

SuedOstLink+

Vorhaben Nr. 5a gemäß BBPlG: „Höchstspannungsleitung Klein Rogahn/Stralendorf/Warsow/Holthusen/Schossin – Isar“, nördlicher Bestandteil: Klein Rogahn/Stralendorf/Warsow/Holthusen/Schossin – Landkreis Börde

Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG

Unterlage 2: Technische Vorhabenbeschreibung

Informationen zum Dokument

Vorhabenträgerin	50Hertz Transmission GmbH DC Onshore Heidestraße 2 10557 Berlin Deutschland T +49 (0)30 5150-0 F +49 (0)30 5150-4477 info@50hertz.com www.50hertz.com
Ansprechpartner*in	Projektleiterin Lisa Buchkremer T +49 (0)30 5150-3757 F +49 (0)30 5150-4477 Lisa.Buchkremer@50hertz.com
Ansprechpartner*in	Projektleiter Volker Isbrecht T +49 (0)30 5150-4422 F +49 (0)30 5150-4477 Volker.Isbrecht_ext@50hertz.com
Erstellt durch/ unter Mitwirkung von:	ARCADIS / Giftge Consult Stephanstraße 12 31135 Hildesheim Deutschland T +49 (0)5121 75000 F +49 (0)5121 750075 info@giftgeconsult.de https://giftgeconsult.de/
Genehmigungsbehörde	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen Zulassungsreferat 803 Im Tulpenfeld 4 53113 Bonn

Inhalt

I	Abbildungsverzeichnis	5
II	Tabellenverzeichnis	7
1	Vorbemerkung	8
2	Technische Projektbeschreibung	9
2.1	Übergeordnete technische Daten	9
2.1.1	Start- und Endpunkt	10
2.1.2	Übertragungsleistung	10
2.2	Technische Bau- und Betriebsmerkmale des Gleichstrom-Kabelsystems	11
2.2.1	Kabelsystem.....	11
2.2.2	Musterquerschnitt des DC-Erdkabelsystems.....	17
2.2.3	Bauablauf bei der DC-Erdkabelverlegung	25
2.2.4	Emissionen und Emissionsquellen	42
2.2.5	Instandhaltungsarbeiten im Betrieb	46
2.3	Darstellung der technischen Bau- und Betriebsmerkmale der Stromrichter.....	47
2.3.1	Größe und Platzbedarf.....	47
2.3.2	Stromrichtertypen.....	48
2.3.3	Stromrichteraufbau.....	49
2.3.4	Emissionen und Emissionsquellen	51
2.3.5	Instandhaltung im Betrieb	51
2.4	Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Drehstrom-Freileitungsabschnitten zur Stromrichteranbindung	52
2.4.1	Masttypen.....	53
2.4.2	Emissionen und Emissionsquellen	53
2.4.3	Instandhaltungsarbeiten im Betrieb	54
2.5	Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Drehstrom-Erdkabelabschnitten zur Stromrichteranbindung.....	55
2.5.1	Kabeltypen	55
2.5.2	Musterquerschnitt des Kabelsystems, Schutzstreifen	56
2.5.3	Bauablauf	56
2.5.4	Emissionen und Emissionsquellen	56
2.5.5	Instandhaltungsarbeiten im Betrieb	56
2.6	Technische Bau- und Betriebsmerkmale des erforderlichen Umspannwerks am Netzverknüpfungspunkt	57
2.6.1	Standort.....	57

2.6.2	Größe und Platzbedarf	57
2.6.3	Funktion und Aufbau des Umspannwerks	57
2.6.4	Emissionen und Emissionsquellen	58
2.6.5	Instandhaltungsarbeiten im Betrieb	58
2.7	Ansatz zur Entwicklung der potenziellen Trassenachse	59
2.7.1	Definition der potenziellen Trassenachse	59
2.7.2	Bautechnische Annahmen für die Entwicklung	59
2.7.3	Basisdaten zur Entwicklung	60
2.7.4	Grundsätze	62
2.8	Querungen von Bundeswasserstraßen	65
2.8.1	Gesetzliche Rahmenbedingungen	65
2.9	Querung Elbe	68
2.10	Querung Mittellandkanal	69
2.11	Planungsstandrelevante Kenntnislücken und Prognoseunsicherheiten	70
3	Beschreibung bautechnisch anspruchsvoller Querungen.....	71
3.1	Vorbemerkung.....	71
3.2	TKS 109 – km 9,0	72
3.3	TKS 132 – km 4,4	74
3.4	TKS 132 – km 9,6	76
3.5	TKS 202 – km 0,5 - Elbquerung 2.....	78
3.6	TKS 203 – km 0,0 - Elbquerung 3.....	81
3.7	TKS 305 – km 0,5	83
3.8	TKS 334 – km 5,8	85
3.9	TKS 337 – km 10,3	87
3.10	TKS 351 – km 10,1	89
3.11	TKS 361a – km 12,4	91
3.12	TKS 355 – km 0,0 - Mittellandkanal (MLK)	93
4	Verwendete Unterlagen	95
4.1	Literaturverzeichnis	95
4.1.1	Fachliteratur	95
4.1.2	Internet	96
4.2	Gesetze / Verordnungen / Richtlinien / Verwaltungsvorschriften	98
4.3	Urteile	102
5	Anhang.....	103

I Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Darstellung der Gleichstrom-Erdkabelverbindung (Längsschnitt) Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB	9
Abbildung 2:	Aufbau eines kunststoffisolierten Gleichstrom-Erdkabels (Beispiel) Quelle: ABB Asea Brown Boveri Ltd zitiert nach 50Hertz Transmission GmbH, Tennet TSO GmbH 2018, S. 8	12
Abbildung 3:	Schematische Darstellung der Erdkabelverbindungen (Muffen) Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB	14
Abbildung 4:	Schematischer Aufbau einer Kabelabschnittsstation Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB	15
Abbildung 5:	Schematischer Aufbau einer Kabelmonitoringstation Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB	16
Abbildung 6:	Regelprofil Kabelgraben für das Vorhaben SuedOstLink+ Quelle: 50Hertz Transmission GmbH	18
Abbildung 7:	Musterquerschnitt für Regelarbeitsstreifen Quelle: 50Hertz Transmission GmbH.....	20
Abbildung 8:	Schematische Darstellung DC-Erdkabelschutzstreifen im Endzustand (Regelfall) mit Musterarbeitsstreifen Quelle: 50Hertz Transmission GmbH	22
Abbildung 9	Skizze zur Ermittlung der Gesamtsystembreite im HDD (Beispiel Elbe) Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Machbarkeitsuntersuchung Elbquerung 2023 ..	23
Abbildung 10:	Funktionsprinzip des Einpflügens von Schutzrohren Quelle: Firma Walter Föckersperger GmbH zitiert nach 50Hertz Transmission GmbH, Tennet TSO GmbH 2018, S. 19	31
Abbildung 11:	Beispiel Horizontal-Pressbohrverfahren Quelle: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.	33
Abbildung 12:	Arbeitsschritte beim HDD-Verfahren	35
Abbildung 13:	Typische Mindestüberdeckungen bei Querungen im HDD-Verfahren, Quelle: 50Hertz Transmission GmbH	36
Abbildung 14:	Beispiel Pilotrohrvortrieb mit Bodenverdrängung/-entnahme Quelle: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).....	38
Abbildung 15:	Systemschnitt Mikrotunnelvortriebsmaschine Quelle: Herrenknecht, 2022	38

Abbildung 16:	Schematische Darstellung des Mikrotunnelverfahrens Quelle: Fachverband der Kunststoffrohr-Industrie 2022	40
Abbildung 17:	Verfahrensprinzip Direct Pipe®-Verfahren Quelle: Herrenknecht, 2022	41
Abbildung 18:	Verfahrensablauf E-Power Pipe®-Verfahren Quelle: Herrenknecht, 2022	42
Abbildung 19:	Schematische Darstellung einer Stromrichterstation mit zwei Stromrichterhallen Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB ..	48
Abbildung 20:	VSC-HGÜ in bipolarer Konfiguration „Rigid Bipol“ bei 525 kV für 2 GW Quelle: 50Hertz Transmission GmbH	49
Abbildung 21:	Schematische Darstellung dreier herkömmlicher Stahlgittermastformen Quelle: 50Hertz Transmission GmbH	53
Abbildung 22:	Aufbau eines einphasigen 380-kV-Kabels, exemplarische Darstellung Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB	55
Abbildung 23:	Übersicht über Querung 9 (TKS 109)	73
Abbildung 24:	Übersicht über Querung 5 (TKS 132)	75
Abbildung 25:	Übersicht über Querung 9 (TKS 132)	77
Abbildung 26:	Übersicht über Elbquerung 2 (TKS 202)	80
Abbildung 27:	Übersicht über Elbquerung 3 (TKS 203)	82
Abbildung 28:	Übersicht über Querung 1 (TKS 305)	84
Abbildung 29:	Übersicht über Querung 6 (TKS 334)	86
Abbildung 30:	Übersicht über Querung 11 (TKS 337)	88
Abbildung 31:	Übersicht über Querung 9 (TKS 351)	90
Abbildung 32:	Übersicht über Querung 9 (TKS 361a)	92
Abbildung 33:	Übersicht über Querung 1 (TKS 355)	94

II Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grenzisophonen bei Dauerlärm im Fall einer HDD Bohrung (ausgehend vom Beginn/ Ende der geschlossenen Querung der potTA) und der daraus resultierende überschlägig ermittelte Mindestabstand für Schutzgebiete in 1 und 10m Höhe	45
Tabelle 2: Definitionen zu Bau- und Betriebsmerkmalen zur Anbindung von Freileitungsabschnitten.....	52

1 Vorbemerkung

In der vorliegenden Unterlage zum **SuedOstLink+ Bundesfachplanung § 8 NABEG** werden die technischen Grundlagen des Vorhabens beschrieben (Kapitel 2) sowie Erläuterungen zu technischen Lösungen für ausgewählte, bautechnische anspruchsvolle Bereiche vorgestellt (Kapitel 3).

2 Technische Projektbeschreibung

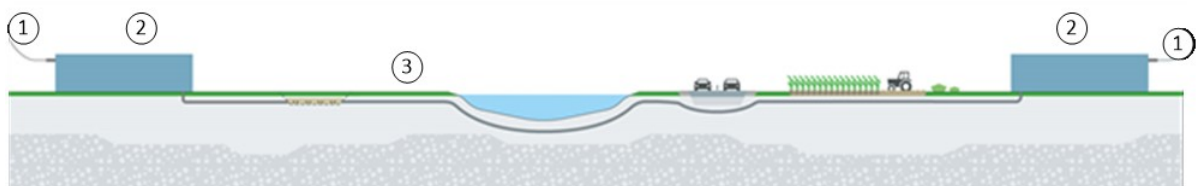
2.1 Übergeordnete technische Daten

Das Vorhaben Nr. 5a ist nach § 3 Abs. 1 i. V. m. § 2 Abs. 5 BBPIG eine Leitung zur Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) und aufgrund seiner Kennzeichnung mit „E“ vorrangig als Erdkabel auszuführen. Bei HGÜ handelt es sich um eine Technologie zur verlustarmen Übertragung von elektrischer Energie mit Gleichstrom. Geplant ist ein Kabelsystem mit einer Spannungsebene von 525 kV.

Gleichstromleitungen mit „E“-Kennzeichnung werden grundsätzlich als Erdkabel (Kapitel 2.2.20) gebaut. Unter besonderen rechtlichen Voraussetzungen sind auch Freileitungsabschnitte möglich. Der Übergang zwischen Gleichstromkabel und einer Gleichstromfreileitung erfolgt durch eine Kabelübergangsstation (Kapitel 2.4). Am Netzverknüpfungspunkt im Suchraum Klein Rogahn der HGÜ im Norden werden ein Umspannwerk und ein Stromrichter (Kapitel 2.3) errichtet. Die Anbindung des Stromrichters an das Umspannwerk (dem Netzverknüpfungspunkt (NVP)) erfolgt, sofern keine unmittelbare Anbindung der Leitung möglich ist, als sogenannte Stichleitungen über Drehstromhöchstspannungsfreileitungen (Kapitel 2.6) oder unter den Voraussetzungen des § 4 Abs. 2 i. V. m. § 3 Abs. 6 BBPIG über Drehstromhöchstspannungskabel (Kapitel 2.4).

Die Gleichstromverbindung des SuedOstLink+ kann elektrische Energie sowohl vom Norden in den Süden als auch in umgekehrter Richtung übertragen.

Die Übertragung zwischen den Stromrichtern erfolgt mit Gleichstrom (DC – direct current). Die Stromrichter sind an den beiden Netzverknüpfungspunkten zu errichten, jedoch nicht am Stützpunkt im Landkreis Börde. Im Stromrichter wird der Gleichstrom in Drehstrom (AC – alternating current) umgewandelt und in die Spannungsebene des Drehstromnetzes von 380 Kilovolt (kV) transformiert. Der SuedOstLink+ umfasst neben der Gleichstromverbindung zwischen den Stromrichtern an den beiden Endpunkten der Leitung (am NVP im Suchraum Klein Rogahn u.a. bzw. Isar, siehe Abbildung 1, dargestellt ist die Verbindung als Erdkabel) ggf. auch eine Drehstromstichleitung zum noch zu errichtenden Umspannwerk, sofern Umspannwerk und Stromrichter nicht am selben Standort errichtet werden können. Die Länge der Drehstromleitung ist abhängig vom Stromrichterstandort und dem Einspeisungspunkt im Umspannwerk.



Legende:

- 1. Anbindung an den Netzverknüpfungspunkt (Umspannwerk)
- 2. Stromrichter
- 3. DC-Kabel

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Gleichstrom-Erdkabelverbindung (Längsschnitt)
 Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB

2.1.1 Start- und Endpunkt

Das Vorhaben Nr. 5a schließt sich an das vorhandene Drehstromnetz an den gesetzlich festgelegten Netzverknüpfungspunkten wie folgt an:

- an das noch zu errichtende Umspannwerk am NVP Klein Rogahn u. a.,
- über den Stützpunkt Landkreis Börde an die Schaltanlage Isar nahe des ehemaligen Kernkraftwerks Isar bei Landshut in Bayern,

wobei der südliche Bestandteil vom Stützpunkt Landkreis Börde bis zum Umspannwerk Isar nicht Bestandteil des Projektes SuedOstLink+ ist (vgl. Kap 1.8 Antragsunterlage BFP § 6 NABEG).

2.1.2 Übertragungsleistung

Der SuedOstLink+ wird für eine Übertragungsleistung wie nachfolgend beschrieben von 2 Gigawatt (GW) ausgelegt.

2.2 Technische Bau- und Betriebsmerkmale des Gleichstrom-Kabelsystems

2.2.1 Kabelsystem

Angaben zum Erdkabel

Für das Vorhaben Nr. 5a werden kunststoffisolierte Kabel eingesetzt. Nach § 3 Abs. 5 BBPIG erfüllen kunststoffisolierte Erdkabel mit einer Nennspannung von mehr als 320 kV bis zu 525 kV die Anforderungen an die technische Sicherheit im Sinne von § 49 EnWG. Nach der Gesetzesbegründung (BT-Drucks. 19/23491, S. 23) ist die Regelung eine Spezialregelung im Sinne von § 49 Abs. 1 Satz 2 EnWG. Für den Nachweis der technischen Sicherheit sind erfolgreich abgeschlossene Präqualifikationstests erforderlich und ausreichend; dabei sind die für derartige Präqualifikationstests geltenden Anforderungen in den technischen Regelwerken zu beachten.

Nachweis der Langzeittauglichkeit und der technischen Sicherheit durch Präqualifikationstest:

- Seit Mitte 2017 liefen umfangreiche Präqualifikationsprüfungen (PQ) mit Kabelsystemen unterschiedlicher Hersteller auf Basis einer Prüfspezifikation der 4 deutschen Übertragungsnetzbetreiber (GTSO). Diese Prüfspezifikation basiert auf der CIGRE Empfehlung No. 496, 2012 und der GTSO PQ Spec. Rev. 1.0, 2016-11-14, wobei, ausgehend von der CIGRE Empfehlung, verschärfte Prüfbedingungen für diese Präqualifikation angesetzt wurden.
- Durch die Belastung mit definierten Wärmezyklen, erhöhten Spannungswerten sowie weiteren Spannungsprüfungen (Stoßspannung) für das gesamte Kabelsystem (Kabel, Muffen, Endverschlüsse) wird eine Lebensdauer von mindestens 40 Jahren innerhalb einer Prüfdauer von einem Jahr nachgebildet.
- Die elektrische und thermische Belastung während der Simulation der Lebensdauer von 40 Jahren in den PQ-Tests veranschaulicht eine entsprechende technische Sicherheit und Betriebsfestigkeit der Kabelsysteme.
- Stand Januar 2021: Vier Lieferanten haben die Qualifikation erfolgreich bestanden und weitere Lieferanten sind im Qualifikationsverfahren. Die sichere Lebensdauer ist also lieferantenunabhängig nachgewiesen worden.
- Stand Juni 2021: Zwei Lieferanten sind nach dem Qualifikationsverfahren bestätigt worden.

2.2.1.1 Kabelaufbau



Abbildung 2: Aufbau eines kunststoffisolierten Gleichstrom-Erdkabels (Beispiel) Quelle: ABB Asea Brown Boveri Ltd zitiert nach 50Hertz Transmission GmbH, Tennet TSO GmbH 2018, S. 8

Leiter

Um Energie von A nach B zu übertragen, wird ein physikalisches Medium benötigt. Dieses ist der Leiter. Er besteht im Regelfall aus Kupfer oder Aluminium. Während Aluminium als Leiter ein Kabel deutlich leichter macht, kann ein Kupferleiter deutlich mehr Strom übertragen. Durch den spezifischen Widerstand des Leitermaterials kommt es im Betrieb zu Verlusten an elektrischer Energie, die den Leiter erwärmt.

Der derzeitige Planungsansatz sieht zwei Kabel mit einem Außendurchmesser von 144 mm vor. Im Dauerbetrieb erwärmt sich der Leiter unter Vollast auf bis zu 70 °C. Dabei entsteht an der Außenseite des Kabelmantels eine Temperatur von ca. 60 °C sowie von 50 °C am Kabelschutzrohr, in dem der Leiter verlegt wird. Diese Wärmeentwicklung ist für jede technische Ausführungsart in Bezug auf die spätere Betriebsphase abzuleiten, um eine Überhitzung der Leiter zu vermeiden.

Isolierung

Der stromführende Leiter muss gegenüber dem Medium, in das er verlegt wird, isoliert werden. Die Isolierung verhindert einen Kurzschluss zwischen den einzelnen Leitern und gegenüber dem Erdpotenzial. Die Isolierung wird von einer inneren und äußeren Leitschicht umgeben. Die Isolierung wird aus Kunststoff ausgeführt (sogenannte VPE-isolierte Kabel).

Schirm

Der Schirm ist nötig, um Betriebs- (Ausgleichsströme und Bereitstellung eines definierten Erdpotenzials über die gesamte Strecke) und Fehlerströme zu führen. Er besteht i. d. R. aus Kupferdrähten, die radial entlang der äußeren Leitschicht angeordnet sind. Eine Querleitwendel gewährleistet den Kontakt zwischen den einzelnen Drähten. Einzelne Drähte können durch Stahlröhrchen ausgetauscht werden. In diesen Stahlröhrchen können Lichtwellenleiter geführt werden. Diese können dann zur Überwachung des Betriebszustandes genutzt werden.

Längswasserschutz

Der Längswasserschutz kann durch ein Polsterband gewährleistet werden. Das Polster ist halbleitend und quellend. Durch die quellende Eigenschaft wird eine kapillare Fortleitung von Feuchtigkeit in Längsrichtung im Kabel verhindert. Der Schirm ist zwischen den Polstern gebettet.

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.

2.2.1.2 Logistikanforderungen

Bei SuedOstLink+ beträgt der Durchmesser des Kabels etwa bei 144 mm. Das Gewicht wird abhängig von der Ausführung und dem erforderlichen Querschnitt bei etwa 42 kg/m liegen.

Der Außendurchmesser des Kabelaußenmantels definiert den Biegeradius eines Kabels, der nicht unterschritten werden darf. Dieser darf – wenn keine Zugkräfte erforderlich werden – nicht kleiner als 5 m sein. Bei einer Verlegung im Kabelschutz- bzw. Mantelrohr werden größere Biegeradien entsprechend Rohrdimension und -material maßgebend.

Die maximale Lieferlänge des Kabels auf einer Trommel hängt vom spezifischen Gewicht des Kabels ab. Jeder Hersteller hat zudem technische Grenzen in seinem Produktionsprozess. Ebenfalls begrenzend wirken die maximal für das Kabel technisch zulässigen Zugkräfte, die beim Kabeleinzug auf die Kabel wirken dürfen. Hinzu kommen weitere Restriktionen durch die Transportlogistik bzgl. der einzusetzenden Transportfahrzeuge, Untergrund, Leichtigkeit und Zuwegung bis an die Verwendungsstelle.

Aktuell kann im Regelfall von ca. 1.000 bis 1.800 m Lieferlänge ausgegangen werden, was jedoch abhängig vom Hersteller und der Einbausituation ist. Damit ergibt sich ein Transportgewicht der Kabeltrommeln zwischen 50 t bis 80 t. Dieser Wert kann sich im Zuge der weiteren Planung und technischen Weiterentwicklung noch deutlich verändern. Die Kabel werden auf Kabelspulen mit einem Durchmesser von voraussichtlich 4,20 m transportiert.

Die Randbedingungen für den Transport können sich im Zuge der weiteren Planung und technischen Weiterentwicklung noch deutlich verändern. Es werden Autobahnen, Schnellstraßen, Ortsdurchfahrten, Bundes-, Landes-, Staats- und Kreisstraßen genutzt. In Abhängigkeit vom Transportfahrzeug (Achslast und erforderlicher Lichtraum), das auf die Straße gebracht werden muss, sind Genehmigungen bei den Straßenbauulastträgern einzuholen. Insbesondere sind Brücken zu berücksichtigen, um beim Transport die zulässigen Achslasten nicht zu überschreiten und Durchfahrthöhen zu beachten.

2.2.1.3 DC-Erdkabelverbindungen (Muffen)

Die einzelnen DC-Erdkabelabschnitte werden durch spezielle Erdkabelmuffen miteinander verbunden. Die Muffenmontage erfolgt unter kontrollierten Bedingungen in einem Container auf der Baustelle, um während der Arbeiten möglichst trockene, staubfreie und klimatisierte Bedingungen zu gewährleisten. Nach Abschluss der Arbeiten an den Erdkabelmuffen werden die Container abgebaut, die Muffenverbindungen werden gemeinsam mit den verbundenen Erdkabeln im Kabelgraben verlegt und mit dem notwendigen Bettungsmaterial und dem Aushubmaterial überdeckt.



Legende:

1. DC-Erdkabel werden überlappend in den Kabelgraben verlegt
2. Aufstellen von Spezial-Containern für die Muffenmontage
3. Hergestellte Erdkabelmuffe vor der Grabenverfüllung

Abbildung 3: Schematische Darstellung der Erdkabelverbindungen (Muffen) Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB

2.2.1.4 Kabelabschnittsstationen (KAS)

Eine Kabelabschnittsstation (KAS) dient als Trennstelle für das DC-Erdkabel, um Fehler im Kabel bzw. an den DC-Erdkabelmuffen genau lokalisieren zu können. Im Gegensatz zu den im Kap. 2.2.1.7 beschriebenen Link-Boxen, in denen nur Kabelschirme und Begleiterdung aus dem Erdreich geführt werden, werden bei der KAS auch die Gleichstromerdkabel an die Oberfläche geführt und als Trennstelle der Leitung konzipiert.

