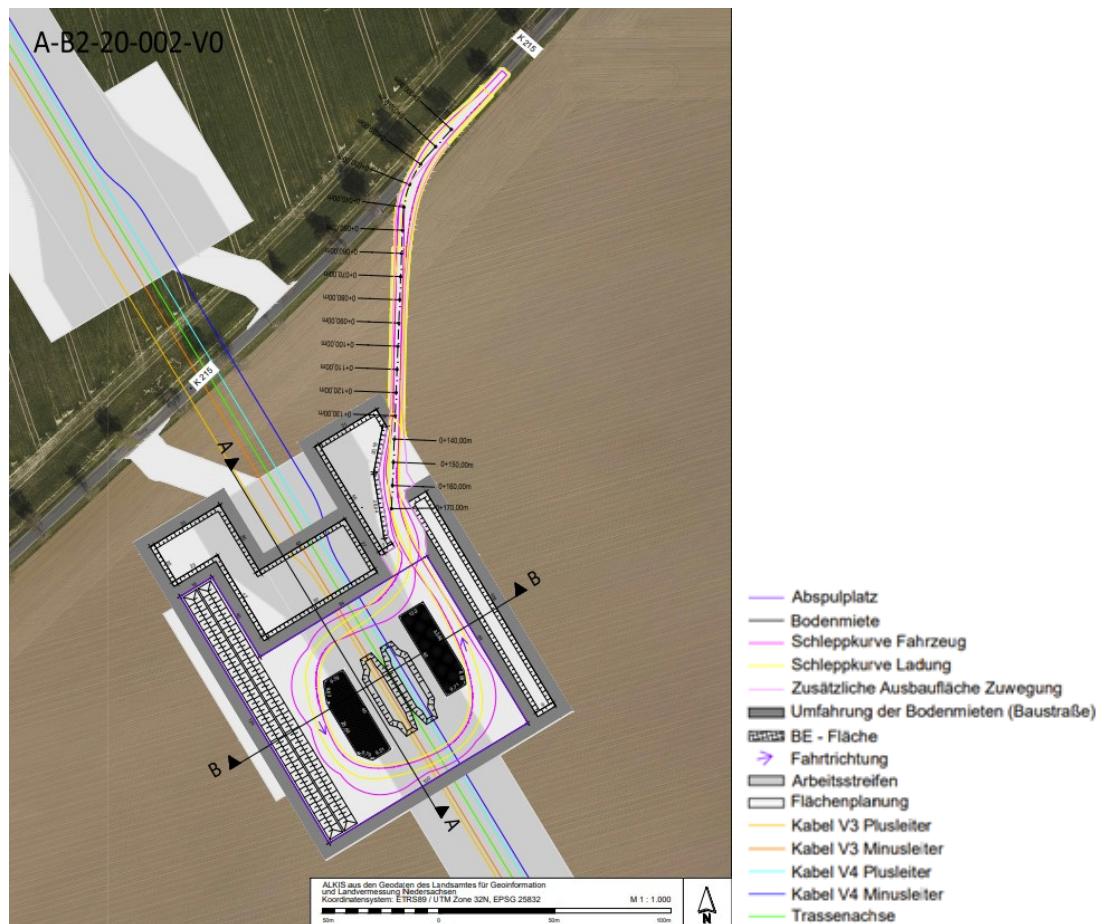


Abbildung 20: Neu- und Ausbau temporärer Zufahrten vom vorhandenen Wegenetz (z.B. A-B2-20-002-V0, km 58+200)

Für die Erreichbarkeit des Baufeldes werden Zufahrten vom vorhandenen Wegenetz erforderlich. 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 (vgl. Abbildung 19).

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 L03 enthalten. Die notwendigen Straßenrechtlichen Genehmigungen sind in dem Teil K05 der Planfeststellungsunterlagen für den Abschnitt B2 genannt.



