

SuedLink

BBPIG-Vorhaben 3, HGÜ-Verbindung Brunsbüttel - Großgartach
Leitung-Nr.: LH-16-10001

Vorhabenträger:

TRANSNET BW

Ersteller:



ILF Consulting Engineers Austria GmbH
Feldkreuzstrasse 3
6063 Rum bei Innsbruck
Österreich

DokumentenzahlNr.: SLPS-ICE-000499-MA-DEU

Planfeststellung

Planfeststellungsabschnitt E2 von km 0+000 bis 79+525

Unterlagen nach § 21 NABEG

PLANÄNDERUNG I

**Teil C01
Technik und Trassierung**

00	28.04.2023	Unterlage nach § 21 NABEG	Michael Brandl	David Bösch	Martin Pehm
01	02.06.2025	PLANÄNDERUNG I	Harry Mühling	Franziska Fieg	Christoph Ladenhauf
Vers.	Datum	Ausgabe	Erstellt	Geprüft	Freigegeben

Zugelassen nach § 76 Abs. 2 VwVfG,
vgl. 1. Änderungsbescheid zum
Planfeststellungsbeschluss Kapitel A.II.1
Bonn, den 29.08.2025
Im Auftrag

Daniel Matz

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	3
Anhang- und Anlagenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis.....	4
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	30
2.1.4 Logistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr.....	33
2.1.5 Arbeits- und Bauablauf	33
2.1.6 Parallelführungen und Kreuzungen	46
2.1.7 Schutzstreifen.....	55
2.1.8 Betrieb und Instandhaltung	57
2.1.9 Angaben zur Stilllegung bzw. zum Rückbau der Anlage	58
2.2 Trassierungstechnische Beschreibung	58
2.2.1 Trassenbeschreibung (abschnittsspezifisch)	58
2.2.2 Nebenanlagen (abschnittsspezifisch)	66
2.2.3 Nebenbauwerke (abschnittsspezifisch).....	67
2.2.4 Bauweisen (abschnittsspezifisch)	68
2.2.5 Kreuzungen (abschnittsspezifisch)	70
2.2.6 Parallelführungen (abschnittsspezifisch).....	92
2.2.7 Sonderbauwerke (abschnittsspezifisch).....	93
2.2.8 Bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Logistikkonzept (abschnittsspezifisch)	93
2.2.9 Bauablauf im Planfeststellungsabschnitt (abschnittsspezifisch)	93

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Mindestabstand a in [m] für Windenergieanlagen der Klasse.....	16
Tabelle 2:	Liste der Querungen in geschlossener Bauweise in PFA E2	70
Tabelle 3:	Parallelführungen in E2	93
Tabelle 4:	Bauphasen bei der Erdkabelverlegung	94
Tabelle 5:	Zentrale Baulager und Bodenaufbereitungsflächen in PFA E2	97

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schlussbericht Windenergieanlagen für Ferngasleitungen	16
Abbildung 2:	Kabelaufbau NKT-525 kV HGÜ-Kabel	20
Abbildung 3:	Kabelaufbau Prysmian HGÜ-Kabel	21
Abbildung 4:	Schematische Darstellung der Kabelverbindungen (Muffen).....	22
Abbildung 5:	Beispielhafte Darstellung eines Muffencontainers zur Herstellung des Kabelverbindungssystems.....	23
Abbildung 6:	Schnitt Baugrube zur Herstellung des Kabelverbindungssystems (Prinzipskizze)	23
Abbildung 7:	Muffen (Pfeilmarkierung) vor Wiederverfüllung des Leitungsgrabens	23
Abbildung 8:	Grabenquerschnitt mit Anordnung der Erdseile	24
Abbildung 9:	Linkbox (oberirdisch) (prinzipielle Ausbildung)	25
Abbildung 10:	Linkbox (unterirdisch) (prinzipielle Ausbildung)	25
Abbildung 11:	Beispiel einer doppelten Kabelabschnittsstation	27
Abbildung 12:	Beispiel einer einfachen Kabelabschnittsstation	28
Abbildung 13:	Schematische Darstellung einer Konverterstation mit zwei Konverter- hallen (Aufbau entspricht einem Kabelsystem)	29
Abbildung 14:	Prinzipdarstellung Muffengrube für ein Kabelsystem während der Bauzeit	31
Abbildung 15:	Grabenprofil Normalstrecke, Kabelschutzrohr.....	37
Abbildung 16:	Bauzeitenplan.....	98

Anhang- und Anlagenverzeichnis

Anhang 01:	Steckbriefe Verlegeverfahren
Anhang 02:	Maßnahmenblatt Schallschutz (<i>Anhang 02 wird nach Vorliegen des Gutachtens zu Lärm (Teil E02) ergänzt</i>)

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
§	Paragraph
%	Prozent
Abs.	Absatz
AC	Bezeichnung für Wechselstrom (engl. alternating current)
AC-TE	Teilentladungsmessung
AG	Aktiengesellschaft
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
AVV Baulärm	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm
BauGB	Baugesetzbuch
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BE-Fläche	Baustelleneinrichtungsfläche
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BImSchVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNetzA	Bundesnetzagentur
BÜB	Bauüberwacher Bahn
bzw.	beziehungsweise
BWaldG	Bundeswaldgesetz
BWo	oberer Betriebswasserstand
°C	Grad Celsius
ca.	circa
CEF-Maßnahme	vorgezogene Ausgleichsmaßnahme (engl. continuous ecological functionality-measures)
d	Durchmesser
d _A	Rohr-Außendurchmesser
DB	Deutsche Bahn
DC	Gleichstrom (engl. direct current)
DCA	Drilling Contractors Association
DEG	Dezimalgrad
d. h.	das heißt
DigiNetzG	Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	Nennweite (franz. diamètre nominal)
DPH	dynamic probe heavy (Rammsondierung)
DSchG BW	Denkmalschutzgesetz Baden-Württemberg
DTK	Digitale Topografische Karte
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.

Abkürzung	Erläuterung
EAK	Europäischer Abfallartenkatalog
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
et al.	und andere (lat. et alii)
etc.	et cetera
EUGAL	Europäische Gas-Anbindungsleitung
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FoVG	Forstvermehrungsgutgesetz
FoVDV	Forstvermehrungsgut-Durchführungsverordnung
FStrG	Bundesfernstraßengesetz
gem.	gemäß
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
GG	Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland
ggf.	gegebenenfalls
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GPS	Global Positioning System
GOK	Geländeoberkante
GrwV	Grundwasserverordnung
GW	Gigawatt (1.000.000.000 W), Einheit der elektrischen Leistung
ha	Hektar
HDD	Horizontalspülbohrverfahren (engl. horizontal directional drilling)
HDI	Hochdruckinjektion
HDPE	High-density polyethylene (Hochfestes Polyethylen)
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
HGV	Hochgeschwindigkeitsverkehr
h_{\min}	Überdeckungshöhe (mindestens)
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
i. V. m.	in Verbindung mit
KAS	Kabelabschnittsstation
kg	Kilogramm
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
kV	Kilovolt (1.000 V)
LBO	Landesbauordnung
LBodSchAG	Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz
LKW	Lastkraftwagen
LNatSchG	Landesnatschutzgesetz
LuftVG	Luftverkehrsgesetz
LWaldG	Landeswaldgesetz
LWL	Lichtwellenleiter
LWL MM	Lichtwellenleiter multimode

Abkürzung	Erläuterung
LWL SM	Lichtwellenleiter singlemode
LWL-ZS	Lichtwellenleiter-Zwischenstation
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MHW	mittleres Hochwasser
Mio.	Millionen
mm	Millimeter
mm ²	Quadratmillimeter
MVA	Megavoltampere
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
NaCl	Natriumchlorid
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
NVP	Netzverknüpfungspunkt
o.ä.	oder ähnlich
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OK	Oberkante
PFA	Planfeststellungsabschnitt
PFV	Planfeststellungsverfahren
PKW	Personenkraftwagen
potTA	potenzielle Trassenachse
R	Radius
RIL	Richtlinie
ROG	Raumordnungsgesetz
SiGeKo	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator
SKR	Stromleitungskreuzungsrichtlinie
SL	SuedLink
SOL	SuedOstLink
SPT	Standardpenetrationstests
SWS	Südwestdeutsche Salzwerte AG
t	Tonnen
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TBM	Tunnelbohrmaschine
TKG	Telekommunikationsgesetz
TransnetBW	TransnetBW GmbH
TRGL	Technische Regeln für Gashochdruckleitungen
TTG	TenneT TSO GmbH
u.a.	unter anderem
UIG	Unternehmensinterne Genehmigung (durch die DB Netz AG)

Abkürzung	Erläuterung
UK	Unterkante
UmwRG	Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz
USchadG	Umweltschadensgesetz
ÜSG	Überschwemmungsgebiete
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UWBS	Unterwasserbetonsohle
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
vgl.	vergleiche
VHT	Vorhabenträger
VSch-Gebiet	Vogelschutzgebiet
VzG	Verzeichnis zulässiger Geschwindigkeiten
WaStrG	Bundeswasserstraßengesetz
WebGIS	Online Geodaten Dienst
WEA	Windenergieanlage
WG	Wassergesetz
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
WSG-VO	Wasserschutzgebietsverordnung
XLPE	Cross Linked Polyethylen
z. B.	zum Beispiel
ZiE	Zustimmung im Einzelfall (durch das EBA)

1 Einleitung

1.1 SuedLink

SuedLink ist ein Netzausbauprojekt des Stromübertragungsnetzes, das als Erdkabelverbindung geplant wird. SuedLink besteht aus je einer Verbindung zwischen Brunsbüttel in Schleswig-Holstein und Großgartach in Baden-Württemberg (diese Verbindung wird in der Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) als „Vorhaben Nr. 3“ geführt) sowie zwischen Wilster in Schleswig-Holstein und Bergrheinfeld/West in Bayern (diese Verbindung wird in der Anlage zum BBPlG als „Vorhaben Nr. 4“ geführt). Rechtlich handelt es sich um zwei eigenständige Vorhaben, für die jeweils eigene Anträge auf Planfeststellungsbeschluss gestellt wurden. Die Planfeststellungsverfahren werden für die beiden genannten Vorhaben im Bereich der Stammstrecke verfahrensrechtlich verbunden. SuedLink ist in 15 Planfeststellungsabschnitte unterteilt. Die gegenständliche Unterlage ist Bestandteil der Unterlagen gem. § 21 NABEG zum Planfeststellungsabschnitt E2. Der Planfeststellungsabschnitt E2 umfasst allein Anlagen und Maßnahmen des Vorhabens Nr. 3. 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 E2.

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).

Der Teil C - Technik und Trassierung setzt sich aus folgenden Teilen zusammen:

Teil C	Technik und Trassierung	C01	Bericht Technik und Trassierung
		C02	Prinzipzeichnungen Kabelanlage
		C03	Prinzipzeichnungen Nebenanlagen und Nebenbauwerke
		C04	Übersichtspläne
		C06	Lagepläne
		C07	Sonderpläne
		C08	Kreuzungsverzeichnis
		C09	Bauwerksverzeichnis

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 Baustraßen entlang der Trasse, und / oder können aufgrund des meist ebenfalls vorliegenden sehr hohen Grundwasserstandes eine Streckenbauweise in geschlossener statt in offener Regelbauweise sinnvoll erscheinen lassen.
- Querungen von Gebieten mit hohem Grundwasserspiegel sind reduziert, um zusätzliche Tiefbauarbeiten (Entwässerungsmaßnahmen, etc.) zu vermeiden. Insbesondere bei den Baugrunduntersuchungen vorgefundenes gespanntes Grundwasser im Kabelgrabenbereich bedarf entsprechender Grundwasserabsenkungen und Sicherungsmaßnahmen, um einem hydraulischen Grundbruch vorzubeugen.

- Steilhänge (ab 15°) werden vermieden bzw. minimiert, um zusätzliche Tiefbau, Sicherungs- und Wiederherstellungsarbeiten zu reduzieren.
- Gewässerquerungen werden so weit jenseits der Uferlinie in ausreichender Queringstiefe fortgeführt, dass eine mögliche Ufererosion die Leitung nicht freilegen kann.

2.1.1.2.3 Wirtschaftliche Trassenführung

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

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

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

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 Kabelschutzhohres hinsichtlich Materials und Wanddicke sowie des Ringraums zwischen Kabel und Kabelschutzhohr, 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 aufzufahrenden Stollen auf einer Trassenlänge von ca. 16 km geführt. Zur Ein- und Ausführung der Kabel in das / aus dem Bergwerk werden zwei neue Schächte errichtet.

Die zuvor aufgeführten Bauwerke liegen nicht im gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt.

2.1.1.4 Ausschlussflächen

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

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

2.1.1.5 Abstände, Annäherungen

2.1.1.5.1 Siedlungsflächen mindestens Gebäude

Mindestabstände

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

Empfohlene Abstände

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

2.1.1.5.2 Natura 2000

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

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

2.1.1.5.3 Wald

Mindestabstände

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

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

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

Empfohlene Abstände

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

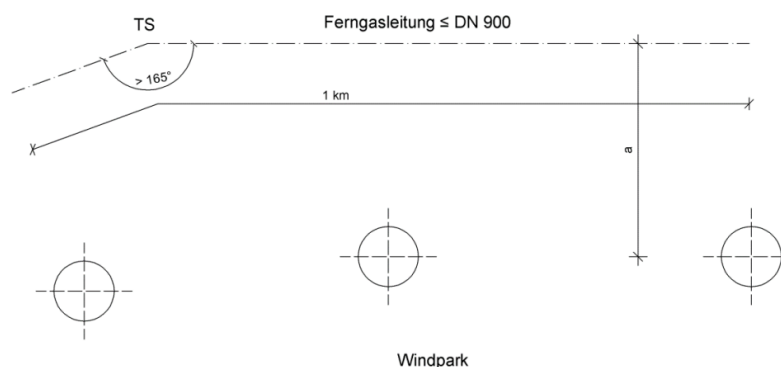
2.1.1.5.4 Windenergieanlagen

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

Tabelle 1: Mindestabstand a in [m] für Windenergieanlagen der Klasse

Mindestabstand a in [m] für Windenergieanlagen der Klasse					
Naben- höhe H in [m]	Klasse 1 40m < RD ≤ 65m Masse RB < 15 t (0,5MW < P < 1,5MW)	Klasse 2 65m < RD ≤ 100m Masse RB < 15 t (1,5MW < P < 3,0MW)	Klasse 3 100m < RD ≤ 120m Masse RB < 15 t (3,0MW < P < 4,5MW)	Klasse 4 120m < RD ≤ 140m Masse 15t < RB < 25 t (4,5MW < P < 8,0MW)	Klasse 5 140m < RD ≤ 160m Masse 15t < RB < 25 t (4,5MW < P < 8,0MW)
Windpark (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

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.

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

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

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

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

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

Leiter / Kabeltyp

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

Für SuedLink kommen kunststoffisolierte Kabel zum Einsatz.

Kabelaufbau

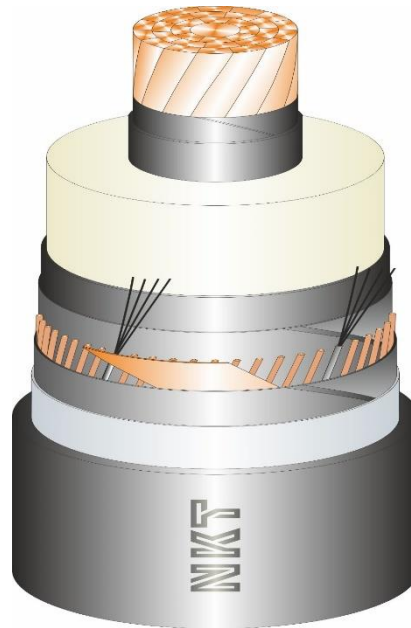


Abbildung 2: Kabelaufbau NKT-525 kV HGÜ-Kabel²

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

² Quelle: Basic Design NKT, Stand 2021

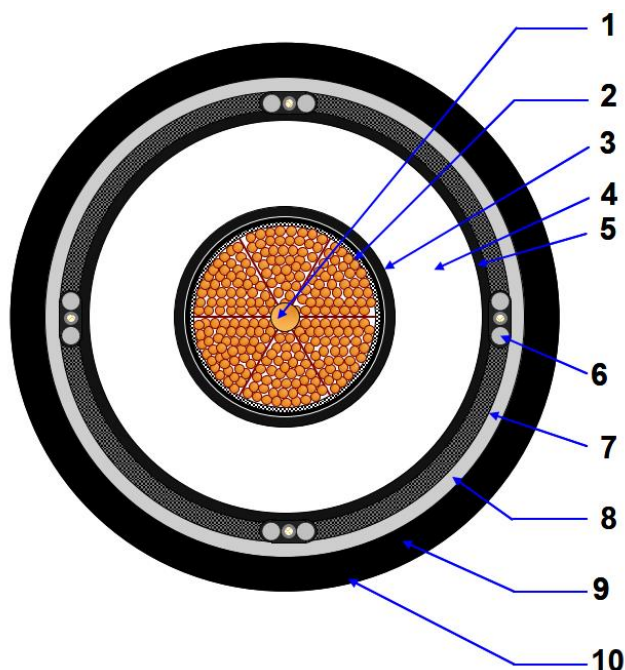


Abbildung 3: Kabelaufbau Prysmian HGÜ-Kabel³

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

Isolierung

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

Kabelschirm

Der Kabelschirm ist nötig, um Betriebs- (Ausgleichsströme und Bereitstellung eines definierten Erdpotenziales über die gesamte Strecke) und Fehlerströme zu führen. Er besteht aus Kupferdrähten, die radial entlang der äußeren Leitschicht angeordnet 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 2.1.2.6 „Betriebliche Lichtwellenleiter (LWL), LWL-Zwischenstationen bzw. Erdungs- und Schirmtrennstellen“ zu entnehmen.

³ Quelle: Basic Design Prysmian, Stand 2021

Interne Lichtwellenleiter (LWL)

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

Längswasserschutz

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

Metallmantel (Querwasserschutz)

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

Kunststoffmantel

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

2.1.2.2 Spannungsebene

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

2.1.2.3 Kabelverbindungen (Muffen)

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



Abbildung 4: Schematische Darstellung der Kabelverbindungen (Muffen)⁴

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

⁴ Quelle: Eigene Abbildung



Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung eines Muffencontainers zur Herstellung des Kabelverbindungssystems⁵

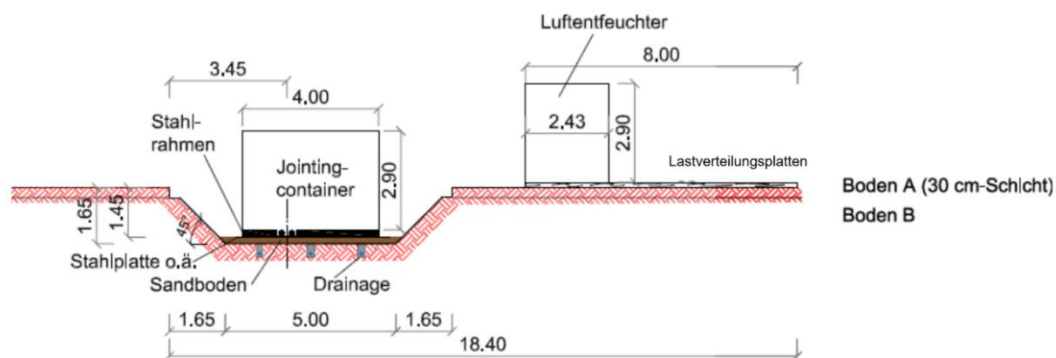


Abbildung 6: Schnitt Baugrube zur Herstellung des Kabelverbindungssystems (Prinzipskizze)⁶



Abbildung 7: Muffen (Pfeilmarkierung) vor Wiederverfüllung des Leitungsgrabens⁷

⁵ Quelle: Prysmian

⁶ Quelle: Eigene Abbildung

⁷ Quelle: Eigene Abbildung

2.1.2.4 Erdseil für Blitzschutz

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

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.