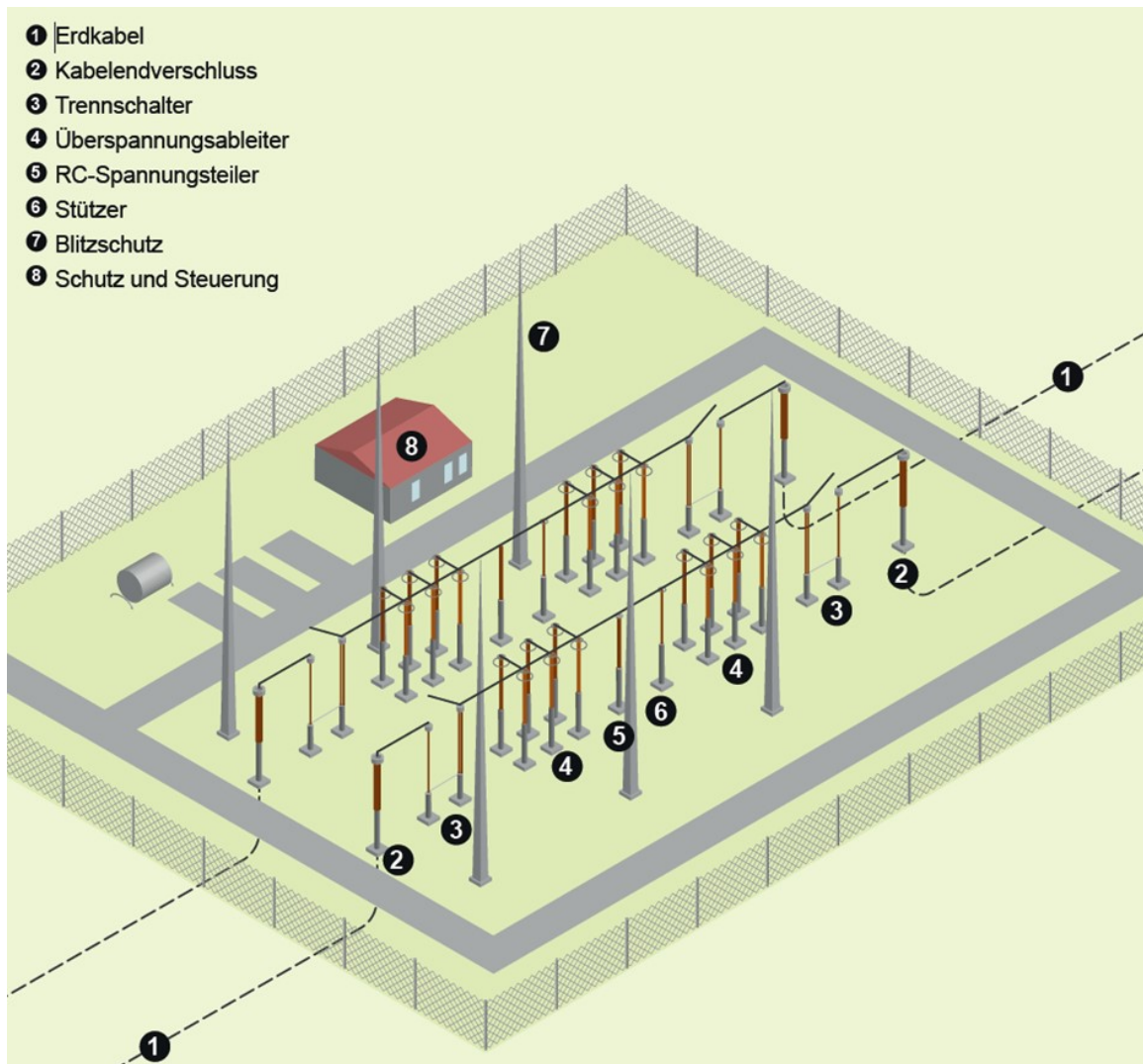


Abbildung 4: Schematischer Aufbau einer Kabelabschnittsstation Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB

Eine KAS enthält für jedes aus dem Erdreich an die Oberfläche geführtes DC-Kabel diverse Hochspannungsgeräte wie zum Beispiel zwei Trennschalter und Überspannungsableiter, RC-Spannungsteiler, zwei Kabelendverschlüsse. Ferner muss für die Unterbringung der Steuer- und Kontrollelektronik ein separates Betriebsgebäude nebst Nebenanlagen, z. B. ein Notstromaggregat vorgesehen werden. Das DC-Erdkabel wird innerhalb der KAS aus dem Erdreich auf ein Kabelendverschlussgerüst geführt. Die aufgeführten Hochspannungsgeräte werden via Seilverbinding miteinander verbunden und anschließend über einen weiteren Kabelendverschluss wieder in das Erdreich geführt. Die Kabelendverschlüsse können sowohl offen als auch eingehaust errichtet werden; welche Bauweise zum Einsatz kommt, wird im Zuge der nächsten Planungsphase in Abhängigkeit von den jeweiligen Standorten bzw. Standortbedingungen präzisiert werden. Alle anderen Hochspannungsgeräte werden ohne Einhausung errichtet. Der schematische Aufbau einer Kabelabschnittsstation ist der Abbildung 4 zu entnehmen.

Eine KAS für das Vorhaben SuedOstLink+ hat nach derzeitigem Planungsstand einen Flächenbedarf für das Schaltfeld und die Grundinstallation von etwa 0,75 ha.

Eine Kabelabschnittsstation ist aller Voraussicht nach im Landkreis Börde im Bereich Hohe Börde zu realisieren, die zugleich den Stützpunkt des Vorhabens implizieren soll (vgl. Kap. 5.4 Antragsunterlage § 6 BFP). An diesem Standort wird auf demselben Anlagengrundstück (etwa 1,3 ha) eine KAS für Vorhaben Nr. 5a und eine Kabelübergangsstation (KÜS) für das Vorhaben Nr. 5 realisiert, so dass der Flächenbedarf der KAS nur etwa 0,4 ha beträgt. In diesem Fall sind beidseitig Kabelendverschlüsse für einen Kabelabgang zu realisieren. Der Standort im Bereich Hohe Börde ist flächenmäßig so dimensioniert, dass entsprechende Schaltanlagen für die Vorhaben Nr. 5a und Nr. 5 gleichermaßen untergebracht werden könnten.

2.2.1.5 Kabelmonitoringstationen

Über den Umfang der KAS hinaus werden Kabelmonitoringstationen (KMS) benötigt. Diese weisen nach derzeitigem Planungsstand für das Vorhaben Nr. 5a eine Grundfläche von ca. 300 m² auf. Die Stationen dienen zur Überwachung des Hochspannungskabels und erfüllen somit einen reinen Messzweck. Für eine sichere betriebliche Überwachung des Kabels ist jeweils eine Messung in einem Abstand von maximal 55 km erforderlich.



Abbildung 5: Schematischer Aufbau einer Kabelmonitoringstation Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB

2.2.1.6 Lichtwellenleiter

Lichtwellenleiter (LWL) sind für betriebliche Zwecke, zur Übertragung von Steuer- und Schutzsignalen sowie für die abschnittsweise Temperatur-Überwachung und Fehlerortung vorgesehen. Je nach Ausführung der Kabel können die Lichtwellenleiter im Kabel integriert oder in eigenen Kabelschutzrohren verlegt werden. Wegen der Lichtdämpfung in den Lichtwellenleitern muss, um die Signalqualität und Signalstärke zu gewährleisten, das Lichtsignal nach einer Strecke von maximal 55 km verstärkt und erneut in die Lichtwellenleiter eingespeist werden. In der Regelzone von 50Hertz werden dafür Repeater in den KAS und KMS aufgestellt. Die notwendige Fläche ist in den Flächenangaben für die KAS und die KMS enthalten (vgl. Kap. 2.2.1.4 & Kap. 2.2.1.5).

2.2.1.7 Erdungsstellen

Die Kabelschirme werden ca. alle 4 bis 7 km im DC-Erdkabelmuffenbereich geerdet. Zur Beschleunigung der Fehlersuche bzw. Durchführung diverser Wartungsmessungen wird es notwendig, die Schirmerdung für die Dauer der Messungen zu trennen. Dafür werden die Kabelschirme in einen jeweils hierzu vorgesehenen Schacht (sogenannte Link-Box) geführt und dort geerdet. Die Link-Boxen werden, je nach Erfordernis und Örtlichkeit, oberhalb der Erdoberfläche errichtet und müssen jederzeit zugänglich sein. Sie können auch abseits der DC-Erdkabelmuffe angeordnet werden, um beispielsweise eventuelle Beeinträchtigungen der Landwirtschaft zu minimieren.

2.2.2 Musterquerschnitt des DC-Erdkabelsystems

2.2.2.1 Kabelgraben

Anforderungen an Kabelgraben

Die DC-Erdkabel werden in Regelbauweise offen in einem Kabelgraben verlegt (sogenannte „offene Verlegung“ oder „offene Bauweise“; siehe Regelquerschnitt, Abbildung 6). Die Größe des Grabens ergibt sich neben verschiedenen technischen Anforderungen für die Verlegung auch aus den thermischen Eigenschaften des an der Einbaustelle vorliegenden Bodens.

Um die Breite des erforderlichen Regelarbeitsstreifens in Regelbauweise (offene Bauweise) zu planen und zu beantragen, muss die ungefähre Breite des Kabelgrabens berücksichtigt werden. Für die Planung des Kabelgrabens werden folgende Angaben benötigt:

- A: erforderlicher Mindestabstand der DC-Erdkabel untereinander (Achse-Achse),
- D: Durchmesser Kabelschutzrohr für DC-Erdkabel,
- B: Arbeitsraum jeweils seitlich von mindestens 0,2 m nach DIN 4124,
- H: Mindestüberdeckungshöhe (ohne Dicke des Oberbodens),
- h: Dicke der Bettungsschicht unter der Unterkante des Kabelschutzrohres des DC-Erdkabels,
- α : maximaler Böschungswinkel nach DIN 4124.

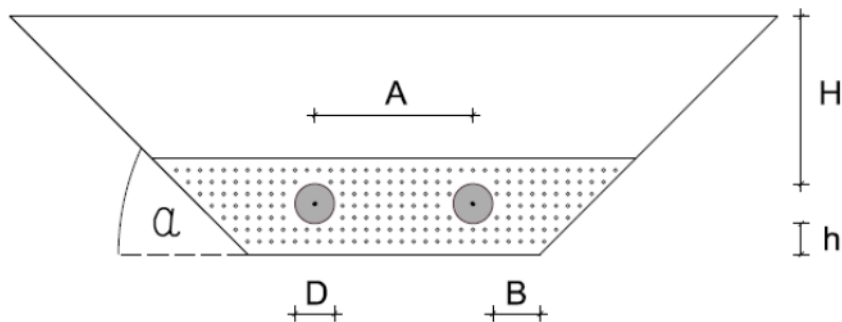


Abbildung 6: Regelprofil Kabelgraben für das Vorhaben SuedOstLink+ Quelle: 50Hertz Transmission GmbH

Anforderungen an die Bettung, Leitungszone und Füllboden

Wesentliches Kriterium für die Bettung der DC-Erdkabelschutzrohre und somit für die Leitungszone und den Füllboden ergeben sich aus der thermischen Stromtragfähigkeit entsprechend IEC 60287 (McFadyen 2013). Dies bedeutet, die Belastbarkeit kann als Funktion der Wärmeleitfähigkeit $[Wm^{-1}K^{-1}]$ des Bodens ausgedrückt werden. Dies ist eine Gegebenheit, die sich aus der Erwärmung der jeweiligen DC-Leiter (Plus- sowie Minuspol) bei der Übertragung des elektrischen Stromes ergibt.

Neben einer reinen offenen Bauweise kann ein HGÜ-Kabel auch in einer halboffenen oder gänzlich geschlossenen Bauweise in den Boden eingebracht werden. Die Anwendung entsprechender halboffener (vgl. Kap. 2.2.3.3) und geschlossener (vgl. Kap. 2.2.3.4) Bauweisen werden u. a. unter wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Aspekten sowie nach den örtlichen Gegebenheiten geprüft.

In einem offenen Graben können die DC-Erdkabel entweder ungeschützt oder in einem geeigneten DC-Erdkabelschutzrohr verlegt werden. Wesentliche Kriterien für die Verlegung in offener Bauweise mit oder ohne Schutzrohr sind Kosten und zeitliche Faktoren sowie die oben dargestellten thermischen Anforderungen an das Kabel-Boden-System nach der Verlegung und Inbetriebnahme.

Unabhängig davon, ob die DC-Erdkabel mit oder ohne Schutzrohr verlegt werden, kann es unter bestimmten Voraussetzungen vorteilhaft sein, die DC-Erdkabel oder DC-Erdkabelschutzrohre entweder in einem Sandbett, in Flüssigboden oder in Magerbeton zu verlegen. Die genaue Ausführung der Bettung kann unter bestimmten Bedingungen die Ableitung der entstehenden Wärme positiv beeinflussen, sie wird allerdings erst im Rahmen der weitergehenden Planung konkretisiert. Dabei ist die Gesamtsituation hinsichtlich Verlegetiefe, -technik und lokaler Bodenverhältnisse sowie der äußeren Rahmenbedingungen wie der landwirtschaftlichen Nutzung oder der Ausweisung als Schutzgebiet zu berücksichtigen. In besonders sensiblen Bereichen (z. B. Wasserschutzgebieten) kann der Einsatz von Zusatzstoffen beschränkt oder ausgeschlossen sein. In Wasserschutzgebieten sind die Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag 16) zu beachten.

Musterquerschnitt Kabelgraben mit Arbeitsstreifen

Im Einklang mit der Anlagentopologie oder der optimierten Anordnung der Komponenten des Leitungssystems (Spannungsebene und Stromrichtertechnologie) und des DC-Erdkabeltyps erfolgt die Verlegung in einem entsprechenden Kabelgraben. Im Kabelgraben werden zusätzlich zu den DC-Erdkabeln ein oder mehrere Kabelschutzrohre für Lichtwellenleiter mitverlegt (vgl. Kap. 2.2.1.6).

Regelarbeitsstreifen

Für die Planung des Kabelgrabens in offener Bauweise wird für den Regelfall ein Mindestabstand für DC-Erdkabel von 2,0 m angenommen (Kabelmitte).

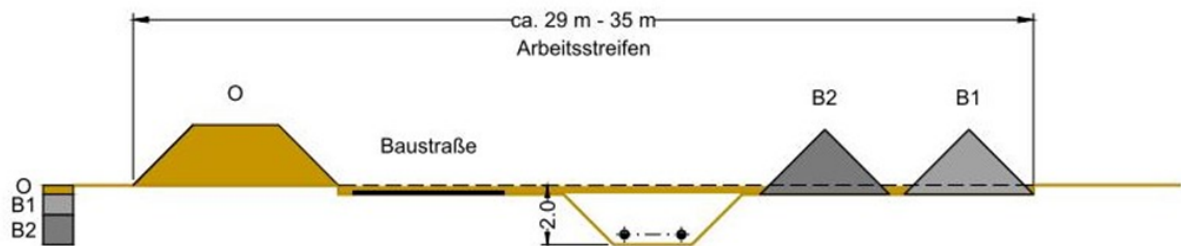
Mit der Wahl des Mindestabstands des DC-Erdkabels wird hinsichtlich des Grabenaushubs ohne genaue Kenntnis des Baugrunds als Vorabüberlegung davon ausgegangen, dass zwei Unterbodenschichten getrennt auszuheben und im Bereich des Regularbeitsstreifens fachgerecht zu lagern sind. Der notwendige Platzbedarf für die verschiedenen Bodenmieten ergibt sich aus der Kubatur des Kabelgrabens unter der Berücksichtigung einer Auflockerung durch den Aushub. Als Böschungswinkel für die

aufgeschütteten Mieten wird aufgrund der vorrangig zu erwartenden Baugrundeigenschaften ein Wert von 45° angesetzt. Werden ungünstigere Baugrundverhältnisse angetroffen, ergeben sich kleinere Schüttwinkel, was zu einer größeren benötigten Arbeitsstreifenbreite führt.

Die erforderliche minimale Breite des Regelarbeitsstreifens beträgt mit entsprechendem Abstand zwischen den einzelnen Segmenten (Oberbodenmiete, Kabelgraben, Baustraße, Unterbodenmieten sowie Sicherheitsabstände) unter diesen Annahmen mindestens 29 m. Veränderungen insbesondere aufgrund der noch zu untersuchenden lokalen Bodenverhältnisse sowie der Mindestleiterabstände sind zu einem späteren Planungsstand noch möglich. Daher wird zum jetzigen Planstand eine konservative Regelarbeitsstreifenbreite von ca. 35 m angesetzt. Damit kann sichergestellt werden, dass ausreichend Platz für die Ausführung der Baumaßnahme besteht, sobald die Detailplanung erarbeitet wird (im Rahmen der Planfeststellung), die örtlichen Erkenntnisse vorliegen und das Design vom Kabelhersteller übermittelt wurde.

Im Zuge der späteren Detailplanung wird u. a. ebenso die Flächeninanspruchnahme geplant, die z. B. besondere Bausituationen (Erstellung von notwendigen Baugruben etc.) und auch Baustellenlogistikflächen berücksichtigt, die über die Breite des Regelarbeitsstreifens hinausgehen können.

Der Musterquerschnitt für den Regelarbeitsstreifen für die Verlegung mit und ohne Schutzrohr ist in der folgenden Abbildung 7 dargestellt.



Legende:

- O - Oberbodenmiete
- B1 - Bodenschicht 1
- B2 - Bodenschicht 2

Abbildung 7: Musterquerschnitt für Regelarbeitsstreifen Quelle: 50Hertz Transmission GmbH

Mit fortschreitendem Planungsprozess wird auch die Planung der Regelgrabenquerschnitte präzisiert. Gleichmaßen gehen die örtlichen Gegebenheiten in die Planung ein. Die Planung wird von der Gewichtung der auf der jeweiligen Planungsstufe maßgeblichen Planungsprämisse (betriebsoptimiert im Schutzrohr oder baulich optimiert ohne Schutzrohr) abhängen. In diesem Zusammenhang muss auch die termingerechte Bereitstellung und Lieferbarkeit der DC-Erdkabel mit bedacht werden. Bei einer Verlegung von DC-Erdkabelschutzrohren lässt sich der Tiefbau weitgehend unabhängig von der Verfügbarkeit der DC-Erdkabel durchführen, da in diesem Fall nur die Bereiche, in denen die DC-Erdkabelmuffen verlegt werden, ggf. länger offengehalten werden müssen.

Parallelführungen

Bei Parallelführungen mit anderen linienförmigen Infrastrukturen können angepasste Musterquerschnitte (wie oben beschrieben) zur Anwendung kommen. Dabei sind die

- Rechte und Pflichten der Betreiber vorhandener Infrastrukturen,
- Rechte und Pflichten des Kabelbetreibers und
- gegenseitige Beeinflussungen der Infrastrukturen, beispielsweise Autobahnen, Bundesstraßen, Bahnstrecken, 380-kV-Freileitungen und kathodischer Korrosionsschutz (KKS) Beeinflussungen von Rohrleitungssystemen und wasserbaulichen Anlagen

entsprechend zu berücksichtigen.

Beim Schienennetz, bei Autobahnen und anderen höherklassifizierten Straßen bestehen sogenannte Anbauverbotszonen und Sicherheitsstreifen, in denen ohne Genehmigung der zuständigen Träger und Behörden keine baulichen Eingriffe permanent zugelassen werden.

Bei einer Parallelführung mit Stromfreileitungen stehen in erster Linie Sicherheitsaspekte beim Bau der DC-Erdkabeltrasse im Vordergrund. Bei der Errichtung der DC-Erdkabelsysteme wird mit Großgeräten gearbeitet, die in den Bereich der Leiterseile geraten können (Bagger, Kräne etc.). Deshalb sind spannungsabhängige Sicherheitsabstände bei der Bauphase einzuhalten, um Stromüberschläge auf die Gerätschaften und deren Personal sicher auszuschließen.

Wenn der Kabelgraben in einer Bündelung zu einer AC-Freileitung realisiert werden soll, wird im Einzelfall geprüft, ob die Kabeltrasse im Schutzstreifen der AC-Freileitung verlegt werden kann. Entsprechend ist eine Abstimmung mit dem Betreiber der AC-Freileitung durchzuführen. Erfolgt die Verlegung in Parallellage außerhalb des vorhandenen Schutzstreifens, können je nach Rahmenbedingungen auch in diesem Fall Abstimmungen bzgl. der Planungen und Arbeiten mit den angrenzenden Betreibern der Leitungen notwendig werden.

Bei Parallelverlegungen zu Pipelines und anderen unterirdischen Infrastrukturen sind in erster Linie die bestehenden Schutzstreifen der verlegten Objekte maßgeblich. Im Bereich derer Schutzstreifen gelten besondere Regeln, die einen sicheren Betrieb der Leitungen gewährleisten sollen. Darüber hinaus muss zu Instandhaltungszwecken auch der Zugang zu diesen Infrastrukturen gewahrt bleiben. Das gesamte Baufeld neu zu verlegender HGÜ-Kabelsysteme muss daher in einem Mindestabstand zu den Schutzstreifen der bestehenden Infrastrukturen geplant werden. Dies gilt i. d. R. auch für die Aushublagerung des Oberbodens sowie der Unterbodenschichten. Eine Überlappung während der Bauphase mit dem anderen Schutzstreifen sowie auch beim späteren Betrieb durch den eigenen definierten Schutzstreifen ist nicht zulässig. Für die Regelbauweise und Sonderbauweisen sollten eigene Regelabstände sowie die Vorgaben von Dritten eingehalten werden. Von diesen kann nach Einzelfallprüfung und Abstimmungen mit den jeweiligen Betreibern abgewichen werden.

2.2.2.2 Schutzstreifen des DC-Erdkabelsystems

Der Schutzstreifen dient der dinglichen und rechtlichen Absicherung der DC-Kabelsysteme und wird durch Eintragung im Grundbuch gesichert. Die gesamte Breite des Schutzstreifens wird durch die jeweils äußeren Leitungen bestimmt. Im Regelfall reicht der Schutzstreifen von der Außenkante der äußeren DC-Erdkabel (respektive Schutzrohr) ca. 3 m aus dem Kabelbereich heraus (siehe Abbildung 8).

In diesem Bereich ist der Bewuchs mit tief wurzelnden Gehölzen verboten sowie die Neuanlage von Gebäuden oder versiegelten Flächen nicht zulässig.

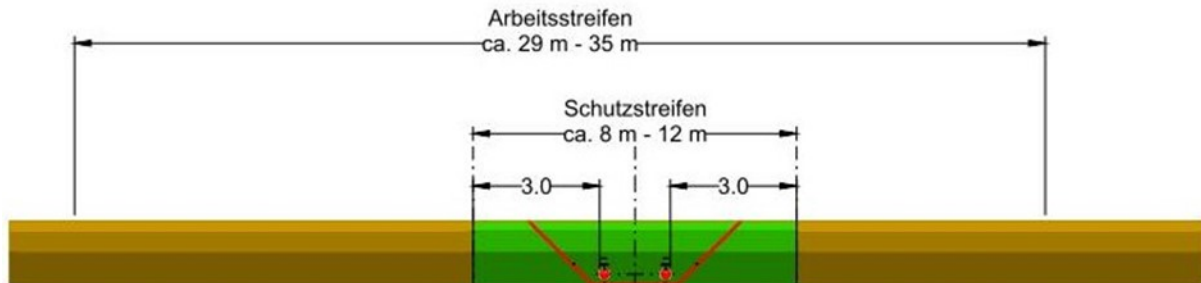


Abbildung 8: Schematische Darstellung DC-Erdkabelschutzstreifen im Endzustand (Regelfall) mit Musterarbeitsstreifen Quelle: 50Hertz Transmission GmbH

Flach wurzelnde Gehölze (z. B. Straucharten oder auch Weihnachtsbaumkulturen) können im Regelfall und nach Absprache zulässig sein. Diese Freihaltungsregel gilt nicht für Bereiche, die in geschlossener Bauweise, die, je nach Wahl der geschlossenen Bauweise einen Schutzstreifen beinhaltet, z. B. beim Horizontalspülbohrverfahren (HDD) (siehe Kap. 2.2.3.4), unterquert werden. Die Zustimmung zu Sonderkulturen wie z. B. Kurzumtriebsplantagen, Obstanbau, Schalenfrüchte etc. wird im Einzelfall geprüft. Bei Querungen in geschlossener Bauweise, die einen Schutzstreifen beinhalten (siehe Kap. 2.2.3.4), ergeben sich aufgrund der erforderlichen Auffächerung der einzelnen Bohrungen größere Schutzstreifenbreiten. Für begehbare geschlossene Bauweisen (wie Mikrotunnel mit großem Querschnitt, siehe Kapitel 2.2.3.4) kann zudem zusätzlich ein dauerhafter Begehungsstreifen erforderlich werden. Landwirtschaftliche und gärtnerische Nutzung innerhalb des Schutzstreifens ist weiterhin möglich.