Abbildung 21: Temporäre Erweiterung bestehender Verkehrsflächen (z.B. A-B2-19-004-V0, km 52+700 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. Darüber hinaus sind auch Wege zu verbreitern und nicht tragfähige Wege zu ertüchtigen und die Tragfähigkeit des Oberbaus herzustellen (vgl. Abbildung 20).

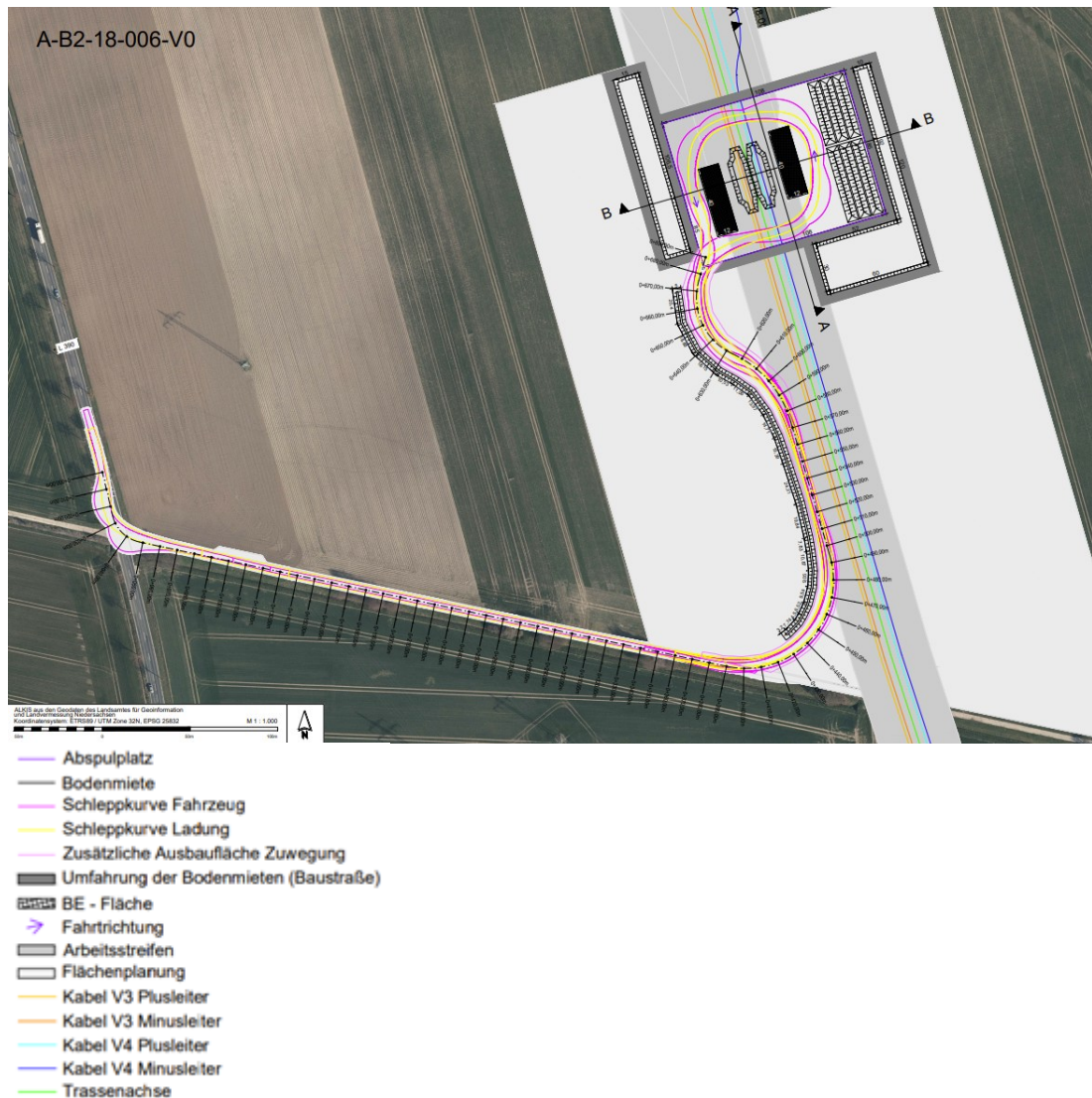


Abbildung 22: Neubau von temporären Zuwegungen (z.B. A-B2-18-006-V0, km 33+500)