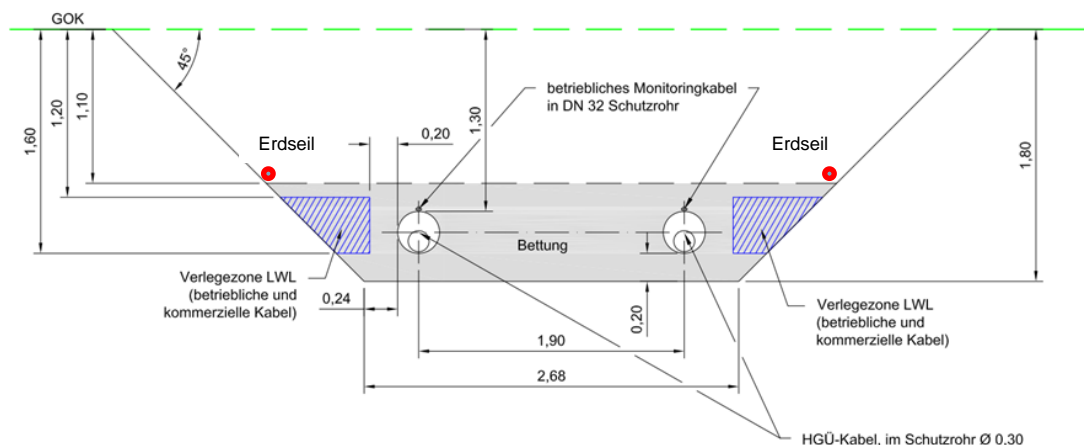


Abbildung 8 Grabenquerschnitt mit Anordnung der Erdseile⁸

2.1.2.5 Linkboxen

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

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

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

⁸ Quelle: Eigene Abbildung

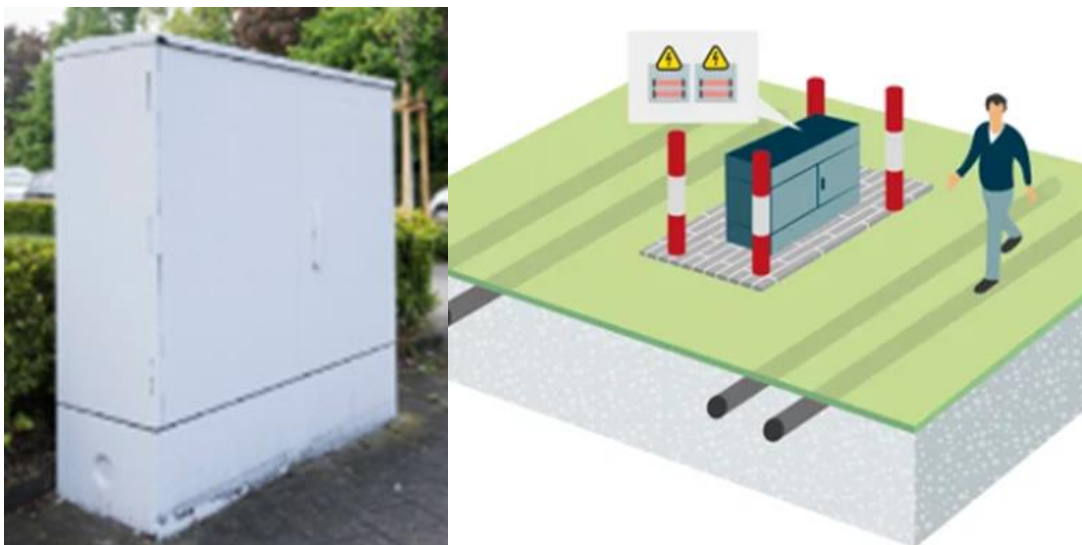


Abbildung 9: Linkbox (oberirdisch)⁹ (prinzipielle Ausbildung)

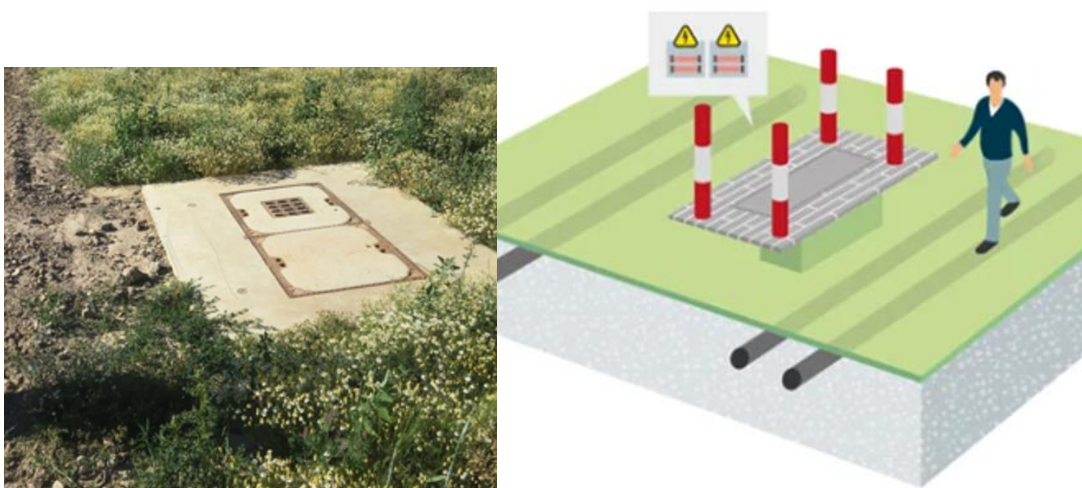


Abbildung 10: Linkbox (unterirdisch)¹⁰ (prinzipielle Ausbildung)

2.1.2.6 Betriebsnotwendige Lichtwellenleiter (LWL), LWL-Zwischenstationen

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

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

Die Kabelschutzrohre (DN 50) für die LWL-Kabel werden bei offener Bauweise in einer seitlich im Kabelgraben angeordneten LWL-Verlegzone verlegt. Die Kabel werden dabei sowohl bei der Verlegung als Normalstrecke als auch Stammstrecke beidseitig der Kabelsysteme redundant angeordnet (siehe dazu auch Abbildung 15 in Kapitel

⁹ Quelle: Eigene Abbildung

¹⁰ Quelle: Eigene Abbildung

2.1.5.2 „Kabelgraben“). Unabhängig vom Baufortschritt der HGÜ-Kabelanlage können die LWL zu einem späteren Zeitpunkt in die Leerrohre eingeblasen werden. Nach dem Einblasen werden die Leerrohre gekürzt, die beiden Kabelenden in einer ausgehobenen Grube gemufft (auf Niveau des LWL-Kabel-Verlaufes) und die Grube anschließend verfüllt. An der Oberfläche verbleibt somit kein Störkörper.

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

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

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

2.1.2.7 Kommerzielle LWL (Lichtwellenleiter)

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

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

2.1.2.8 Kabelabschnittsstationen (KAS)

Zur Unterstützung der Kabelfehlerortung sind Kabelabschnittsstationen notwendig.

Funktion, Größe und Anzahl

Kabelabschnittsstationen dienen zur Segmentierung der Kabelstrecke mit Zugänglichkeit des Kabelleiters und des Kabelschirms. Innerhalb der Kabelabschnittsstation wird das Kabel dafür aus der Erde geführt und zugänglich gemacht. Dazu wird das

Erdkabel durch die Verwendung von zwei Kabelendverschlüssen, die mit einem dazwischenliegenden Leiter ohne Feststoffisolation (z. B. Aluminiumrohr) elektrisch verbunden sind, unterbrochen. So können bei einem Fehlerfall sehr leicht Messungen an dieser Stelle erfolgen.

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

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

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

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

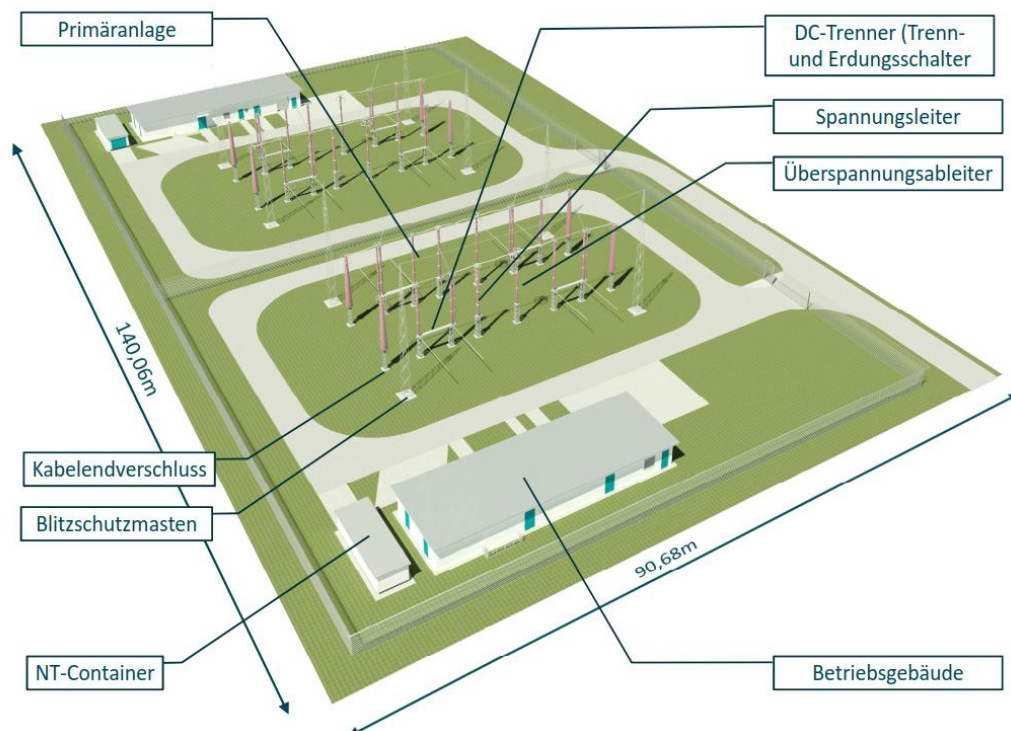


Abbildung 11: Beispiel einer doppelten Kabelabschnittsstation¹¹

¹¹ Quelle: Eigene Abbildung

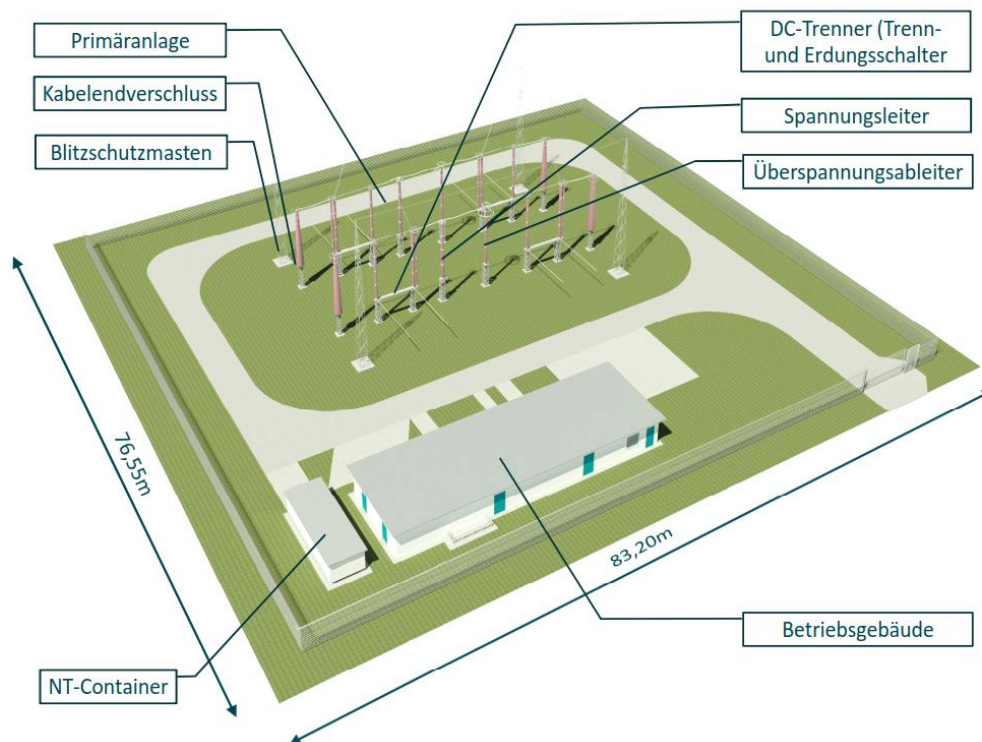


Abbildung 12: Beispiel einer einfachen Kabelabschnittsstation¹²

Im Bereich des PFA E2 ist keine Kabelabschnittsstation vorgesehen.

2.1.2.9 Konverterstationen und Anbindungsleitungen

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

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

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

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

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

¹² Quelle: Eigene Abbildung

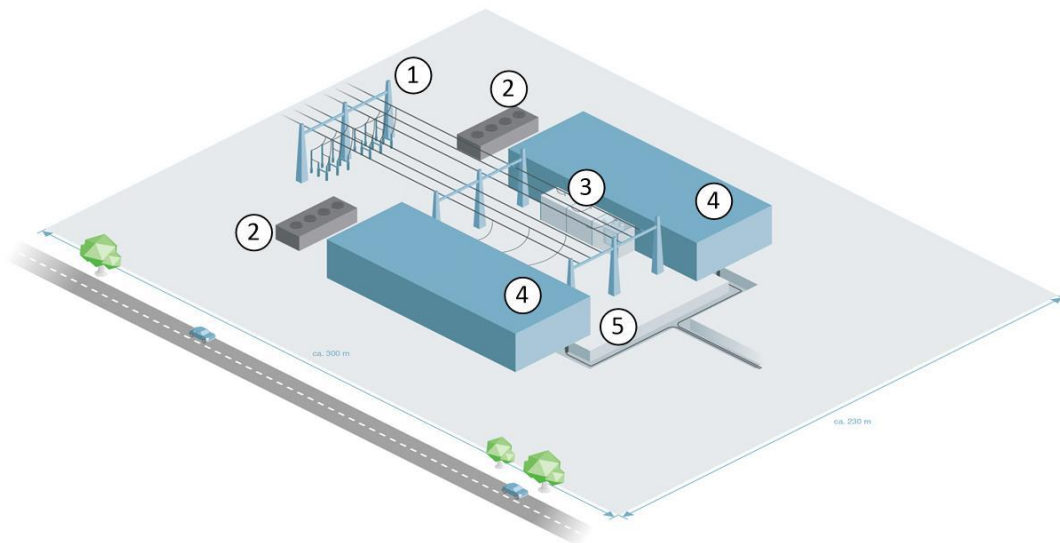


Abbildung 13: Schematische Darstellung einer Konverterstation mit zwei Konverterhallen (Aufbau entspricht einem Kabelsystem)¹³

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

Im Bereich des PFA E2 sind keine Konverterstationen und Anbindungsleitungen vorgesehen.

2.1.2.10 Trassenkennzeichnung

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

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

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

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

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

¹³ Quelle: Eigene Abbildung

2.1.3 Angaben zum Bau der Leitungen

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

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

2.1.3.1 Regelarbeitsstreifen

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

- Normalstrecke (1 Graben): ca. 30 – 35 m
- Stammstrecke (2 Gräben): ca. 40 – 45 m (für den gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt nicht relevant)

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.

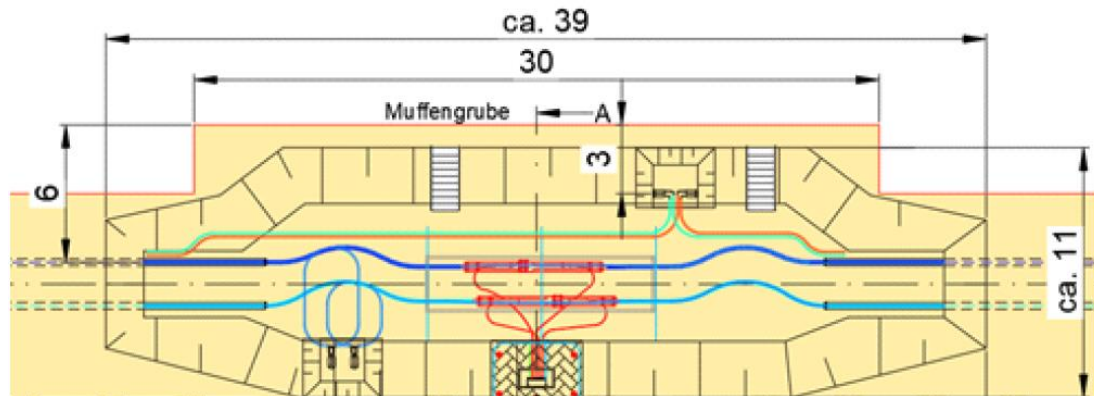


Abbildung 14: Prinzipdarstellung Muffengrube für ein Kabelsystem während der Bauzeit¹⁴

Details dazu sind in Kapitel 2.1.2.3 näher beschrieben

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

2.1.3.1.1 Einengung des Arbeitsstreifens

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

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

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

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

2.1.3.2 Verlegetiefen

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

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

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

¹⁴ Quelle: Abbildung NKT

2.1.3.3 Ausbildung der Leitungszone, Bettungsmaterial

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

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

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

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

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

2.1.3.3.1 Mechanische Anforderungen an das Bettungsmaterial

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

2.1.3.3.2 Thermische Anforderungen an das Bettungsmaterial

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

Die Ergebnisse der Untersuchungen der Bodenwärmeleitfähigkeit werden dazu herangezogen,

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

2.1.4 Logistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr

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

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

2.1.5 Arbeits- und Bauablauf

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

2.1.5.1 Bauvorbereitende und baubegleitende Maßnahmen

2.1.5.1.1 Kampfmittelräumung

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

Weiterführende Informationen zu Kampfmittelverdachtsflächen bzw. die Ergebnisse der Kampfmitteluntersuchung im Planfeststellungsabschnitt E2 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 Unterlagen nach § 21 NABEG 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 Bodendenkmalpflege“ eingesehen werden.

2.1.5.1.3 Einrichtung Lagerflächen

Vor Baubeginn werden als baulagernde 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 Produktions-

anlagen ohne nachteilige Umweltauswirkungen geplant. Weiterführende Informationen zur Errichtung von Lagerflächen entlang der Baustelle sowie den Umgang mit dem anstehenden Boden können Teil „L02 Bodenschutzkonzept“ entnommen werden.

2.1.5.1.4 Baustraßen

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

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

2.1.5.1.5 Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen)

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

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

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

2.1.5.1.6 Vorgezogene artenschutzfachliche Maßnahmen (vor Baubeginn)

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

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

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

2.1.5.1.7 Altlasten/Abfallentsorgung

Altlasten (Bauvorbereitend):

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

Abfallentsorgung (Baubegleitend):

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

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

2.1.5.1.8 Kartierungs- und Vermessungsarbeiten

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

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

Vermessungsarbeiten

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

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

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

2.1.5.1.9 Baugrund

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

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

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

2.1.5.2 Kabelgraben

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

Die Typenpläne für die Grabenprofile sind dem Teil C02 zu entnehmen.

Geometrische Vorgaben Kabelgraben:

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

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 1,80 m – 2,00 m. Vorhandene Fremdanlagen wie Kabel, Gas- und Wasserleitungen werden üblicherweise unterquert.

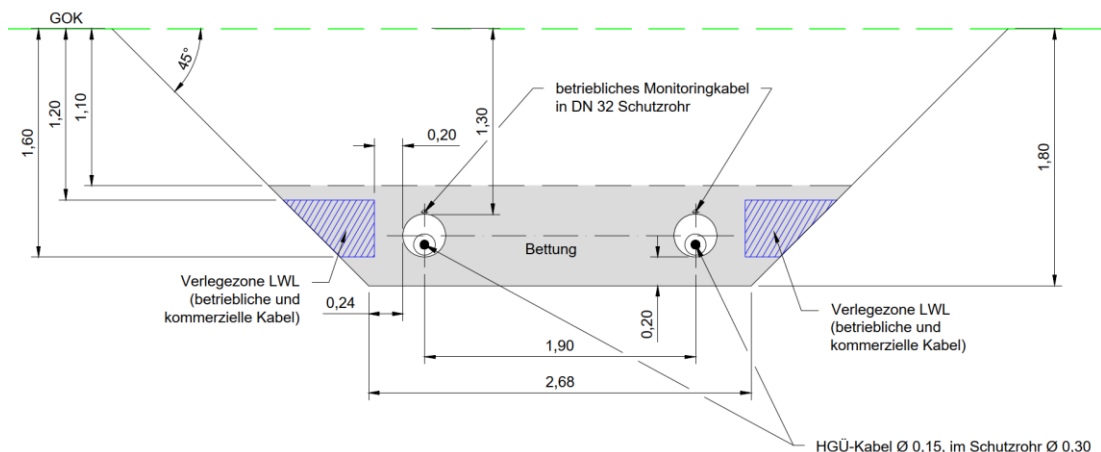


Abbildung 15: Grabenprofil Normalstrecke, Kabelschutzrohr¹⁵

¹⁵ **Quelle:** Eigene Abbildung

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

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

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

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

Der Regelbauablauf inklusive Voruntersuchungen ist unter Kapitel 932.2.9.1 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 „Unterlage zur Bodendenkmalpflege“ einzusehen.

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

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

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

2.1.5.3 Offene Bauweise

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

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

Offener Graben mit Schutzrohr:

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

Eine weitergehende Beschreibung dieses Verlegeverfahrens ist in Anhang 1 dem „Steckbrief 1.1 Offener Graben mit Schutzrohr“ zu entnehmen.

Offener Graben ohne Schutzrohr: (für gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt in der Regel nur im Bereich der Muffen-, Einzugs- und Schubgruben)

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.

Fräse mit/ohne Schutzrohr

Das Fräsverfahren mit oder ohne Schutzrohr bildet eine Sonderform der offenen Verlegeverfahren. Das Fräsverfahren wird in der Regel in standfesten oder felsigen Böden angewandt. Eine Fräse schneidet dabei ähnlich einer Kettensäge einen Graben in den Boden. Im Fräsverfahren kann bis in große Tiefen gegraben werden. Es kann mit einer geringen Grabenbreite gerechnet werden.