Die temporäre Lagerung von Wirtschaftsdüngern, Holzpoltern oder Erntefrüchten ist im Bereich des DC-Erdkabelschutzstreifens möglich. Einschränkungen zum Schutz vor mechanischen Beschädigungen gelten für Einwirkungen in Bodentiefen größer 0,8 m (Bodenbearbeitungsmaßnahmen, Setzen von Pfählen, Pfosten, Drainagearbeiten, Bohrungen, Erdarbeiten u. a.). Darüber hinaus sind im Schutzstreifen weder Gebäude noch Flächenversiegelung oder Bodenauf- bzw. -abtrag zulässig. Eine Querung des Schutzstreifens mit Leitungen und anderen Bauwerken (z. B. Straßen, Parkflächen) bedarf einer Zustimmung von 50Hertz (ggf. ist auch ein Kreuzungsvertrag nötig) und sollte, wenn machbar, rechtswinklig durchgeführt werden.

An den Standorten geerdeter DC-Erdkabelmuffen ist die Schutzstreifenfläche (Kabelschutzschrank mit umgebenen Pollern bzw. Anfahrschutz) von jeglicher Nutzung freizuhalten.

Wie sich die Wärme im Erdreich verteilt, hängt u. a. von der Bodenbeschaffenheit und dem Grundwasserstand ab. Abhängig davon kann es sein, dass sich der Boden im Wurzelhorizont während längerem Volllastbetrieb des Kabels um wenige Grad (innerhalb der vorgeschriebenen Werte) erwärmt. Eine signifikante Beeinflussung des Ertrags landwirtschaftlicher Kulturen durch die Wärme des Kabels ist nach heutigem Kenntnisstand nicht zu erwarten.

Diese Annahme wird gestützt durch bisherige wissenschaftliche Untersuchungen. 50Hertz und die Landesbauernverbände Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen lassen in einer langfristigen Studie die Wirkung von Wärmeemissionen von DC-Erdkabeln seit 2018 am Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften an der Universität Halle-Wittenberg untersuchen. Für den Osten Deutschlands typische

Bodenarten sowie Kulturpflanzen werden hier neben unbeheizten Kontrollen einer dauerhaften Wärmezufuhr im Bereich von Hochspannungserdkabeln ausgesetzt. Die bisherigen Ergebnisse zeigen keine signifikanten positiven oder negativen Veränderungen im Pflanzenertrag. Es gibt derzeit sonst keine durch Studien belegte Hinweise auf Auswirkungen signifikanten Ausmaßes auf Pflanzen oder Tiere durch die betriebsbedingte Wärmeemission von Erdkabeln (vgl. Trüby & Aldinger 2013).

2.2.2.3 Flächenbedarf

Ein maßgebendes Bewertungskriterium für die einzelnen Kreuzungsstellen und technischen Lösungsvarianten ist der Flächenbedarf. Die vorhandenen räumlichen Gegebenheiten müssen ausreichend große Flächen für das Kabelsystem, die Baustelleneinrichtung und die Vorstreckung der Mantelrohre gewährleisten werden. Überdies hat die Dimension der erforderlichen Flächen einen wesentlichen Einfluss auf die umweltfachliche Bewertung der mit der Herstellung der Leitungskreuzung einhergehenden Eingriffe. Nachstehend werden die einzelnen Elemente für die Flächenplanung dargestellt und die Ansätze für diese, welche der weiteren Untersuchung zugrunde liegen, erläutert.

Die Gesamtbreite des Kabelsystems gibt den erforderlichen Raumbedarf im unmittelbaren Kreuzungsbereich vor. Weiterhin leiten sich aus diesem die anschließenden Flächen ab. Bei der Ermittlung der Gesamtsystembreite sind die nachstehend aufgeführten Elemente zu berücksichtigen:

- thermisch erforderlicher Abstand zwischen den HVDC-Kabeln (Wert X),
- bautechnisch erforderlicher Mindestabstand zwischen den Bohrungen/ Vortrieben (Wert Y),
- zulässige Bohr-/Vortriebstoleranzen (Wert T),
- Schutzstreifenbreite (jeweils 3,0 m ab Außenkante).

Die Verteilung der Einzelelemente über die Gesamtsystembreite kann aus Abbildung 9 entnommen werden.

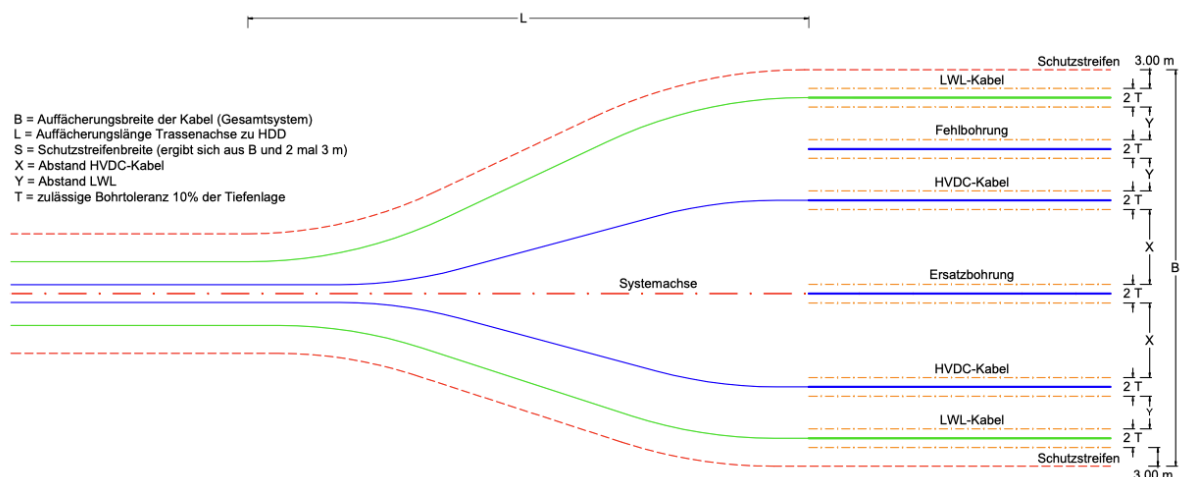


Abbildung 9 Skizze zur Ermittlung der Gesamtsystembreite im HDD (Beispiel Elbe) Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Machbarkeitsuntersuchung Elbquerung 2023

Zur Vermeidung gegenseitiger thermischer Beeinflussung der Leiter im Betriebszustand sind in Abhängigkeit von Baugrundbeschaffenheit und Tiefenlage Mindestabstände bei der Planung und Ausführung

der Querung für die HGÜ-Leiter und die Ersatzbohrung einzuhalten (Wert X). Anhand von Erfahrungswerten aus anderen Projekten mit vergleichbaren Anforderungen und ähnlicher Geologie wird der erforderliche Abstand zwischen den Leitern in der Machbarkeitsuntersuchung zunächst der Überdeckung entsprechend angenommen.

Die thermisch erforderlichen Leiterabstände bei der HDD-Bauweise können nach aktuellen Planungsstand ohne genauere Kenntnisse über den Baugrund lediglich grob abgeschätzt werden. Eine exakte Ermittlung dieser kann erst auf Grundlage einer Auswertung der in den relevanten Tiefenlagen angeordneten Wärmeleitfähigkeiten erfolgen. Der vorstehend beschriebene Ansatz soll eine möglichst realitätsnahe räumliche Einordnung der Systembreiten gewährleisten. Es wird vielmehr empfohlen, nach Festlegung einer Vorzugsvariante für die Bundeswasserstraßen frühzeitig entsprechende Untersuchungen durchzuführen, um für diese neuralgische Trassierungsstelle möglichst schnell Planungstiefe zu gewinnen.

Für die Abstände der LWL-Bohrungen und der planerisch einkalkulierten Fehlbohrung untereinander und zu den Leitern sind dem Verfasser keine thermischen Anforderungen bekannt. Insofern muss hier ein zweckmäßiger Mindestabstand definiert werden. Verfahrensübergreifend wird hier als Basiswert 5,0 m angesetzt.

Zusätzlich zu den erforderlichen Mindestabständen sind die verfahrensspezifischen Toleranzwerte in Bezug auf die maximalen seitlichen Abweichungen zur Planungsachse zu berücksichtigen (Wert T). Gemäß den technischen Richtlinien des DCA darf beim Horizontalspülbohrverfahren die Leitungsachse „in jede Richtung maximal 10 % der maximalen Tiefenlage von der Leitungssollachse abweichen.“ Das Arbeitsblatt DWA-A 125 gibt für Rohrvortriebsverfahren eine maximale horizontale Abweichung zwischen 2,5 und 20 cm in Abhängigkeit der Rohrdimension vor.

Der Schutzstreifen, welcher das Kabelsystem beidseitig im Anschluss an die jeweils äußere Bohrung begrenzt, soll gemäß Vorgabe der Vorhabenträgerin mit 3,0 m betragen.

Aus den vorstehend beschriebenen Anforderungen ergeben sich in Abhängigkeit von der gewählten Verfahrensweise, Querungslänge und der sich daraus ergebenden erforderlichen Verlegetiefe unterschiedliche Systembreiten. Da das Horizontalspülbohrverfahren prioritär betrachtet werden soll, wird auch der sich hier für die Systembreite ergebende Wert als maßgebend betrachtet. Davon abweichende Werte, welche sich für die alternativ zu betrachtenden Verfahren ergeben, werden entsprechend im Variantenvergleich vor- oder nachteilig bewertet.

2.2.3 Bauablauf bei der DC-Erdkabelverlegung

2.2.3.1 Bauverfahren

Die Verlegetechnologien können grundsätzlich in Standard- und Sonderverfahren unterschieden werden.

Unter den beiden Verfahrenstypen werden u. a. gefasst:

Standardverfahren:

- offener Graben mit/ohne Schutzrohre,
- nicht steuerbares Pressbohrverfahren,
- steuerbares Horizontalspülbohrverfahren (HDD),
- E-Power Pipe® Verfahren,
- Direct Pipe® Verfahren,
- steuerbares Verfahren (Pilotrohrvortrieb),
- steuerbares Verfahren (Mikrotunnel),
- Tunnel in Tübbingbauweise.

Sonderverfahren:

- Erdkabelpflug mit Schutzrohren,
- Erdkabelfräse mit/ohne Schutzrohre,
- Einbaukasten mit/ohne Schutzrohre.

Die Verfahren/Technologien unterscheiden sich insbesondere bezogen auf das Vermeidungs- und Minimierungsgebot nach § 13 ff. BNatSchG oder auf Eingriffe in das Eigentumsgrundrecht nach Artikel 14 Grundgesetz. Diese Punkte werden in der Abwägung mit betrachtet. Unter Berücksichtigung der Vorort-situation sind raumkonkret vor allem die Unterscheidung zwischen einer offenen und geschlossenen bzw. halboffenen Verlegung festzulegen.

2.2.3.2 Offene Bauweise

Verfahrensbeschreibung

Die Verlegung im „offenen Graben mit DC-Erdkabelschutzrohr“ stellt die Standardform, also die Regelbauweise der DC-Erdkabelverlegung dar. Optional kann im „offenen Graben ohne DC-Erdkabelschutzrohr“ verlegt werden, wenn dadurch die Bauweise technisch praktikabel ist. Bei Verlegung von geeigneten Kabelschutzrohren zum Schutz der jeweiligen DC-Erdkabel wird in einem Arbeitsstreifen ein Graben gezogen und je nach Anforderung des DC-Erdkabels und des Baugrundes werden geeignete Schutzrohre in erforderlichem Durchmesser und Wandstärke verlegt. Hierbei wird in der Regel je DC-Erdkabel ein Schutzrohr verlegt. Die Abstände sind projekt- und abschnittsspezifisch in Abhängigkeit von der Tiefenlage der DC-Erdkabel und den Baugrundverhältnissen festzulegen.

Zur Erstellung des Grabens wird der Oberboden, sogenannter Mutterboden, abgezogen und seitlich gelagert. Je nach Bodenbeschaffenheit ist es erforderlich, weitere Unterbodenschichten getrennt vom Oberboden zu lagern.

Der Regelarbeitsstreifen beinhaltet neben der Lagerfläche für die Bodenmieten:

- den Kabelgraben,
- eine Baustraße,
- je nach Beschaffenheit eine Grundwasserabsenkung (offene oder geschlossene Wasserhaltung),
- und ggfs. eine Absicherung gegen unberechtigten Zutritt.

Die Erstellung des DC-Erdkabelgrabens erfolgt i. d. R. mit einem Bagger mit Kettenlaufwerk und je nach Beschaffenheit des Bodens mittels unterschiedlicher Baggerlöffeltypen und Anbauwerkzeugen. Die Bodenbeschaffenheit gibt die Art der Grabengestaltung vor. Üblicherweise wird eine Grabenböschung hergestellt, wobei der Böschungswinkel und die Ausführung (mit oder ohne Berme) aus den Vorgaben der DIN 4124 hervorgehen.

Bei der „offenen Bauweise mit DC-Erdkabelschutzrohren“ werden geeignete DC-Erdkabelschutzrohre verlegt, in die das jeweilige DC-Erdkabel zeitlich flexibel, ggf. zu einem späteren Zeitpunkt eingezogen werden kann. Zur Verlegung des jeweiligen DC-Erdkabelschutzrohres ist je nach Baugrundzusammensetzung eine spezielle Bettung erforderlich, die eine optimale Wärmeabführung gewährleistet. Die Anforderungen an das Bettungsmaterial sind hier weniger groß als bei einer Verlegung ohne Schutzrohr. Weitere Anforderungen an das Bettungsmaterial wie Wärmeableitfähigkeit etc. sind abhängig von der zu übertragenden Leistung. Je nach Region kann der anstehende Boden in Einzelfällen bereits die Anforderungen an das Bettungsmaterial erfüllen. Ein möglicher Musterquerschnitt ist in der Abbildung 8 dargestellt. Der Musterquerschnitt des Kabelgrabens wurde nach DIN 4124 sowie sonstigen geltenden Vorschriften konstruiert. Sie stellen einen konservativen Ansatz aus den technischen und thermischen Erfordernissen dar.

Die Überdeckung des Kabels bzw. des DC-Erdkabelschutzrohrs und der Geländeoberkante (GOK) beträgt in der Regel bei Verlegung in ebenen Flächen mind. 1,3 m. Bei einer Verlegung in dieser Tiefe ist eine normale landwirtschaftliche Nutzung uneingeschränkt weiterhin möglich.

Insgesamt ergibt sich eine Verlegetiefe von 1,5 m bis 2 m, gemessen von Geländeoberkante. An der Oberkante des Kabelgrabens ergibt sich dann eine Breite je nach ausführbarem Böschungsverhältnis,

die von den vorherrschenden Bodenverhältnissen abhängig ist. Je geringer die Standfestigkeit des Bodens, desto flacher wird der Böschungswinkel des Kabelgrabens ausfallen, und desto breiter ist der Kabelgraben an seiner Oberkante.

Bei ggf. erforderlicher tieferer Verlegung ergibt sich an der Oberfläche eine größere Kabelgrabenbreite. Eine tiefere Verlegung der Kabel kann beispielsweise erforderlich werden bei:

- vorhandenen unterirdischen Leitungen Dritter,
- besonderen landwirtschaftlichen Praktiken wie z. B. Tiefenlockerungen von Böden mit Untergründhaken, Sonderkulturen wie z. B. Hopfen,
- Böden mit geringer Tragfähigkeit,
- oberirdischen Entwässerungssystemen wie Beetstrukturen, Muldenentwässerung etc. und Entwässerungsgräben.

Folgende Arbeitsschritte sind beispielsweise für die offenen Bauweisen bei Kabelgräben notwendig:

- archäologische und Kampfmittelvoruntersuchung, Fremdleitungserhebung,
- abschnittsweise Baustelleneinrichtung einschl. Errichtung der Zuwegungen,
- Baufeldräumung (Right-of-way),
- Oberbodenabtrag und seitliche, getrennte Lagerung,
- Aufbau Wasserhaltung (offene oder geschlossene) inkl. mögl. Einleitstellen,
- Bodenaushub (inkl. Muffengruben) und seitliche Lagerung (getrennt in Bodenmieten),
- Verlegung der DC-Erdkabel bzw. DC-Erdkabelschutzrohre,
- Herstellung der Bettungszone für die DC-Erdkabel oder DC-Erdkabelschutzrohre,
- lagenweise Verfüllung und Verdichtung des DC-Erdkabelgrabens (außer im Bereich der DC-Erdkabelmuffen),
- Verlegung der Schutzrohre für die Lichtwellenleiterkabel,
- Abtransport des evtl. überschüssigen Bodens,
- Einzug der DC-Erdkabel (bei Verlegung in DC-Erdkabelschutzrohren),
- Herstellung der DC-Erdkabelmuffen,
- Verfüllung der Muffengruben,
- Wiederherstellung und Rekultivierung bzw. Renaturierung der jeweiligen Oberfläche,
- Rückbau der Baustraßen, Lagerflächen und Einrichtungsflächen,
- Wiederherstellung von Drainagen.

Nachdem die DC-Erdkabel bzw. die DC-Erdkabelschutzrohre und ein oder mehrere Schutzrohre für die Lichtwellenleiterkabel in den Kabelgraben eingelegt wurden, kann die fachgerechte Bettung mit geeignetem Material (das Einsanden) sowie die Rückverfüllung mit Bodenmaterial erfolgen.

Die Verfüllung des Kabelgrabens erfolgt in Abhängigkeit der bodenkundlichen, geotechnischen, technischen und bodenmechanischen Eigenschaften sowie Anforderungen eines Höchstspannungserdkabels an dessen Umgebung. Es kann ein Bodenaustausch notwendig werden, sodass die Wiederverfüllung bspw. mit aufbereitetem vorhandenem Boden, unter Zunahme von zusätzlichem Bodenmaterial oder dem Austausch von Boden erfolgen würde.

Die DC-Erdkabelmuffengruben zur Verbindung der einzelnen Kabelsegmente können je nach zeitlicher Diskrepanz bis zur fertigen Herstellung der DC-Erdkabelmuffen offen gelassen und mit geeigneten Maßnahmen gesichert oder bis zur Kabellieferung temporär verfüllt werden. An den DC-Erdkabelmuffengruben ist ggf. ein erweiterter Arbeitsstreifen sowie späterer Schutzstreifen vorzusehen.

Die Auswahl der bei den Erdarbeiten einzusetzenden Baumaschinen hängt im Wesentlichen von den vorgefundenen Homogenbereichen gem. VOB/C 2015 ab:

- EA Erdarbeiten,
- BA Bohrarbeiten,
- RA Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten,
- SA Schlitzwandarbeiten,
- UA Untertagebauarbeiten,
- NA Nassbaggerarbeiten,
- RVA Rohrvortriebsarbeiten,
- LA Landschaftsbauarbeiten,
- DA Düsenstrahlarbeiten,
- HBA Horizontalspülbohrarbeiten.

Der Oberboden wird in der Regel mit Baggern abgetragen. Raupen sollen wegen der Störung des archäologischen Erkundungshorizonts sowie auch des Oberbodens nicht eingesetzt werden.

Einsatz von Profillöffeln (Bodenklassen 2 bis 4 / 5): Der eigentliche Kabelgraben wird idealerweise von mit vorgefertigten Profillöffeln bestückten Baggern ausgehoben. Diese Vorgehensweise gewährleistet die Herstellung eines fachgerechten und normierten Kabelgrabens und trägt auch zu einem zügigen Arbeitsfortschritt bei.

Es existieren für die meisten Profile vorgefertigte Grabwerkzeuge, aber auch hydraulisch verstellbare Löffel, um diese den erforderlichen Böschungswinkeln anzupassen.

Beim Antreffen von Felsen (ab Bodenklasse 6) werden Bagger mit entsprechenden Grabentiefelöffeln oder Meißeln sowie auch spezielle Grabenfräsen eingesetzt.

Bei Bodenklasse 7 können zusätzlich zum Meißel- oder Grabenfräsverfahren Lockerungssprengungen zur Anwendung kommen.

Die Schwerlasttransporte für die DC-Erdkabeltrommeln sowie die Einrichtung sämtlicher Materiallagerflächen für DC-Erdkabel und andere Materialien erfordern im Rahmen der Planfeststellung die Erstellung einer Logistikstudie, die das für den Schwerlastverkehr zu ertüchtigende Wegenetz und die Baustellenzufahrten detailliert festlegt. Insbesondere sind hier auch die Lastkapazitäten vorhandener Brückenüberfahrten sowie die Durchfahrtshöhen und -breiten vorhandener Brückenunterfahrten mit einzubeziehen. Bei einem nicht ausreichenden Straßennetz kann die Herstellung längerer schwerlastfähiger Zufahrtsstraßen erforderlich werden.

In Bezug auf Waldquerungen wird im Vorhaben SuedOstLink+ möglichst mit geschlossener Bauweise geplant. Falls nicht anders möglich, wird bei Waldquerungen die Bündelung der Trassenkorridore mit

vorhandenen Waldschneisen, z. B. von Freileitungen, erdverlegten Leitungen oder Verkehrswegen angestrebt, um keine zusätzliche Zerschneidung zu verursachen. Hier kann ggf. teilweise die vorhandene Waldschneise in den Arbeitsstreifen mit einbezogen werden und/oder der Arbeitsstreifen im Wald durch Längstransport des Aushubs entlang der Trasse und Lagerung außerhalb des Waldes eingeengt werden, um Rodungen zu minimieren. Außerhalb des Waldes sind dann ggf. zusätzliche Aufweitungen des Arbeitsstreifens zur Aushublagerung erforderlich. Während der Bauausführung erfolgt unter anderem eine naturschutzfachliche, bodenökologische und ggf. archäologische Baubegleitung, die die Einhaltung aller einschlägigen Auflagen aus dem Genehmigungsprozess überwacht bzw. während des Baus auftretende Aspekte wie archäologische Funde entsprechend behandelt.

Baustraßen

Baustraßen im Vorhaben SuedOstLink+ umfassen Verkehrsflächen, welche für die Realisierung der Baumaßnahmen neu hergestellt werden und ausschließlich der Nutzung durch den allgemeinen Baustellenverkehr sowie für die Kabeltransporte unterliegen. Es wird zwischen „äußeren“ und „inneren“ Baustraßen unterschieden. Während die „äußere“ Baustraße die notwendige Verbindung zwischen dem Arbeitsstreifen bzw. zwischen den sonstigen Baustelleneinrichtungsflächen (BE-Flächen) und Arbeitsflächen mit einem öffentlichen oder privaten Weg darstellt. (wird i. d. R auf unbefestigten Flächen neu errichtet), wird die „innere“ Baustraße innerhalb des Arbeitsstreifens hergestellt. Im Idealfall wird die Zuwegung zum Abtrommelplatz auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ohne wesentliche naturschutzfachliche Bedeutung erfolgen. Es kann jedoch auch in Ausnahmefällen eine Beanspruchung von höherwertigen Bereichen durch die Errichtung der Baustraße erforderlich werden (z. B. Querung von Baumreihen oder Hecken).

Je nach Standort und Nutzung kann die Baustraße durch Lastverteilmaten (z. B. Baggermaten, Stahlplatten) oder durch Fahrbahnaufbau mit einer Tragschicht aus Mineralgemisch mit Geotextilvlies als Trennschicht zum Boden erfolgen. Lokal können auch andere Aufbauten der Baustraßen bzw. Ertüchtigungen der Zuwegungen sowie mobile Brücken erforderlich sein.