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 Flächen vorübergehend in ungebundener Bauweise befestigt. Es werden Flächen mit geringen Biotopwerten und Agrarflächen genutzt (vgl. Abbildung 21).

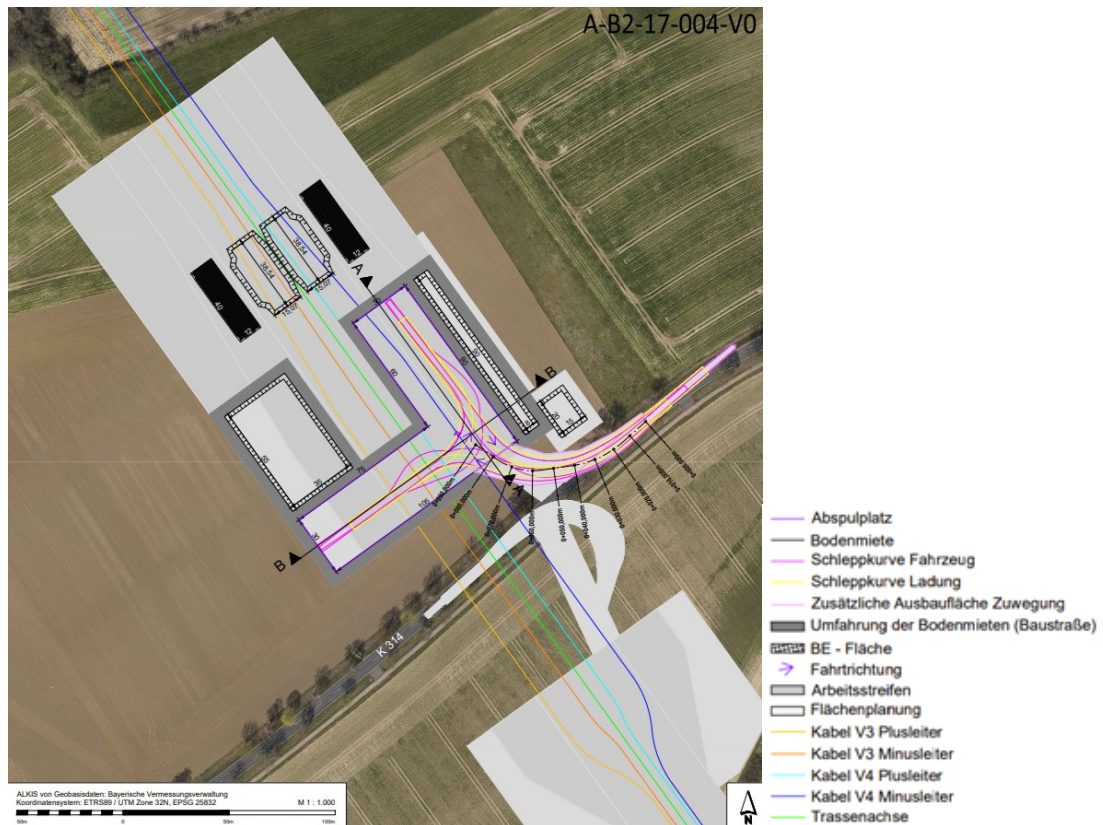


Abbildung 23: Temporäre Wendestellen für Schwerlasttransport (z.B. A-B2-17-004-V0, km 19+200)

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 und Schwerlasttransport geplant. Wie in der Skizze (Abbildung 23) dargestellt wird das Wenden realisiert und dafür ausreichend Fläche eingeplant. Ausweichmöglichkeiten werden im Zuge der Baustraßen im Arbeitsstreifen auf Sicht realisiert.