Eine weitergehende Beschreibung des Verlegeverfahrens mittels Bodenfräse ist im Anhang 1 dem „Steckbrief 1.4_1.5 Fräse mit_ohne Schutzrohr“ zu entnehmen.

Einbaukasten mit bzw. ohne Schutzrohr:

Bei dieser Methode wird im Arbeitsstreifen ein Graben geöffnet und die Schutzrohre in erforderlichem Durchmesser und Wandstärke oder Kabel verlegt. Im Graben wird hierbei ein Einbaukasten auf der zu verlegenden Höhe in Richtung der Ausgrabung durch eine Antriebsmaschine mitgezogen. Dieser Kasten schützt ggf. vor Bodeneinbrüchen und es werden die Schutzrohre / Kabel durch Umlenkrollen in die richtige Lageposition verlegt.

Zeitgleich wird beim Nachziehen das Bettungsmaterial um die dann in Endposition liegenden Schutzrohre / Kabel in entsprechender Höhe eingebracht. Ggf. kann die Rohrbettung verdichtet werden, danach verfüllt ein Bagger den Graben mit dem seitlich gelagerten Bodenaushub, so dass nur sehr kurze Bauabschnitte offenbleiben.

Eine weitergehende Beschreibung der Offenen Bauweise mit Einbaukasten ist in Anhang 1 dem „Steckbrief 1.7_1.8 Einbaukasten mit_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 (s. Kapitel 2.1.5.5) Regelbauweise mitunter vorzuziehen. Beispielhaft werden im Folgenden einige typische dieser Situationen näher ausgeführt:

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

Im Folgenden werden verschiedene Ausführungsmöglichkeiten der geschlossenen Bauweise angeführt.

Gesteuerte Horizontalbohrung (englisch: Horizontal Directional Drilling - HDD)

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

Am geplanten Austrittspunkt wird an das austretende Gestänge ein dem Baugrund entsprechendes Aufweitungs Werkzeug 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.

Gesteuerter Ausbläser

Das Verlegeverfahren „gesteuerte Ausbläser“ ist eine Variante des vorangehend beschriebenen HDD-Verfahrens. Um größere Bohrlängen zu erreichen, muss der Druck der bei HDD-Verfahren eingesetzten Spülgussuspension verringert werden. Dies ist notwendig, um z. B. das zu querende Gewässer vor austretender Suspension, aufgrund hoher Drücke im Bohrloch, zu schützen. Zu diesem Zweck werden exakt entlang der Bohrlinie Entlastungsbohrungen angelegt, an welchen jeweils eine kontrollierte Entnahme der Bohrspülung möglich ist.

Eine weitergehende Beschreibung zu diesem Verfahren ist dem „Steckbrief 2.2 gesteuerte Ausbläser HDD“ in Anhang 1 zu entnehmen.

Pilotrohrvortriebsverfahren

Beim Pilotrohrvortrieb, einem unbemannten gesteuerten Rohrtriebsverfahren, 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.

E-Powerpipe:

E-Power Pipe ist ein grabenloses (geschlossenes) steuerbares Bauverfahren. Aufgrund der Möglichkeit, auch große Längen durchbohrt werden können, stellt das Verfahren auch eine Alternative zum offenen Graben dar.

Mit Hilfe eines Pressenrahmens in der Startgrube und speziellen E-Power Pipe Vortriebsrohren wird ein Bohrgerät durch den Baugrund gepresst. Die Vortriebsrohre werden sukzessive zunächst mit dem Bohrgerät zu dem Bohrstrang verbunden und dann mit dem Pressenrahmen nach vorne gedrückt. Der Baugrund selbst wird mit dem Bohrgerät und einem Schneidrad gelöst und mittels Bentonit-Bohrspülung durch den gesamten Bohrstrang gepumpt und zurückgeführt. Die Spülung wird in einer Separationsanlage aufbereitet und wieder in den Kreislauf zurückgeführt. Bohrklein und nicht wiederverwertbare Bestandteile werden fachgerecht entsorgt. Nach Erreichen der Zielgrube werden die Vortriebsrohre zurückgezogen und im gleichen Arbeitsschritt Schutzrohre eingezogen.

Eine detaillierte Beschreibung der Bauweise „E-Powerpipe“ liegt als „Steckbrief 2.5 Tunnel-Tübbingbauweise“ dem Anhang 1 bei.

Tunnel in Tübbingbauweise

Auch Tunnel in Tübbingbauweise können bei längeren Querungen als Sonderbauwerke zum Einsatz kommen. Ein Tübbing ist ein vorgefertigtes Betonsegment für den Ausbau der Tunnelkontur. Die Anzahl der Einzelsegmente pro Tunnelring ergibt sich im Wesentlichen aus dem Tunneldurchmesser. Der Tunnel setzt sich dann in Längsrichtung aus einer Vielzahl von Ringen zusammen. Die Tübbinge werden im Zuge des Tunnelvortriebs unmittelbar hinter der Tunnelbohrmaschine eingebaut. Die Tunnelvortriebsmaschine kann sich dann an den bereits eingebauten Tübbingringen abstützen und so axialen Vortrieb erreichen.

Die Baustelleneinrichtungsfläche für eine typische Start- oder Zielgrube eines Tunnels in Tübbingbauweise variiert je nach Tunnelgröße und wird im Zuge der Planung bemessen.

Eine weitergehende Beschreibung der Tübbingbauweise ist dem „Steckbrief 2.6 Tunnel-Tübbingbauweise“ dem Anhang 1 zu entnehmen.

Dieses Verfahren ist für den gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt nicht relevant.

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.

Eine weitergehende Beschreibung zu diesem Verfahren ist dem „Steckbrief 2.7 Nichtsteuerbare Verfahren“ in Anhang 1 zu entnehmen.

2.1.5.5 Halboffene Bauweise

Pflug mit Schutzrohr

Bei diesem Verfahren wird ein im Vorhinein entlang der geplanten Trasse ausgelegtes Schutzrohr von einem Pflugfahrzeug aufgenommen und in den Boden eingepflügt. Die Kabel können so im Nachhinein eingezogen werden.

Eine weitergehende Beschreibung des Pflugverfahrens mit Schutzrohr ist dem „Steckbrief 1.3 Pflug mit Schutzrohr“ in Anhang 1 zu entnehmen.

Mehrfachpflug Doppelverlegeschart:

Mit der Verlegeart „Mehrfachpflug Doppelverlegeschart“, welche vom Ablauf dem allgemeinen Pflugverfahren gleicht, ist es möglich, auch Bündel von Rohren verlegen zu können.

Eine weitergehende Beschreibung zur Verlegeart „Mehrfachpflug Doppelverlegeschart“ ist dem „Steckbrief 1.6 Mehrfachpflug Doppelverlegeschart“ im Anhang 1 zu entnehmen.

Pipe Express:

Das Verlegeverfahren „Pipe Express“ gehört zu den halboffenen Verfahren kann als Kombination aus Grabenfräse und Microtunnelmaschine betrachtet werden. Oberflächennah wird ein Tunnel gebohrt, das erbohrte Material wird durch einen gleichzeitig gefrästen Schlitz an die Oberfläche abtransportiert. Der Vortrieb der Maschine wird durch einen Pipe-Thruster (Schubeinheit) von der Oberfläche aus durchgeführt. Es

werden durch den Pipe-Thruster Schutzrohre in das Bohrloch gepresst, in welche danach die Kabel eingezogen werden.

Am jeweiligen Start- und Zielbereich werden Baustelleneinrichtungen und Gruben zur Installation der Anlage bzw. zur Aufstellung des Pipe-Thrusters erforderlich.

Eine weitergehende Beschreibung des Pipe Express Verfahrens ist dem „Steckbrief 1.9 PipeExpress“ in Anhang 1 zu entnehmen.

2.1.5.6 Maschinen- und Gerätebedarf

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

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

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

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

2.1.5.7 Wasserhaltung

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

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

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

2.1.5.8 Kabelverlegung und Kabeleinzug

Im vorliegenden PFA E2 wird das Kabel grundsätzlich im Kabelschutzrohr verlegt, in Einzelfällen wird davon abgewichen. Dabei werden die Kabelgräben nach der Verlegung der Schutzrohre wieder verfüllt. Der Kabeleinzug in die Schutzrohre erfolgt in der Regel zu einem späteren Zeitpunkt. Während des Kabelzugs wird der Kabelgraben nur dort offen sein, wo kein Schutzrohr verlegt wurde. Dies sind in der Regel die Bereiche der Muffen-, Einzugs- und Schubgruben. Die Kabelverlegung in das Schutzrohr erfolgt mit Hilfe eines Seilzugs. Die für den Transport auf Spulen aufgewickelten Kabel werden im Schutzrohr zwischen Kabelabspul- und Windenplatz verlegt. Die Einzelkabel werden dabei in Bereichen ohne Schutzrohr 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 Kabelschutzrohre werden in Bodenschichten mit klar definierten Eigenschaften verlegt. Sofern die Tragfähigkeit des Bodens nicht gegeben ist, werden, sofern der Bereich nicht umgangen werden kann, Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit vorgenommen (z. B. teilweiser Bodenaustausch und / oder Einbringen von Geotextilien). Durch diese Maßnahme wird das Gewicht der Kabel auf eine breitere Fläche im Kabelgraben verteilt, wodurch ein „Einsinken“ der Kabel verhindert werden kann. Die Wasserdurchlässigkeit wird den Umgebungsbedingungen angepasst.

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

Die Verlegung in geschlossener Bauweise wird in Kapitel 2.1.5.4 beschrieben.

Vorteile der Verlegung mit Kabelschutzrohr:

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

Nachteile der Verlegung mit Kabelschutzrohr:

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

2.1.5.9 Rekultivierung

Im Anschluss an die Rückverfüllung des Kabelgrabens findet eine Rekultivierung der betroffenen Flächen statt. Ziel der Rekultivierung ist dabei die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes. Zur Rekultivierung zählen unter anderem der Rückbau aller bautechnischen Einrichtungen (Baustraßen, Lagerplätze etc.), die Auflockerung von verdichteten Böden, der Wiederauftrag des Oberbodens in strukturschonender Weise sowie 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.

2.1.5.10 Inbetriebnahmeprüfung AC-TE-Test

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

1. Gleichspannungsprüfung am Außenmantel
2. Prüfung der Lichtwellenleiter im Kabelschirm
3. Wechsellspannungsprüfung 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 Wechsellspannungsprüfung 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 Steuermkabine, 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.

2.1.5.11 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 darüber hinausgehende Mindestabstände zur Einhaltung von sicheren Arbeitsräumen, Abstände zur Vermeidung von elektrischen Einflüssen, etc., werden individuell mit den Betreibern abgestimmt und können je nach Spannungsebene sowie Mastform und -höhe variieren.

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

2.1.6.1.2 Parallelführungen mit erdverlegten Leitungen

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1.6.1.3 Parallelführungen mit Bahnstrecken

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

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

2.1.6.1.4 Parallelführungen mit Straßen

Klassifizierte Straßen:

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

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

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

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

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

Sinngemäß gelten diese Vorgaben auch für andere klassifizierte Straßen.

Nicht Klassifizierte Straßen, Wege:

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

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

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

2.1.6.1.5 Parallelführungen mit Gewässern

Bundeswasserstraßen:

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

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

Andere Gewässer:

Auch bei Gewässern 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.

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

Alle Kreuzungen im Planfeststellungsabschnitt E2 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. Weitführende Informationen zu den Flächennutzungen im Trassenbereich sind in Teil D „Rechtserwerbsverzeichnis und Rechtserwerbsplan“ einzusehen.

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

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

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

Andere Straßen und Wege:

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

Nichtklassifizierte Straßen werden im Regelfall in offener Bauweise gequert.

2.1.6.2.3 Kreuzungen mit Bahnstrecken

Bei Kreuzungen mit Bahnstrecken wird die Art und Lage der Querungen in der Planung von den Bahnbetreibern maßgeblich mitbestimmt. Kreuzungen mit Bahnstrecken werden in der Stromleitungskreuzungsrichtlinie (SKR) der Deutsche Bahn Netz AG oder auch RIL 878 geregelt. Dies wird in der Planung entsprechend berücksichtigt. Nachrangig zu den Regelungen der Deutschen Bahn 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 $V_{zG} \leq 160 \text{ km/h}$ geplant. Der Nenndurchmesser des einzuziehenden Kabelschutzrohrs darf bei Kunststoffrohren DN 200 (bei Kunststoffrohren: $D_a 225 \text{ mm}$) 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.

Weiterführende Pläne „Bahnquerung – Normalstrecke“ sind dem Teil C07 Sonderpläne 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 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/gepeilter Gewässersohle eingehalten:

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

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

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

Fließgewässer

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

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

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

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

Stillgewässer

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

Deiche und Hochwasserschutzanlagen

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

2.1.6.2.5 Kreuzungen mit Drainagen

Bei Drainagesystemen wird unterschieden zwischen:

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

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

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

2.1.6.2.6 Kreuzungen mit Bewässerungssystemen

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

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

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

2.1.6.2.7 Zusammengesetzte Querungen

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

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

2.1.7 **Schutzstreifen**

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

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

2.1.7.1 Schutzstreifenbreite

Der Schutzstreifen erstreckt sich in Regelbauweise jeweils 3 m ab Mitte des jeweils äußeren Kabels eines Kabelsystems nach außen. Zwischen diesen beiden äußeren Rändern weist der Schutzstreifen keine Lücken auf. Quert die Kabeltrasse Waldflächen, erhöht sich die Schutzstreifenbreite an den Außenseiten auf 5 m.

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

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

Verlaufen die betriebsnotwendigen LWL-Kabel innerhalb des Kabelgrabens, liegen sie innerhalb des Schutzstreifens der HGÜ-Kabel und benötigen keinen eigenen Schutzstreifen. Verlaufen die betriebsnotwendigen LWL-Kabel in einem größeren Abstand zu den HGÜ-Kabeln, so erfolgt die Ausweisung des Schutzstreifens mit einem

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

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

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

Eine genaue Anordnung des Schutzstreifens im Planfeststellungsabschnitt E2 kann dem Rechtserwerbsplan in der PFU Teil D „Rechtserwerbsverzeichnis und Rechtserwerbsplan“ entnommen werden.

2.1.7.1.1 Stammstrecke

Kapitel für den gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt nicht relevant.

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

Die in der trassierungstechnischen Beschreibung verwendete Kilometerangabe km 0YY/XX,X beinhaltet das SuedLink Trassensegment 0YY (Segment 49, 50, 51, 52, 53 und 54) und den PFA E2 Trassenachskilometer XX,X (von Kilometer 0,0 bis Kilometer 79,5).

Jeder Kreuzungspunkt ist mit einer Objektbezeichnung Q-E2-YY-ZZZ-V3 gekennzeichnet und in Teil C06 – Lagepläne dargestellt. Der Objektbezeichnungsteil YY bezeichnet die Segmentnummer (von 49 bis 54) und ZZZ eine fortlaufende Nummer innerhalb eines Segments. Diese sind in Teil C08 – Kreuzungsverzeichnis aufgelistet.

2.2.1 Trassenbeschreibung (abschnittsspezifisch)

In diesem Kapitel wird der Verlauf der Trasse beschrieben. In der Regel verläuft die Trasse auf landwirtschaftlichen Flächen und die Verlegung der Kabelschutzrohre ist in offene Bauweise vorgesehen. Dies wird in der vorliegenden Beschreibung in der Regel nicht explizit erwähnt. Abschnitte, die in geschlossener Bauweise vorgesehen sind, werden erwähnt.

Jeder Abschnitt, der in geschlossener Bauweise vorgesehen ist, ist mit einer Objektbezeichnung H-E2-YY-ZZZ-V3 gekennzeichnet und in Teil C06 – Lagepläne dargestellt. Der Objektbezeichnungsteil YY bezeichnet die Segmentnummer (von 49 bis 54) und ZZZ eine fortlaufende Nummer innerhalb eines Segments.

Trassensegment 049 (km 0,0 – km 14,5):

Main-Tauber-Kreis (km 049/0,0 – km 051/40,6):

Gemeinde Großrinderfeld (km 049/0,0 – km 049/10,4):

Die Trasse startet an der Planfeststellungsabschnittsgrenze E1 / E2 an der Bundeslandgrenze zwischen Bayern und Baden-Württemberg in der Gemeinde Großrinderfeld im Bundesland Baden-Württemberg.

Die Trasse verläuft in südlicher Richtung über den Höhenrücken Nussberg westlich der Ortschaft Gerchsheim. Dabei führt die Trasse ca. bei km 049/1,2 an einer Windkraftanlage vorbei.

Bei km 049/2,3 wird eine Bodendenkmalverdachtsfläche westlich umfahren. Danach knickt die Trasse in südöstlicher Richtung ab, um anschließend die Landstraße L578 in ~~geschlossener~~ offener Bauweise (~~H-E2-49-001-V3~~) zu unterqueren.

Die Unterquerung des Gewässers Grundgaben erfolgt bei km 049/3,5 in geschlossener Bauweise (H-E2-49-002-V3). Anschließend knickt die Trasse in südlicher Richtung ab und verläuft über den Heuberg.

Die Trasse verläuft westlich der Ortschaft Schönfeld. Bei km 049/4,8 erfolgt eine weitere Unterquerung (H-E2-49-003-V3) des Gewässers Grundgraben.

Von km 049/ 5,3, bis km 049/6,0 verläuft die Trasse zwischen einer Waldfläche (Vorangebiet für Forstwirtschaft) und der Autobahn A81. Bei km 049/6,0 knickt die Trasse in südöstlicher Richtung ab, um anschließend die Autobahn A81 in geschlossener Bauweise (H-E2-49-004-V3) zu unterqueren.

Danach knickt die Trasse in Richtung Süden ab und die Trasse verläuft östlich und parallel zur Autobahn A81 von km 49/6,2 bis km 49/12,3. Dieser Trassenabschnitt befindet sich bis zur Grünfelder Höhe auf einem nach Osten abfallenden Abhang des Höhenrückens von Großrinderfeld.

Westlich der Ortschaft Ilmspan wird die Kreisstraße K2882 bei km 049/6,5 in geschlossener Bauweise (H-E2-49-005-V3) gequert.

Die Querung des Gewässers Lüssenbrunnleingraben bei km 049/7,2 und des nach § 30 BNatSchG geschützten Biotops (Feldhecke) bei km 049/7,3 erfolgt östlich der Ortschaft Großrinderfeld in geschlossener Bauweise (H-E2-49-006-V3) .

Das Gewässer Tiefenbach wird mittels einer geschlossenen Bauweise bei km 049/7,9 (H-E2-49-007-V3) gekreuzt.

Ein Feldweg sowie ein nach § 30 geschütztes Biotop werden bei Km 7,1 geschlossen gequert (H-E2-49-008-V3).

Das Gewässer Ünsgraben wird ~~mittels einer HDD~~ bei km 049/8,9 (~~H-E2-49-009-V3~~) in offener Bauweise gequert.

Anschließend erfolgt bei km 049/9,5 die Querung des Gewässers Linsenkreuzgraben in geschlossener Bauweise (H-E2-49-010-V3).

Gemeinde Grünsfeld (km 049/10,4 – km 050/14,8):

Südlich der Gemeindegrenze zwischen Großrinderfeld und Grünsfeld wird westlich der Ortschaft Paimar die Kreisstraße K2810 bei km 049/10,4 in geschlossener Bauweise (H-E2-49-011-V3) gekreuzt.

Die Trasse verläuft auf dem Höhenrücken parallel und östlich der Autobahn A81 bis zur Raststätte Ob der Tauber.

Bei km 049/10,9 erfolgt die Querung einer Feldhecke in geschlossener Bauweise (H-E2-49-012-V3).

Nordwestlich der Ortschaft Grünsfeldhausen erfolgt bei km 049/ 11,7 in geschlossenen Bauweise (H-E2-49-013-V3) die Kreuzung der „Kapellenstraße“. Bei Km 12,3 knickt die Trasse in südöstlicher Richtung ab.

Bei km 049/12,8 wird die Raststätte Ob der Tauber östlich umfahren, um anschließend vom Besselberg aus in die ca. 1 km lange geschlossene Querung (H-E2-49-014-V3) des Rödersteingrabens zu münden. Dabei wird das FFH-Gebiet DE 6424-341 „Nordöstliches Tauberland“ unterquert. Nach der Querung knickt die Trasse bei

km 049/14,1 in westlicher Richtung ab und steigt anschließend auf die Bischofsheimer Höhe an.

Trassensegment 050 (km 14,5 – km 22,3):

Gemeinde Tauberbischofsheim (km 050/14,8 – km 050/17,2):

Westlich der Gemeindegrenze zwischen Grünsfeld und Tauberbischofsheim knickt die Trasse bei km 050/14,9 in südlicher Richtung ab. Die Trasse verläuft auf der Bischofsheimer Höhe auf relativ flachen Gelände westlich am Industriepark Ob der Tauber vorbei und erreicht den Rotenberg.