Bemessungsgrundlage sind die geplanten Lasten, die Achslasten, der Verkehr und die geplanten Überfahrten. Dazu gehören auch die geotechnischen Eigenschaften des Untergrundes im Bereich jeder einzelnen Baustraße. Bei der Planung der Baustraßen stellen die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen und des Bodenschutzkonzeptes daher wichtige Rahmenbedingungen dar.

Arbeitsstreifen

Der Abtrag und die getrennte Lagerung von Ober- und Unterboden erfolgen unter Beachtung von DIN 19639, DIN 19731 und DIN 18915.

Die Unterbodenschichten sollten auch auf dem vom Oberboden geräumten Unterboden separat gelagert werden. Mehrschichtige Böden erfordern eine getrennte Lagerung (Miete) für jeden Bodenhorizont im festgelegten Arbeitsstreifen. Der Aufbau der Bodenschichten ist im Rahmen der Baugrunduntersuchungen zu erkunden und der erforderliche Platzbedarf der Bodenmieten sodann bei der Festlegung der Arbeitsstreifenbreite in den Unterlagen zur Planfeststellung zu berücksichtigen.

Die Musterarbeitsstreifenbreite kann beispielhaft Abbildung 8 entnommen werden.

2.2.3.3 Halboffene Bauweisen

In Bereichen, in denen keine Fremdleitungen liegen, z. B. bei landwirtschaftlichen Flächen ohne Drainagen, ist auch das „Einpflügen“ der DC-Erdkabelschutzrohre sowie Schutzrohre für die LWL-Kabel mit geeigneten Gerätschaften möglich. Der Einzug der DC-Erdkabel sowie die Herstellung der DC-Erdkabelmuffen einschließlich der Herstellung der Muffenbaugruben, erfolgt im Anschluss an das „Einpflügen“ der DC-Erdkabelschutzrohre.

Die Verlegeart „Einpflügen“ gehört zu den sogenannten halboffenen Bauverfahren. Damit können einzelne Schutzrohrleitungen oder Bündel von Schutzrohren verlegt werden. Bei kleinen Leitungsmedien und geringer Verlegetiefe kann die Verlegepflugmaschine selbstfahrend sein. Die Variante „selbstfahrend“ ist für die geplante Starkstromleitung im DC-Erdkabelschutzrohr nicht geeignet und deswegen nicht relevant. Bei größeren Tiefen und Dimensionen der DC-Erdkabelschutzrohre, bei denen größere Zugkräfte erforderlich sind, kann der Verlegepflug von einer bzw. mehreren Zugmaschinen, die sich im Boden verankern, gezogen werden (System Walter Föckersperger oder System Frank Föckersperger, siehe auch Abbildung 10).

Bei dem hier relevanten Pflugverfahren wird durch Ziehen eines Pflugschwertes der Boden verdrängt und so ein Schlitz erstellt. Der Verlegepflug wird seilgezogen, um höhere Zugkräfte aufzubringen. Auf Grund der hohen auftretenden Kräfte beim Zug verankert sich die Zugmaschine mit einem Stützschild im Boden, um so unerwünschten Schlupf der angetriebenen Räder, insbesondere auf weichem Untergrund, zu vermeiden. In Abhängigkeit des jeweils zu pflügenden Bodens bzw. der auftretenden Widerstände können bis zu drei Zugmaschinen – dann in Dreiecksformation angeordnet – eingesetzt werden.

Um das Pflugschwert bereits bei Beginn der Verlegung auf die richtige Verlegetiefe zu bringen, wird am Trassenbeginn ein Startschacht bzw. ein Startschlitz fachgerecht ausgehoben. Die Größe des Startschachts richtet sich nach der Verlegetiefe, die wiederum im Einzelfall von den zu verlegenden Medien und dem erforderlichen Böschungswinkel abhängig (z. B. 10 m x 3 m) ist.

Die DC-Erdkabelschutzrohre werden bei größeren Dimensionen (z. B. PE-HD-Stangenware ab DN 200) entlang der Trasse vorbereitend auf der Erdoberfläche verlegt, in der erforderlichen Länge verschweißt und mittels Verlegepflug, welcher von einem geländegängigen Seilwindenfahrzeug gezogen wird, gleichzeitig ins Erdreich verbracht. Bei kleineren Durchmessern kann statt Stangen- auch Rollenware verwendet werden, sodass sich der Aufwand zum Verbinden der Kabelschutzrohre (bei Stangenware meist ca. 12 m lang) deutlich verringert.

Ähnlich wie die offene Bauweise mit DC-Erdkabelschutzrohren können die Kabelzug- und Tiefbauarbeiten entkoppelt werden.

Die Entscheidung zur Anwendung des Pflugverfahrens ist von den örtlichen Randbedingungen abhängig. Im Rahmen der Ausführungsplanung ist der Anwendungsfall mit Bezug auf die Marktreife einer möglichen technologischen Lösung und die wirtschaftlichen Randbedingungen zu prüfen. An welcher Stelle das Verfahren eingesetzt werden kann, ist maßgeblich von der Anzahl an Hindernissen im Boden (Leitungen, Kreuzungen mit Verkehrsanlagen) abhängig. Das Pflugverfahren bleibt weiterhin im Antrag erwähnt.

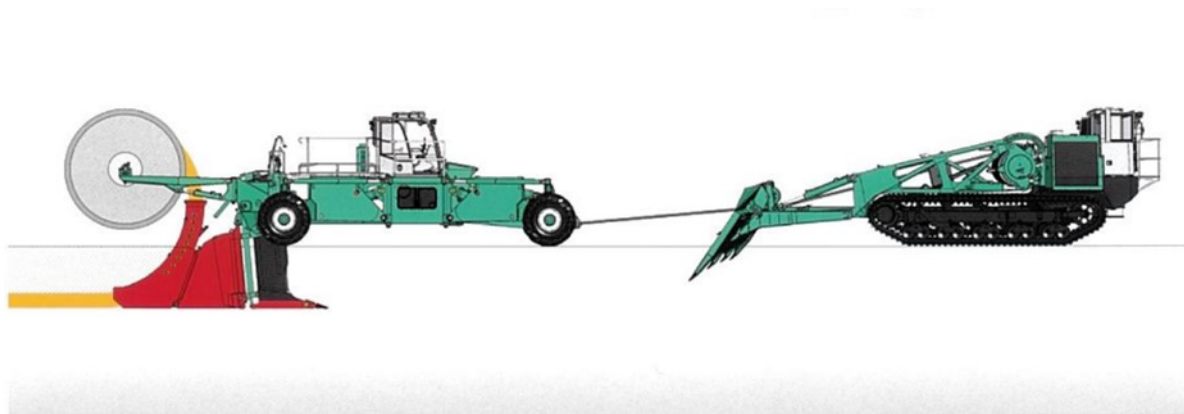


Abbildung 10: Funktionsprinzip des Einpflügens von Schutzrohren Quelle: Firma Walter Föcker-sperger GmbH zitiert nach 50Hertz Transmission GmbH, Tennet TSO GmbH 2018, S. 19

2.2.3.4 Geschlossene Bauweisen

Geschlossene Bauweisen kommen in der Regel bei der Querung von Verkehrsinfrastruktureinrichtungen sowie bei Fließgewässern 1. und 2. Ordnung und aller berichtspflichtigen Gewässer nach Wasser-rahmenrichtlinie (WRRL) vor. Einfache Entwässerungsgräben können in der Regel offen gequert werden. Zusätzlich können geschlossene Bauweisen zur Eingriffsminimierung an Engstellen und Riegeln eingesetzt werden. In Bereichen von Schutzgebieten wird die geschlossene Bauweise ggf. zur Eingriffsminimierung herangezogen, sofern u. a. die örtlichen Randbedingungen dem Einsatz dieser Bauweise nicht entgegenstehen. Im Kapitel 2.7 ist beispielhaft dargestellt, wie eines der größten natürlichen Hindernisse entlang der Trasse, die Elbe, mit Hilfe von geschlossenen Bauweisen unterquert werden könnte. Auch die Waldquerungen sollen, in der Regel, in geschlossener Bauweise hergestellt werden.

Start- und Zielgrube

Für eine geschlossene Querung werden eine Start- und eine Zielgrube benötigt. Diese Baugruben sind in Abhängigkeit von der Vortriebsart in den Abmessungen unterschiedlich groß. Eine pauschale Aussage über die Größe kann dabei nicht getroffen werden, da diese von Faktoren wie Verlegetiefe, Bodenbeschaffenheit, Vortriebsart, Bohrdurchmesser etc. abhängt. Die benötigten BE-Flächen werden je nach Vortriebsart auf der Startseite bis zu 4 ha und auf der Zielseite bis zu einem halben Hektar in Anspruch nehmen. Die Tiefe der Start-/Zielgruben hängt von den Anforderungen ab, welche sich aus dem zu unterquerenden Bereich ableiten.

Betrieb

Bei einer nicht begehbaren Querung ist in der Betriebsphase keine Instandhaltung und Reparatur an den Kabeln und am Tunnelbauwerk möglich. Die in Leerrohren verlegten Kabel können ggf. ausgetauscht werden. Daher ist eine entsprechend umfangreiche und mit Redundanzen versehene Ausführungsplanung für die angestrebte Lebensdauer und Verfügbarkeit sowie zur Risikominimierung notwendig.

Technische Spezifikationen und Vorgaben bei Querungen von Anlagen der Deutschen Bahn AG

Gemäß Stromkreuzungsrichtlinie 2016 (SKR 2016 ~ RIL 878, Deutsche Bahn AG 2016) sind bei Querungen von DB AG-Gelände Randbedingungen zu beachten, die Einfluss auf das jeweilige Verlegeverfahren sowie die Achsfestlegung im Kreuzungsbereich haben:

Querungen sollten rechtwinklig zum Gleisbereich erfolgen und dürfen nicht unter Weichen, Schienenauszügen oder Schienenstößen sowie Oberleitungsmasten und Fundamenten hergestellt werden.

Die Mantelrohre dürfen nicht gebündelt und nicht übereinander eingebaut werden. Die Anzahl der parallel zu verlegenden Mantelrohre darf maximal 3 betragen. Der lichte Abstand zwischen den Mantelrohren muss mindestens 2 m betragen. Kann die maximale Anzahl aufeinanderfolgender Querungen nicht eingehalten werden, soll zwischen der Gruppe der Querungen und der/den nächsten Querung(en) ein Mindestabstand von 20 m eingehalten werden.

Eine Kreuzung mit mehreren Kabeln (z. B. 1 DC-Erdkabel und LWL-Kabel) in einem gemeinsamen Mantelrohr gilt technisch als eine Kreuzung.

Mantelrohre dürfen nicht innerhalb des Bereichs der ideellen Böschungslinien enden und müssen mindestens 6 m über die nächstgelegene Gleisachse hinausgeführt werden.

Die Mindestüberdeckungshöhe zwischen Mantelrohr- und Schwellenoberkante beträgt mindestens 1,5 m. Größere Überdeckungen werden bei zu querenden unterirdischen DB-Anlagen (Begleitkabel, Fundamente etc.), in Abhängigkeit von der Art des Vortriebsverfahrens dem DWA Arbeitsblatt A 125 gefordert.

Horizontalspülbohrungen (HDD) dürfen nur unter Eisenbahnstrecken mit Schotteroberbau und örtlich zulässigen Geschwindigkeiten nach VzG ≤ 160 km/h ausgeführt werden. Der Nenndurchmesser des

Mantelrohres darf dabei DN 200 (bei Stahlrohren) und DA 225 (bei Kunststoffrohren) nicht überschreiten. Unterquerungen von Strecken mit höheren örtlich zulässigen Geschwindigkeiten, mit fester Fahrbahn oder einem größeren Durchmesser der einzuziehenden Leitung bedürfen einer unternehmensinternen Genehmigung (UiG) und Zustimmung im Einzelfall (ZiE), unabhängig von der Überdeckungshöhe.

Die Querung der Bahnstrecke soll unter Beachtung des aktuell gültigen Regelwerks der DB Netz AG mittels konventionellen Vortriebs unter Einsatz von Stahlmantelrohren hergestellt werden. Bei geschlossenen Querungen muss ein Mindestabstand der HGÜ-Kabel aus thermischen Gründen entsprechend eingehalten werden. Das Abstandsmaß der HGÜ-Kabel bzw. der Stahlmantelrohre wird durch entsprechende Berechnungen (Gutachten) ermittelt.

Jede Kreuzung muss hier individuell berechnet werden, da die tiefenbedingten Mindestabstände wie oben beschrieben ebenfalls eingehalten werden müssen. Die örtlichen Randbedingungen wie Baugrund und Grundwasserstände sind dabei zu berücksichtigen. Grundsätzlich ist es bei begründeten Einzelfällen möglich, von den Vorgaben des DB-Regelwerkes abzuweichen.

Horizontal-Pressbohrverfahren

Gemäß DWA-A 125, Kap. 6.1.2.2.2 wird bei diesem Bauverfahren ein Stahlrohrstrang (Mantel- oder Produktrohr) mit Hilfe einer Pressstation bei gleichzeitigem mechanischem Abbau des Bodens an der Ortsbrust (Ort an dem der Baugrund beim Vortrieb abgebaut wird) mittels eines Bohrkopfes und mechanischer Förderung des Bohrgutes mit Förderschnecken vorgetrieben (siehe Abbildung 10).

Der Antrieb des Bohrkopfes mit Förderschnecken befindet sich in der Startgrube.

Die Wahl des Bohrkopfes richtet sich nach den Baugrundverhältnissen. Als Bohrkopf kann auch ein sogenannter Imlochhammer eingesetzt werden. In wasserführenden Böden sind Zusatzmaßnahmen, z. B. Grundwasserabsenkungen, erforderlich.

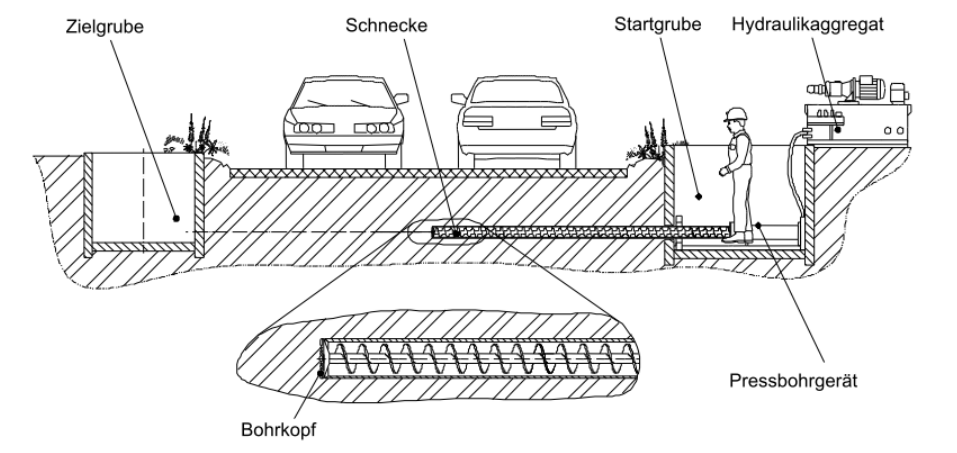


Abbildung 11: Beispiel Horizontal-Pressbohrverfahren Quelle: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

Horizontalspülbohrverfahren (englisch: Horizontal Directional Drilling, abgekürzt HDD)

Das „Horizontalspülbohrverfahren“ (HDD) ist ein grabenloses (geschlossenes) Bauverfahren zur Unterbohrung von Hindernissen. Im Wesentlichen kann das HDD-Verfahren durch die drei Arbeitsschritte beschrieben werden:

- Pilotbohrung,
- Räumvorgang (Aufweiten des Bohrkanals),
- Leitungseinzug (Mantelrohr oder DC-Erdkabelschutzrohr).

In Schritt 1 erfolgt die Durchführung einer gesteuerten Pilotbohrung. Hierbei wird von der Startseite aus, unter Einsatz einer für die Haltungsänge geeigneten HDD-Bohranlage, ein Bohrkanal erstellt. Der eingesetzte Bohrkopf (Typ abhängig vom jeweiligen Baugrund) wird dabei schiebend und rotierend mittels Bohrgestänge und Spülungsunterstützung (Wasser-Bentonit-Suspension) bis zur Zielseite gebracht. Dabei ist, entsprechend der Planung, seine Soll- und Ist-Lage fortwährend zu prüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Im Anschluss wird diese gesteuerte Pilotbohrung in einem oder mehreren Schritten mit geeigneten Werkzeugen (Räumer) bis zum erforderlichen Enddurchmesser aufgeweitet. Dieser Prozess der Aufweitung kann ziehend oder schiebend erfolgen. Zum Einsatz kommen hier baugrundabhängig spezielle Aufweitwerkzeuge (z. B. Barrel Reamer bei weichen Böden, Fly Cutter für mittelharte Böden etc.).

Im letzten Arbeitsschritt wird das Rohr oder das Rohrbündel, das im Vorfeld an der Zielseite möglichst in kompletter Haltungsänge vorgefertigt wurde, in das vorbereitete Bohrloch eingezogen. Während des gesamten Bohrprozesses wird eine in der Wasser-Bentonit-Suspension (Bohrspülung) eingesetzt, deren wesentliche Aufgabe darin besteht, die Stabilisierung des Bohrloches und das Austragen des erbohrten Materials zu gewährleisten. Je nach Projektanforderungen und Baugrundeigenschaften kann die Spülung während oder auch nach Abschluss der Bohrarbeiten aufbereitet werden (Trennung von Spülung und Bohrklein) und in den Spülungskreislauf rückgeführt oder bei Folgebohrungen wiederverwendet werden. Nicht mehr wiederverwendbare Bestandteile und Bohrklein sind fachgerecht zu entsorgen.

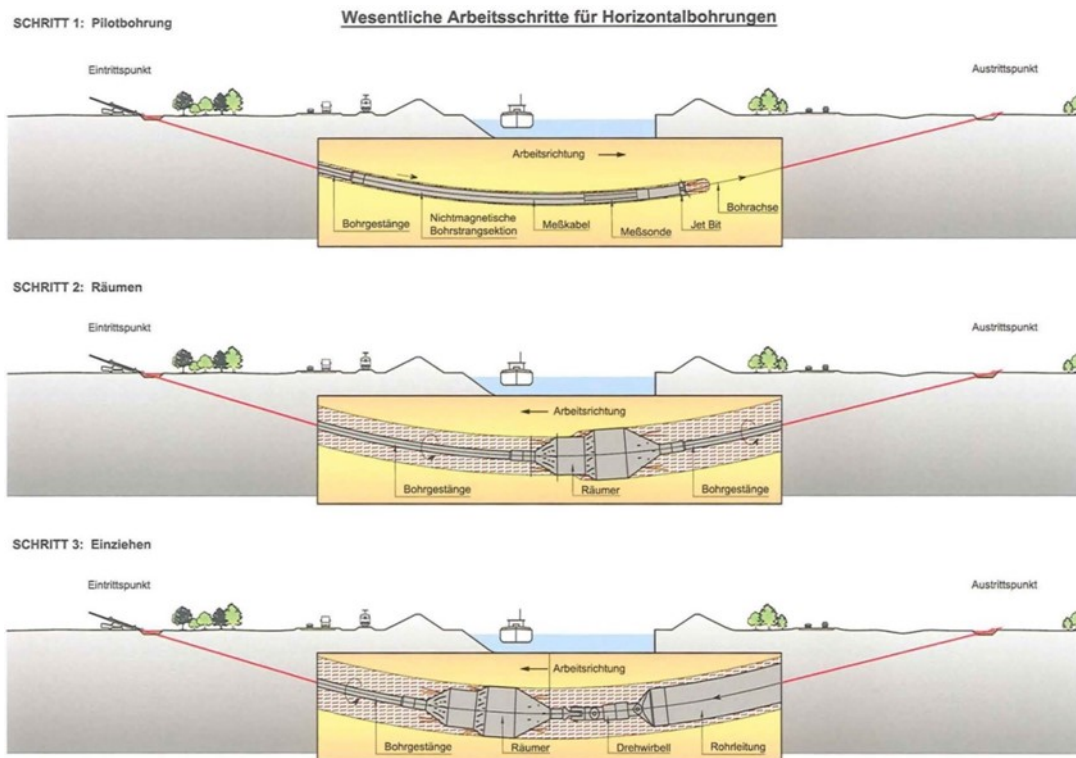


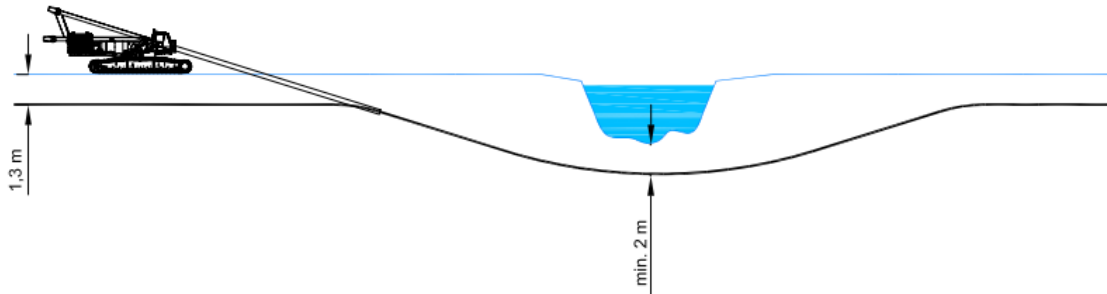
Abbildung 12: Arbeitsschritte beim HDD-Verfahren

Quelle: DCA Verband Güteschutz Horizontalbohrungen e. V. 2015

Das HDD-Verfahren eignet sich zur Unterquerung von natürlichen Hindernissen wie z. B. Wasserläufen, Steilhängen, Schutzgebieten, bebauten Gebieten sowie von Kreuzungen mit Verkehrswegen und anderen Infrastruktureinrichtungen. Vertiefende Beschreibungen und Details zum HDD-Verfahren sind in der jeweils aktuellen Fassung der „Technischen Richtlinien des DCA“ zu finden.

Konkrete Angaben zu den DC-Erdkabelabständen sind stark von der konkreten Projektkonstellation (u. a. von Übertragungsleistung, DC-Erdkabeltyp) abhängig und im Projektbezug zu ergänzen.

Gewässer sowie Gräben und Vorfluter



Straßen, Wege

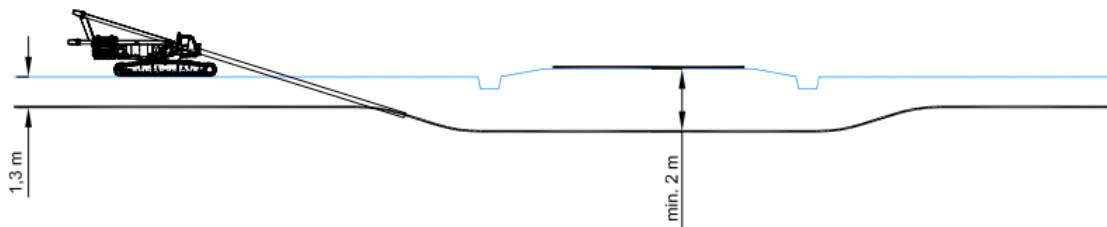


Abbildung 13: Typische Mindestüberdeckungen bei Querungen im HDD-Verfahren,
 Quelle: 50Hertz Transmission GmbH

Wie unter 2.2.3.4. erläutert, wird beim HDD-Verfahren im letzten Arbeitsschritt das Rohr oder Rohrbündel in das Bohrloch eingezogen. Die Rohre werden mit einer Länge von typischerweise 6 m oder 12 m auf die Baustelle geliefert. Vor dem Einziehen müssen die Einzelrohre zu einem Strang möglichst in kompletter Haltungsänge verschweißt werden. Dazu sind Auslegestrecken erforderlich, die in der Regel auf dem Arbeitsstreifen des unmittelbar sich anschließenden Trassenstreifens für die offene Bauweise angelegt werden. So ergibt sich hierbei kein zusätzlicher Platzbedarf. Werden mehrere HDD-Bohrungen (Kettenbohrungen) unmittelbar hintereinander ausgeführt, sind geeignete Standorte (BE-Flächen) für die Verbindung der Abschnitte vorzusehen.