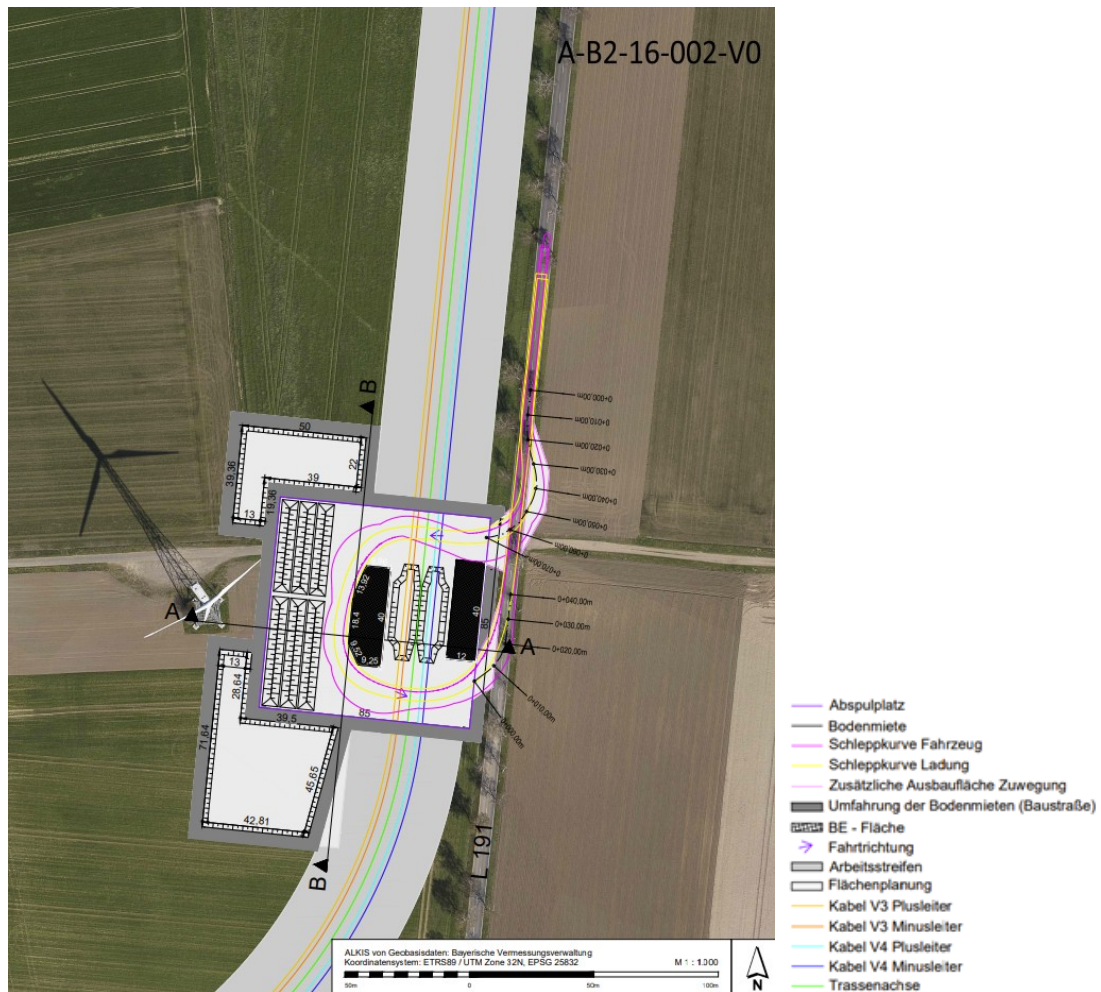


Abbildung 24: Temporäre Umfahrungen von Muffen an Abspulstandorten im Bau-feld (z.B. A-B2-16-002-V2, km 5+600)

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 (vgl. Abbildung 23).