Die Trasse knickt bei km 050/15,6 in westlicher Richtung ab, um im westlichen Korridorbereich eine behördliche Feldhamsterverdachtsfläche so weit wie möglich zu umfahren.

Bei km 050/16,3 biegt die Trasse in Richtung Süden. Das Gelände fällt hier vom Rotenberg in Richtung Taubertal leicht ab. Die Landstraße L512 östlich der Ortschaft Distelhausen wird in geschlossener Bauweise (H-E2-50-001-V3) bei km 050/16,6 unterkreuzt.

Nach der Querung der Landstraße L512 verläuft die Trasse östlich der Bundesstraße B290 an einem nach Südwesten geneigten Hang.

Gemeinde Lauda-Königshofen (km 050/17,2 – km 051/26,8):

Südlich der Gemeindegrenze zwischen Tauberbischofsheim und Lauda-Königshofen sowie kurz vor den zwei Hochspannungsfreileitungen knickt die Trasse bei km 050/17,4 in Richtung Südwesten ab, um die Bundesstraße B290 sowie das Gewässer Tauber (FFH-Gebiet DE 6424-341 „Nordöstliches Tauberland“) mit einer ca. 0,8 km langen geschlossener Bauweise (H-E2-50-002-V3) zu unterqueren. Die offene Bauweise zwischen beide Querungen befindet sich in Überschwemmungsgebiet.

Anschließend folgt eine Querung der Bahntrasse (DB-Streckennummer 4920; Lauda – Wertheim; 2,654 Kilometrierung DB) bei km 050/18,5 inklusive einer bewaldeten Geländekante bei km 050/18,6 in geschlossener Bauweise (H-E2-50-003-V3).

Bei km 050/18,9 knickt die Trasse in Richtung Nordwesten ab, um bewaldete Hänge im westlichen Bereich mit der Trasse zu vermeiden. Das Gelände steigt zum Rücken des Schmachtenbergs an.

Weitere Knicke der Trasse erfolgen bei km 050/19,6 in Richtung Südwesten und bei km 050/20,5 in Richtung Westen.

Bei km 050/21,3 erfolgt ein weiterer Knick der Trasse, um südlich eines Wirtschaftsweges auf dem Rücken des Dittwarer Bergs in Richtung Südwesten zu folgen.

Trassensegment 051 (km 22,3 – km 40,5):

Nach Umfahrung der Biotopflächen am Fuße des Dittwarer Bergs knickt die Trasse bei km 051/22,6 in südlicher Richtung.

Anschließend verläuft die Trasse über den Höhenrücken Langes Gewann, um danach die Landstraße L578 und das Gewässer Muckbach (FFH-Gebiet DE 6423-341 „Nordwestliches Tauberland und Brehmbach“) bei km 051/24,7 in geschlossener Bauweise (H-E2-51-002-V3) zu unterqueren.

Im Weiteren verläuft die Trasse westlich der Ortschaft Heckfeld vorbei. Dabei wird ein weiterer Höhenrücken gequert und anschließend die Kreisstraße K2835 und Streuobstwiesen bei km 051/25,9 in geschlossener Bauweise (H-E2-51-003-V3) gekreuzt.

Die Trasse knickt bei km 051/26,1 in südwestlicher Richtung ab und quert anschließend eine Feldhecke in geschlossener Bauweise (H-E2-51-004-V3). Weiter führt die

Trasse über den Höhenrücken bei Rauhe Heide parallel an der Hochspannungsfreileitung der DB. Östlich der Trasse bei km 051/26,2 befindet sich die LWL-Zwischenstation, siehe Kapitel 2.2.3.

Gemeinde Boxberg (km 051/26,8 – km 051/34,0):

Im Bereich der Gemeindegrenze zwischen Lauda-Königshofen und Boxberg erfolgt die Querung des Schüpbachs (FFH-Gebiet DE 6523-341 „Westlicher Taubergrund“) bei km 051/27,1 mit einer ca. 0,5 km langen geschlossener Bauweise (H-E2-51-005-V3).

Die Trasse umfährt einen bewaldeten Hang südlich vom Kalter Grund und knickt anschließend in Richtung Süden ab, um den Höhenrücken Frauenhölzle zu durchlaufen.

Bei km 051/28,2 erfolgt die Querung der Landstraße L579 in [geschlossener offener Bauweise](#) (~~H-E2-51-007-V3~~).

Danach folgt die Querung einer Hochspannungsfreileitung bei km 051/28,2, um anschließend östlich der Freileitung in Richtung Süden entlang eines nach Nordosten geneigten Hanges zwischen den Waldgebieten Hainbach und Lehnfeld zu folgen.

Die FFH-Mähwiesen werden bei km 051/28,7 mit der Trasse östlich umfahren.

Von km 051/29,4 bis km 051/29,7 schwenkt die Trasse auf die westliche Seite der Hochspannungsfreileitung, um das Waldgebiet Lehnfeld westlich zu umfahren. Dabei wird das Gewässer Osterlochgraben in [geschlossener offener Bauweise](#) (~~H-E2-51-008-V3~~) untergequert.

Anschließend erreicht die Trasse über einen Rücken südlich des Waldgebietes Seeholz bei Gräffingen den Taleinschnitt der Umpfer. Im Taleinschnitt folgt bei km 051/30,5 die Querung der Bahntrasse (DB-Streckennummer 4120; Neckarelz – WÜ-Heidingsf. West; 97+922 Kilometrierung DB) und dem Gewässer Umpfer (FFH-Gebiet DE 6523-341 „Westlicher Taubergrund“) inklusive einer Biotophangfläche in geschlossener Bauweise (H-E2-51-009-V3).

Danach verläuft die Trasse über die Höhenrücken Kirchberg und Riederberg mit der dazwischenliegenden Querung des Gewässers Lüssleteich bei km 051/31,2 in offener Bauweise.

Bei km 051/31,5 erfolgt die offene Querung der Hochspannungsfreileitung, um anschließend westlich der Freileitung in Richtung Süden zu folgen.

Vom Riederberg hinunter erfolgt der Abstieg über eine geschlossene Querung (H-E2-51-010-V3) des Waldgebietes inkl. der geschlossenen Querung des Eubigheimer Talbachs bei km 051/32,4.

Die Querung der Kreisstraße K2837 erfolgt bei km 051/32,68 in [geschlossener offener Bauweise](#) (~~H-E2-51-011-V3~~). Bei Km 051/32,9 wird die Freileitung offen gequert.

Danach verläuft die Trasse zwischen zwei Waldbereiche am westlichen Rand des Blosebergs, um anschließend östlich eines Wirtschaftsweges in Richtung Süden zu folgen.

Bei km 051/33,8 knickt die Trasse in westlicher Richtung ab, um anschließend die Autobahn A81 bei km 051/33,9 in geschlossener Bauweise (H-E2-51-012-V3) zu kreuzen.

Gemeinde Ahorn (km 051/34,0 – km 051/40,4):

Bei km 051/34,0 an der Gemeindegrenze zwischen Boxberg und Ahorn knickt die Trasse zwischen den Waldgebieten Hart und Gebrennter Schlag in Richtung Süden ab.

Die Trasse knickt bei km 051/34,6 in südwestlicher Richtung und verläuft westlich des Waldgebietes Lindrich durch einen nach Nordwest fallenden Hang.

Eine Biotopfläche wird bei km 051/35,4 in geschlossener Bauweise (H-E2-51-013-V3) gekreuzt.

Die Trasse verläuft entlang eines Höhenrückens parallel an eines Feldweges und knickt bei km 051/35,9 in südöstlicher Richtung ab, um die Ortschaft Berolzheimer östlich zu umfahren.

Die Kreuzung der Kreistraße K2839 erfolgt bei km 051/36,1 in offener Bauweise. .

Danach fällt das Gelände in Richtung Einschnitt Berolzheimer Kästlein ab.

Der geplante Autohof bei der A81 Ausfahrt Boxberg wird westlich umfahren. Dabei wird die Landstraße L1095 und das Gewässer Berolzheimer Kästlein bei km 051/37,4 in geschlossener Bauweise (H-E2-51-015-V3) unterquert.

Nach einem kurzen Anstieg auf den Höhenrücken Goldberg erfolgt die Querung der Autobahn A81 bei km 051/37,8 in geschlossener Bauweise (H-E2-51-016-V3).

Die Trasse verläuft nördlich des Waldgebietes Holz am Goldberg in südöstlicher Richtung.

Nach dem Abstieg vom Goldberg folgt die Querung des Talgrundes des Gewässers Schillingstadter Kästle und führt danach weiter über den Hammelsberg parallel an der L514.

Dabei wird eine nach § 30 BNatSchG geschützte Feldhecke bei km 051/38,9 in geschlossener Bauweise (H-E2-51-018-V3) gekreuzt.

Nach dem Hammelsberg werden vereinzelnde Biotope mit der Trasse umfahren und die Trasse knickt bei km 051/39,7 in südlicher Richtung ab. Dabei werden im Folgenden die kleineren Rücken der Mittelhöhe und der Äußere Höhe gequert.

Trassensegment 052 (km 40,5 – km 54,6):

Neckar-Odenwald-Kreis (km 052/40,5 – km 052/50,7):

Gemeinde Ravenstein (km 052/40,5 – km 052/50,7):

Nach der Landkreisgrenze zwischen dem Main-Tauber-Kreis und dem Neckar-Odenwald-Kreis sowie der Gemeindegrenze zwischen Ahorn und Ravenstein knickt die Trasse in südwestlicher Richtung ab und verläuft entlang eines nach Südosten geeigneten Hangs östlich des bewaldeten Belschberg.

Nördlich der Ortschaft Oberwittstadt erfolgt ein etwas steilerer Anstieg auf einen Rücken der aufgrund einer Biotopfläche bei km 052/41,8 ~~als geschlossener in offener~~ Bauweise ~~mit eingeschränktem Arbeitsstreifen (H-E2-52-001-V3)~~ gekreuzt wird.

Bei km 052/42,1 erfolgt ein Knick in westlicher Richtung. Dabei verläuft die Trasse über mehrere kleine Rücken südlich eines größeren Waldgebietes.

Die Querung des Taleinschnitts des Gewässers Kessach erfolgt bei km 052/44,6 in geschlossener Bauweise (H-E2-52-002-V3).

Die Trasse knickt bei km 052/44,9 in südwestlicher Richtung ab und quert weitere kleine Rücken inklusive der Burkemer Höhe. Dabei wird bei km 052/45,6 die Kreisstraße K3955 mittels geschlossener Bauweise (H-E2-52-003-V3) gekreuzt.

Bei km 052/46,3 und 052/46,4 biegt die Trasse ab, um geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG zu umgehen.

Im Folgenden verläuft die Trasse westlich der Ortschaft Ravenstein zwischen vereinzelten Biotopen und quert dabei weitere kleine Rücken.

Die Landstraße Lindestraße L515 wird bei km 052/47,8 und das Gewässer Knockgraben inklusive artenreiches Gründland wird bei km 052/48,1 jeweils in geschlossener Bauweise (H-E2-52-006-V3 ggf. H-E2-52-007-V3) gekreuzt.

Anschließend quert die Trasse den Riegelberg. Bei km 052/48,5 knickt die Trasse in südlicher Richtung ab und verläuft anschließend östlich des Golfplatzes Kaiserhöhe.

Das Gewässer Hackgraben wird bei km 052/49,0 in offener Bauweise gekreuzt. Danach folgt die Querung einer Hangbiotopfläche bei km 052/49,3 in geschlossener Bauweise (H-E2-52-008-V3).

Danach verläuft die Trasse für ca. 200 m in Richtung Osten, um Biotope zu umfahren und anschließend zwischen zwei Aussiedlerhöfe beim Hoher Baum in Richtung Süden fortzufahren.

Hohenlohekreis (km 052/50,7 – km 052/54,6):

Gemeinde Schöntal (km 052/50,7 – km 052/54,6):

Nach der Landkreisgrenze zwischen dem Neckar-Odenwald-Kreis und dem Hohenlohekreis sowie der Gemeindegrenze zwischen Ravenstein und Schöntal knickt die Trasse bei km 052/50,7 in westlicher Richtung ab und verläuft südlich des Waldgebietes Breiter Busch. Dabei wird auch der Geiselberg tangiert.

Die Landstraße L1046 bei km 052/51,4 wird in geschlossener Bauweise (H-E2-52-010-V3) unterquert. Die Trasse verläuft anschließend nördlich des ausgewiesenen Gewerbegebietes von Schöntal.

Bei km 052/51,7 knickt die Trasse in südwestlicher Richtung ab, um anschließend südöstlich der Hopfengarter Höhe FFH-Mähwiesen bei km 052/51,9, ein Gewässer 2. Ordnung bei km 052/52,0 sowie nach § 30 geschützte Biotope und Biotopkomplexflächen in geschlossener Bauweise (H-E2-52-011-V3) zu unterqueren.

Anschließend verläuft die Trasse nordwestlich von Oberkessach durch einen nach Südosten geneigten Hang.

Der Taleinschnitt mit dem Gewässer Brühlgraben, FFH-Mähwiesen, nach § 30 BNatSchG geschützte Biotope wird bei km 052/53,2 in geschlossener Bauweise (H-E2-52-013-V3) gequert. Die Querung des Gewässers Brühlgraben bei km 052/53,5 erfolgt in offener Bauweise.

Die Querung der Bodendenkmalfläche Limes bei km 052/53,8 wird in geschlossener Bauweise (H-E2-52-014-V3) durchgeführt. Danach wird ein Rücken östlich der Ortschaft Weigental durchlaufen.

Der Rücken der Weigentaler Höhe wird an der Landkreisgrenze zwischen Hohenlohekreis und Heilbronn sowie den Gemeindegrenzen zwischen Schöntal und Widdern bei km 052/54,5 erreicht.

Trassensegment 053 (km 54,6 – km 71,0):

Landkreis Heilbronn (km 053/54,6 - km 054/79,5):

Gemeinde Widdern (km 053/54,6 – km 053/57,2):

Die Trasse verläuft auf der Weigentaler Höhe in südwestlicher Richtung, um anschließend den Taleinschnitt des Gewässers Hahnengraben bei km 053/55,6 in offener Bauweise zu durchqueren.

Die Kreisstraße K2022 bei km 053/56,0 wird in offener Bauweise gekreuzt.

Weiter geht die Trasse über den Rücken Aspen und quert danach den Taleinschnitt des Gewässers Eberklinge südlich der Ortschaft Volkshausen sowie Biotopkomplexflächen bei km 053/56,7 in geschlossener Bauweise (H-E2-53-001-V3).

Im Weiteren verläuft die Trasse durch einen nach Südosten geneigten Hang. Bei km 053/57,2 wird die Gemeindegrenze zwischen Widdern und Möckmühl erreicht.

Gemeinde Möckmühl (km 053/57,2 – km 053/64,9):

Die Kreisstraße K2023 wird bei km 053/57,6 in geschlossener Bauweise (H-E2-53-002-V3) gekreuzt.

Anschließend knickt die Trasse in Richtung Westen ab, um die Autobahn A81 bei km 053/57,8 zwischen zwei großen Waldgebieten Großer Wald und Dickbannholz nördlich einer Hochspannungsfreileitung in geschlossener Bauweise (H-E2-53-003-V3) senkrecht zu queren.

Nach der Autobahnquerung knickt die Trasse in südwestlicher Richtung ab und kreuzt bei km 053/58,2 ein Gewässer II. Ordnung in geschlossener Bauweise (H-E2-53-004-V3).

Bei km 053/58,5 knickt die Trasse in westlicher Richtung ab, um dem Höhenrücken Himmelreich zu folgen. Danach knickt die Trasse bei km 053/58,9 in südliche Richtung ab, um den Hergstbach, nach § 30 BNatSchG Biotope und Waldgebiet „Am Möckmühler Weg“ bei km 053/59,6 in geschlossener Bauweise (H-E2-53-005-V3) zu kreuzen.

Die Kreisstraße K2023 wird bei km 053/60,9 in geschlossener Bauweise (H-E2-53-006-V3) gekreuzt.

Die Trasse verläuft über den Rücken Zollstock und quert westlich des Aussiedlerhofs Rot und südlich des Waldgebietes Altes Bannholz bei km 053/62,0 einen bewaldeten Hang in geschlossener Bauweise (H-E2-53-007-V3) (südlich vom FFH-Gebiet DE 6721-341 „Untere Jagst und unterer Kocher“).

Bei km 053/62,3 knickt die Trasse in südwestliche Richtung ab, um anschließend das Seckach- und Brünnesgrabental nordwestlich der nördlichen Gewerbe und Industriegebiete von Möckmühl in geschlossener Bauweise (H-E2-53-008-V3) zu queren. Die ca. 900 m geschlossene Querung beinhaltet unter anderem die Landstraße L1095 bei km 053/62,5, das Gewässer Seckach bei km 053/62,6 (SPA-Gebiet DE 6624-401 „Jagst mit Seitentälern“), die Bahntrasse (DB-Streckennummer 4900; Bietigheim - Osterburken; 87+492 Kilometrierung DB) bei km 053/62,7, das Gewässer Brünnesgraben bei km 053/63,0 und die Landstraße L527 bei km 53/63,1 (Bittelbronner Straße).

Die Trasse steigt zu einem kleinen Rücken westlich von der Ortschaft Siegelbach - Brunnenacker an, um dort eine Obstbaumreihe bei km 053/63,9 in ~~geschlossener~~ offener Bauweise (~~H-E2-53-009-V3~~) mit eingeschränktem Arbeitsstreifen zu unter queren.

Das Gewässer Hahnenackerklinge wird bei km 053/64,2 in geschlossener Bauweise (H-E2-53-010-V3) gekreuzt.

Die Trasse steigt in südwestlicher Richtung bis zum Hochrücken Äußere Zent an und quert die Kreisstraße K2024 in offener Bauweise bei km 53/64,9 und erreicht damit die Gemeindegrenze zwischen Möckmühl und Neudenau.

Gemeinde Neudenu (km 053/64,9– km 053/66,0):

Die Trasse verläuft in Richtung Südwesten und umfährt ein artenreiches Grünland. Anschließend knickt die Trasse östlich der Ortschaft Reichertshausen bei km 053/65,8 entlang eines Rückens in Richtung Süden ab, um westlich des Aussiedlerhofs Seehof und östlich einer Bodendenkmalfläche zu liegen zu kommen. Die Gemeindegrenze zwischen Neudenu und Möckmühl ist bei km 53/66,0 erreicht.

Gemeinde Möckmühl (km 053/66,0– km 053/68,4):

Das geplante Wasserschutzgebiet II Neudenu – Siglingen wird mit der Trasse nord-östlich umfahren.

Anschließend östlich der Ortschaft Siglingen erfolgt die Querung der Jagsttalquerung an der Gemeindegrenze zwischen Möckmühl und Neudenu in geschlossener Bauweise (H-E2-53-012-V3). Mit der ca. 1,20 km lange geschlossene Querung werden im Gemeindebiet von Möckmühl die Landstraße L1096 bei km 053/68,0 sowie zwei nach § 30 BNatSchG geschützten Biotope bei km 053/67,7 , 68,0 und 68,5 gequert. Im Gemeindegebiet von Neudenu beinhaltet unter anderem die Kreuzung der Jagst bei km 053/68,4 (FFH-Gebiet DE 6721-341 „Untere Jagst und unterer Kocher“ und das SPA-Gebiet DE 6624-401 „Jagst mit Seitentälern“), der Bahntrasse (DB-Streckenummer 4900; Bietigheim - Osterburken; 79+635 Kilometrierung DB) bei km 053/68,5. Nach der Jagsttalquerung verläuft die Trasse östlich eines Aussiedlerhofes über den Rücken „Höhe“.

Gemeinde Neudenu (km 053/68,4– km 053/71,0):

Nach der oben erwähnten Querung knickt die Trasse, um die östliche Bodendenkmalvermutungsfläche zu umgehen.

Kurz vor Querung der Kreisstraße K2136 knickt die Trasse bei km 053/69,5 in südwestlicher Richtung. Die Querung der Kreisstraße erfolgt in offener Bauweise.

Anschließend umfährt die Trasse eine Bodendenkmalvermutungsfläche südöstlich und erreicht bei km 053/71,0 am Rücken die Gemeindegrenze zwischen Neudenu und Neuenstadt am Kocher.

Trassensegment 054 (km 71,0 – km 79,5):

Gemeinde Neuenstadt am Kocher (km 054/71,0– km 054/73,4):

Die Trasse verläuft weiter in südwestlicher Richtung und quert bei km 054/71,7 die Landstraße L720 in geschlossener Bauweise (H-E2-54-001-V3).

Die Gemeindegrenze zwischen Neuenstadt am Kocher und Bad Friedrichshall wird bei km 054/73,4 nordwestlich der Ortschaft Buchhof erreicht.

Gemeinde Bad Friedrichshall (km 054/73,4 – km 054/73,7):

Im kurzen Trassenabschnitt im Gemeindegebiet Bad Friedrichshall knickt die Trasse bei km 054/73,5 in Richtung Süden zur Kochertalquerung ab. 90 m an der Gemeindegrenze befindet beginn die geschlossene Bauweise (H-E2-54-002-V3), die weiter in der Gemeinde Oedheim verläuft.