Für die einzelnen Bohrungen müssen Mindestabstände zueinander eingehalten werden müssen, die größer sind als in Abschnitten mit offener Bauweise. Der Grund hierfür ist einerseits die Steuergenauigkeit des Verfahrens, andererseits die erforderlichen Abständen zur Wärmeableitung im Untergrund. Daher werden die Schutz- und Arbeitsstreifen in den Start- und Zielbereichen des HDD aufgeweitet. Die erforderlichen Schutz- und Arbeitsstreifenbreiten werden entsprechend unterschiedlich ausfallen und je nach Haltungsänge und notwendigen Abständen der DC-Erdkabel untereinander je Einzelfall berechnet und festgelegt.

Erforderlichenfalls müssen bei Antreffen von Hindernissen im Baugrund die Bohrungsverläufe angepasst bzw. neue Bohrungen (Ersatzbohrungen) angesetzt werden. Die Anpassung der Bohrkanäle kann unter Beachtung der baulichen und leitungstechnischen Anforderungen in der dreidimensionalen Lage umgesetzt werden. Bei größeren komplexen Kreuzungen könnten Ersatzbohrungen bzw. zusätzliche Sicherheitsbohrungen notwendig werden, so dass diese in den weiteren Verfahrensschritten entsprechend geplant und mitbeantragt werden müssen.

Hierbei ist zu beachten, dass der Achsabstand der einzelnen HDD-Bohrungen (DC-Erdkabel) bei zunehmender Verlegetiefe vergrößert werden muss, um eine hinreichende Wärmeableitung zu gewährleisten.

Jede geschlossene Querung/Kreuzung muss hier individuell berechnet werden, da die tiefenbedingten Mindestabstände wie oben beschrieben ebenfalls eingehalten werden müssen.

Pilotrohrvortrieb

Beim Pilotrohrvortrieb nach DVGW GW 304 und DWA-A 125 (ATV-A 125) handelt es sich um ein unbemanntes gesteuertes Rohrvortriebsverfahren.

Die aufgefahrenen Mantelrohre liegen in einem nicht begehbaren Querschnittsbereich. In der Regel wird je Energiekabel eine Bohrung erforderlich.

Für die Durchführung ist die Erstellung einer Start- und Zielgrube vor und nach dem zu unterquerenden Hindernis erforderlich. Die Dimension der Startgrube liegt bei rund 50 – 150 m². Die Dimension für eine Zielgrube liegt demgegenüber bei rund der Hälfte. In der Startgrube wird eine hydraulische oder pneumatische Pressbohranlage installiert, die an der hinteren Baugrubenwand an einem Widerlager abgestützt wird. Es wird zunächst ein Pilotrohrstrang bodenverdrängend oder -entnehmend gesteuert vorangetrieben. Nachfolgend werden Mantelrohre gleichen oder größeren Außendurchmessers bei gleichzeitigem Herauspressen oder -ziehen der Pilotrohre vorgetrieben. Größere Außendurchmesser erfordern eine Aufweitung durch Bodenverdrängung oder -entnahme in einem oder mehreren Arbeitsgängen.

Dabei ist die Verwendung von Kunststoffrohren als Mantelrohre möglich. Die sogenannten Vorrohre werden im Zielschacht geborgen und können bei weiteren Bohrungen wieder zum Einsatz kommen.

Die Vermessung des gesteuerten Pilotrohrvortriebes wird vorwiegend mit einem Theodolit mit elektronischer Kamera oder mit einem Laser durchgeführt. Richtungsänderungen werden durch Steuerflächen (z. B. Pilotspitze) und unter Zuhilfenahme der Reaktionskraft des örtlichen Baugrundes vorgenommen.

Mit dem Pilotrohrvortrieb können je nach Baugrund Vortriebslängen bis ca. 80 m (in Ausnahmefällen: 100 m mit Sondergutachten) realisiert werden. Gemäß Stromkreuzungsrichtlinie 2016 sind Querungen von DB AG-Gelände vorrangig mit dem Pilotrohrvortrieb zu realisieren.

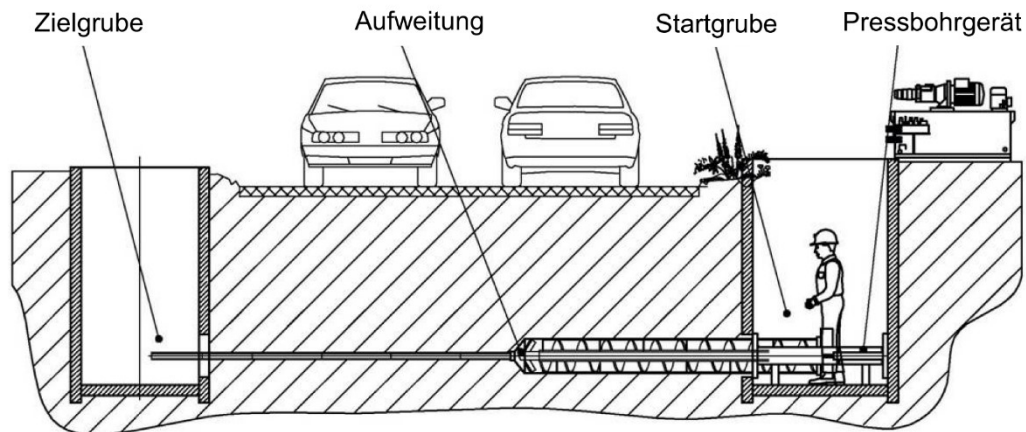


Abbildung 14: Beispiel Pilotrohrvortrieb mit Bodenverdrängung/-entnahme
 Quelle: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Mikrotunnelverfahren

Beim Mikrotunnelbau nach DVGW GW 304 und DWA-A 125 (ATV-A 125) handelt es sich um eine Verfahrensgruppe der unbemannten und gesteuerten Rohrvortriebsverfahren. Die unterschiedlichen Variationen unterscheiden sich hauptsächlich in Art und Weise der Förderung des Bohrguts (z. B. Mikrotunnelbau mit Schneckenförderung).

Aus Abbildung 15 kann ein Systemschnitt einer Vortriebsmaschine für Mikrotunnel entnommen werden.

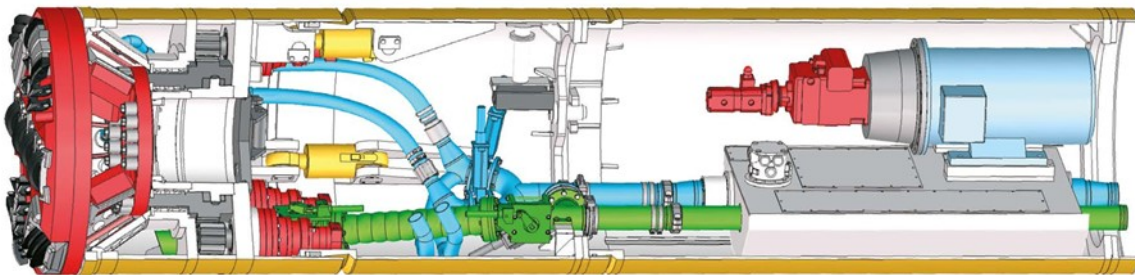


Abbildung 15: Systemschnitt Mikrotunnelvortriebsmaschine, Quelle: Herrenknecht, 2022

Der Bohrkopf, welcher auf den örtlichen Baugrund und die Grundwasserverhältnisse abzustimmen ist, wird über eine Pressvorrichtung aus dem Startschacht heraus in den Boden vorgetrieben. Die Start- und Zielschächte können sowohl kreisförmig als auch rechteckig ausgeführt werden. Die Grundfläche liegt jeweils in einer Größenordnung von 75 – 120 m². Die Steuerbarkeit wird dadurch realisiert, dass die Vortriebsmaschine aus zwei miteinander gelenkig verbundenen Teilen, dem Bohr- und Steuerkopf sowie dem Nachläufer besteht. Der Steuerkopf lässt sich über zwischengelagerte Steuerzylinder, die von einem Kontroll- und Steuerstand aus bedient werden, in alle Richtungen abwinkeln. Allerdings sind nur minimale Abweichungen von der Geraden möglich. Der Bodenabbau erfolgt an der mechanisch- und/oder flüssigkeits- oder erddruckgestützten Ortsbrust. Dabei ist es möglich, mit entsprechend konfigurierten Bohrköpfen verschiedene Böden und Geologien zu durchhörtern. Um die Vortriebsleistung zu

optimieren, werden je nach Konsistenz und Steingrößen z. B. schneidende oder brechende Abbauwerkzeuge installiert. Der Schutzrohreinbau, z. B. für den Vortrieb geeignete Stahlbetonrohre, geschieht in einem kontinuierlichen Arbeitsgang.

Beim Rohrvortrieb kann durch das Einpressen einer Suspension (i. d. R. Bentonitsuspension) die Mantelreibung zwischen den Vortriebsrohren und dem anstehenden Boden verringert werden. Die anfallende Menge der Bentonitsuspension sollte dabei bei der Planung und Vorbereitung einer Vortriebsmaßnahme möglichst genau vorausberechnet werden.

Eine Ortung des Vortriebes kann mittels Laser und/oder Kreiselkompass erfolgen.

Der Vortrieb des Mikrotunnelverfahrens ist grundsätzlich ein einstufiges Verfahren, d.h. nach erfolgreichem Auffahren der Vortriebsstrecke ist diese bis zum Enddurchmesser einschließlich Schutzrohreinbau fertig gestellt. Der so geschaffene Leitungstunnel kann entsprechend seiner Funktion in Betrieb genommen oder dem weiteren Ausbau übergeben werden.

Zunächst einmal müssen aber eine Start- und eine Zielbaugrube hergestellt werden. Die Dimensionierung der Baugruben ergibt sich aus der Größe der Vortriebsmaschine (MTBM) sowie beim Startschacht zuzüglich des Platzbedarfs für die Hauptpressenstation einschließlich notwendigem Widerlager.

Die Kräfte, die durch die Presse auf die MTBM ausgeübt werden, müssen über ein Widerlager in die Schachtkonstruktion eingeleitet und von dort in das umgebende Erdreich verteilt werden können. Die Vortriebsmaschine wird dabei durch eine definierte Öffnung, der Anfahröffnung, aus dem Startschacht heraus vorgetrieben. Damit beim Vortrieb kein Grundwasser bzw. keine Bentonitsuspension durch die Anfahröffnung in den Startschacht fließen kann, wird, in Abhängigkeit von der Schachtgeometrie und dem zu erwartenden Druck, eine Anfahrabdichtung montiert. Bei Arbeiten in wasserführenden Bodenschichten ist im Zielschacht ebenfalls eine Dichtung zu montieren. In die so installierte Tunnelröhre werden die Kabelschutzrohre segmentweise eingezogen und nach dem vollständigen Einzug einer Abnahmeprüfung unterzogen. Mikrotunnelbauwerke mit kleinerem Durchmesser sind grundsätzlich nicht begehbar. Größere Querschnitte können auch begehbar ausgeführt werden. Das Erfordernis der Begehbarkeit eines Kabeltunnels ist projekt- und betriebsspezifisch zu klären. Es stellt eine wichtige Grundlage für die Tunnelauslegung dar.

Gegenüber anstehendem Grundwasser wird der Kabelschacht mittels verschiedenen Abdichtungsmaßnahmen gesichert. Bei dem Verlegen mehrerer DC-Erdkabel eines Kabelsystems können je nach Bodeneigenschaften und Anforderungen des Kreuzungspartners unterschiedliche Lösungen realisiert werden – entweder mehrere kleinere Bohrungen je DC-Erdkabelschutzrohr oder eine größere Bohrung je komplettem DC-Erdkabelsystem.

Konkrete Angaben zu den DC-Erdkabelabständen sind stark von der konkreten Projektkonstellation (u. a. von Übertragungsleistung, DC-Erdkabeltyp) abhängig und im Projektbezug zu ergänzen.

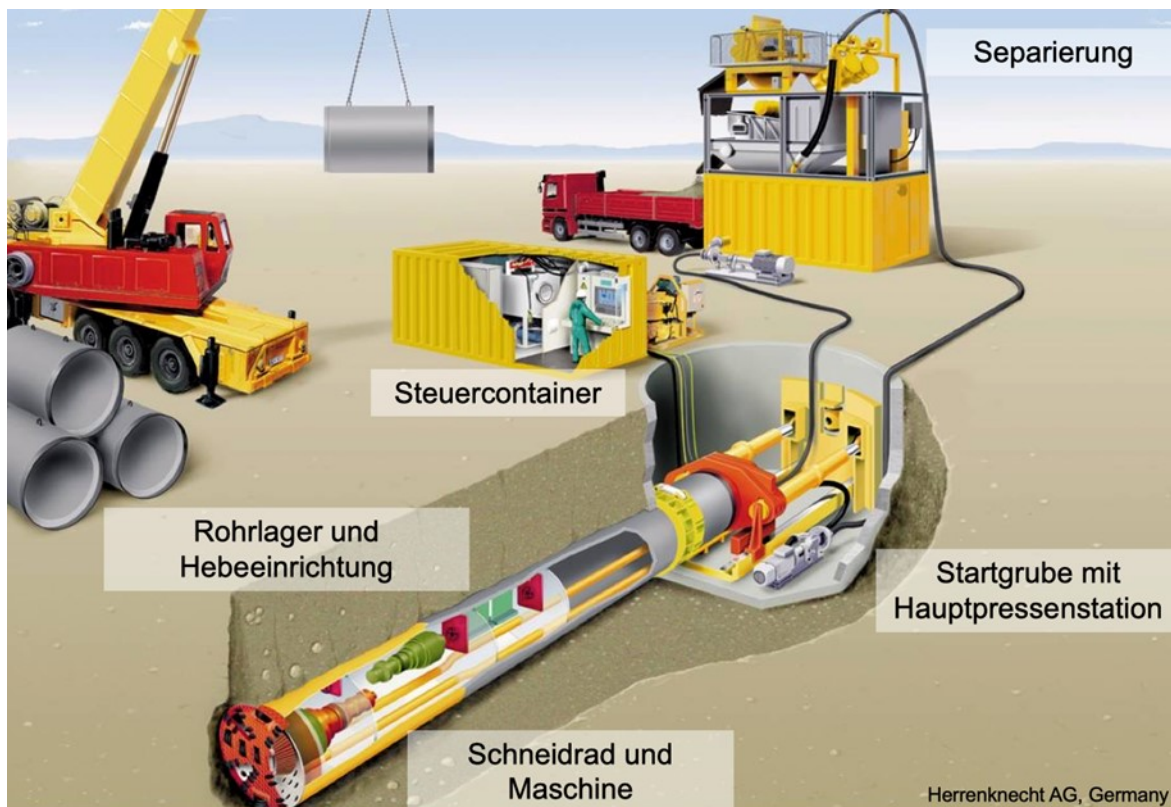


Abbildung 16: Schematische Darstellung des Mikrotunnelverfahrens Quelle: Fachverband der Kunststoffrohr-Industrie 2022

Direct Pipe®

Das Direct Pipe®-Verfahren kombiniert den Mikrotunnelbau mit dem Horizontalspülbohrverfahren, wobei es noch nicht explizit im Arbeitsblatt DWA A-125 / DVGW GW 304 beschrieben wird. Dabei erfolgt der Rohrvortrieb im Mikrotunnelbau mit Spülförderung. Anders als beim Pilotrohrvortrieb kommt hier jedoch ein Stahlrohr als Vortriebsrohr zum Einsatz, welches als Strang ähnlich zum HDD vorab verschweißt wird. Der Vortrieb erfolgt von einer Startgrube aus mit einem sogenannte „Pipe Thruster“ bzw. „Pipe Pusher“ anstelle einer herkömmlichen Hydraulikpresse, der das Stahlrohr einklemmt und in Richtung der Zielgrube in den Baugrund presst. Eine Prinzipdarstellung zu dem einphasigen Verfahren befindet sich nachstehend in Abbildung 17.

Die Vorteile des klassischen Rohrvortriebs bzgl. Anpassung des Schneidrads und Steuerbarkeit gelten auch für das Direct Pipe®-Verfahren. Aufgrund des kleineren Durchmessers des Rohres und somit auch der MTBM sind die unterirdische Hindernisbergung, der Wechsel der Abbauwerkzeuge sowie der Einbau von Zwischenpressstationen aufgrund des durchgehenden Rohrstrangs aus Stahl i. d. R. jedoch nicht möglich. Der Ausbruchquerschnitt ist analog zum klassischen Rohrvortrieb um wenige Millimeter größer als jener der Stahlrohre. Der dadurch erzeugte Schmier- oder Ringspalt wird unmittelbar mit einer Bentonitsuspension verpresst, die das Gebirge bzw. den Boden einerseits stützt und andererseits die Mantelreibung zwischen den Vortriebsrohren und diesem reduziert.



Abbildung 17: Verfahrensprinzip Direct Pipe®-Verfahren Quelle: Herrenknecht, 2022

Das Stahlrohr wird für den Korrosionsschutz mit einer PE-Ummantelung sowie zusätzlich für die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen die mechanischen Einwirkungen während des Vortriebs mit einer GFK-Ummantelung eingebaut. Nach Abschluss der Vortriebsarbeiten müssen auch beim Direct Pipe®-Verfahren die Kabelschutzrohre in den Tunnel eingezogen sowie der verbleibende Ringraum zwischen Mantel- und Kabelschutzrohr verdämmt werden.

E-Power Pipe®

Auch das E-Power Pipe®-Verfahren (EPP) kombiniert die Eigenschaften des Mikrotunnelbaus mit dem HDD-Verfahren. Beim EPP werden von einer Startgrube aus die vorgefertigten Stahlrohre mithilfe einer MTBM mit Spülförderung in Richtung einer Zielgrube vorgetrieben. Die Vortriebsrohre sind aus Stahl gefertigt und enthalten sämtliche erforderlichen Förderleitungen und Kabel, sodass sie nach dem „Plug & Play“-Prinzip einfach schub- und zugfest gekoppelt werden können. Nachdem die Vortriebsmaschine an der Zielgrube angekommen ist und geborgen wurde, wird das Ende der Stahlrohre mit Hilfe eines Drehwirbels wie beim HDD-Verfahren mit einem oder mehreren Kabelschutzrohren verbunden und in Richtung der Startgrube eingezogen. Die Stahlrohre werden dabei jeweils wieder ausgebaut und können wiederverwendet werden. Abweichend zum HDD ist bei diesem Verfahren der Bohrquerschnitt zu jedem Zeitpunkt durch die Stahlrohre gestützt. Eine grafische Darstellung der beschriebenen Phasen kann der Abbildung 18 entnommen werden.

Die Vorteile des klassischen Rohrvortriebs bzgl. der Anpassung des Schneidrads und der Steuerbarkeit gelten auch für das EPP. Aufgrund des kleineren Durchmessers des Rohres und somit auch der Mikrotunnelmaschine sind die unterirdische Hindernisbergung, der Wechsel der Abbauwerkzeuge sowie der Einbau von Zwischenpressstationen wegen des durchgehenden Rohrstrangs nicht möglich. Der Ausbruchquerschnitt ist auch beim EPP um wenige Millimeter größer als der der Stahlrohre. Der dadurch erzeugte Schmier- oder Ringspalt wird unmittelbar mit einer Bentonitsuspension verpresst, die das Gebirge bzw. den Boden einerseits stützt und andererseits die Mantelreibung zwischen den Vortriebsrohren und diesem reduziert.



Abbildung 18: Verfahrensablauf E-Power Pipe®-Verfahren Quelle: Herrenknecht, 2022

Ein wesentlicher Vorteil des EPP gegenüber dem HDD-Verfahren besteht darin, dass über lange Strecken eine geringe Regelüberdeckung von mindestens 2,0 m ohne die Gefahr von unkontrollierten Spülsaustritten (Ausbläsern) beibehalten werden kann.

Bei Bedarf kann der Außendurchmesser der Stahlrohre mit Hilfe eines Aufweitvorgangs wie beim HDD vergrößert werden. Im Gegensatz zum klassischen Rohrvortrieb und dem Direct Pipe® werden beim E-Power Pipe® die Kabelschutzrohre direkt eingezogen und liegen in der Betriebsphase nicht in einem Mantelrohr.

Nach der Herstellung der Querung erfolgen die Innenausrüstung sowie der Kabeleinzug. Sollte die Querung nicht begehbar ausgeführt werden, wird diese nach dem Einbau der Ausrüstung und Kabel verdammt. Bei einer begehbaren Querung wird sich der Ausrüstungsgrad deutlich erhöhen.

2.2.4 Emissionen und Emissionsquellen

2.2.4.1 Elektrische und magnetische Felder

Die magnetischen Flussdichten in den zugänglichen Bereichen bewegen sich in jedem Betriebszustand unterhalb des Grenzwerts gemäß 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV; 500 μ T). Bei den hier der Planung zugrunde gelegten Auslegungsvarianten bewegen sich die Werte selbst unmittelbar über der Trasse unterhalb der zulässigen Grenzwerte. Elektrische Felder entstehen in der Umgebung von Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungskabeln nicht, da sie vollständig vom DC-Erdkabelsystem abgeschirmt werden.

Die elektrischen und magnetischen Felder bei den Kabelabschnittsstationen werden durch die Anordnung der Geräte und dem Abstand zum Zaun auf Werte unterhalb der nach 26. BImSchV zulässigen Grenzen reduziert. Die immisionsschutztechnische Ersteinschätzung aus magnetischen Felder ist im Fachgutachten, siehe Anhang 2 – Gutachten elektromagnetische Felder, enthalten.

2.2.4.2 Wärmeemissionen

Durch den spezifischen Widerstand des Leitermaterials kommt es im Betrieb der Gleichstromleitung zu Verlusten an elektrischer Energie, die in Form von Wärme vom Kabel an die Umgebung abgegeben wird.

Zur Sicherstellung der thermischen Stabilität wird bei der offenen Verlegung, einem 2-Leitersystem in der Regel ein Standardabstand zugewiesen. Im Verlauf der Planungskorridore muss von ungünstigen Bodentypen von Torf bis trockenen Sanden und wechselnden Baugrundverhältnissen ausgegangen werden. In der offenen Verlegung werden ungünstige Wärmeleitfähigkeitsbedingungen durch den Einsatz thermisch verbesserter Bettungsmaterialien kompensiert.

Die Dimensionierung von Mikrotunneln hängt von den Erfordernissen der Wartungsmöglichkeiten (z. B. Begehrbarkeit des Tunnels), aber auch von der Wärmeentwicklung der Kabel und von der Ableitung der Wärme ab.

Generell hängt die Frage der Erwärmung der Kabelbettung im Umfeld der Erdkabel von vielen Faktoren ab. Diese sind zum einen der technische Aufbau (Kern, Ummantelung) und die Anordnung der Kabel (Abstände untereinander, Verlegetiefe) und zum anderen das umgebende Medium Boden (Wärmeleitfähigkeit, Anteil Bodenluft- und Bodenwasserporenvolumen, Mächtigkeit, Wassersättigungsverlauf im Tages- und Jahresgang). Des Weiteren sind die Kabelbetriebstemperatur und damit die dauerhafte Wärmeübertragung in den Untergrund sowie an die Oberfläche ein wesentlicher Faktor. Ohne Vorliegen dieser Kenngrößen, die erst im Zuge einer Baugrunduntersuchung in späteren Planungsphasen ermittelt werden, sind keine für eine Bewertung ausreichend detaillierten Angaben möglich. Daher können genauere Angaben zur Wärmeleitfähigkeit und daraus resultierende Anforderungen erst bei Konkretisierung der Planung in der nächsten Planungsebene bei Vorliegen der Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen (BGU) getroffen werden. Hier sind hervorzuheben: Aufschlüsse, geotechnische Profile, Messung und Analyse von wärmetechnischen Parametern, deren Zuweisung zu Wärmeleitfähigkeits-Bodenklassen und deren Modellierung für den Planungsprozess.