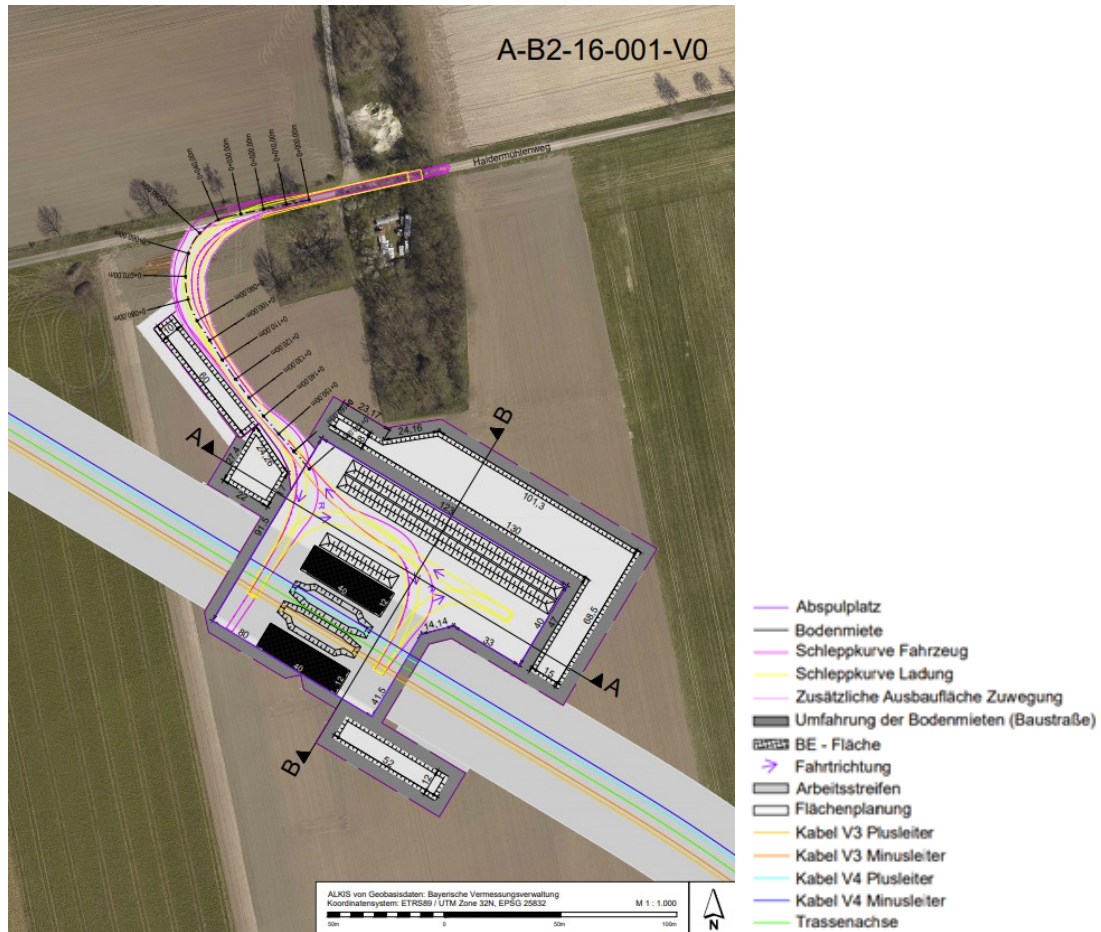


Abbildung 25: Temporäre Abspulstandort mit einem Wendemanöver für Kabeltransporte (z.B. A-B2-16-001-V0, km 0+700)

In Bereichen mit geringen zur Verfügung stehenden Flächen, z.B. durch Schutzgebiete oder angrenzende Waldflächen, sind Wendeanlagen ohne Umfahrung der Muffengrube vorgesehen (vgl. Abbildung 25).