Gemeinde Oedheim (km 054/73,7 – km 054/79,1):

Das Kochertal mit der Querung der Bodendenkmalverdachtsfläche bei km 054/73,8 und der Kocher bei km 74,3 zwischen den Ortschaften Buchhof und Falkenstein wird in geschlossener Bauweise (H-E2-54-002-V3) gequert.

Danach macht die Trasse bei km 054/74,6 einen leichten Knick in Richtung Südosten und quert zwei Bodendenkmalfächen (km 054/75,0 und 75,5) und den Plattenwald (FFH-Gebiet DE 6721-341 „Untere Jagst und unterer Kocher“) bei km 054/75,1 in geschlossener Bauweise (H-E2-54-003-V3).

Anschließend knickt die Trasse bei km 054/75,8 leicht in Richtung Süden ab und quert östlich des Neuen Friedhof Oedheim eine Bodendenkmalfäche in geschlossener Bauweise (H-E2-54-004-V3).

Die Kreuzung der Landstraße L1088 erfolgt bei km 054/76,5 in geschlossener Bauweise (H-E2-54-005-V3).

Nach der Landstraßenquerung knickt die Trasse leicht in Richtung Südwesten ab.

Bei km 054/77,0 wird der Hirschbach und bei km 054/77,3 eine Bodendenkmalverdachtsfläche sowie bei km 054/77,4 zwei Hochspannungsfreileitungen in geschlossener Bauweise (H-E2-54-006-V3) gekreuzt.

Danach knickt die Trasse bei km 054/77,8 in Richtung Westen ab, um anschließend den Salengraben sowie bei km 054/78,3 zwei Hochspannungsfreileitungen in offener Bauweise zu queren und die nach § 30 BNatSchG geschützten Biotope zu umgehen.

Anschließend verläuft die Trasse entlang eines Rückens unmittelbar nördlich einer Bodendenkmalverdachtsfläche.

Gemeinde Bad Friedrichshall (km 054/79,1 – km 054/79,5):

Die Trasse verläuft entlang eines nach Norden geneigten Hangs in westlicher Richtung und erreicht die Planfeststellungsabschnittsgrenze E2 / E3 bei km 054/79,5 südlich des Merzenbachs.

2.2.2 Nebenanlagen (abschnittsspezifisch)

Im PFA E2 sind insgesamt 9 Link- und 9 Zwischen-Linkboxen vorgesehen.

Die erste Linkbox (L-E2-49-001-V3) ist südlich des Muffenstandortes M-E2-49-001-V3 bei km 049/0,910 vorgesehen, welche nordwestlich der Ortschaft Gerchsheim im Gemeindegebiet Großrinderfeld und nordwestlich der Landstraße L512 gelegen ist.

Die erste Zwischen-Linkbox (TE-E2-49-001-V3) ist westlich des Muffenstandortes M-E2-49-003-V3 bei km 049/4,439 vorgesehen, welche nordwestlich der Ortschaft Schönfeld im Gemeindegebiet Großrinderfeld und westlich der Autobahn A81 gelegen ist.

Die zweite Linkbox (L-E2-49-002-V3) ist südöstlich des Muffenstandortes M-E2-49-005-V3 bei km 049/8,091 vorgesehen, welche östlich der Ortschaft Großrinderfeld im Gemeindegebiet Großrinderfeld und östlich der Autobahn A81 gelegen ist.

Die zweite Zwischen-Linkbox (TE-E2-49-002-V3) ist östlich des Muffenstandortes M-E2-49-008-V3 bei km 049/12,686 vorgesehen, welche südwestlich der Ortschaft Grünsfeldhausen im Gemeindegebiet Grünsfeld und östlich der Autobahn A81 gelegen ist.

Die dritte Linkbox (L-E2-50-001-V3) ist südwestlich des Muffenstandortes M-E2-50-002-V3 bei km 050/17,343, welche nordwestlich der Ortschaft Gerlachsheim im Gemeindegebiet Lauda-Königshofen und östlich der Bundesstraße B290 gelegen ist.

Die dritte Zwischen-Linkbox (TE-E2-51-001-V39) ist nördlich des Muffenstandortes M-E2-51-001-V3 bei km 051/22,487, welche nordwestlich der Ortschaft Oberlauda im Gemeindegebiet Lauda-Königshofen und östlich der Autobahn A81 gelegen ist. Die vierte Linkbox (L-E2-51-001-V3) ist östlich des Muffenstandortes M-E2-51-003-V3 bei

km 051/26,252 vorgesehen, welche südwestlich der Ortschaft Heckfeld im Gemeindegebiet Lauda-Königshofen und westlich der Landstraße L578 gelegen ist.

Die vierte Zwischen-Linkbox (TE-E2-51-002-V3) ist östlich des Muffenstandortes M-E2-51-005-V3 bei km 051/29,958 vorgesehen, welche westlich der Ortschaft Küpprichhausen im Gemeindegebiet Boxberg und westlich der Kreisstraße K2838 gelegen ist.

Die fünfte Linkbox (L-E2-51-002-V3) ist südöstlich des Muffenstandortes M-E2-51-008-V3 bei km 051/35,255 vorgesehen, welche nordöstlich der Ortschaft Berolzheim im Gemeindegebiet Ahorn und nördlich der Kreisstraße K2839 gelegen ist.

Die fünfte Zwischen-Linkbox (TE-E2-51-003-V3) ist östlich des Muffenstandortes M-E2-51-011-V3 bei km 051/39,332 vorgesehen, welche südwestlich der Ortschaft Schillingstadt im Gemeindegebiet Ahorn und westlich der Kreisstraße K2885 gelegen ist.

Die sechste Linkbox (L-E2-52-001-V3) ist südöstlich des Muffenstandortes M-E2-52-003-V3 bei km 052/44,341 vorgesehen, welche nördlich der Ortschaft Hüngheim im Gemeindegebiet Ravenstein und nördlich der Kreisstraße K3958 gelegen ist.

Die sechste Zwischen-Linkbox (TE-E2-52-001-V3) ist nördlich des Muffenstandortes M-E2-52-006-V3 bei km 052/49,589, welche südwestlich der Ortschaft Merchingen im Gemeindegebiet Ravenstein und östlich der Landstraße L1046 gelegen ist.

Die siebte Linkbox (L-E2-52-002-V3) ist südöstlich des Muffenstandortes M-E2-52-008-V3 bei km 052/53,046 vorgesehen, welche westlich der Ortschaft Oberkessach im Gemeindegebiet Schöntal und nordöstlich der Kreisstraße K2327 gelegen ist.

Die siebte Zwischen-Linkbox (TE-E2-53-001-V3) ist nördlich des Muffenstandortes M-E2-53-003-V3 bei km 053/58,366 vorgesehen, welche südöstlich der Ortschaft Korb im Gemeindegebiet Möckmühl und westlich der Autobahn A81 gelegen ist.

Die achte Linkbox (L-E2-53-001-V3) ist zwischen den Muffen des Muffenstandortes M-E2-53-005-V3 bei km 053/62,258 vorgesehen, welche nördlich der Ortschaft Möckmühl im Gemeindegebiet Möckmühl und östlich der Landstraße L1095 gelegen ist.

Die achte Zwischen-Linkbox (TE-E2-53-002-V3) ist südlich des Muffenstandortes M-E2-53-008-V3 bei km 053/67,503 vorgesehen, welche nordwestlich der Ortschaft Züttlingen im Gemeindegebiet Möckmühl und westlich der Landstraße L1096 gelegen ist.

Die neunte Linkbox (L-E2-54-001-V3) ist südlich des Muffenstandortes M-E2-54-001-V3 bei km 054/71,291 vorgesehen, welche nördlich der Gemeinde Stein am Kocher im Gemeindegebiet Neuenstadt am Kocher und östlich der Landstraße L720 gelegen ist.

Die neunte Zwischen-Linkbox (TE-E2-54-001-V3) ist westlich des Muffenstandortes M-E2-54-004-V3 bei km 054/76,430 vorgesehen, welche östlich der Ortschaft Oedheim im Gemeindegebiet Oedheim und östlich der Landstraße L1088 gelegen ist.

2.2.3 Nebenbauwerke (abschnittsspezifisch)

Im PFA E2 ist eine Lichtwellenleiter (LWL) - Zwischenstation bei km 051/ 26,2 gemäß Teil C03 – Prinzipzeichnungen Nebenanlagen u. Nebenbauwerke – Anlage 02: Lichtwellenleiter-Zwischenstation (Einzel-LWL-ZS) vorgesehen.

Eine Kabelabschnittsstation (KAS) ist im PFA E2 nicht vorgesehen.

2.2.4 Bauweisen (abschnittsspezifisch)

2.2.4.1 Allgemein

Folgende Bauweisen/ Verlegeverfahren gemäß Anhang 1 – Steckbriefe Verlegeverfahren sind im PFA E2 vorgesehen:

Offene Bauweise:

- Offener Graben mit Schutzrohr
- Offener Graben ohne Schutzrohr (in der Regel nur im Bereich der Muffen-, Einzugs- und Schubgruben)
- Fräse mit und ohne Schutzrohr (gegebenenfalls im Bereich von Festgestein)
- Einbaukasten mit bzw. ohne Schutzrohr (gegebenenfalls im Bereich von Engstellen)

Geschlossene Bauweisen:

- HDD
- Steuerbare Verfahren – Mikrotunnel
- Steuerbare Verfahren – Pilotrohrvortrieb
- Nichtsteuerbare Verfahren

Es könnten auch noch folgende Verfahren zum Einsatz kommen:

- Gesteuerte Ausbläser HDD
- E-Power Pipe

Halboffene Bauweisen:

Es könnten auch noch folgende Verfahren zu Einsatz kommen:

- Pflug mit Schutzrohr
- Mehrfachpflug mit Doppelerlegeschacht
- Pipe Express

Die Bauweisen (offen/ geschlossen) sind in Teil C06 - Lagepläne dargestellt. Je nach den finalen Baugrundergebnissen kann es nicht ausgeschlossen werden, dass es vereinzelt zu veränderten Bauweisen/ Verlegeverfahren kommen kann. Im Zuge der weiteren Planung gilt es hier zu prüfen, ob vereinzelt Bauweisen, durch andere Verfahren substituiert werden.

Falls in der weiteren Planung, insbesondere bei den geschlossenen Verlegeverfahren, der Wechsel hin zu einer anderen Methode einen Vorteil hinsichtlich der Kosten und Zeiteffizienz erwirkt, so behält man sich eine Substitution des Verfahrens vor. Voraussetzung ist, dass es zu keiner Verschlechterung anderer Planungsrandbedingungen kommen darf.

2.2.4.2 Offene Bauweise

Abschnitte in offener Bauweise (Kabelgraben zwischen zwei benachbarten Muffenstandorten bzw. zwischen Muffenstandort und geschlossener Bauweise bzw. zwischen zwei geschlossener Bauweisen) sind in Teil C06 – Lagepläne dargestellt und mit einer Objektbezeichnung G-E2-YY-ZZZ-V3 gekennzeichnet. YY bezeichnet die Segmentnummer (von 49 bis 54) und ZZZ eine fortlaufende Nummer innerhalb eines Segments.

Neben der Darstellung in Teil C06 – Lagepläne gelten für die Abschnitte in offener Bauweise folgende Teil C02 Prinzipzeichnungen Kabelanlage:

- Anlage 7 - Grabenprofil Normalstrecke, Kabelschutzrohr
- Anlage 9 - Regelarbeitsstreifen Normalstrecke, Kabelschutzrohr
- Anlage 14 - Eingeschränkter Arbeitsstreifen Normalstrecke
- Anlage 29 - Verlegung im Seitenhang

Die entsprechenden Teil C02 Prinzipzeichnungen Kabelanlage für Kreuzungen in offener Bauweise werden im Kapitel 2.2.5 Kreuzungen erläutert.

Der Kabelgraben wird in der Regel bei vorherrschendem Lockergestein mit dem Baggerlöffel ausgehoben. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen weisen darauf hin, dass im Kabelgrabenbereich mit reißbarem Festgestein zu rechnen ist. Bei reißbarem Festgestein kommen Festgesteinswerkzeuge für Bagger wie Löffel mit Felszähnen, Reißgeräte, Meißel- und Hammergeräte, Grabenfräsgeräte bzw. separate Grabenfräsgeräte zum Einsatz. Der Einsatz von notwendigen Lockerungssprengungen für den Kabelgraben ist nicht zu erwarten, kann aber nicht ganz ausgeschlossen werden.

2.2.4.3 Geschlossene Bauweise

Die geschlossenen Bauweisen sind generell gemäß Regelwerk Arbeitsblatt GW 304 und DWA A-125: „Rohrvortrieb und verwandte Verfahren“ durchzuführen.

Abschnitte in geschlossener Bauweise sind in Teil C06 – Lagepläne dargestellt und mit einer Objektbezeichnung H-E2-YY-ZZZ-V3 gekennzeichnet. YY bezeichnet die Segmentnummer (von 49 bis 54) und ZZZ eine fortlaufende Nummer innerhalb eines Segments

Die entsprechenden Teil C02 Prinzipzeichnungen Kabelanlage für Kreuzungen in geschlossener Bauweise, für welche keine Kreuzungspläne erstellt wurden, sowie die entsprechenden Teil C07 Sonderpläne - Kreuzungspläne werden im Kapitel 2.2.5 Kreuzungen erläutert.

Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung in PFA E2 weisen darauf hin, dass das Festgestein in den meisten Fällen oberflächennach ansteht. Aufgrund dieser Gegebenheiten sind im PFA E2 im Wesentlichen für die geschlossenen Bauweisen Mikrotunnel und HDD definiert worden.

Die geschlossene Bauweise Mikrotunnel ist im Wesentlichen für kurze zu querenden Bereiche sowie in Bereichen, wo eine HDD aufgrund der vorherrschenden Baugrundverhältnisse nur mit hohem bis sehr hohem Risiko ausgeführt werden kann, definiert worden.

Die geschlossene Bauweise HDD ist im Wesentlichen für längere zu querenden Bereiche definiert worden, da eine HDD im Festgestein einen Bohrradius von mindestens ca. 350 m voraussetzt, was auch für kurze zu querenden Bereiche zu erheblichen Querungslängen führt.

Bei geschlossener Bauweise mittels Mikrotunnel oder alternativ Pilotrohrvortrieb/Nichtsteuerbare Verfahren muss eine Start- und Zielgrube errichtet werden. Wie beim Kabelgraben wird in der Regel bei vorherrschendem Lockergestein mit dem Baggerlöffel ausgehoben. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen weisen darauf hin, dass im Start- und Zielgrubenbereich mit reißbarem Festgestein zu rechnen ist. Bei reißbarem Festgestein kommen Festgesteinswerkzeuge für Bagger wie Löffel mit Felszähnen, Reißgeräte, Meißel- und Hammergeräte zum Einsatz. Der Einsatz von notwendigen Lockerungssprengungen für die Start- und Zielgruben ist nicht zu erwarten, kann aber nicht ganz ausgeschlossen werden.

2.2.4.4 Halboffene Bauweise

Der Einsatz von halboffenen Bauweisen wie Pflug mit Schutzrohr, Mehrfachpflug mit Doppelverlegeschart und Pipe Express kann zur Anwendung kommen, ist aber momentan nicht explizit vorgesehen.

2.2.5 Kreuzungen (abschnittsspezifisch)

Die Kreuzungen sind in Teil C08 – Kreuzungsverzeichnis aufgelistet und in Teil C06 – Lagepläne dargestellt. Eine Vielzahl von Kreuzungen, wie. z. B. Kreuzungen mit der Bahn, Autobahn, Bundesstraße und Gewässer 1. Ordnung sowie Unterquerungen von Natura 2000 Gebiete sind zusätzlich in Kreuzungspläne dargestellt, siehe Teil C07 Sonderpläne – Kreuzungspläne. Detaillierte geologische Informationen zu den Örtlichkeiten finden sich im Berichtsteil L01.

Die Länge der Gewässerquerung bezieht sich im Kreuzungsverzeichnis jeweils auf den Gewässerrandstreifen. Das angegebene Flurstück bezieht sich auf die Lage des Gewässers als solches.

Für Kreuzungen wo keine Kreuzungspläne erstellt wurden, gelten neben Teil C06 - Lagepläne folgende Teil C02 - Prinzipzeichnungen Kabelanlage:

- Anlage 17 - Straße offene Querung Normalstrecke
- Anlage 19 - Straße geschlossene Querung Normalstrecke
- Anlage 21 - Gewässer Graben Biotop offene Querung Normalstrecke
- Anlage 23 - Gewässer Graben Biotop geschlossene Querung Normalstrecke
- Anlage 25 - Querung und Parallelführung von zu Freileitungen
- Anlage 26 - Querung von erdverlegten Leitungen
- Anlage 27 - Querung von Kabeln

Folgende Querungen sind in geschlossener Bauweise in PFA E2 vorgesehen.

Tabelle 2: Liste der Querungen in geschlossener Bauweise in PFA E2

Segment	Geplant von (km)	Geplant bis (km)	Kreuzungsbezeichnung	Verfahren	Länge ¹⁶		Querung	Kreuzungsplan Teil C07
					2D (m)	3D (m)		
49	2+414	2+439	H-E2-49-001-V3	Mikrotunnel	25	25	L578	-
49	3+484	3+555	H-E2-49-002-V3	Mikrotunnel	71	71	Gerchsheimer Graben	-
49	4+793	4+828	H-E2-49-003-V3	Mikrotunnel	35	35	Gerchsheimer Graben	-
49	5+966	6+060	H-E2-49-004-V3	Mikrotunnel	94	94	A81	Anlage 02
49	6+473	6+525	H-E2-49-005-V3	Mikrotunnel	52	52	K2882	-
49	7+165	7+469	H-E2-49-006-V3	HDD	304	312	Lüssenbrunnlein-Graben	-
49	7+767	8+018	H-E2-49-007-V3	HDD	252	256	Tiefenbach	-
49	8+885	8+902	H-E2-49-009-V3	Mikrotunnel	17	17	Ünsgraben	-
49	10+280	10+493	H-E2-49-011-V3	HDD	213	216	K2810	-
49	10+901	10+926	H-E2-49-012-V3	Mikrotunnel	25	25	Weg (Feldhecke)	-
49	11+638	11+821	H-E2-49-013-V3	HDD	183	184	Kapellenstraße	-
49	12+833	13+987	H-E2-49-014-V3	HDD	1154	1171	Röderstein Ost	Anlage 03

¹⁶ Ungefähre Referenzlängen basierend auf vorläufiger Planung, diese Längen können jedoch durch weitere Studien beeinflusst werden, die eine Designanpassung erfordern.