Bei Querungen der HGÜ-Trasse mit anderen wärmeemittierenden Systemen (z. B. vorhandene AC/DC-Kabelsysteme), ist zu beachten, dass sich immer eine wechselseitige Beeinflussung beider Systeme ergibt. Dies hat folglich immer Auswirkungen auf die Kabelachsabstände der HGÜ-Kabel für das Vorhaben SuedOstLink+ in entsprechender Tiefenlage gegenüber einer Querung von Fremdleitungen ohne zusätzliche Wärmeemittenten. Eine Querung unter einer bestehenden Trasse dieser Art ist dementsprechend so zu planen, dass die Einwirkungen auf diese gequerte Bestandstrasse möglichst minimiert werden.

Bestehende Kabeltrassen (Fremdleitungen bzw. Leitungen anderer Betreiber) sind zur Übertragung von Peak-Leistung häufig auf die maximal zulässige Betriebstemperatur ausgelegt. Wenn diese Trassen mit einem zusätzlichen Wärmeemittenten wie den HGÜ-Kabeln des Vorhabens SuedOstLink+ gekreuzt werden, ist i. d. R. keine thermische Reserve vorhanden. Unter Umständen sind bauliche Maßnahmen an oder im Bereich um eine Bestandsleitung vorzunehmen. Denkbar ist eine nachträgliche Vergrößerung der Kabelquerschnitte, die Vergrößerung der Kabelachsabstände, eine Bettung mit thermisch vorteilhaftem Material o. ä.

2.2.4.3 Geräusch- und sonstige Emissionen

Akustische Emissionen treten im Betrieb von DC-Erdkabeln nicht auf.

Bei einer Kabelabschnittsstation treten Geräusche ggf. an den Armaturen und oberirdischen Freileitungssegmenten auf. Durch Teilentladungen und Koronaeffekte an der Leiteroberfläche kann es während des Betriebes zu Geräuschemissionen kommen. Das Auftreten der Koronaeffekte und die Schallleistungen der Bündelleiter können über die Minimierung der Randfeldstärken und konstruktive Maßnahmen an den Leitern begrenzt werden. Die Geräuschemissionen können rechnerisch prognostiziert werden. Diese Geräuschquelle ist mit der einer Schaltanlage (Umspannwerk ohne Transformatoren) zu vergleichen. Die Beschreibung der kumulierten Geräuschemissionen erfordert ein Schallschutz- und Erschütterungsgutachten, welches sowohl den Bauzustand als auch den Betriebszustand betrachtet.

Die Immissionsrichtwerte für angrenzende Wohnbereiche sind in der Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) geregelt. Die Vorhabenträgerin wird im Genehmigungsverfahren den Nachweis erbringen, dass die Richtwerte gemäß TA Lärm eingehalten werden.

Geräusch- und Erschütterungsemissionen entstehen u. a. durch Baggerarbeiten, Kabelinstallationsarbeiten sowie beim An- und Abtransport von Materialien von/zur Baustelle. Die Geräuschemissionen während der Bauphase werden durch die Bestimmungen der 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (32. BImSchV) und die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) geregelt. Die hier enthaltenen Bestimmungen zu den Emissionen, den Bauzeiten und den zulässigen Immissionen in der Umgebung sind von der Vorhabenträgerin und deren Nachunternehmern einzuhalten. Die immissionsschutztechnische Ersteinschätzung ist im Fachgutachten nach AVV Baulärm, siehe Anhang 1 – Schalltechnische Untersuchung, enthalten.

Weiterhin kann es während der Bauzeit, je nach Örtlichkeit und Jahreszeit, zu Staubentwicklung kommen, die dann auf ein Minimum mit geeigneten Maßnahmen zu reduzieren ist.

Dauerlärm durch HDD-Bohrungen: Der bei diesen Bohrungen entstehende Dauerlärm erfordert zur Beurteilung möglicher Störwirkungen auf empfindliche Vogelarten die Festlegung des Abstands, den der (gemäß Garniel und Mierwald, 2010) jeweils relevante kritische Lärmpegel vom Emissionsort aufweist. Die konkrete Größe der einzelnen Baufelder und damit auch die konkrete Lage der Schallmittenten kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht festgelegt werden. Es kann aber von folgenden überschlägigen Annahmen ausgegangen werden:

Die Werte für die überschlägig ermittelten Mindestabstände für Schutzgebiete in 1 und 10 m Höhe zur Schallquelle, hier der Einstichpunkt der HDD (siehe Tabelle 1), stammen aus den SOL-A2-Unterlagen gemäß § 21 NABEG, 07.03.2023 (siehe SOL Abschnitt A2).

Tabelle 1: Grenzisophonen (Linen gleichen Schalldrucks/Lautstärke) bei Dauerlärm im Fall einer HDD-Bohrung (ausgehend vom Beginn /Ende der geschlossenen Querung der potenzielle Trassenachse (potTA)) und der daraus resultierende überschlägig ermittelte Mindestabstand für Schutzgebiete in 1 und 10 m Höhe

<i>Grenzisophone</i>	<i>Höhe</i>	<i>Reichweite</i>
<i>47 dB(A)_{nachts}</i>	<i>1 m</i>	<i>435 m</i>
	<i>10 m</i>	<i>450 m</i>
<i>52 dB(A)_{tags}</i>	<i>1 m</i>	<i>270 m</i>
	<i>10 m</i>	<i>285 m</i>
<i>55 dB(A)_{tags}</i>	<i>1 m</i>	<i>185 m</i>
	<i>10 m</i>	<i>215 m</i>
<i>58 dB(A)_{tags}</i>	<i>1 m</i>	<i>145 m</i>
	<i>10 m</i>	<i>170 m</i>

Die Größe der Baustelleneinrichtungsflächen (BE-Flächen) ist zunächst von der Länge der herzustellenden Querung (Bohrlänge) abhängig. Aus der Bohrlänge leitet sich der Maschinen- und Geräteeinsatz ab, welcher die Größe der BE-Fläche maßgeblich bestimmt. Die Breite der BE-Fläche ergibt sich aus der Anzahl der Bohrungen und den erforderlichen Leiterabständen. Leiterabstände ergeben sich aus der Tiefenlage der Bohrung und der Wärmeleitfähigkeit des vorhandenen Bodens. Da bislang keine detaillierten Baugrundverhältnisse vorliegen, wird hier eine Beaufschlagung aufgrund von Erfahrungswerten vorgenommen. Die Ermittlung des Abstandes des entferntesten Punktes der BE-Fläche zum Einstichpunkt der HDD (Schallquelle) wird auf der Grundlage von Erfahrungswerten aus vergleichbaren Projekten vorgenommen und die Größe der BE-Fläche somit überschlägig ermittelt und berücksichtigt.

Nachtarbeit

Nachtarbeit wird nur in Ausnahmefällen im Bereich der geschlossenen Querungen erforderlich. Die grabenlosen Bauweisen sollen vorrangig nicht in Nachtarbeit erstellt werden. Jedoch kann bei langen HDD-Querungen die Nachtarbeit nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Daraus resultierende Schallemissionen auf sensible Bereiche werden durch Maßnahmen gemäß Stand der Schallminderungstechnik so weit wie möglich reduziert.

2.2.5 Instandhaltungsarbeiten im Betrieb

Das DC-Erdkabelsystem wird von der 50Hertz GmbH betrieben. Als Betreiberin ist sie zur Gewährleistung des sicheren und nachhaltigen Betriebes verpflichtet. In der Betriebsphase werden Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsleistungen durchgeführt, wobei die DC-Erdkabel selbst nahezu wartungsfrei sind. Gleichwohl wird eine jährliche Inspektion durchgeführt. Ferner ist das DC-Erdkabelsystem ferngesteuert und wird rund um die Uhr fernüberwacht. Somit werden alle relevanten Betriebszustände erfasst und ausgewertet. Auf deren Basis können Abweichungen vom Soll-Zustand erkannt und entsprechende Maßnahmen zeitnah eingeleitet werden.

An den Link-Boxen, die sich in Oberflurschränken befinden, werden in regelmäßigen Abständen Kontrollmessungen zur Fehlerortung durchgeführt.

Für Begehungen und Befahrungen der DC-Erdkabeltrasse zu Kontrollzwecken sowie ggf. erforderliche Inspektions- und Instandsetzungsarbeiten kann das DC-Erdkabel an jedem Punkt auf dem Schutzstreifen erreicht werden, wobei die Zugänglichkeit von Muffenstandorten bei geschlossenen Querungen nur bedingt gegeben ist. Die jährliche Inspektion der DC-Erdkabeltrasse wird in Form von Vor-Ort Begehungen oder Befliegungen durchgeführt.

Dabei wird der Zustand im Schutzstreifenbereich auf das Vorhandensein evtl. neu hinzugekommene Bauwerke, Bewuchs bzw. Anpflanzungen und Beschilderung geprüft und dokumentiert.

Während der Betriebsphase werden routinemäßig keine Arbeiten am DC-Erdkabel durchgeführt. Für den Reparaturfall werden entsprechende Materialien sowie DC-Erdkabel-Reservelängen von 50Hertz vorgehalten. Die Reparatur erfolgt nach Fehlersuche durch Austausch des defekten DC-Erdkabelstücks und dem Setzen einer Reparaturmuffe. Hierzu wird im Schutzstreifenbereich das DC-Erdkabel freigelegt, um den fehlerhaften Teil zu entfernen und durch ein neues DC-Erdkabel sowie eine Reparaturmuffe zu ersetzen. Sollte der Defekt im Bereich eines DC-Erdkabelschutzrohrs (DC-KSR) liegen, werden die beiden Enden freigelegt, das defekte DC-Erdkabel aus dem DC-KSR entfernt und durch eine neue Teillänge sowie jeweilige DC-Erdkabelmuffe ersetzt.

Die Zugänglichkeit zu den Standorten der DC-Erdkabelmuffen ist für Inspektionen, Wartungs- und Reparaturarbeiten stets zu gewährleisten. Daher sind die Standorte der DC-Erdkabelmuffen so zu wählen, dass der Betrieb der DC-Erdkabel ohne Einschränkungen erfolgen kann. Beispielsweise sollen Standorte mit jahreszeitlichen einschränkenden Ereignissen wie Überschwemmungsgebiete möglichst vermieden werden.

Im Fall von Störungen innerhalb von geschlossenen Querungen wird das defekte DC-Erdkabelsegment aus dem DC-Erdkabelschutzrohr gezogen und durch ein neues DC-Erdkabelsegment ersetzt. Die DC-Erdkabelenden werden durch entsprechende DC-Erdkabelmuffen dann wieder mit dem DC-Erdkabelsystem fachgerecht verbunden. Anschließend erfolgt die Verfüllung der jeweiligen Baugruben und die Rekultivierung der Oberfläche.

2.3 Darstellung der technischen Bau- und Betriebsmerkmale der Stromrichter

Neben den im Vorrang geplanten Erdkabelsystem sind die Stromrichter und das Umspannwerk weitere wesentliche Betriebsmittel der Gleichstromverbindung. Beide Anlagen stellen jedoch keinen Antragsgegenstand im Bundesfachplanungsverfahren dar, so dass die nachfolgenden Beschreibungen nachrichtlich erfolgen.

2.3.1 Größe und Platzbedarf

2.3.1.1 Platzbedarf während der Bauphase

Während der Bauphase sind zusätzlich zur Stromrichterfläche temporär Flächen für die Unterbringung der Baustelleneinrichtung notwendig. Diese werden nach Möglichkeit in der Nähe des Stromrichters errichtet. Diese Flächen beherbergen Baustelleninfrastruktur, Parkplätze für die Bauarbeiter und temporäre Lager für diverse Baumaterialien sowie Anlagenteile und Maschinen. Der Transport der Baumaterialien und der Anlagenteile erfordert geeignete Zuwegungen.

Für den Antransport schwerer Lasten wie Leistungstransformatoren muss eine Zuwegung für den Schwerlasttransport vorhanden sein oder gebaut bzw. verstärkt werden.

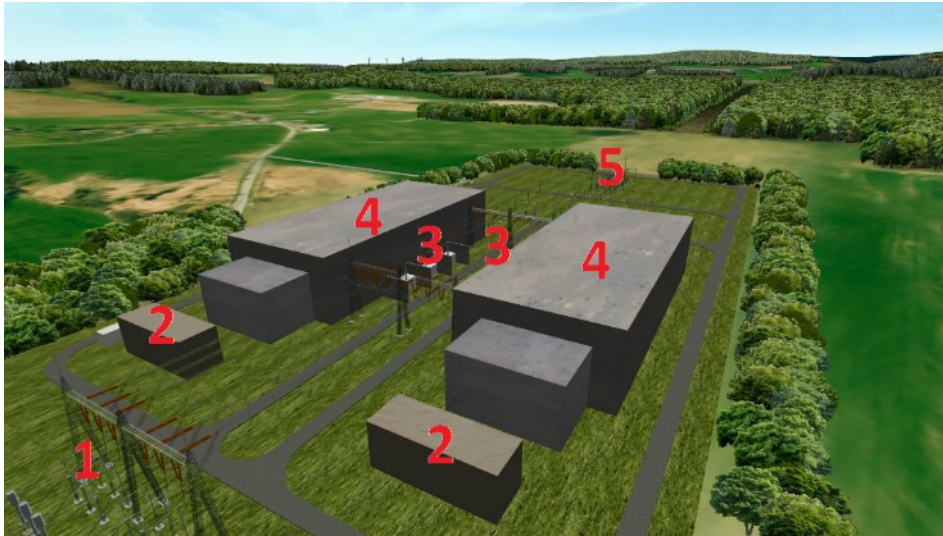
Die Flächen für die Baustelleneinrichtung und die Zuwegungen werden nach Abschluss der Bauphase wieder in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzt.

2.3.1.2 Platzbedarf während des Betriebs

Die umzäunte Fläche des Stromrichterstandorts für eine zweipolige Anordnung beträgt nach derzeitiger Planung ca. 6,5 ha für den Fall, dass der Stromrichter direkt am Umspannwerk realisiert werden kann. Wenn ein separater Stromrichterstandort gewählt wird, beläuft sich der Flächenbedarf aufgrund der notwendigen Drehstromschaltanlage auf ca. 7,4 ha. In beiden Varianten muss standortspezifisch ggf. noch ein Grünstreifen berücksichtigt werden. Die Stromrichterhallen haben nach dem heutigen Stand der Technik eine Nutzhöhe von ca. 25 m. Die tatsächliche Höhe kann abhängig vom Hersteller und behördlichen Konstruktionsvorgaben davon abweichen.

Das Design der Stromrichterstation und die Gebäudeabmessungen ergeben sich aus den Standortbedingungen (Anbindung der Drehstrom- und Gleichstromanschlüsse, Infrastrukturanbindung, Distanz zur nächsten Wohnbebauung, Flächenschnitt) und dem herstellerabhängigen Stromrichterdesign. Das Schaltfeld in der Außenanlage des Stromrichters ist in Aufbau und Aussehen vergleichbar mit herkömmlichen Umspannwerken. Die Ausdehnung der Außenanlage wird hauptsächlich durch die notwendigen Isolationsabstände zwischen den Anlagenkomponenten bestimmt.

Der Personenschutz in der Stromrichteranlage wird nach den Regeln der Technik sichergestellt.



Legende:

1. Drehstromseite, Anschluss zum Netzverknüpfungspunkt über AC-Leitung
2. Kühlanlage
3. Transformatoren
4. Stromrichterhallen
5. Gleichstromseite, weiter über DC-Verbindung

Abbildung 19: Schematische Darstellung einer Stromrichterstation mit zwei Stromrichterhallen
 Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB

2.3.2 Stromrichtertypen

Heutiger Stand der Technik sind Stromrichter in VSC-Technik (Voltage Source Converter) mit einer Nennspannung von 525 kV. Mit diesen Spannungsebenen liegen bereits erste Betriebserfahrungen vor.

Für das Vorhaben SuedOstLink+ ist aus technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten die technische Ausführung als Rigid Bipol geplant:

Abhängig von der Trassenlänge und dem Vorhandensein eines Freileitungsabschnitts kann es vorkommen, dass der DC-Kreis in einer der Stationen gleichstromseitig geerdet werden muss. Dies ist erforderlich, um eventuell auftretende Überspannungen an den Betriebsmitteln zum Beispiel durch Blitzeinschlag zu beherrschen. Um Erdströme zu vermeiden, ist die Erdung nur in einer Station möglich. Diese Konfiguration trägt den Namen „Rigid Bipol“.

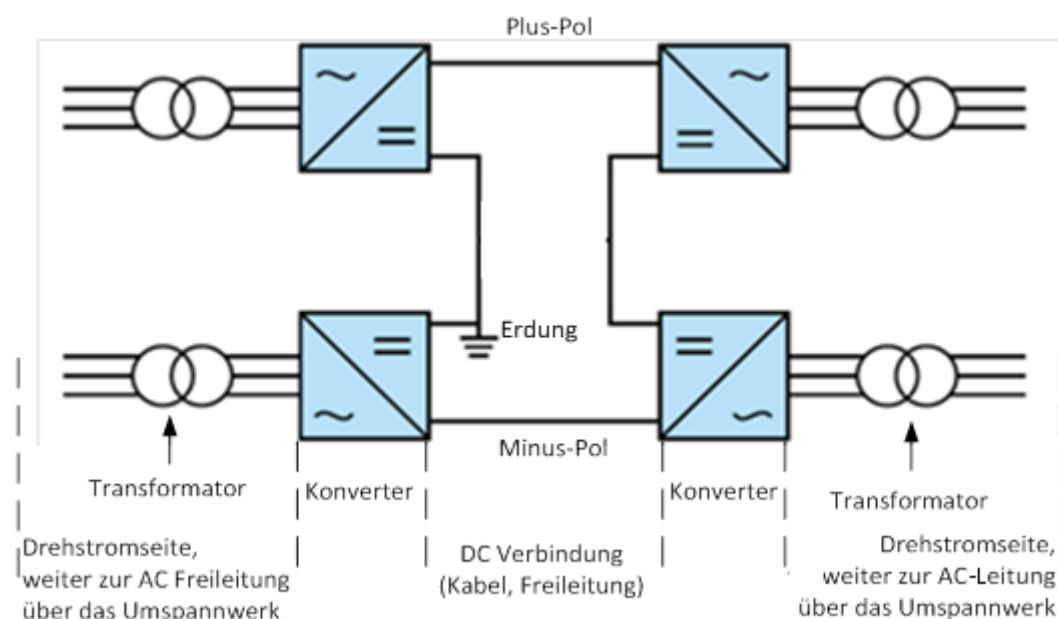


Abbildung 20: VSC-HGÜ in bipolarer Konfiguration „Rigid Bipol“ bei 525 kV für 2 GW Quelle: 50Hertz Transmission GmbH

2.3.3 Stromrichteraufbau

Zur Stromrichteranlage gehören zwei Stromrichterhallen, in denen der Umrichtungsvorgang stattfindet sowie Transformatoren, Schaltfelder und weitere Höchstspannungskomponenten, um den Wechselstrom mit geeigneter Spannung in das Höchstspannungsnetz zu übertragen.

2.3.3.1 Stromrichterhallen

In den Stromrichterhallen befinden sich die Stromrichter, die als selbstgeführte Stromrichter (englisch VSC – Voltage Source Control) ausgeführt sind. Außerdem wird in den Stromrichterhallen der Dreh- bzw. Gleichstrom mit speziellen Leistungselektronikbauteilen in Gleich- bzw. Drehstrom umgewandelt. Der Stromrichter kann somit sowohl als Gleich- als auch als Wechselrichter betrieben werden und damit die Lastflussrichtung bestimmen.

Neben den Stromrichtern befinden sich in den Stromrichterhallen weitere Höchstspannungskomponenten wie zum Beispiel Spulen, Messeinrichtungen, Wanddurchführungen etc. Die Hallen dienen zum einen der erforderlichen Reinraumhaltung für die Stromrichter, zum anderen schirmen sie die Stromrichter sowohl elektrisch als auch akustisch nach außen ab. Die Größe der Hallen ist sowohl von den Komponenten selbst als auch von den erforderlichen Freiluftabständen zwischen spannungsführenden Teilen und der Wand abhängig (je höher die Spannung, umso größer sind die erforderlichen Freiluftabstände).

Zur Abführung der Komponentenabwärme an die Luft sind die Hallen mit Belüftungssystemen ausgestattet.

Die Anbindung der Stromrichterhallen an die Transformatoren erfolgt über einen Freiluftteil. Dieser umfasst neben den Leitern auch diverse erforderliche Höchstspannungskomponenten wie z. B. Widerstände, Drehstromschalter und Spulen.

2.3.3.2 Kühlanlage

Im Stromrichter entsteht durch die Durchleitung und die Schaltvorgänge Wärme. Diese wird über ein Kühlmedium von den Stromrichtern abgeführt und zu der (Außen-)Kühlanlage transportiert. Die Kühlanlage besteht aus einzelnen Kühlersektionen, die abhängig von der abzuführenden Wärme und der Außentemperatur zu- oder abgeschaltet werden. In der Regel liegen die Kühlmitteltemperaturen im Bereich zwischen 30 °C bis 50 °C, bei höheren Außentemperaturen erreichen sie bis zu 60 °C. Unter der Kühlanlage befinden sich Auffangbecken, die im Fall eventuell auftretender Undichtigkeiten eine Kontamination des Bodens verhindern.

2.3.3.3 Transformatoren

Die Aufgabe der Transformatoren ist es, die netzseitige Spannung an die Erfordernisse der Stromrichter anzupassen. Hierbei handelt es sich um Leistungstransformatoren in Größen, wie sie auch in Umspannwerken eingesetzt werden. Ein Transformator besteht im Wesentlichen aus einem Transformator-kessel, der den Eisenkern, die Wicklungen, den Stufenschalter und das Isolationsmedium (Öl) beinhaltet sowie einer Lüfteranlage, die für die erforderliche Kühlung sorgt. Um die Schallemission der Transformatoren zu begrenzen, werden die Transformator-kessel eingehaust. Unter den Transformatoren befinden sich Auffangbecken, die im Fall eventuell auftretender Undichtigkeiten eine Kontamination des Bodens verhindern.

2.3.3.4 Schaltfelder

Die Anbindung der Transformatoren an das Drehstromnetz erfolgt über die sogenannten Schaltfelder. Diese bestehen im Wesentlichen aus Höchstspannungs-Leistungsschaltern, Trennschaltern und Erdungsschaltern. Das Schaltfeld der Stromrichteranlage wird entweder über eine Sammelschiene an die Leitung (Freileitung oder Kabel) zum Netzverknüpfungspunkt oder direkt an ein Schaltfeld an den Netzverknüpfungspunkt angebunden. Bei HGÜ-Systemen können elektrische Oberwellen auftreten. Diese können bei Bedarf durch HöchstspannungsfILTER reduziert werden, die im Wesentlichen aus Kondensatoren und Spulen aufgebaut sind.

Das Schaltfeld kann sowohl in Freiluft- als auch in gasisolierter Technik ausgeführt werden, wobei Letztere deutlich aufwändiger, aber platzsparender ist. Aus diesem Grund kommt diese Technik nur bei begrenztem Platzangebot zur Anwendung.

2.3.3.5 Leittechnische Einrichtungen

Die Leittechnik der Stromrichter ist in einem sogenannten Betriebsgebäude untergebracht. Dieses kann als Teil der Stromrichterhalle oder als eigenes Gebäude ausgeführt werden. In dessen Betriebsräumen sind auch die Eigenbedarfsversorgung und die Kühlanlagenpumpen sowie weitere erforderliche Einrichtungen untergebracht.

2.3.4 Emissionen und Emissionsquellen

2.3.4.1 Emissionen während der Bauphase

Während der Bauphase kommt es zu baustellentypischen Geräusch- und Staubemissionen, wie diese bei Tiefbauarbeiten üblich sind. Auch entstehen evtl. Beeinträchtigungen durch den An- und Abtransport der erforderlichen Baumaterialien. Die Anforderungen an den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sind dabei einzuhalten.