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	• Brutvogelbegehungen rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten • Baugrunduntersuchungen • Archäologische Voruntersuchungen • Kampfmittelräumung • Fremdleitungs- / Drainagenerhebung sowie örtliche Kennzeichnung und Einmessung, Suchschachtung • Befahrungsanalyse • Baufeldfreimachung
---------------	--

	• Beweissicherung für Gebäude, Straßen und Grundgrenzen • CEF-Maßnahmen
Trassenvorbereitung	• Auspflocken der Trasse • Wegebau (Baustraßen, Zufahrten, etc.) • Baustellensicherung • Flächenvorbereitung (vorzeitige Räumung von Bewuchs, unter Einhaltung von saisonalen Beschränkungen) • Vorbereitung geschlossene Querungen (z.B. HDD) sofern erforderlich
Abtrag Oberboden	• Aushub Oberboden • Lagerung • Begrünung, Schutz vor Erosion
Herstellung Grabenprofil	• Aushub Unterboden • Getrennte Lagerung der Bodenhorizonte • Installation offene Wasserhaltung • Sandbettschüttung
Kabelzug	• Kabelspulentransport • Einrichtung der für den Kabelzug erforderlichen Rollen, Lager, Schubgeräte und sonstige Hilfsmittel, etc. • Einrichten der Zugstandorte • Kabelzug durch Graben • Räumung der für den Kabelzug benötigten Hilfseinrichtungen
Zusätzliche Verlegearbeiten	• Verlegung Schutzrohre für Lichtwellenleiterkabel • Verlegung Kabelschutzrohre sofern erforderlich
Muffen	• Aufweitung des Kabelgrabens an Muffengruben • Installation von Muffencontainer • Muffenmontage • Deinstallation von Muffencontainer • Bettung der Muffe im Sand
Rückverfüllung Graben	• Vermessung der Kabelanlage und der Sonstigen zum System gehörigen Einrichtungen • Aufschüttung des Sandbettes um das Kabel • Einbringung von Schutzplatten oder Schutzgitter • Rückverfüllung des Unterbodens • Einbringung des Trassenwarnbands • Einbringung restlicher Unter- und Oberböden • Einbaukontrolle Boden (Verdichtungsnachweis)
Rekultivierung	• Oberflächenwiederherstellung • Rückbau der Einrichtungs- und Lagerflächen sowie der Baustraßen • Tiefenlockerung Unterboden • ggf. Düngung

	• ggf. Neueinsaat • Wiederherstellung Drainagen
Flächennutzung nach Bau	• Land- und Viehwirtschaft möglich • Keine Bebauung und tiefwurzelnende Pflanzen

2.2.9.2 Bauzeit

Für den gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt B2 ist folgende Bauzeit vorgesehen:

Mit Vorliegen des Planfeststellungsbeschlusses und damit des Baurechtes werden umgehend die Arbeiten im Planfeststellungsabschnitt B2 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 B2 von einer Gesamtbauzeit von rd. 3 - 3,5 Jahren ausgegangen. Mit der Fertigstellung und Erstem Energiefluss 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.

BBPLG Bundesbedarfsplangesetz vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2543; 2014 I S. 148, 271), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 22. Mai 2023 (BGBl. 2023I Nr. 133) geändert worden ist. <https://www.gesetze-im-internet.de/bbplg/>

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 3 des Gesetzes vom 08. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2240) 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 26.07.2023 (BGBl. 2023I Nr. 202). 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 durch Artikel 14 des Gesetzes vom 09. März 2023 (BGBl. 2023I Nr. 56). <https://www.gesetze-im-internet.de/fstrg/>

KrWG Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 2. März 2023 (BGBl. 2023I Nr. 56) 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 7 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88) 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 5 des Gesetzes vom 03. Juli 2023 (BGBl. I Nr. 176) geändert worden ist. https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/