Seg- ment	Geplant von (km)	Geplant bis (km)	Kreuzungsbe- zeichnung	Verfahren	Länge ¹⁶		Querung	Kreu- zungs- plan Teil C07
					2D (m)	3D (m)		
50	16+437	16+706	<u>H-E2-50-001-V3</u>	HDD	268	275	L512	Anlage 04
50	17+490	18+328	<u>H-E2-50-002-V3</u>	HDD	838	847	Tauber	Anlage 05
50	18+443	18+764	<u>H-E2-50-003-V3</u>	HDD	321	328	Bahn Distelhausen	Anlage 06
51	24+549	24+854	<u>H-E2-51-002-V3</u>	HDD	305	314	Muckbach	Anlage 07
51	25+774	26+079	<u>H-E2-51-003-V3</u>	HDD	305	310	K2835	-
51	26+132	26+162	<u>H-E2-51-004-V3</u>	Mikrotunnel	30	30	Raue Heide	-
51	26+856	27+401	<u>H-E2-51-005-V3</u>	HDD	545	561	Schüpfbach	Anlage 08
51	28+181	28+216	<u>H-E2-51-007-V3</u>	Mikrotunnel	35	36	L579	-
51	29+670	29+719	<u>H-E2-51-008-V3</u>	Mikrotunnel	49	49	Österlochgraben	-
51	30+350	30+849	<u>H-E2-51-009-V3</u>	HDD	500	512	Umpfer DB	Anlage 09
51	32+226	32+537	<u>H-E2-51-010-V3</u>	HDD	311	320	Eubigheimer Tal	Anlage 10
51	32+668	32+724	<u>H-E2-51-011-V3</u>	Mikrotunnel	56	56	K2837	-
51	33+906	33+967	<u>H-E2-51-012-V3</u>	Mikrotunnel	61	61	A81	Anlage 11
51	35+392	35+421	<u>H-E2-51-013-V3</u>	Mikrotunnel	29	29	Langenäcker	-
51	37+355	37+440	<u>H-E2-51-015-V3</u>	Mikrotunnel	85	83	L1095	-
51	37+733	37+843	<u>H-E2-51-016-V3</u>	Mikrotunnel	110	111	A81	Anlage 12
51	38+860	38+904	<u>H-E2-51-018-V3</u>	Mikrotunnel	44	45	Hammelsberg	-
52	41+778	41+905	<u>H-E2-52-001-V3</u>	Mikrotunnel	127	128	Steinig Haag	-
52	44+522	44+840	<u>H-E2-52-002-V3</u>	HDD	318	323	Kessach	Anlage 13
52	45+606	45+633	<u>H-E2-52-003-V3</u>	Mikrotunnel	27	28	K3955	-
52	47+841	47+864	<u>H-E2-52-006-V3</u>	Mikrotunnel	23	23	L515	-
52	48+006	48+357	<u>H-E2-52-007-V3</u>	HDD	351	361	Knockgraben	-
52	49+195	49+427	<u>H-E2-52-008-V3</u>	HDD	232	240	Labergraben	-
52	51+422	51+461	<u>H-E2-52-010-V3</u>	Mikrotunnel	39	39	L1046	-
52	51+874	52+253	<u>H-E2-52-011-V3</u>	HDD	379	410	Adelsheimer Gra- ben	-
52	53+167	53+405	<u>H-E2-52-013-V3</u>	HDD	238	239	Brühlgraben	-
52	53+741	53+976	<u>H-E2-52-014-V3</u>	HDD	233	236	Limes	Anlage 14
53	56+566	57+015	<u>H-E2-53-001-V3</u>	HDD	448	458	Volkshausen Bach	Anlage 15
53	57+602	57+659	<u>H-E2-53-002-V3</u>	Mikrotunnel	57	58	K2023	-
53	57+781	57+846	<u>H-E2-53-003-V3</u>	Mikrotunnel	65	65	A81	Anlage 16
53	58+238	58+294	<u>H-E2-53-004-V3</u>	Mikrotunnel	57	56	Himmelreich-Gra- ben	-
53	59+456	59+838	<u>H-E2-53-005-V3</u>	HDD	382	386	Hergstbach	Anlage 17
53	60+884	60+970	<u>H-E2-53-006-V3</u>	Mikrotunnel	86	86	K2023	-
53	61+818	62+204	<u>H-E2-53-007-V3</u>	HDD	387	396	Wald (Rot)	Anlage 18
53	62+414	63+336	<u>H-E2-53-008-V3</u>	Mikrotunnel	924	930	Seckach DB	Anlage 19
53	63+854	63+948	<u>H-E2-53-009-V3</u>	Mikrotunnel	94	94	Viehtrieb-Straße	-
53	64+186	64+227	<u>H-E2-53-010-V3</u>	Mikrotunnel	41	50	Hannacker Klinge	-
53	67+629	68+898	<u>H-E2-53-012-V3</u>	HDD	1269	1300	Jagst DB	Anlage 20
54	71+726	71+751	<u>H-E2-54-001-V3</u>	Mikrotunnel	25	25	L720	-
54	73+637	74+568	<u>H-E2-54-002-V3</u>	HDD	931	941	Kocher	Anlage 21
54	74+823	75+772	<u>H-E2-54-003-V3</u>	HDD	949	955	Plattenwald	Anlage 22
54	75+824	76+296	<u>H-E2-54-004-V3</u>	HDD	472	475	Bodendenkmal	Anlage 23

Segment	Geplant von (km)	Geplant bis (km)	Kreuzungsbezeichnung	Verfahren	Länge ¹⁶		Querung	Kreuzungsplan Teil C07
					2D (m)	3D (m)		
54	76+564	76+595	H-E2-54-005-V3	Mikrotunnel	31	31	L1088	-
54	77+257	77+747	H-E2-54-006-V3	HDD	482	486	Hirschbach, K2001	-

Im folgendem erfolgt die Beschreibung der einzelnen Kreuzungen, welche in geschlossener Bauweise vorgesehen sind.

2.2.5.1 Kreuzung L578, km 049/2,414-2,439

~~Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-001-V3 und die Kreuzung mit der L578 die Kreuzungsnummer Q-E2-49-016-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 0,49/2,424.~~

Trassenführung und Lage der Querung

~~Die Trasse kommend von Norden umfährt vor der Querung der L578 eine Bodendenkmalvermutungsfläche, welche östlich der L578 gelegen ist. Die Trasse verläuft auf einer Länge von ca. 250 m westlich der L578 um anschließend die L578 mit einem Kreuzungswinkel von etwa 61° zu kreuzen. Im Westen befindet sich ein FFH-Gebiet „Nordöstliches Tauberland“ inkl. Puffer. Die Querung der L578 erfolgt ca. 1,4 km westlich der Ortschaft Gerchsheim. Anschließend verläuft die Trasse in Richtung Südosten.~~

Auswahl des Bauverfahrens

~~Die Straßenquerung ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der leicht verlaufenden Felsoberkante mittels Mikrotunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.~~

2.2.5.2 Kreuzung Gerchsheimer Graben, km 049/3,484-3,555

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-002-V3 und die Kreuzung mit dem Gerchsheimer Graben die Kreuzungsnummer Q-E2-49-022-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 049/3,535.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Trasse verläuft aus Norden kommend in Richtung Südost und quert den Gerchsheimer Graben ca. 1,6 km südlich von Gerchsheim. Nach der Querung knickt die Trasse in Richtung Süden. Östlich der Trasse verläuft eine Trinkwasserleitung mit einer Schutzstreifenbreite von 2 x 5 m. Der Kreuzungswinkel mit dem Gerchsheimer Graben beträgt ca. 46°.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Gewässerquerung ist aufgrund der kurzen Querungslänge mittels Mikrotunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.3 Kreuzung Gerchsheimer Graben, km 049/4,793-4,828

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-003-V3 und die Kreuzung mit dem Gerchsheimer Graben die Kreuzungsnummer Q-E2-49-037-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 049/4,810. Der Kreuzungswinkel mit dem Gerchsheimer Graben beträgt ca. 56°.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Trasse verläuft von Norden kommend in Richtung Süd-Südwest. Etwa 2 km westlich von Schönfeld wird der Gerchsheimer Graben gequert. Nach der Querung ändert sich die Richtung der Trasse geringfügig, um näherungsweise in Richtung Süden weiter zu verlaufen.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Gewässerquerung ist aufgrund der kurzen Querungslänge mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.4 Kreuzung A81 km 049/5,963-6,057

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-004-V3. Die Kreuzung mit der A81 hat die Kreuzungsnummer Q-E2-49-046-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 049/6,011.

Trassenführung und Lage der Querung

Aus nordöstlicher Richtung kommend, verläuft die Trasse durch überwiegend offenes, leicht geneigtes Gelände parallel zur Autobahn A81. Die Autobahn verläuft ebenfalls aus nordöstlicher Richtung kommend zunächst in Einschnittslage, anschließend in Dammlage in Richtung Südwesten. Kurz bevor die Trasse die A81 unterquert, beschreibt sie einen Knick in die südöstliche Richtung, um einen Querungswinkel von $90^\circ \pm 10^\circ$ bei Autobahnkilometer 461+746 sicherzustellen und die Autobahn südwestlich des Rastplatzes Grundgraben zu unterqueren. An dieser Stelle ist die Autobahn in Dammlage, der Damm ist mit Bäumen bewachsen. Direkt nach der Unterquerung der A81 macht die Trasse einen Knick in Richtung Südwesten, um außerhalb der Anbauverbotszone parallel zur Autobahn weiter zu verlaufen.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen der Querungslänge von ca. 94 m und der seicht verlaufenden Felsoberkante ist das Microtunnel-Verfahren ausgewählt worden, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

Die Unterquerung der A81 ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 02 dargestellt

2.2.5.5 Kreuzung K2882, km 049/6,473-6,525

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-005-V3 und die Kreuzung mit der K2882 die Kreuzungsnummer Q-E2-49-051-2-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 049/6,497.

Trassenführung und Lage der Querung

Nach der vorangegangenen Querung verläuft die Trasse östlich neben der A81 in Richtung Südwest. Die K2882 wird ca. 1,5 km westlich von Ilmspan gequert. Der Kreuzungswinkel beträgt ca. 55°. Danach verläuft die Trasse parallel zur Autobahn in Richtung Süd-Südwest weiter.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Straßenquerung ist aufgrund der kurzen Querungslänge mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.6 Kreuzung Lüssenbrünnlein-Graben, km 049/7,165-7,469

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-006-V3 und die Kreuzung mit dem Gewässer Lüssenbrünnlein-Graben die Kreuzungsnummer Q-E2-49-057-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 049/7,218.

Trassenführung und Lage der Querung

Von Norden kommend verläuft die Trasse parallel neben der A81 in Richtung Südwest. Die gegenständliche Querung erfolgt ca. 2 km östlich von Großrinderfeld. Das Gewässer Lüssenbrünnlein-Graben wird mit einem Kreuzungswinkel von ca. 81° gequert. Danach verläuft die Trasse wie zuvor weiter südlich der Autobahn entlang. Im Folgenden wird der Einfachheit halber das Gewässer als Lüssenbrünnlein bezeichnet.

Auswahl des Bauverfahrens

Bei dieser Querung wird eine Geländestufe, sowie ein Gewässer gequert. Beide Strukturen sind von natur- und artenschutzrechtlicher Relevanz. Aufgrund der Topographie und der Querungslänge, die sich durch die Raumwiderstände ergibt, ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

2.2.5.7 Kreuzung Tiefenbach, km 049/7,767-8,018

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-007-V3 und die Kreuzung mit dem Gewässer Tiefenbach die Kreuzungsnummer Q-E2-49-060-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 049/7,897.

Trassenführung und Lage der Querung

Von Norden kommend verläuft die Trasse parallel neben der A81 in Richtung Südwest. Die gegenständliche Querung erfolgt ca. 1,5 km ost-südöstlich von Großrinderfeld. Der Kreuzungswinkel mit dem Gewässer Tiefenbach beträgt ca. 75°. Danach verläuft die Trasse weiter südlich der Autobahn entlang.

Auswahl des Bauverfahrens

Der zu querende Tiefenbach ist aufgrund der Tallage als HDD geplant. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-HD/RT o.ä. geplant.

2.2.5.8 ~~Kreuzung Ünsgraben, km 049/8,885-8,902~~

~~Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-009-V3 und die Kreuzung mit dem Gewässer Ünsgraben mit der Kreuzungsnummer Q-E2-49-067-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 049/8,895.~~

~~Trassenführung und Lage der Querung~~

~~Von Norden kommend verläuft die Trasse parallel (auf der Ostseite) neben der A81 in Richtung Südwest. Der Ünsgraben sowie der nebenliegende asphaltierte Weg wird ca. 1,5 km südöstlich von Großrinderfeld gequert. Danach verläuft die Trasse weiter südöstlich der Autobahn entlang.~~

Auswahl des Bauverfahrens

~~Die Querung des Gewässers Ünsgraben ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der seicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.~~

2.2.5.9 Kreuzung K2810, km 049/10,280-10,493

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-011-V3 und die Kreuzung mit der K2810 die Kreuzungsnummer Q-E2-49-077-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 049/10,396.

Trassenführung und Lage der Querung

Von Norden kommend verläuft die Trasse parallel (auf der Ostseite) neben der A81 in Richtung Süden. Die K2810 wird ca. 1,5 km westlich von Paimar gequert. Der Kreuzungswinkel beträgt etwa 60°. Danach verläuft die Trasse parallel zur Autobahn in Richtung Süden weiter.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Straßenquerung befindet sich in einem ca. 6 m tiefen Einschnitt. Aufgrund des Einschnitts sowie entlang der Straße verlaufenden nach § 30 BNatSchG geschützten Biotopen, ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden, um tiefe Baugruben zu vermeiden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-HD/RT o.ä. geplant.

2.2.5.10 Kreuzung Weg (Feldhecke), km 049/10,901-10,926

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-012-V3 und die Kreuzung mit der Feldhecke ist bei km 049/10,906.

Trassenführung und Lage der Querung

Von Norden kommend verläuft die Trasse parallel neben der A81 in Richtung Süden. Die gegenständliche Querung erfolgt ca. 1,7 km westlich von Paimar. Der Kreuzungswinkel mit der Feldhecke beträgt 72°. Danach verläuft die Trasse weiter in Richtung Süden, parallel zur Autobahn.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung der Feldhecke (nach § 30 BNatSchG geschütztes Biotop) ist aufgrund der kurzen Querungslänge und einer seicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.11 Kreuzung Kapellenstraße, km 049/11,638-11,821

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-013-V3 und die Kreuzung mit der Kapellenstraße die Kreuzungsnummer Q-E2-49-085-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 049/11,749.

Trassenführung und Lage der Querung

Von Norden kommend verläuft die Trasse parallel (auf der Ostseite) neben der A81 in Richtung Süden. Die Kapellenstraße wird ca. 1 km nordwestlich von Grünsfeldhausen gequert. Die Trassenachse wurde im Kreuzungsbereich gedreht, um südlich der Straßenquerung einen Mittelspannungsfreileitungsmasten auszuweichen. Der Kreuzungswinkel mit der Straße beträgt etwa 50°. Danach verläuft die Trasse parallel zur Autobahn in Richtung Süden weiter.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Straßenquerung befindet sich in einem ca. 4 m tiefen Einschnitt. Auf Grund des Einschnitts sowie entlang der Straße verlaufenden nach § 30 BNatSchG geschützten Biotopen, ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden, um tiefe Baugruben zu vermeiden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-HD/RT o.ä. geplant.

2.2.5.12 Kreuzung Röderstein Ost km 049/12,833-13,987

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-49-014-V3 und die Kreuzung des Röderstein die Kreuzungsnummer Q-E2-49-111-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 049/13,632.

Trassenführung und Lage der Querung

Aus nördlicher Richtung kommend, verläuft die Trasse östlich der Autobahn A81 und schwenkt bei km 049/12,250 in südöstlicher Richtung an der Raststätte Ob der Tauber vorbei. Bei km 049/12,600 schwenkt die Trasse in südwestlicher Richtung, um den bewaldeten Besselberg und das Tal des Rödersteingrabens zu unterqueren. Nach der Unterquerung verläuft die Trasse südlich der Autobahn A81 in Richtung Westen.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen dem Höhenunterschied von ca. 30 m zwischen dem Start- und dem Zielbereich der HDD, der Tallage im mittleren Bereich der Querung sowie der Länge von etwa 1154 m ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind Stahl-schutzrohre, z. B. DN 300 P235 o.ä. geplant.

Die Entwurfsplanung der Unterquerung Röderstein Ost ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 03 dargestellt.

2.2.5.13 Kreuzung L512 km 050/16,437-16,706

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-50-001-V3 und die Kreuzung mit der L512 die Kreuzungsnummer Q-E2-50-012-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 050/16,615.

Trassenführung und Lage der Querung

Aus nördlicher Richtung kommend verläuft die Trasse westlich des Industrieparks ob der Tauber. Vor der L512 schwenkt die Trasse in Richtung Westen und unterquert die L512 westlich von Distelhausen. Die L512 befindet sich im Einschnitt. Der Kreuzungswinkel beträgt ca. 66°. Nach der Querung der L512 bündelt die Trasse mit der

B290, um das Hamstergebiet möglichst am Rand zu queren und nicht zu durchschneiden.

Auswahl des Bauverfahrens

Aufgrund der Einschnittslage der L512 von ca. 6 m - 12 m Tiefe, ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

Die Entwurfsplanung der Unterquerung der L512 ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 04 dargestellt.

2.2.5.14 Kreuzung Tauber km 050/17,490-18,328

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-50-002-V3. Die Kreuzung mit der B290, der K2814 sowie der Tauber haben die Kreuzungsnummer Q-E2-50-018-1-V3, Q-E2-50-023-V3 bzw. Q-E2-50-025-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 050/17,549, 17,871 und 18,006.

Trassenführung und Lage der Querung

Aus nördlicher Richtung kommend verläuft die Trasse parallel zur B290 durch überwiegend offenes, leicht geneigtes Gelände und schwenkt vor der Querung der B290, sowie einer Hochspannungsleitung der Transnet BW in südwestliche Richtung. Die Parallelführung zur B290 erfolgt am Rande eines Areals mit möglichem Vorkommen des streng geschützten Feldhamsters. Anschließend wird ein Bodendenkmal, weitere Schutzgebiete des Feldhamsters, die K2814, die Tauber (FFH-Gebiet und 150 m Puffer) zwischen der Ortschaft Distelhausen und Ortschaft Lauda Königshofen unterquert.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen dem Höhenunterschied von ca. 36 m zwischen dem Start- und dem Zielbereich, sowie der Länge von ca. 840 m ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind Stahlschutzrohre, z. B. DN 300 P235 o.ä. geplant.

Die Entwurfsplanung der Unterquerung der Tauber ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 05 dargestellt.

2.2.5.15 Kreuzung Bahn Distelhausen km 050/18,443-18,764

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-50-003-V3 und die Kreuzung mit der Bahn (4920) die Kreuzungsnummer Q-E2-50-031-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 050/18,549.

Trassenführung und Lage der Querung

Aus nordöstlicher Richtung kommend verläuft die Trasse im Überschwemmungsgebiet der Tauber. Die eingleisige Bahnstrecke DB-Streckennummer 4920 wird bei Bahnkilometer 2,654 zwischen Dittigheim und Lauda-Königshofen gequert. Ein bewaldeter Hang westlich der Bahnstrecke wird im Zuge der Maßnahme ebenfalls unterbohrt. Ca. 200 m westlich der geschlossenen Querung schwenkt die Trasse in nordwestliche Richtung.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen des Höhenunterschiedes von ca. 34 m zwischen dem Start- und dem Zielbereich, sowie der Länge von etwa 320 m ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

Die Entwurfsplanung der Unterquerung der Bahn Distelhausen ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 06 dargestellt.

2.2.5.16 Kreuzung Muckbach km 051/24,549-24,854

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-002-V3. Die Kreuzung mit der L578 und dem Muckbach haben die Kreuzungsnummer Q-E2-51-018-V3 und Q-E2-51-019-V3. Der Kreuzungspunkte sind bei km 051/24,568 und 24,625.

Trassenführung und Lage der Querung

Aus nordöstlicher Richtung kommend verläuft die Trasse parallel zur A81 durch überwiegend offenes und leicht geneigtes Gelände. Die L578 und der Muckbach (FFH-Gebiet und 100 m Puffer) werden zwischen der Ortschaft Heckfeld und der Siedlung Schwarzfeld unterquert. Anschließend schwenkt die Trasse langsam über landwirtschaftlich genutzte Fläche nach Süden ab.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen der langen Querungslänge auf Grund des FFH-Gebietes, einschließlich Puffer, und dem Unterqueren eines Tales mit einem Einschnitt von ca. 20 m ist das HDD Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

Die Entwurfsplanung der Unterquerung des Muckbaches ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 07 dargestellt.

2.2.5.17 Kreuzung K2835, km 051/25,774-26+079

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-003-V3 und die Kreuzung mit der K2835 die Kreuzungsnummer Q-E2-51-031-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 051/25,902.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung der K2835 befindet sich ca. 0,9 km westlich von Heckfeld. Die Trasse verläuft von Nord nach Süd zwischen dem Waldgebiet Schreckenbusch und der Ortschaft Heckfeld. Westlich der Querung befindet sich ein Bauernhof mit einer Entfernung von ca. 0,1 km.

Auswahl des Bauverfahrens

Für die Straßenquerung inkl. FHH Mähwiesen und Streuobstwiesen ist aufgrund der Kreuzungslänge das HDD-Verfahren mit einer 2D Länge von ca. 300 m vorgesehen. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

2.2.5.18 Kreuzung Raue Heide, km 051/26,132-26,162

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-004-V3 und die Kreuzung mit der Feldhecke ist bei km 051/26,140.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung der Feldhecke im Gebiet Raue Heide befindet sich ca. 1,0 km westlich von Heckfeld. Die Trasse kommend von Nord macht kurz vor der Querungsstelle einen Knick und verläuft anschließend in Richtung Südwest zwischen dem Waldgebiet Schreckenbusch und der Ortschaft Heckfeld. Nordwestlich der Querung befindet sich ein Bauernhof mit einer Entfernung von ca. 0,15 km.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung der Feldhecke ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der seicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.19 Kreuzung Schüpfbach km 051/26,856-27,401

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-005-V3 und die Kreuzung mit dem Schüpfbach die Kreuzungsnummer Q-E2-51-043-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 051/27,036.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nordnordöstlicher Richtung kommend verläuft die Trasse in leichter Hanglage. Anschließend schwenkt die Trasse in südwestlicher Richtung und dabei wird das Schüpfbachtal mit dem Schüpfbach unterquert. Die zu unterquerende Hangbereiche sind bewaldet. Nach der Querung des Schüpfbachtals verläuft die Trasse weiter in südwestlicher Richtung in leichter Hanglage.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen dem Höhenunterschied von ca. 50 m zwischen dem Start/ Zielbereich und Talsohle, sowie der Länge von ca. 545 m ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

Die Querung ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 08 dargestellt.