2.3.4.2 Elektrische und magnetische Felder

Beim Betrieb des Stromrichters treten sowohl elektrische und magnetische Felder an den Drehstromleitungen (50 Hz) wie auch elektrische und magnetische Gleichfelder (0 Hz) an den Gleichstromgeräten sowie Überlagerungen von Oberschwingungsanteilen auf. Diese Überlagerungen werden durch Filter gedämpft.

Die elektrischen Gleichfelder der Stromrichter werden durch die Stromrichterhalle nach außen hin abgeschirmt. Die elektrischen Gleichfelder der Kabel werden durch den Kabelmantel abgeschirmt.

Das magnetische Feld wird durch die Anordnung der Geräte und der Kabel am Anlagenzaun auf Werte unterhalb der Grenzwerte der 26. BImSchV (500 μ T) für Gleichfelder (0 Hz) minimiert.

Die elektrischen und magnetischen Felder der Drehstromgeräte und der Stickleitung vom Stromrichter zum Umspannwerk halten die nach der 26. BImSchV zulässigen Grenzen von 5 kV/m für das elektrische Feld und 100 μ T für das magnetische Feld (50 Hz) an den jeweiligen Grundstücksgrenzen ein.

2.3.4.3 Geräuschemissionen

Die Hauptgeräuschquellen eines Stromrichterstandortes sind die Transformatoren und die Kühlanlage. Soweit erforderlich kann eine Geräuschminimierung über eine gezielte Komponentenanzordnung, Einhausung von Teilkomponenten oder vergleichbare Maßnahmen erfolgen. Auch die Geräusche der Kühlanlage werden durch eine optimierte Anordnung verringert.

Allgemein ist die Geräuschkulisse am Stromrichter mit der eines Umspannwerkes zu vergleichen. Die Freileitungsarmaturen und Seile werden z. B. mit größeren Abmessungen/Querschnitten ausgelegt, um die Geräuschemission durch Koronaeffekte zu verringern. Die kumulierte Beschreibung aller Geräuschemissionen und deren Auswirkungen auf relevante Immissionsorte wird durch Schallimmissionsprognose erfolgen.

2.3.5 Instandhaltung im Betrieb

Einige der eingebauten Anlagenteile der Stromrichterstation bedürfen einer regelmäßigen Instandhaltung, etwa die Motoren, Lüfter, Kühl- und Lüftungsanlagen, mechanisch bewegte Teile etc. Des Weiteren werden bei Instandhaltungsarbeiten auch zusätzliche Wartungsschritte, Inspektionen, Messungen und Präventivwartungen durchgeführt, um die Zuverlässigkeit des Betriebs über die nächste Instandhaltungsperiode sicherzustellen.

2.4 Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Drehstrom-Freileitungsabschnitten zur Stromrichteranbindung

Die Stromrichter sollen möglichst nahe an den gesetzlich vorgesehenen Netzverknüpfungspunkten (Umspannwerken) aufgestellt werden. Bedingt durch die Situation vor Ort kann es allerdings vorkommen, dass der zur Verfügung stehende Standort eine gewisse Entfernung aufweist. Die Verbindung zwischen dem Stromrichter und dem Anschluss an das Umspannwerk erfolgt vorrangig über eine 380-kV-Drehstrom-Freileitung, soweit kein Drehstrom-Erdkabelabschnitt nach § 3 Abs. 6 i. V. m. § 4 Abs. 2 BBPG errichtet wird (vgl. Kap. 2.5). Drehstrom-Freileitungen dienen wie die Gleichstromtrassen dem Transport von elektrischer Energie. Kennzeichen der Drehstromtechnik ist das Vorhandensein von drei elektrischen Leitern je Stromkreis, welche sich durch die Phasenverschiebung von 120° ergeben. Diese drei Leiter pro Stromkreis werden auch als System bezeichnet. Die auch als Phasen bezeichneten Leiter haben die Aufgabe, die elektrischen Betriebsströme zu führen. Die Leiter stehen gegenüber der Erde und gegeneinander unter Spannung. Es handelt sich um Wechselspannungen mit einer Frequenz von 50 Hz. Die ggf. notwendige Leitung zwischen Stromrichter und Umspannwerk umfasst jeweils zwei Stromkreise mit insgesamt sechs Leitern/Phasen. Jeder Leiter besteht aus zumeist vier durch Abstandhalter miteinander verbundenen Einzelseilen (Viererbündel).

Tabelle 2: Definitionen zu Bau- und Betriebsmerkmalen zur Anbindung von Freileitungsabschnitten

Leitung	2-systemige 380-kV-Freileitung als Stahlgittermastkonstruktion
Leiterseil	Viererbündel
Erdseil	zwei Erdseile
Grundlastfall	1 GW je Stromkreis
Höchste maximal mögliche Anlagenauslastung (n-1-Fall)	2 GW je Stromkreis
Spannfeldweite	ca. 300 m bis 500 m

2.4.1 Masttypen

Es gibt verschiedene Masttypen, welche sich durch die Anzahl und Anordnung der Traversen und die an ihnen geführten Stromkreise unterscheiden (Abbildung 21). Auch Kombinationen dieser Mastformen sind im Leitungsverlauf möglich.

Die Masten einer Freileitung werden als Stützpunkte bezeichnet, an denen die Leiter über Isolatorenketten aufgehängt bzw. abgespannt sind. Die Stützpunkte werden im Hinblick auf ihre Funktionen unterschieden in die Mastarten Abspann- bzw. Endmasten (Fixierung der Leiter in Leitungsrichtung mittels Abspannketten) und Tragmasten (Fixierung der Leiter in vertikaler Richtung durch Tragketten).

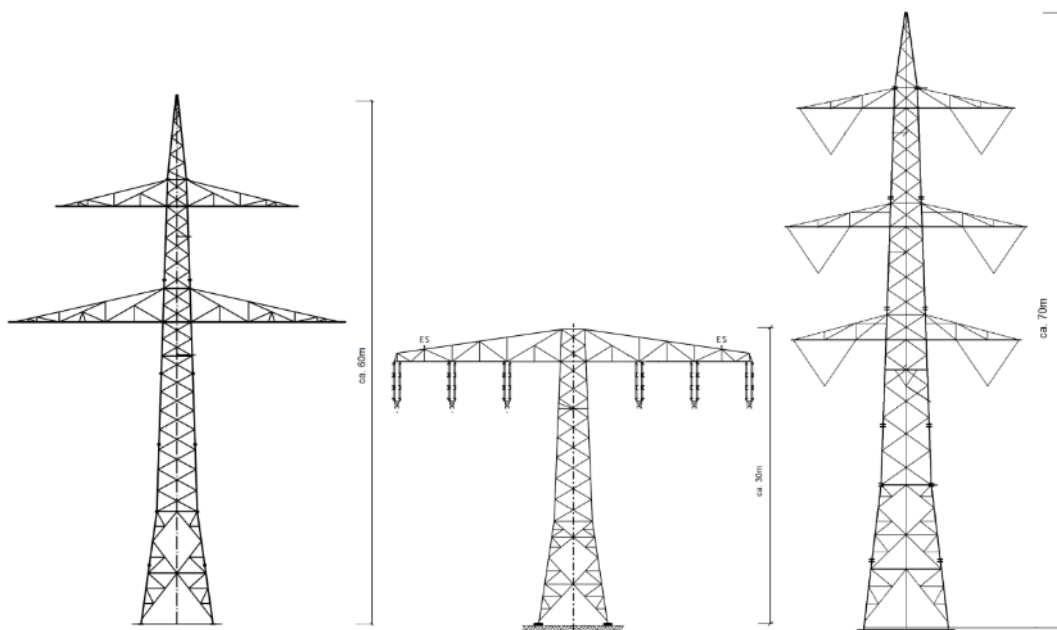


Abbildung 21: Schematische Darstellung dreier herkömmlicher Stahlgittermastformen Quelle: 50Hertz Transmission GmbH

Die Freileitung besteht aus zwei Stromkreisen mit einer Nennspannung von jeweils 380.000 Volt (380 kV). Jeder Stromkreis besteht aus drei Phasen/Leitern, die an den Querträgern (Traversen) der Masten mit Abspann- oder Tragketten befestigt sind. Die Lage der Leiterseile im Raum zwischen den Masten entspricht der Form einer Kettenlinie, die einer Parabel ähnelt. Jede Phase besteht aus zumeist vier Teilleitern (4er-Bündel), die mit Abstandhaltern zusammengefasst sind.

2.4.2 Emissionen und Emissionsquellen

2.4.2.1 Elektrische und magnetische Felder

Die Anforderungen der 26. BImSchV für die elektrischen und magnetischen Felder sind einzuhalten. Die Verordnung schreibt für Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hz einen Grenzwert für elektrische Felder von 5 kV/m und für die magnetische Flussdichte einen Grenzwert von 100 μ T (Mikrotesla) vor.

2.4.2.2 Geräuschemissionen

Durch Teilentladungen und Koronaeffekte an der Leiterseiloberfläche kann es während des Betriebes zu Geräuschemissionen kommen. Das Auftreten der Koronaeffekte und die Schalleistungen der Bündelleiter können über die Minimierung der Randfeldstärken und konstruktive Maßnahmen an der Leitung begrenzt werden. Die Geräuschemissionen können rechnerisch prognostiziert werden.

Die Immissionsrichtwerte für angrenzende Wohnbebauung sind in der TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) geregelt.

2.4.3 Instandhaltungsarbeiten im Betrieb

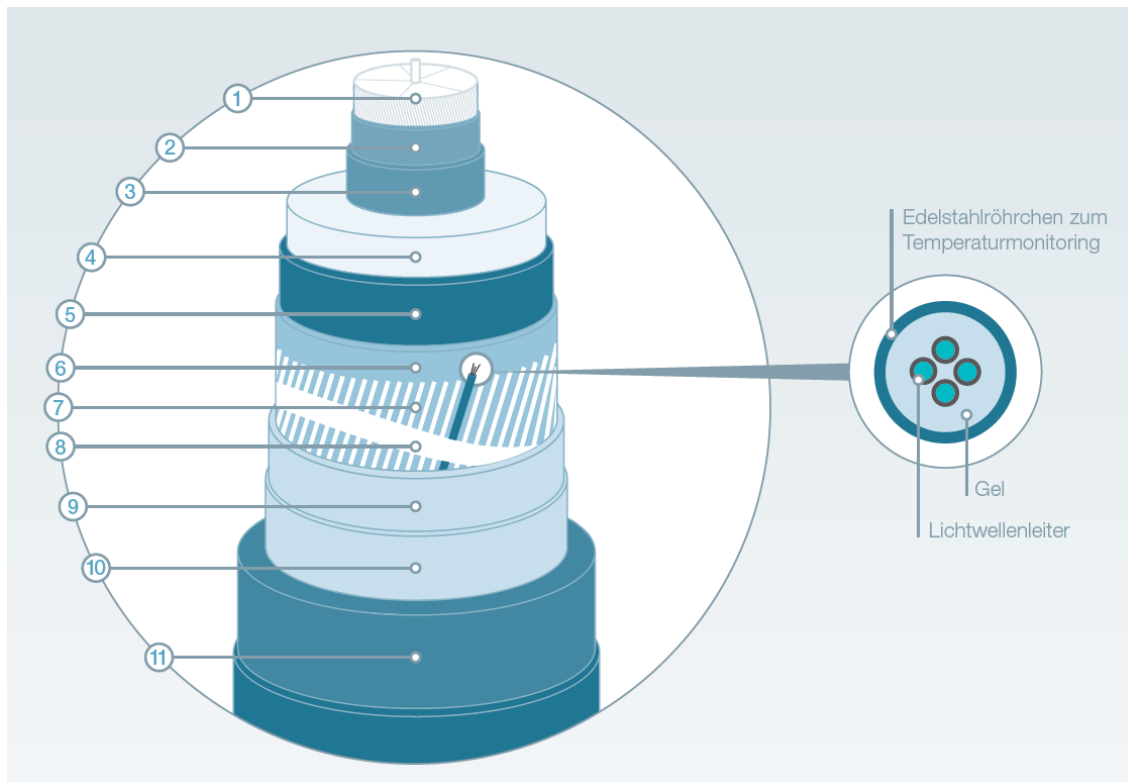
Die Freileitungstrassen werden jährlich inspiziert. Bei Bedarf werden Instandhaltungsarbeiten durchgeführt, die in der Regel Isolatoren, Armaturen, Seile oder auch Mastteile betreffen.

Größere Instandhaltungsarbeiten erfolgen in der Regel alle 30 bis 40 Jahre. Sie umfassen, je nach Zustand der Anlage, Maßnahmen zum Korrosionsschutz, Auswechseln der Isolatoren oder der Leiterseile.

2.5 Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Drehstrom-Erdkabelabschnitten zur Stromrichteranbindung

2.5.1 Kabeltypen

Die nachfolgende Beschreibung zum Kabel ist als mögliche Variante zu betrachten (Abbildung 22).



Legende:

1. Kupfer-Millikenleiter
2. leitfähige Bandierung
3. Leitschicht innen, leitfähiges VPE
4. Isolierung, VPE trocken vernetzt
5. Leitschicht, außen leitfähiges VPE
6. leitfähiges Polster
7. Kupfer-Drahtschirm
8. Gegenwendel
9. Bettung
10. Aluminium-Schichtmantel
11. HDPE 3-Außenmantel mit leitfähiger Skinschicht

Abbildung 22: Aufbau eines einphasigen 380-kV-Kabels, exemplarische Darstellung Quelle: 50Hertz Transmission GmbH, Projekt: SOL § 8-Antrag, Techn. VHB

2.5.2 Musterquerschnitt des Kabelsystems, Schutzstreifen

Im Fall einer Verkabelung der AC-Stichverbindung zwischen Stromrichter und Netzverknüpfungspunkt (Umspannwerk) – zu beachten ist hierbei, dass dies nur möglich ist, wenn die gesetzlichen Bedingungen gemäß BBPlG erfüllt sind – ist eine Verlegung im offenen Kabelgraben oder in Kunststoff-Kabelschutzrohren DN 250 möglich.

In Abhängigkeit der konkret ortsspezifischen Auslegung der Anlage kann die Anzahl auf bis zu 12 Kabel steigen. Die genaue Dimensionierung und Festlegung erfolgt erst im Rahmen der weiteren Verfahrensschritte bzw. Planungen.

Die Verlegung der Drehstrom-Erdkabel folgt den gleichen Grundsätzen wie die der Gleichstrom-Erdkabel.

2.5.3 Bauablauf

2.5.3.1 Offene Bauweise

Die offene Bauweise wird unter Berücksichtigung der Anzahl der Kabel und der Verlegeabstände analog der offenen Bauweise bei Gleichstromkabeln realisiert, siehe Kap. 2.2.3.1.

2.5.3.2 Geschlossene Bauweise

Die geschlossene Bauweise wird unter Berücksichtigung der Anzahl der Kabel analog der geschlossenen Bauweise bei Gleichstromkabeln realisiert, siehe Kap. 2.2.3.4.

2.5.4 Emissionen und Emissionsquellen

Drehstrom-Erdkabel erzeugen magnetische Wechselfelder in ihrer Umgebung.

Die magnetischen Flussdichten bleiben aber in den öffentlich zugänglichen Bereichen während des Betriebes unterhalb des Grenzwerts gemäß 26. BImSchV (100 μ T). Elektrische Felder entstehen in der Umgebung von Höchstspannungskabeln konstruktionsbedingt nicht.

Höchstspannungskabel erzeugen keine akustischen Emissionen.

2.5.5 Instandhaltungsarbeiten im Betrieb

Die Instandhaltungsarbeiten im Betrieb entsprechen denen der Gleichstromkabel, siehe Kap. 2.2.5.

2.6 Technische Bau- und Betriebsmerkmale des erforderlichen Umspannwerks am Netzverknüpfungspunkt

2.6.1 Standort

Im Rahmen des § 6-Antrags nach NABEG ist es das Ziel, potenziell geeignete Standorte im Suchraum für den NVP Klein Rogahn u. a. zu ermitteln. Im Laufe des weiteren Plan- und Genehmigungsverfahrens wird ein konkreter Standort festgelegt. Erst zu diesem etwas späteren Zeitpunkt steht das konkrete Anlagendesign des Umspannwerkes fest. Das Umspannwerk ist nicht Bestandteil des Antrages und wird hier nur nachrichtlich beschrieben.

2.6.2 Größe und Platzbedarf

Für ein Umspannwerk auf der Spannungsebene von 380 kV mit der notwendigen Anzahl der Schaltfelder zur Einbindung des Umspannwerkes in das Drehstromnetz und der Anbindung des Stromrichters ist inkl. Zufahrt ein Flächenbedarf von ca. 29 ha anzusetzen. Für den Stromrichter selbst ergibt sich ein Flächenbedarf von ca. 6,5 ha. Ggf. ist zudem ein umlaufender Grünstreifen zu berücksichtigen.

2.6.3 Funktion und Aufbau des Umspannwerks

Der elektrische Strom erreicht das Umspannwerk über eine ankommende Leitung, die zum Leitungstrennschalter mit Erdungsschalter führt. Er bildet die Verbindung zwischen Leitung und Schaltanlage. Als Nächstes folgt der Strom- und Spannungswandler in einem Gerät für Überwachung und Schutz der Anlage. Der Leistungsschalter ist das zentrale Element eines Schaltfeldes. Er schaltet den Strom ein und aus, sowohl unter normalen Bedingungen als auch im Fehlerfall. Das Schaltfeld ist über die Sammelschientrennschalter an alle Sammelschienen angeschlossen.

Die unterschiedlichen Sammelschienen können über ein Kupplungsschaltfeld miteinander verbunden werden.

An den Sammelschienen sind die Trafoschaltfelder angeschlossen. Der Transformator verbindet die unterschiedlichen Spannungsebenen. An seiner Unterspannungsseite folgt ein weiteres Transformator-schaltfeld, welches die Verbindung zum nächsten Umspannwerk herstellt (hier in der Regel das Umspannwerk des Versorgungsnetzbetreibers).

Das Umspannwerk besteht aus folgenden Bauteilen:

- Trennschalter,
- Erdungsschalter,
- Strom- und Spannungswandler,
- Leistungsschalter,
- Überspannungsableiter,
- Sammelschiene,
- Blitzschutzmast,
- Portal,
- Betriebsgebäude.

2.6.4 Emissionen und Emissionsquellen

2.6.4.1 Emissionen während der Bauphase

Während der Bauphase kommt es zu baustellentypischen Geräusch- und Staubemissionen, wie diese bei Tiefbauarbeiten üblich sind. Auch entstehen evtl. Beeinträchtigungen durch den An- und Abtransport der erforderlichen Baumaterialien. Die Anforderungen an den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sind dabei einzuhalten.

2.6.4.2 Elektrische und magnetische Felder

Die Anforderungen der 26. BImSchV für die elektrischen und magnetischen Felder sind einzuhalten. Die Verordnung schreibt für Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hz einen Grenzwert für elektrische Felder von 5 kV/m und für die magnetische Flussdichte einen Grenzwert von 100 μ T (Mikrotesla) vor.

2.6.4.3 Geräuschemissionen

Durch Teilentladungen und Koronaeffekte an der Leiteroberfläche kann es während des Betriebes zu Geräuschemissionen kommen. Das Auftreten der Koronaeffekte und die Schallleistungen der Bündelleiter und Rohrleiter können über die Minimierung der Randfeldstärken und konstruktive Maßnahmen an den Leitern begrenzt werden. Die Geräuschemissionen können rechnerisch prognostiziert werden.

Die kumulierte Beschreibung aller Geräuschemissionen erfordert ein Schallgutachten.

Die Immissionsrichtwerte für angrenzende Wohnnutzung sind in der TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) geregelt.

2.6.5 Instandhaltungsarbeiten im Betrieb

Ein Umspannwerk wird regelmäßig inspiziert. Die Inspektion, Wartung sowie je nach Bedarf Instandsetzung u. a. an den Transformatoren, Schaltgeräten, Wandlern, Isolatoren und Leitern erfolgen schaltfeldweise.

2.7 Ansatz zur Entwicklung der potenziellen Trassenachse

Im Zuge der bisherigen Planungen im Rahmen des Antrags auf Bundesfachplanung nach § 6-NABEG wurden Trassenkorridorsegmente (TKS) entwickelt, die den späteren Verlauf der SuedOstLink+-Trasse begrenzen. Für die weitere Planung zur Vorbereitung und Erstellung der § 8-NABEG-Unterlagen wurde innerhalb der TKS eine potenzielle Trassenachse (potTA) entwickelt, die auf der Basis vorhandener Unterlagen und Daten einen bautechnisch und umweltfachlich umsetzbaren Verlauf der SuedOstLink+-Trasse angibt. Dieses schließt nicht aus, dass auf Grund weiterer Erkenntnisse bei der Erstellung der Unterlagen für § 19 und § 21-NABEG (z. B. Wegerechte, Baugrunduntersuchungen, Archäologie etc.) der Verlauf der potTA angepasst werden muss.

In dem vorliegenden Kapitel soll die Methodik zur Entwicklung der potTA dargestellt werden.

2.7.1 Definition der potenziellen Trassenachse

Im Rahmen der Bundesfachplanung wird durch die Vorhabenträgerin in den Unterlagen nach § 8 NABEG eine möglichst konfliktarme, potenzielle Trassenachse (potTA) als Hilfsmittel zur Bewertung der Trassenkorridorsegmente entwickelt. Gemäß Positions- und Methodenpapieren der BNetzA ist die Nutzung einer potTA konkret möglich. Grundsätzlich kann die potTA den Nachweis unterstützen, dass in dem jeweiligen Trassenkorridor, nach gegenwärtigem Erkenntnisstand, zumindest eine konkrete Trasse technisch und rechtlich realisierbar ist. Die Gesamtbewertung hat dabei grundsätzlich über den gesamten Trassenkorridor hinweg zu erfolgen.

Die potTA wurde insbesondere aus raum- und umweltplanerischen Kriterien sowie technischen Kriterien abgeleitet.

Deutlich zu unterscheiden ist die potTA von der später über eine Feintrassierung ermittelten Trassenachse, die Gegenstand des nachfolgenden Planfeststellungsverfahrens ist. Innerhalb des Trassenkorridors ist die Trassenführung zum Zeitpunkt des Bundesfachplanungsverfahrens noch nicht festgelegt. Sie wird jedoch als potTA bereits vorläufig gemäß dem derzeitigen Kenntnis- und Planungsstand auf der Grundlage plausibler Annahmen berücksichtigt. Erst im Rahmen der Erstellung der Unterlagen für das Planfeststellungsverfahren wird die konkrete Trassenführung innerhalb des nach § 12 NABEG vorgegebenen Trassenkorridors festgelegt. Aus der potTA als Hilfsmittel in der Bundesfachplanung ergibt sich somit keine Vorfestlegung für die Auswahl der Trassenführung in der Planfeststellung.

2.7.2 Bautechnische Annahmen für die Entwicklung

Offene Verlegung

Als Regelbauweise für die Entwicklung der potTA wurde die offene Verlegung angenommen. Für die Entwicklung der potTA beim SuedOstLink+ wurden bezüglich offener Verlegung die Annahmen gemäß Kapitel 0 getroffen:

- Schutzstreifen bei angenommener Regelbauweise: 8 m bis zu ca. 12 m Breite,
- Arbeitsstreifen bei angenommener Regelbauweise: 29 m bis ca. 35 m,

Bei Waldquerungen mit einer neuen Schneise oder bei besonders beengten Verhältnissen (Riegeln/Engstellen) wird von einem eingeschränkten Arbeitsstreifen von ca. 25 m ausgegangen, d. h., dass in dieser Breite die vorhandenen Gehölze entfernt werden müssen.