2.2.5.20 Kreuzung L579, km 051/28,181-28,216

~~Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-007-V3 und die Kreuzung mit dem L579 die Kreuzungsnummer Q-E2-51-052-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 051/28,117.~~

~~Trassenführung und Lage der Querung~~

~~Die Querung der L579 liegt ca. 1,4 km nordwestlich von Kupprichhausen. Die Trasse verläuft von Norden in Richtung Süden. Der Kreuzungswinkel beträgt ca. 78°.~~

~~Auswahl des Bauverfahrens~~

~~Die Querung der L579 ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der seicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.~~

2.2.5.21 Kreuzung Osterlochgraben, km 051/29,670-29,719

~~Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-008-V3 und die Kreuzung mit dem Gewässer Osterlochgraben die Kreuzungsnummer Q-E2-51-063-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 051/29,694.~~

~~Trassenführung und Lage der Querung~~

~~Die Querung des Gewässers Osterlochgraben liegt ca. 0,8 km nordöstlich von Gräffingen. Die Trasse verläuft von Nordosten in Richtung Südwesten. Der parallele Abstand zur Hochspannungsfreileitung beträgt ca. 45 m.~~

Auswahl des Bauverfahrens

~~Die Querung des Osterlochgrabens ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der mittelseicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.~~

2.2.5.22 Kreuzung Umpfer_DB, km 051/30,350-30,849

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-009-V3. Die Kreuzung mit der Bahn und dem Umpfer haben die Kreuzungsnummer Q-E2-51-068-V3 bzw. Q-E2-51-070-V3. Der Kreuzungspunkte sind bei km 051/30,411 und 30,476.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nordnordöstlicher Richtung kommend verläuft die Trasse in leichten Hanglage östlich einer 110 kV DB Freileitung. Östlich von der Siedlung Gräffingen wird die Bahnstecke Nr. 4120, eine Gemeindestraße, das Gewässer Umpfer sowie ein zum Teil bewaldeter Hangstreifen unterquert. Nach der Querung verläuft die Trasse geradlinig weiter in südsüdwestlicher Richtung. Für die Trassenführung ist hier die Bündelung mit der 110 kV Leitung von Bedeutung.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen der Länge von ca. 500 m und der Tallage ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

Die Querung der Bahn und Umpfer ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 09 dargestellt.

2.2.5.23 Kreuzung Eubigheimer Tal km 051/32,226-32,537

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-010-V3 und die Kreuzung mit dem Eubigheimer Tal die Kreuzungsnummer Q-E2-51-084-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 051/32,442.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nordnordöstlicher Richtung kommend verläuft die Trasse in leichten Hanglage westlich einer 110 kV DB Freileitung. Westlich von der Siedlung Uffingen wird das Eubigheimer Tal, der Eubigheimer Talbach und ein Waldstück unterquert. Nach der Querung verläuft die Trasse geradlinig weiter in südsüdwestlicher Richtung.

Auswahl des Bauverfahrens

Auf Grund der Länge von ca. 300 m, sowie einer leichten Tallage wurde das HDD-Verfahren gewählt. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

Die Entwurfsplanung der Unterquerung des Eubigheimer Tals ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 10 dargestellt.

2.2.5.24 Kreuzung K2837, km 051/32,668-32,724

~~Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-011-V3 und die Kreuzung mit der K2835 die Kreuzungsnummer Q-E2-51-087-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 051/32,688.~~

~~Trassenführung und Lage der Querung~~

~~Die Querung der K2837 befindet sich ca. 1,6 km westlich von Uiffingen im Eubigheimer Tal. Die Trasse verläuft von Nordosten in Richtung Südwesten parallel zu einer Hochspannungsfreileitung.~~

~~Auswahl des Bauverfahrens~~

~~Die Straßenquerung ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der wechselnden, aber überwiegend seicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.~~

2.2.5.25 Kreuzung A81, km 051/33,906-33,967

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-012-V3 und die Kreuzung mit der A81 die Kreuzungsnummer Q-E2-51-096-V3. Die Kreuzungspunkt ist bei km 050/33,937.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nordnordöstlicher Richtung kommend verläuft die Trasse in ebenem Gelände. Die Autobahn verläuft aus nordöstlicher Richtung kommend zunächst in Einschnittslage, anschließend in Dammlage in Richtung Süden. Kurz bevor die Trasse die A81 unterquert, beschreibt sie einen leichten Knick in westliche Richtung, um einen Quersungswinkel von ca. 90° bei Autobahnkilometer 488+333 sicherzustellen und die Autobahn südöstlich der Siedlung Eubigheim zu unterqueren. An dieser Stelle liegt die Autobahn in leichter Dammlage. Nach der Querung verläuft die Trasse weiter in südwestlicher Richtung, Richtung Berolzheim.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen der Querungslänge von ca. 60 m, dem einzuhaltenden Quersungswinkel von 90° ± 10° und einer seicht vermuteten Felsoberkante wurde das Microtunnelverfahren gewählt, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

Die Unterquerung der A81 ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 11 dargestellt.

2.2.5.26 Kreuzung Langenäcker (Bäume), km 051/35,392-35,421

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-013-V3 und die Kreuzung mit der Feldhecke ist bei km 051/35,405.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung der Obstbaumreihe im Gebiet Langenäcker, welche sich nördlich eines Feldweges und Graben befindet, erfolgt ca. 1,3 km nördlich von Berolzheim. Die Trasse verläuft von Nordosten in Richtung Südwesten.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung der Obstbaumreihe ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der leicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.27 Kreuzung L1095, km 051/37,355-37,440

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-015-V3 und die Kreuzung mit der L1095 die Kreuzungsnummer Q-E2-51-120-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 051/37,384.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung der L1095 befindet sich ca. 1,0 km südöstlich von Berolzheim und ca. 0,7 km westlich von der A81 Ausfahrt Boxberg. Die Kreuzung der L1095 befindet sich unmittelbar südlich der Einbindung der L512 in die L1095. Die Trasse kommt von Norden und verläuft nach der Querung in Richtung Südosten.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Straßenquerung ist aufgrund der kurzen Querungslänge mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.28 Kreuzung A81, km 051/37,733-37,843

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-016-V3 und die Kreuzungen mit der A81 haben die Kreuzungsnummer Q-E2-51-128-V3. Die Kreuzungspunkt ist bei km 051/37,803.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nordnordwestlicher Richtung kommend, verläuft die Trasse in ebenem Gelände. Die Autobahn verläuft aus östlicher Richtung kommen in Dammlage. Südöstlich der Gemeinde Berolzheim wird die Autobahn A81 mit einem Querschnittswinkel von etwa 88°, bei dem Autobahnkilometer 540+548 unterquert. Direkt nördlich der Querung befindet sich eine Muffengrube. Nach der Querung verläuft die Trasse begrenzt durch Waldbereiche weiter in südöstlicher Richtung.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Kreuzung kennzeichnet sich durch einen Höhenunterschied von ca. 20 m, sowie durch beengte Platzverhältnisse vor und nach der Querung. Um den Höhenunterschied zu überwinden und die durch die Muffe und Waldbereiche vorgegebenen Zwangspunkte zu berücksichtigen, wurde das Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (1 x DN 1200) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

Die Unterquerung der A81 ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 12 dargestellt.

2.2.5.29 Kreuzung Hammelsberg, km 051/38,860-38,904

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-51-018-V3 und die Kreuzung mit der Feldhecke ist bei km 051/38,883.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung einer Baum-Strauchhecke im Gebiet Hammelsberg erfolgt ca. 0,8 km westlich von Schillingstadt. Die Trasse verläuft von Nordosten in Richtung Südwesten.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung der Baum-Strauchhecke ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der seicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.30 ~~Kreuzung Steinig Haag, km 052/41,778-41,905~~

~~Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-52-001-V3 und die Querung der Biotopstrukturen ist bei km 052/41,832.~~

~~Trassenführung und Lage der Querung~~

~~Die Querung erfolgt ca. 0,3 bis 0,4 km nördlich von Oberwittstadt. Die Trasse verläuft von Nordosten in Richtung Südwesten. Die Querung schmiegt sich hierbei an das Waldgebiet Steinig Haag an.~~

~~Auswahl des Bauverfahrens~~

~~Auf Grund der Querungslänge von ca. 120 m und einer seicht verlaufenden Felsoberkante wurde das Microtunnel-Verfahren für die Kreuzung ausgewählt, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.~~

2.2.5.31 Kreuzung Kessach, km 052/44,552-41,840

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-52-002-V3 und die Kreuzung mit Kessach die Kreuzungsnummer Q-E2-52-027-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 052/44,572.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nordöstlicher Richtung kommend, verläuft die Trasse in ebenem Gelände. Nördlich der Gemeinde Hüngheim werden ein gesetzlich geschütztes Biotop und die Kessach unterquert. Nach der Querung verläuft die Trasse weiter in südwestlicher Richtung.

Auswahl des Bauverfahrens

Auf Grund der Querungslänge von etwa 320 m, sowie eines Hanges im mittleren Bereich der Bohrung wurde das HDD-Verfahren ausgewählt. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

Die Unterquerung der Kessach ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 13 dargestellt.

2.2.5.32 Kreuzung K3955, km 052/45,606-45,633

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-52-003-V3 und die Kreuzung mit der Kreisstraße die Kreuzungsnummer Q-E2-52-032-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 052/45,618.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 0,65 km nord-westlich von Hüngheim. Die Trasse verläuft von Nordosten in Richtung Südwesten und quert die Kreisstraße K3955 zwischen zwei Biotopstrukturen mittlerer Wertigkeit

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung der K3955 ist aufgrund der kurzen Querungslänge und einer mittelseicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens

2.2.5.33 Kreuzung L515, km 052/47,841-47,864

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-52-006-V3 und die Querung der Straße (Q-E2-52-050-V3) ist bei km 052/47,851.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 0,3 km westlich von Merchingen. Die Trasse verläuft von Nordosten in Richtung Südwesten. Die Trasse orientiert sich in diesem Bereich an Wegegrundstücken, sowie Drainagefeldern.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung der L515 ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der teils seicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens

2.2.5.34 Kreuzung Knockgraben, km 052/48,006-48,357

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-52-007-V3 und die Querung des Grabens (Q-E2-52-053-V3) ist bei km 052/48,096.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 0,3 km westlich von Merchingen. Die Trasse verläuft von Nordosten in Richtung Südwesten. Die Trasse orientiert sich in diesem Bereich an Wegegrundstücken, sowie Drainagefeldern.

Auswahl des Bauverfahrens

Auf Grund der Topographie, einer leichten Tallage, und der Querungslänge von ca. 220 m, die sich durch die Raumwiederstände ergibt, ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

2.2.5.35 Kreuzung Labergraben, km 052/49,195-49,427

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-52-008-V3 und die Querung der Baumreihe ist bei km 052/49,386.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 1,1 km südwestlich von Merchingen und 0,3 km nördlich der Höfe Hoher Baum. Die Trasse verläuft von Norden in Richtung Süden. Die Trasse orientiert sich in diesem Bereich am Golfplatz Kaiserhöhe.

Auswahl des Bauverfahrens

Auf Grund der Topographie, einer leichten Tallage im Süden, und der Querungslänge von ca. 230 m, die sich durch die Raumwiderstände ergibt, ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

2.2.5.36 Kreuzung L1046, km 052/51,422-51,461

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-52-010-V3 und die Querung der L1046 (Q-E2-52-079-V3) ist bei PFA-km 51,440.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 1,1 km nördlich von Oberkessach. Die Trasse verläuft von Osten in Richtung Westen. Die Trasse orientiert sich im östlichen Bereich an einem Begleitweg südlich des Waldes Breiter Busch. Im westlichen Bereich verläuft die Trasse nördlich einer festgesetzten Planung eines Gewerbegebietes.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung der L1046 ist aufgrund der kurzen Querungslänge mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens

2.2.5.37 Kreuzung Adelsheimer Graben, km 052/51,874-52,253

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-52-011-V3 und die Querung des Grabens ist bei km 052/52,206.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 1,0 km nordwestlich von Oberkessach. Die Trasse verläuft von Osten in Richtung Süd-Westen. Die Trasse orientiert sich im östlichen Bereich an einem Gewässer II. Ordnung und einer Gemeindestraße. Im Süd-Westlichen Bereich ist die Trasse möglichst weit weg vom Ortsgebiet Oberkessach im Trassenkorridor angeordnet.

Auswahl des Bauverfahrens

Auf Grund der Länge der Raumwiderstände von ca. 350 m hat man sich für das HDD-Verfahren entschieden. Alternativ ist ein Mikrotunnel denkbar. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

2.2.5.38 Kreuzung Brühlgraben, km 052/53,167-53,405

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-52-013-V3 und die Querung des Brühlgrabens ist bei km 052/53,294. Gequert wird eine natur- und artenschutzrelevante Struktur.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 1,2 km westlich von Oberkessach und ca. 0,7 km östlich von Weigental. Die Trasse verläuft von Nord-Osten in Richtung Süd-Westen. Die Trasse orientiert sich in diesem Bereich mit einem möglichst gestreckten Verlauf an natur- und artenschutzrelevanten Strukturen. Hier sind insbesondere Baumstrukturen, FFH-Mähwiesen und Bodendenkmalverdachtsflächen hervorzuheben.

Auswahl des Bauverfahrens

In der Summe ergibt sich eine zu unterquerende Strecke von ca. 240 m. Auf Grund dieser Länge, sowie der Geländeform eines leichten Hanges ist das HDD-Verfahren gewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

2.2.5.39 Kreuzung Limes, km 052/53,741-53,976

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-52-014-V3 und die Kreuzung des Limes bei km 052/53,846.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nordöstlicher Richtung kommend, verläuft die Trasse in ebenem Gelände. Östlich der Gemeinde Weigental wird der Limes inklusive archäologisch relevanter Randbereiche unterquert. Nach der Querung verläuft die Trasse weiter in südwestlicher Richtung.

Auswahl des Bauverfahrens

Auf Grund der langen Querungslänge von ca. 235 m wurde das HDD-Verfahren gewählt. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

Die Kreuzung des Limes ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 14 dargestellt.

2.2.5.40 Kreuzung Volkshausen Bach, km 053/56,566-57+015

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-001-V3 und die Kreuzung mit dem Volkshausen Bach die Kreuzungsnummer Q-E2-53-015-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 053/56,714.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nordöstlicher Richtung kommend verläuft die Trasse in leichter Hanglage. Südlich von Volkshausen wird der Volkshausenbach unterquert. Nach der geschlossenen Querung verläuft die Trasse weiter in südöstlicher Richtung.

Auswahl des Bauverfahrens

Auf Grund der Querungslänge von ca. 450 m und einer Tallage wurde das HDD-Verfahren gewählt. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

Die Unterquerung des Volkshausen Bach ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 15 dargestellt.

2.2.5.41 Kreuzung K2023, km 053/57,602-57,659

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-002-V3 und die Querung der K2023 (Q-E2-53-021-V3) ist bei PFA-km 57,627.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 0,9 km südwestlich von Volkshausen. Die Trasse verläuft von Nord-Osten in Richtung Süd-Westen. Die Trasse orientiert sich in diesem Bereich an einer Freileitung der DB-Energie, sowie an einer rechtwinkligen Querung der A81.

Auswahl des Bauverfahrens

Auf Grund der eingeschränkten Platzverhältnisse, insbesondere auf Grund der nachfolgenden Querung der A81, sowie der kurzen Querungslänge und der seichten Felsoberkante ist die Querung mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.42 Kreuzung A81, km 053/57,781-57,846

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-003-V3 und die Kreuzung mit der A81 die Kreuzungsnummer Q-E2-53-023-V3. Die Kreuzungspunkt ist bei km 053/57,807.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus östlicher Richtung kommend, verläuft die Trasse durch überwiegend offenes und ebenem Gelände. Vor der Kreuzung unterquert die Trasse die Straße K2023. Die Autobahn verläuft aus nördlicher Richtung kommend zunächst in Dammlage und anschließend in Einschnittslage. Kurz bevor die Trasse die A81 unterquert, beschreibt sie einen Knick in nordwestliche Richtung, um einen Querschnittswinkel von ca. 89° bei Autobahnkilometer 509+050 sicherzustellen und die Autobahn und einen Feldweg südlich der Gemeinde Korb zu unterqueren. Nach der Querung verläuft die Trasse weiter in südwestlicher Richtung. Die Querung erfolgt parallel zu einer Freileitung der DB.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen der Länge von ca. 65 m und einer seichten Felsoberkante von wurde das Microtunnel-Verfahren gewählt, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

Die Kreuzung der A81 ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 16 dargestellt.

2.2.5.43 Kreuzung Himmelreich-Graben, km 053/58,238-58,294

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-004-V3 und die Querung des Gewässers (Q-E2-53-028-V3) ist bei km 053/58,265.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 0,4 km nördlich des Segelfluggeländes bei Möckmühl. Die Trasse verläuft von Nord-Osten in Richtung Süd-Westen. Die Trasse orientiert sich in diesem Bereich an Bodendenkmalvermutungsflächen. Ebenfalls soll eine schleifende Querung des Gewässers vermieden werden.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung des Grabens ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der leicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.44 Kreuzung Hergstbach, km 053/59,456-59,838

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-005-V3 und die Kreuzung mit dem Hergstbach die Kreuzungsnummer Q-E2-53-039-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 053/59,638.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus östlicher Richtung kommend verläuft die Trasse durch überwiegend offenes, leicht geneigtes Gelände. Anschließend wird der Hergstbach, gesetzlich geschützte Biotope (nach § 30 BNatSchG, Wald- und Biotopverbundflächen nördlich der Ortschaft Dippach unterquert.

Auswahl des Bauverfahrens

Die zu querenden Raumwiderstände haben eine Querungslänge von ca. 300 m. Auf Grund der Erkenntnisse aus den Baugrunduntersuchungen wird in diesem Bereich von HDD-Bohrungen abgeraten. Hinsichtlich Spülungsverluste in klüftigen und/oder verkarsteten Gebirgsabschnitten und wechselhaften geologischen Verhältnissen bietet das Mikrotunnel-Verfahren im Vergleich zum HDD-Verfahren ein geringeres Ausführungsrisiko. Es ist ein Mikrotunnel (Stahlbeton) mit einem Innendurchmesser von 1,8 m geplant, da die Länge des Mikrotunnels ca. 380 m beträgt. HGÜ- und LWL-System befinden sich im Schutzrohr des Querungsverfahrens.

Die Unterquerung des Hergstbaches ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 17 dargestellt.

2.2.5.45 Kreuzung K2023, km 053/60,884-60,970

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-006-V3 und die Querung der K2023 (Q-E2-53-059-V3) ist bei km 053/60,919.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 1,7 km nördlich von Möckmühl. Die Trasse verläuft von Osten in Richtung Westen und liegt in diesem Bereich nördlich von FFH-Mähwiesen, sowie eines Landschaftsschutzgebietes.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung der K2023 ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der mittelseicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.46 Kreuzung Wald-Rot, km 053/61,818-62,204

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-007-V3. Der Kreuzungsmittelpunkt liegt bei km 053/61,897.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus östlicher Richtung kommend, verläuft die Trasse in leichter Hanglage. Nördlich der Gemeinde Mockmühl wird ein bewaldeter Hang, sowie FFH-Mähwiesen unterquert. Nach der Querung verläuft die Trasse weiter in südwestlicher Richtung.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen dem Höhenunterschied von ca. 70 m zwischen Start- und Zielbereich, sowie der Querungslänge von etwa 390 m ist das HDD Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

Die Kreuzung des Waldes ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 18 dargestellt.

2.2.5.47 Kreuzung Seckach Bahn, km 053/62,112-63,036

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-008-V3 und unterquert die L1095 (Q-E2-53-067-V3), die Seckach (Q-E2-53-071-V3), die Bahnlinie 4900 (Q-E2-53-073-V3), den Brünnesgraben (Q-E2-53-078-V3) und die L527 (Q-E2-53-079-V3) bei km 053/62,490, 62,666, 62,711, 63,073 und 63,128.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus östlicher Richtung kommend, verläuft die Trasse in leichter Hanglage. Nördlich der Gemeinde Möckmühl wird L1095, die zweigleisige Bahnstrecke DB-Streckennummer 4900 mit Bahnkilometer 87+532, die Seckach, verschiedene natur- und artenschutzrelevante Strukturen und die L527 unterquert. Nach der Querung verläuft die Trasse weiter in südwestlicher Richtung.

Auswahl des Bauverfahrens

Die zu querenden Raumwiderstände haben eine Querungslänge von ca. 800 m. Auf Grund der Erkenntnisse aus den Baugrunduntersuchungen wird in diesem Bereich von HDD-Bohrungen abgeraten. Hinsichtlich Spülungsverluste in verkarsteten Bereichen und wechselnden geologischen Verhältnissen bietet das Mikrotunnel-Verfahren im Vergleich zum HDD-Verfahren ein geringeres Ausführungsrisiko und wird hier weiterverfolgt. Es ist ein Mikrotunnel (Stahlbeton) mit einem Innendurchmesser von 2,0 m geplant, da die Länge des Mikrotunnels ca. 930 m beträgt. HGÜ- und LWL-System befinden sich im Schutzrohr des Querungsverfahrens.

Die Unterquerung der Bahn, Seckach und L527 ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 19 dargestellt.

~~2.2.5.48 Kreuzung Viehtrieb-Straße, km 053/63,854-63,948~~

~~Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-009-V3 und die Querung der Straße ist bei km 053/63,913.~~

~~Trassenführung und Lage der Querung~~

~~Die Querung erfolgt ca. 0,6 km nordwestlich von Möckmühl. Die Trasse verläuft von Nordosten in Richtung Südwesten und liegt in diesem Bereich möglichst gestreckt zwischen natur- und artenschutzrelevanten Strukturen, sowie neben Bodendenkmalverdachtsflächen.~~

~~Auswahl des Bauverfahrens~~

~~Die Querung der Straße ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der verschieden tief angetroffenen Felsoberkante mittels Mikrotunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.~~

2.2.5.49 Kreuzung Hannacker Klinge, km 053/64,186-64,227

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-010-V3 und die Querung des Weges (Q-E2-59-092-V3) ist bei km 053/64,206. Gekreuzt wird ein Graben, inkl. Begleitweg von arten- und naturschutzrelevanter Bedeutung.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 0,6 km westlich von Möckmühl. Die Trasse verläuft von Nordosten in Richtung Südwesten und liegt in diesem Bereich möglichst gestreckt zwischen natur- und artenschutzrelevanten Strukturen, sowie neben Bodendenkmalverdachtsflächen.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung ist aufgrund der kurzen Querungslänge mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.50 Kreuzung Jagst_DB, km 053/67,629-68,898

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-012-V3. Die Kreuzungen mit der L1096, der Jagst und der Bahnlinie 4900 haben die Kreuzungsnummer Q-E2-53-119-V3, Q-E2-53-124-V3 und Q-E2-53-126-V3. Die Kreuzungspunkte sind bei km 053/67,991, 68,463 und 68,524.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nördlicher Richtung kommend schwenkt die Trasse zwischen den Ortschaften Siglingen und Züttlingen in südwestlicher Richtung und quert dabei das Jagsttal. Dabei werden die Straße L1096 (Züttlinger Straße), die Jagst und die in Hanglage liegende Bahnstecke Nr. 4900 unterquert. Nach der Querung schwenkt die Trasse in südwestliche Richtung.

Maßgebend für die Länge der HDD ist insbesondere im nördlichen Bereich das Abrücken von einem Siedlungsbereich an der L1096, sowie das Anordnen der nördlichen BE-Fläche jenseits lokaler natur- und artenschutzrelevanter Strukturen.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen dem Höhenunterschied von ca. 60 m zwischen dem Start- und dem Zielbereich, der Tallage sowie einer Querungslänge von ca. 1250 m, ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind Stahlschutzrohre, z. B. DN 300 P235 o.ä. geplant.

Die Querung der Bahn und Jagst ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 20 dargestellt.

2.2.5.51 Kreuzung L720, km 054/71,726-71,751

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-54-001-V3 und die Querung der Straße (Q-E2-54-008-V3) ist bei km 054/71,740.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 0,9 km nördlich der Ortschaft Stein am Kocher. Die Trasse ist in diesem Bereich durch einen geraden und gestreckten Verlauf geprägt. Ebenfalls werden nach Möglichkeit Drainagefelder und Biotopstrukturen gemieden.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der überwiegend seicht verlaufenden Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.52 Kreuzung Kocher, km 054/73,637-74,568

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-54-002-V3 und die Kreuzung mit dem Kocher die Kreuzungsnummer Q-E2-54-038-V3. Der Kreuzungspunkt ist bei km 054/74,341.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nordöstlicher Richtung kommend schwenkt die Trasse zwischen den Ortschaften Untergrießheim und Stein am Kocher in südlicher Richtung ab. Dabei werden eine Bodendenkmalverdachtsfläche, das Gewässer Kocher, drei asphaltierte Straßen, sowie natur- und artenschutzrelevante Strukturen unterquert. Nach der Querung verläuft die Trasse weiter in südlicher Richtung.

Auswahl des Bauverfahrens

Wegen einem Höhenunterschied von ca. 60 m zwischen dem Start- und dem Zielbereich, der Tallage sowie der Querungslänge von ca. 930 m, ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. In diesem Fall wird eine separate Bohrung pro HGÜ-Kabel und LWL Bündel vorgesehen. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind Stahlschutzrohre, z. B. DN 300 P235 o.ä. geplant.

Die Unterquerung der Kocher ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 21 dargestellt.

2.2.5.53 Kreuzung Bodendenkmal, Wald A, km 054/74,823-75,772

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-54-003-V3 und ist bei km 054/75,297.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nördlicher Richtung kommend verläuft die Trasse durch überwiegend offenes, leicht geneigtes Gelände. Vor der geschlossenen Querung befindet sich eine Muffengrube. Anschließend wird die Bodendenkmalfläche, ein Waldgebiet, drei asphaltierte Feldwege und das Gewässer Weihergraben zwischen der Ortschaft Oedheim und Ortschaft Degmarn unterquert. Die Zielseite befindet sich zwischen zwei Bodendenkmälern.

Auswahl des Bauverfahrens

Auf Grund der Querungslänge von ca. 950 m wurde das HDD-Verfahren gewählt. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind Stahlschutzrohre, z. B. DN 300 P235 o.ä. geplant.

Die Querung des Bodendenkmals ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 22 dargestellt.

2.2.5.54 Kreuzung Bodendenkmal, km 054/75,824-76,296

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-54-004-V3 und ist bei km 054/76,056.

Trassenführung und Lage der Kreuzung

Aus nördlicher Richtung kommend verläuft die Trasse durch überwiegend offenes, leicht geneigtes Gelände. Vor der geschlossenen Querung ist eine weitere geschlossene Querung für den Schutz des Bodendenkmals. Anschließend wird die Bodendenkmalfläche zwischen der Ortschaft Oedheim und Ortschaft Degmarn unterquert.

Auswahl des Bauverfahrens

Auf Grund der Querungslänge von ca. 480 m ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. In diesem Fall wird eine separate Bohrung pro HGÜ-Kabel und LWL Bündel gemacht. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

Die Querung des Bodendenkmals ist im Kreuzungsplan Teil C07 Sonderpläne – Anlage 23 dargestellt.

2.2.5.55 Kreuzung L1088, km 054/76,564-76,595

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-53-005-V3 und die Querung der L1088 (Q-E2-54-060-V3) ist bei km 054/76,575.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 0.5 km östlich der Ortschaft Oedheim. Die Trasse liegt in diesem Bereich zwischen zwei geschlossenen Querungen, sowie Bodendenkmälern und Bodendenkmalverdachtsflächen.

Auswahl des Bauverfahrens

Die Querung ist aufgrund der kurzen Querungslänge und der verschieden seicht angetroffenen Felsoberkante mittels Microtunnel-Verfahren vorgesehen, z. B. aus Stahlbeton (2 x DN 800) oder vergleichbar. HGÜ- und LWL-System befinden sich jeweils in den Schutzrohren des Querungsverfahrens.

2.2.5.56 Kreuzung Hirschbach, km 054/77,257-77,747

Die geschlossene Bauweise hat die Bezeichnung H-E2-54-006-V3 und die Querung des Gewässers (Q-E2-54-069-V3) ist bei km 054/77,311.

Trassenführung und Lage der Querung

Die Querung erfolgt ca. 0,8 km südwestlich der Ortschaft Oedheim. Die Trasse verläuft von Nord-Osten in Richtung Süd-Westen. Die Trasse orientiert sich in diesem Bereich an Bodendenkmälern und Bodendenkmalverdachtsflächen, sowie an Puffern zu FFH-Gebieten und den Schutzstreifen von Fremdleitungen.

Auswahl des Bauverfahrens

Auf Grund der Querungslänge von ca. 480 m ist das HDD-Verfahren ausgewählt worden. Es sind 4 Bohrungen geplant, um die HGÜ- und LWL-Systeme herzustellen. Als Schutzrohre sind PE-HD/RT Schutzrohre, z. B. DA 315 PE-RT o.ä. geplant.

2.2.6 Parallelführungen (abschnittsspezifisch)

Die Mindestabstände bei Parallelführungen wurden mit dem jeweiligen Betreiber abgestimmt. In E2 sind folgende Parallelführungen geplant.

Tabelle 3: Parallelführungen in E2

Von	Bis	Parallel zur
049/5,40	049/5,80	Autobahn A81
049/6,17	049/12,30	
050/17,00	050/17,30	Bundesstraße B290
051/26,10	051/26,80	Hochspannungsfreileitung der DB Energie
051/28,40	051/29,40	
051/29,54	051/29,77	
051/29,88	051/31,60	
051/31,76	051/32,90	Landstraße L514
051/38,33	051/38,65	
053/57,75	053/57,86	
		Hochspannungsfreileitung der DB Energie

2.2.7 Sonderbauwerke (abschnittsspezifisch)

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

Für den PFA E2 sind keine Sonderbauwerke vorgesehen.

2.2.8 Bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Logistikkonzept (abschnittsspezifisch)

Die Kabel werden zunächst mittels Schwertransporten von Kabelzwischenlagern (nicht Antragsgegenstand der Planfeststellung) zu den Abspulplätzen transportiert. Hierfür sind vorhandene Straßen und Wege teilweise auszubauen oder zu ertüchtigen oder neue Zufahrten anzulegen.

Die für die Zufahrt zum Baubereich notwendigen Fahrbahnaufweitungen werden nach der Maßnahme wieder rückgebaut und der ursprüngliche Zustand wird wiederhergestellt.

Die Baustraßen entlang des Kabelgrabens erfolgen über den Arbeitsstreifen.

Es wird auf das Dokument Teil K05 – Straßenrechtliche Genehmigungen sowie Teil L03 – Logistik- und Verkehrskonzept verwiesen.

Die für die Ausbauten in Anspruch genommenen Flächen sind den Unterlagen aus Teil D zu entnehmen.

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 4: Bauphasen bei der Erdkabelverlegung

Vor Baubeginn	<ul style="list-style-type: none"> • Kartierungen rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten (Brutvögel, volatile Arten, etc.) • Baugrunduntersuchungen • Archäologische Voruntersuchungen • Kampfmittelräumung • Fremdleitungs- / Drainagenerhebung sowie örtliche Kennzeichnung und Einmessung, Suchschachtung • Befahrungsanalyse • Baufeldfreimachung • Beweissicherung für Gebäude, Straßen und Grundgrenzen • CEF-Maßnahmen
Trassenvorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> • Auspflocken der Trasse • Errichten von Kleintierschutzzäunen • Wegebau (Baustraßen, Zufahrten, etc.) • Baustellensicherung • Flächenvorbereitung (vorzeitige Räumung von Bewuchs, unter Einhaltung von saisonalen Beschränkungen, ggf. Vorbegrünung) • Vorbereitung geschlossene Querungen (z. B. HDD) sofern erforderlich
Baustelleneinrichtungsf lächen außerhalb des Kabelgrabens	<ul style="list-style-type: none"> • Flächenvorbereitung (ggf. Sicherstellen von ausreichend Quer- und Längsneigung im Gelände, Herstellung von Fahrstraßen/ Lastverteilplatten/ Aufkiesen) • Bei Bedarf Herstellen Wasserhaltung (ggf. Grundwasserhaltung, Einleitung in den Vorfluter, ggf. Auslegen von Lastverteilplatten) • Herstellen Stromversorgung (Generator, Baustrom) • Bei Bedarf Wasserversorgung • Festlegen Lagerflächen (Material, Erdaushub) • Vorbereiten Containerflächen (Material-, Werkstatt-, Büro-, Sanitär-, Personalcontainer) • Parkmöglichkeiten
Geschlossene Querung (HDD)	<ul style="list-style-type: none"> • HDD Baustelleneinrichtung (einschließlich der Flächen für die Vorstrecke mit ggf. Vorbegrünung, Auslegen von Lastverteilplatten/ Aufkiesen) • Pilotbohrung • Bohrlochaufweitung • Schutzrohreinzug • Abbau HDD Baustelleneinrichtung

Geschlossene Querung (Bodenentnahmeverfahren)	<ul style="list-style-type: none"> • Baustelleneinrichtung • Bei Bedarf Herstellen Wasserhaltung (ggf. Grundwasserhaltung, Einleitung in den Vorfluter, ggf. Auslegen von Lastverteilplatten) • Herstellen der Arbeitsgruben (ggf. mit Grubenverbau, bei Bedarf mittels Abbruchhammer/ Sprengung) • Pilotbohrung • Ggf. Bohrlochaufweitung • Schutzrohreinzug • Abbau Baustelleneinrichtung
Geschlossene Querung (Mikrotunnelbau)	<ul style="list-style-type: none"> • Baustelleneinrichtung • Bei Bedarf Herstellen Wasserhaltung (ggf. Grundwasserhaltung, Einleitung in den Vorfluter, ggf. Auslegen von Lastverteilplatten) • Herstellen der Arbeitsgruben (ggf. mit Grubenverbau, bei Bedarf mittels Abbruchhammer/ Sprengung) • Herstellen Mikrotunnel • Schutzrohreinzug • Abbau Baustelleneinrichtung
Abtrag Oberboden	<ul style="list-style-type: none"> • Aushub Oberboden • Lagerung • Ggf. Begrünung, Schutz vor Erosion
Einleitung in den Vorfluter	<ul style="list-style-type: none"> • Einrichten von Pumpen und Schlauch-/ Rohrverbindungen im Regelkabelgraben/ zusätzlicher BE-Flächen • Errichten zusätzlicher Container für den Wasserschutz (z. B. Absetzbecken) • Herstellen von Rohr-/ Schlauchverbindung zum Vorfluter (bei Bedarf Herstellen temporärer Baustraßen)
Herstellung Grabenprofil	<ul style="list-style-type: none"> • Aushub Unterboden • Getrennte Lagerung der Bodenhorizonte • Installation offene Wasserhaltung • Sandbettschüttung
Verlegung Schutzrohre	<ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Herstellen der Kabelschutzrohre in der benötigten Länge vor Ort (z. B. Verschweißen von Stangenware innerhalb der BE-Fläche) • Verlegung Kabelschutzrohre
Rückverfüllung Graben	<ul style="list-style-type: none"> • Vermessung der Kabelanlage und der Sonstigen zum System gehörigen Einrichtungen • Aufschüttung des Sandbettes um das Kabel • Ggf. Verwendung von Flüssigboden • Einbringung von Schutzplatten oder Schutzgitter • Rückverfüllung des Unterbodens • Einbringung des Trassenwarnbands • Einbringung restlicher Unter- und Oberböden • Einbaukontrolle Boden (Verdichtungsnachweis)

Kabelzug	<ul style="list-style-type: none"> • Kabelspulentransport • Einrichtung der für den Kabelzug erforderlichen Rollen, Lager, Schubgeräte und sonstige Hilfsmittel, etc. • Einrichten der Zugstandorte • Kabelzug durch Graben, bzw. Kabelschutzrohranlage • Räumung der für den Kabelzug benötigten Hilfseinrichtungen
Zusätzliche Verlegearbeiten	<ul style="list-style-type: none"> • Verlegung Schutzrohre für Lichtwellenleiterkabel • Ggf. Herstellen der Kabelschutzrohre in der benötigten Länge vor Ort (z. B. Verschweißen von Stangenware innerhalb der BE-Fläche)
Muffen	<ul style="list-style-type: none"> • Aufweitung des Kabelgrabens an Muffengruben • Ggf. bei bereits rückverfüllten Kabelgraben Herstellen einer Baugrube für die Muffenmontage • Installation von Muffencontainern • Muffenmontage • Deinstallation von Muffencontainern • Bettung der Muffe im Sand
LWL-ZS	<ul style="list-style-type: none"> • Baustelleneinrichtung • Vorbereiten Fläche (Baufeldfreimachung) • Aushub und Abtransport des Bodens und ggf. Untergrundes • Herstellen LWL-ZS • Herstellen der technischen Infrastruktur (Herstellen Stromversorgung, ggf. Telekommunikationskabel, Anschluss an SuedLink Trasse) • Erstellung Linkboxen • Rekultivierung
Rekultivierung	<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächenwiederherstellung • Rückbau der Einrichtungs- und Lagerflächen sowie der Baustraßen und andere Bereiche wie, Muffenstandorte, Lokationen von Kabelschubgeräte, etc. • Tiefenlockerung Unterboden • ggf. Düngung • ggf. Neueinsaat • Wiederherstellung Drainagen
Flächennutzung nach Bau	<ul style="list-style-type: none"> • Land- und Viehwirtschaft möglich • Keine Bebauung und tiefwurzelnde Pflanzen

2.2.9.2 Zentrale Baulager- und Bodenaufbereitungsflächen

Für den Bauablauf sind Flächen als mögliche zentrale Baulager, sowie als Flächen für die Bodenaufbereitung vorgesehen, siehe Tabelle 5. Diese Flächen sind in Teil C06 Lageplänen des Kabels 11 bzw. Kabels 12 zu finden:

- Segment 49: Blatt 001 - 009 bzw. Blatt 010 - 018
- Segment 50: Blatt 019 - 023 bzw. Blatt 024 - 028

- Segment 51: Blatt 029 - 039 bzw. Blatt 040 - 050
- Segment 52: Blatt 051 - 058 bzw. Blatt 059 - 066
- Segment 53: Blatt 067 - 076 bzw. Blatt 077 - 086
- Segment 54: Blatt 087 - 091 bzw. Blatt 024 – 096

Tabelle 5: Zentrale Baulager und Bodenaufbereitungsflächen in PFA E2

Segment	Km	Fläche [m²]	innerhalb / außerhalb des fTK § 12 NABEG	Zuwegung über	Flächentyp
49	3+400	15.817	außerhalb	K2811 und weiter über asphaltierte Feldwege	Zentrales Baulager
49	4+300	17.800	innerhalb	K2811 und weiter über asphaltierte Feldwege	Bodenaufbereitungsflächen
50	14+700	15.013	innerhalb	L512, die Rötensteinstraße und weiter über Feldwege	Bodenaufbereitungsflächen
50	15+400	20.182	innerhalb	L512, die Rötensteinstraße und weiter über Feldwege	Zentrales Baulager
51	26+100	16.599	innerhalb	K2835	Zentrales Baulager
51	26+800	17.182	außerhalb	L578	Bodenaufbereitungsflächen
51	35+300	16.805	Teilweiser außerhalb	K2839	Bodenaufbereitungsflächen
51	37+400	14.914	außerhalb	Kirchbrunnenstraße	Zentrales Baulager
52	52+000	15.064	innerhalb	L1046 und weiter über asphaltierte Feldwege	Zentrales Baulager
52	53+100	16.728	innerhalb	K2327 und weiter über asphaltierte Feldwege	Bodenaufbereitungsflächen
53	62+950	16.872	innerhalb	L527 und weiter über asphaltierte Feldwege	Zentrales Baulager
54	71+000	16.429	innerhalb	L720, die Höhe Straße und weiter über asphaltierte Feldwege	Bodenaufbereitungsflächen
54	75+000	15.817	außerhalb	L1088, die K2139, die K2140, die Falkensteiner Straße und weiter über nicht asphaltierte Feldwege	Zentrales Baulager

2.2.9.3 Bauzeit

Für den gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt ist folgende Bauzeit vorgesehen:

Mit Vorliegen des Planfeststellungsbeschlusses und damit des Baurechtes werden umgehend die Arbeiten im Planfeststellungsabschnitt E2 aufgenommen. Die Bauarbeiten erfolgen mehreren Teilabschnitten im Planfeststellungsabschnitt gleichzeitig, in Abhängigkeit von den Möglichkeiten zur Herstellung der Baufreiheit und der baulogistischen Rahmenbedingen. Dabei müssen diese Abschnitte nicht räumlich zusammenhängen. Es wird im Planfeststellungsabschnitt E2 von einer technischen Gesamtbauzeit von rd. 3,5 Jahren ausgegangen. Mit der Fertigstellung und Erstem Energiefluss von Suedlink wird Ende 2028 gerechnet.

Der Start der CEF Maßnahmen ist für Juli 2023 geplant. Abgeschlossen sollen diese im Januar 2025 sein. Bis dahin soll ebenfalls die Vorbegrünung abgeschlossen sein.

Der technische Baubeginn ist für Februar 2025 geplant. Das technische Bauende ist für Juni 2028 vorgesehen.

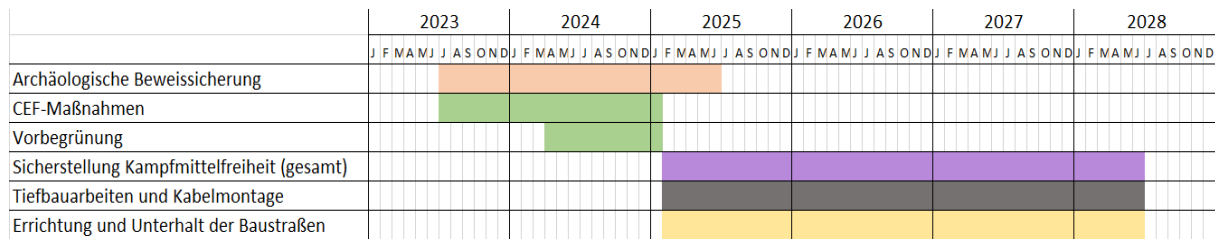


Abbildung 16: Bauzeitenplan