Geschlossene Bauweise

Als Verfahren zur geschlossenen Querung z. B. von Gewässern oder klassifizierten Straßen wurden die drei Verfahren HDD, Bohrpressung und Mikrotunnel betrachtet:

- HDD-Verfahren: klassifizierte Straßen (Autobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen), Gewässer, geschlossene Unterquerung von sensiblen Bereichen (z. B. Schutzgebiete, die nicht durch Umtrassierung vermieden werden können); max. Länge bis 1.100 m,
- Bohrpressung: Querung von Bahnlinien (ggf. Bundes-, Landes- und Kreisstraßen), ggf. bei besonderen Situationen mit eingeschränktem Baufeld; max. Länge bis 80 m (bautechnische Grenze des Verfahrens),
- Mikrotunnelverfahren: Gewässer oder geschlossene Querungen mit Längen über 1.100 m und/oder mit geotechnischem Untergrund (bautechnische Widerstandsklasse - BTWK) und sonstige technisch anspruchsvolle Querungen, die für andere geschlossene Verfahren nicht geeignet sind.

Andere Verfahren, die ggf. für den Bau des SuedOstLink+ in Frage kommen könnten (z. B. Kabelpflugverfahren, E-Power-Pipe-Verfahren, Direct Pipe u. a.) werden bei der Entwicklung der potTA nicht berücksichtigt; sie sind zwar im Zuge der Erstellung der Planfeststellungsunterlagen zu prüfen, wirken sich aber nicht auf den Verlauf der potTA aus.

2.7.3 Basisdaten zur Entwicklung

Die potTA wird an technischen oder umweltfachlichen Engstellen für alle TKS entwickelt, welche im Genehmigungsverfahren gemäß § 8 NABEG ermittelt wurden.

Karten, Pläne, sonstige Unterlagen

Die Entwicklung der potTA erfolgte auf folgenden Grundlagen, die bereits im Rahmen der § 6-NABEG-Unterlage zusammengetragen und im Rahmen der § 8-NABEG-Unterlage ergänzt und aktualisiert wurden. Im Folgenden wird eine Übersicht zu den verwendeten Datengrundlagen gegeben:

- topographische Karte und Luftbilder,
- Landnutzung nach den aktuellen ALKIS-Daten sowie Bauleitplanung,
- Fremdleitungen (Abfrage über BIL),
- bautechnischen Widerstandsklassen (BTWK), die im Rahmen der § 6-NABEG-Unterlage erstellt wurden (große Hangneigungen, senkungsgefährdete Bereiche u. a.),
- Abbaugelände sowie Vorranggebiete für Rohstoffabbau (Angaben der jeweils zuständigen Behörden in den betroffenen Bundesländern),
- naturschutzfachliche und wasserrechtliche Schutzgebiete (Natura 2000, Wasserschutzgebiete etc.),
- Überschwemmungsgebiete und Hochwasserrisikogebiete,
- Gewässernetz der WRRL-Gewässer,
- Kultur- und Sachgüter v. a. Hinweise auf Bodendenkmäler,

- Altlasten und -ablagerungen,
- Flurneuordnungsgebiete,
- weitere Pläne und Unterlagen, soweit relevant und verfügbar.

Zusätzliche Gutachten:

An besonderen Stellen werden eigene geotechnische Untersuchungen durchgeführt. Die besonderen Stellen sind im Folgenden aufgelistet:

- Machbarkeitsuntersuchungen für die Elb- und Mittellandkanalquerungen mit geotechnischer Einschätzung auf der Basis vorhandener Daten,
- geotechnische Einschätzung der größeren Fließgewässer-Querungsstellen (u. a. Prignitz) sowie Kanäle (Mittellandkanal, Müritz-Elde-Seitenkanal) u. a.,
- geotechnische Einschätzung von bautechnisch schwierigen Bereichen, die geotechnische Risiken bergen wie. Hanglagen (z. B. Hühbeck),
- fachtechnische Gutachten bzw. Machbarkeitsstudien zu angepassten Kreuzungsverfahren (HDD, Mikrotunnel) u. a. für fünf Elbe-Querungen sowie fünf Querungen des Mittellandkanals (siehe Kapitel 0 und 0).

Ortsbegehungen:

Die potTA wird auf der Basis der o. g. Unterlagen entwickelt. Anhand von bereits stattgefundenen Ortsbegehungen wurden die technischen und umweltrelevanten Konfliktbereiche teilweise vor Ort überprüft.

Sonstiges:

Im Zuge der Öffentlichkeitsbeteiligung, der Abstimmungen mit den Kommunen und Behörden, der planungsbegleitenden Foren sowie der Antragskonferenzen (mit Stellungnahmen) zu den einzelnen Sued OstLink+-Abschnitten ergaben sich Hinweise, die ausgewertet und bei der Entwicklung der potTA berücksichtigt werden (z. B. Bündelung mit der Rohstoffpipeline Rostock – Böhlen über die Elbe, Umgehungsstraße rund um Lrxleben).

2.7.4 Grundsätze

Die potenzielle Trassenachse (potTA) wurde auf der Basis von folgenden Grundsätzen entwickelt:

Allgemein

- gerader, gestreckter Verlauf,
- Verlauf innerhalb der TKS-Grenzen, wobei der Schutzstreifen innerhalb des TKS bleiben muss, jedoch grob entworfene BE-Flächen und Zuwegungen außerhalb des TKS liegen können,
- Berücksichtigung der o. g. bautechnischen Annahmen mit offener Verlegung als Regelbauweise,
- Minimierung von Querungen aller Art (bevorzugt geringfügig längere Trasse, um Kreuzungen mit Infrastrukturen, Fließgewässern, Hecken/Baumreihen zu vermeiden).

Kreuzungswinkel

Ein wesentliches trassierungstechnisches Kriterium stellt der Kreuzungswinkel dar. Je nach Wertigkeit der zu unterquerenden Bauwerke oder Infrastrukturen (z. B. Straßen, Gewässer, Bahnstrecken) werden seitens der Genehmigungsbehörden bzw. Kreuzungspartner hier mehr oder minder strenge Anforderungen gestellt. Bei klassifizierten Straßen, Wasserstraßen, Hochwasserschutzanlagen (Deiche), Bahnstrecken und versorgungsrelevante Fremdleitungen (Gas- und Ölleitungen) handelt es sich um besonders schützenswerte Kreuzungsobjekte, die grundsätzlich möglichst rechtwinklig (orthogonal) gequert werden sollen. Aufgrund vielfältiger topografischer und verfahrenstechnischer Randbedingungen kann ein exakter Kreuzungswinkel von 90° in der Regel bei der Herstellung einer geschlossenen Quering nicht eingehalten werden. Aus diesem Grunde definieren z. B. die Kreuzungsrichtlinien des Vorhabens SuedOstLink+ und der Deutschen Bahn einen zulässigen Bereich zwischen 80° und 100° innerhalb dessen eine Kreuzung als orthogonal bezeichnet werden kann. Überdies lässt die DIN 19712 in begründeten Fällen eine Abweichung von maximal 15° zur absoluten Rechtwinkligkeit bei der Kreuzung von Hochwasserschutzanlagen zu.

Positiv-Kriterien

- Verlauf über Ackerflächen,
- Bündelung mit erdverlegten Leitungen (z. B. Gas- und Produktenleitungen; Verlegung Schutzstreifen an Schutzstreifen),
- Bündelung mit Freileitungen (Verlegung Arbeitsstreifen an Schutzstreifen),
- Bündelung mit Straßen (v. a. Autobahnen), wo bautechnisch machbar/sinnvoll (unter Beachtung einer Anbauverbotszone).

Negativ-Kriterien

Stufe I: vollständige Meidung (Ausschlussbereiche, die nicht zu queren sind)

- Kriterien RWK I* (Raumwiderstandsklassen, siehe Antrag auf Bundesfachplanung § 6 NABEG, www.netzausbau.de, Gesamtkriterienliste, Spalte „Trassenkorridoranalyse“):
 - Landnutzung: Campingplätze/Ferien- und Wochenendhaussiedlungen, geplante Bebauung gemäß aktueller Bauleitplanung (Berücksichtigung nur bei (Beinahe-)Konfliktbereichen im Siedlungsbezug), Industrie- und Gewerbeflächen, sensible Einrichtungen (Kliniken, Pflegeheime, Schulen, Friedhöfe), Wohn- und Mischbauflächen sowie Bauleitpläne, bei denen dem Vorhaben entgegenstehende Nutzungen zugeordnet werden,
 - Sonstiges: Deponien und Abfallbehandlungsanlagen, Flugverkehr/Flugplätze, oberflächennahe Rohstoffe/Abgrabungen (Tagebaue, Gruben, Steinbrüche, Kies-, Sand- und Torfabbau), Flächen mit unsicherem bzw. potenziell kontaminiertem Baugrund,
 - Sonstiges: Sondergebiete Bund/militärische Anlagen,
 - Wasser: Wasserschutzgebiete Zone I,
 - möglichst Meidung von bekannten Altlastenflächen.

Stufe II: geschlossene Querung möglich, mit Ausnahme offene Bauweise, ggf. Restriktionen wie Bauzeitbeschränkungen

- möglichst Meidung der Kriterien RWK I und BTWK I (siehe Antrag auf Bundesfachplanung § 6 NABEG, Gesamtkriterienliste, Spalte „Trassenkorridoranalyse“):
 - BTWK: Hangneigung > 30° und Fels (erschwerter Aushub),
 - Biotop- und Gebietsschutz: Biosphärenreservate – Kernzonen, Europäische Vogelschutzgebiete (VSch-Gebiete), FFH-Gebiete, Naturschutzgebiete (NSG), Waldschutzgebiete,
 - Wasser: Stillgewässer und Wasserschutzgebiete Zone II,
 - Ziele der Raumordnung: Vorranggebiete Deponie, Vorranggebiete im Siedlungsbezug (Industrie/Gewerbe/Siedlungsentwicklung), Vorranggebiete Militär, Vorranggebiete oberflächennahe Rohstoffe.
- geschlossene Querung von Bahntrassen, Bundesautobahnen, Bundesstraßen, Landstraßen und in der Regel Kreisstraßen,
- geschlossene Querung von Gewässern, die in der Wasserrahmenrichtlinie aufgeführt sind,
- geschlossene Querung von Wäldern, soweit möglich.

Stufe III: offene Querung in Regelbauweise und geschlossene Querung möglich

- RWK II, RWK III, BTWK II und BTWK III (siehe Antrag auf Bundesfachplanung § 6 NABEG, www.netzausbau.de, Gesamtkriterienliste, Spalte „Trassenkorridoranalyse“),
- offene Querung von Gemeindestraßen und unklassifizierten Straßen,
- möglichst Meidung von Sonderkulturen wie Beeren-, Weinbau- und Hopfenanbaugebiete,
- unvermeidbare Waldquerungen (RWK II) bevorzugt in vorhandenen Schneisen von Freileitungen oder erdverlegten Leitungen bzw. entlang von Wald-/Forstwegen zur Minimierung des Holzeinschlags für Arbeits- und/oder Schutzstreifen.

Zusätzliche optionale Kriterien, nach Abwägung:

- Meidung von Kultur- und Sachgütern wie Denkmäler (z. B. historische Bäume),
- möglichst Meidung von bestehenden/geplanten Kompensationsflächen,
- Einhaltung der Immissionsrichtwerte gemäß AVV Baulärm.

2.8 Querungen von Bundeswasserstraßen

2.8.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Die Querungen der Bundeswasserstraßen Elbe und Mittellandkanal gelten im Projekt SuedOstLink+ als eine der größten technischen und naturschutzfachlichen Herausforderungen. Aufgrund des gesetzlichen Erdkabelvorrangs werden die Bundeswasserstraßen unterirdisch zu queren sein.

Eine offene Bauweise auf der Flusssohle (schürfend, baggernd oder durch Spülung) wird aufgrund des Schiffsverkehrs auf diesen Bundeswasserstraßen sowie der notwendigen Verlegetiefe in der Flusssohle als technisch kaum möglich angesehen. Im Sinne des § 9 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) ist zur Benutzung einer Bundeswasserstraße eine strom- und schifffahrtspolizeiliche Genehmigung des Wasser- und Schifffahrtsamtes notwendig.

Damit die Umsetzung des Projektes möglichst keine Beeinträchtigung des für die Schifffahrt erforderlichen Zustandes der Bundeswasserstraße sowie der Sicherheit und der Leichtigkeit des Verkehrs verursacht, ist eine geschlossene Querung der Bundeswasserstraßen als vorzuzugsfähig gegenüber einer offenen Bauweise zu ersehen. Außerdem spielen teilweise ausgedehnte FFH- und Vogelschutzgebiete entlang der Ufer und in den Vorlandbereichen der Bundeswasserstraßen eine wichtige Rolle, die ebenso eine geschlossene Querung vorteilhaft erscheinen lassen, diese allerdings aufgrund zusätzlicher Querungslänge technisch nochmal erschweren.

Bei der geschlossenen Bauweise wird die Geländeoberfläche/Flusssohle unterbohrt. Hier sind mehrere Bauverfahren möglich (Horizontalbohrverfahren (HDD), Mikrotunnelverfahren, Rohr- und Tunnelvortrieb, siehe Kapitel 2.2.3.4). Sollte für den späteren Betrieb und für die Instandhaltung eine begehbare Querung gefordert werden, ist der notwendige Querschnitt nur mit einem Tunnelvortrieb/Mikrotunnelverfahren möglich.

Für die Bewertung geeigneter Querungsmöglichkeiten der Bundeswasserstraßen werden die Belange der vorhandenen Raumwiderstände, aber auch die der technischen Machbarkeit ermittelt und bewertet. Auch sind die topografischen Zwänge der Bundeswasserstraßen und möglicher potenzieller Überschwemmungsflächen besonders zu betrachten.

2.8.1.1 Baustelleneinrichtungsflächen

An den Anfangs- und Endpunkten einer geschlossenen Querung muss eine ausreichend große und ebene Fläche zur Aufnahme der Baustelleneinrichtung (BE) zur Verfügung stehen. Ferner sind entsprechende Zufahrtsmöglichkeiten zum An- und Abtransport der erforderlichen BE-Elemente zu gewährleisten.

Die Baustelleneinrichtungsflächen (BE-Flächen) für geschlossene Bauverfahren lassen sich allgemein in Start- und Zielseite unterteilen. Die **Startseite** beinhaltet den wesentlichen Teil der Maschinentechnik. Sie umfasst u. a. die nachfolgend aufgeführten Elemente:

- Bohr-/Vortriebsanlage,
- Startgrube,
- Steuercontainer,
- Energieversorgung,

- Hebezeug (Kran), Klein-/Hilfsgeräte,
- Bodenlager,
- Bentonitlager,
- Mischanlage,
- Recyclinganlage,
- Spülungsbecken,
- Material- und Werkstattcontainer,
- Büro- und Personalcontainer.

Je nach Verfahrensart sind überdies noch Lagerflächen für das Bohrgestänge oder die Mantelrohre für die Baustelleneinrichtung auf der Startseite zu berücksichtigen.

Auf der Zielseite befinden sich Zielgruben, ggf. Spülungsbecken (HDD) und die erforderlichen Anlagen bzw. Werkzeuge zur Vorbereitung des Rohreinzuges sowie für den Aus- und Umbau der Bohr- bzw. Vortriebstechnik.

In der für die Querungen der Elbe betrachteten Bohr- bzw. Vortriebsdimension (ca. 900 bis 1.200 m Länge) kommen bei allen geeigneten grabenlosen Verfahren ähnliche Komponenten zum Einsatz. Aufgrund der Auffächerung der einzelnen Bohrungen bzw. Vortriebe über die gesamte Systembreite ergibt sich eine große zusammenhängende BE-Fläche, welche die gesamte erforderliche Baustelleneinrichtung für alle geeigneten Verfahren sicher aufnehmen kann, sodass weitere Detailbetrachtungen zu Mindestwerten für den Flächenbedarf nicht erforderlich sind. Vielmehr soll analog zur Systembreite auch für die BE-Fläche eine Größe angenommen werden, welche ggf. mit den alternativen Bauverfahren sowie in späteren Planungsphasen optimiert werden kann.

Die BE-Flächen wurden verfahrensunabhängig für die Betrachtung in der Machbarkeitsuntersuchung der Elbe wie folgt angenommen:

- in der Breite jeweils 15 m ab der Außenkante der Systembreite (zwingend erforderlich, um ausreichend viel Platz zur Aufstellung bzw. Einrichtung der Vortriebstechnik zu gewährleisten),
- in der Länge 150 m (kann in späteren Planungsphasen verfahrensbezogen optimiert werden).

So ergibt sich eine BE-Gesamtfläche von ca. 24.000 m² (sofern ein ausreichendes Flächenangebot gegeben ist).

Um für das weitere Planungs- und Genehmigungsverfahren möglichst viele Freiheiten zu gewährleisten, erfolgte noch keine Festlegung von Start- und Zielseiten. Die vorstehend erläuterten Ansätze werden deshalb auf beiden Enden der jeweiligen Querung vorgesehen.

2.8.1.2 Flächen zur Rohrvorstreckung

In Abhängigkeit von Querungslänge, Bauverfahren, Rohrdimension und -material sind an den Endpunkten ausreichend große Flächen für die Vorstreckung der grabenlos zu verlegenden Rohre (Mantelrohre) zu berücksichtigen. Diese sind möglichst in linearer Verlängerung der Bohr- bzw. Vortriebsachsen vorzusehen. Sofern aufgrund der topografischen Gegebenheiten Radien im Verlauf der Rohrvorstreckungsflächen erforderlich werden, so sind diese vor dem Hintergrund der materialabhängig erforderlichen Biegeradien für die Rohre möglichst groß zu wählen.

Analog zu den BE-Flächen wird die Betrachtung der Rohrvorstreckungsflächen beidseitig der Querungen vorgesehen. Dabei werden die nachstehend aufgeführten geometrische Randbedingungen angesetzt:

- Gesamtlänge der Rohrvorstreckungsfläche entspricht mindestens der Querungslänge,
- Breite der Fläche: mindestens 15 m, um eine ausreichende Zugänglichkeit und Flächen für die Rohrverbindungstechnik und Lagerung beim Einzug/Vortrieb (ggf. ist der Einsatz von Seitenauslegern zur Stabilisierung beim Einsatz von Stahlrohren erforderlich) zu gewährleisten; für die Betrachtung im Rahmen dieser Studie werden die Rohrauslegeflächen über die gesamte Systembreite angesetzt,
- Radien von mindestens 1.700 m, um auch den Einsatz größerer Stahlrohre zu gewährleisten.

2.8.1.3 Zuwegungsplanung

Die Dimensionen der zu betrachtenden Bauaufgabe erfordern eine besondere Logistik. Hierbei sind insbesondere die Anlieferung der Bohr- bzw. Vortriebstechnik selbst, aber auch der zum Bau notwendigen weiteren Materialien zu berücksichtigen. Weiterhin sind mit der Anlieferung und dem Abtransport der benötigten Baumaschinen und des notwendigen Equipments zur Herstellung der Leitungstrasse logistische Herausforderungen verbunden. Überdies soll eine Transporttechnik mit bodenschonenden Fahrzeugen zum Einsatz kommen.

Der Zubringerverkehr und die Materialtransporte werden überwiegend über öffentliche Straßen abgewickelt. Diese sind im Vorfeld der Nutzung zu inspizieren und ggf. Ausnahmegenehmigungen für den Transport zu beantragen.

Weiterhin sind für die Betrachtung Zuwegungen zu den BE-Flächen vorgesehen. Diese werden mittels Baggermatten beidseitig der Querungen erstellt. Folgende Randbedingungen werden für diese angesetzt:

- Breite der Baggermatten mindestens 6 m, je nach Bodenverhältnissen ggf. vorher mineralische Aufschüttung auf Geoflies erforderlich,
- möglichst Inanspruchnahme öffentlicher Flächen,
- möglichst Nutzung vorhandener Wege.

2.9 Querung Elbe

Die Methodik zur Ermittlung der Elbquerungsbereiche ist in Kap. 2 der BFP § 6 NABEG dargelegt und wurde in der Machbarkeitsuntersuchung (MBU) Elbquerung (2023) nochmals weiterentwickelt. Wesentliches Kriterium für die Auswahl des Bauverfahrens ist die Unterquerungslänge. Bei einer Länge der Querung unter 1.100 m wird die Ausführung nach derzeitigem Kenntnisstand mit dem HDD-Verfahren als machbar bewertet. Im Falle einer Querungslänge über 1.100 m würde die Unterquerung mittels HDD-Verfahren voraussichtlich nicht möglich sein. Dies ist darauf zurückzuführen, dass vom Kabelhersteller momentan lediglich Kabeleinzugslängen von ca. 1.200 m technisch gestellt werden können. Gemäß der Machbarkeitsuntersuchung war in drei definierten Bearbeitungsstufen die am besten geeignete Position zur Querung der Elbe zu identifizieren. Dazu wurden fünf vorgegebene Trassenkorridorverläufe betrachtet. Als Standardverfahren wurde hierfür das HDD-Verfahren definiert. Daneben sind weitere geeignete alternative Verfahren betrachtet worden.

Aufgrund der Komplexität der Elbquerung und der sich daraus ergebenden Bedeutung für die gesamte Trasse des SuedOstLink+ wird empfohlen, nach Festlegung der präferierten Querungsstelle unmittelbar in der weiteren Detailplanung fortzuschreiten. Hierzu sollten entlang der Trassenachse in einem entsprechend engem Raster und bereits in ausreichender Tiefe Baugrundaufschlüsse hergestellt werden, aus denen sich die geotechnischen Eigenschaften sowie Aussagen zur Wärmeleitfähigkeit der vorhandenen Schichten ableiten lassen. Auf Grundlage dieser Untersuchungen könnte eine fundiertere Entscheidung zur Auswahl des am besten geeigneten Querungsverfahrens mit einer ggf. der fortgeschrittenen Genehmigungsphase angepassten Wichtung erfolgen.

Die fünf Querungsstellen der fünf vorgegebenen Trassenverläufe wurden in Abstimmung mit der Vorhabenträgerin nach gewichteten Kriterien bewertet.

Neben der bautechnischen Machbarkeit und Geologie wurden noch weitere, die Umsetzbarkeit betreffende Faktoren untersucht: u. a. die Standortbedingungen hinsichtlich naturschutzfachlicher und genehmigungsfachlicher Aspekte, Querungslänge, Zuwegungen und Flächenangebot (BE-Flächen).

2.10 Querung Mittellandkanal

Die Methodik zur Ermittlung der Querungsbereiche des Mittellandkanals (MLK) ist in der Machbarkeitsuntersuchung (MBU) Mittellandkanal (50Hertz Transmission GmbH, 2023) dargelegt. Wesentliches Kriterium für die Auswahl des Bauverfahrens ist die Bewertung des Verfahrens, des Standortes und die Gesamtbewertung (standortbezogene Bewertung der Verfahren).

Während im Rahmen der MBU, Stufe I, das HDD-Verfahren an insgesamt vier Querungsstellen entlang des MLK bewertet wurde, wurden in Stufe II – ergänzend zum HDD-Verfahren, das Mikrotunnelverfahren, das Direct Pipe-Verfahren sowie das E-Power Pipe-Verfahren untersucht. Dabei wurden bislang nicht einzubeziehende Parameter wie Bauzeiten und Herstellkosten mit betrachtet. In diesem Zuge wurde die Schnittstelle zur angrenzenden Trassenplanung geschlossen, um eine gesamtheitliche Vorzugsvariante herauszustellen.

Die weiterführende Bewertung erfolgte anhand der bestehenden und zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie vorliegenden Baugrundinformationen sowie den bisher gewonnenen Erkenntnissen aus der Machbarkeitsuntersuchung MLK. Parallel erfolgte eine Recherche von bestehenden Baugrundinformationen und eine umweltfachliche Bewertung der HDD-Trassen und BE-Flächen. Darüber hinaus wurden die Bauzeiten und Baukosten geschätzt, und es erfolgte eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Bauverfahren und Querungsstellen.

Neben der bautechnischen Machbarkeit und Geologie wurden noch weitere, die Umsetzbarkeit betreffende Faktoren untersucht: u. a. Ausführungsrisiko, Wirtschaftlichkeit, Platzbedarf, Marktverfügbarkeit und Bauzeit.

Für die Querung die Müritz-Elde-Wasserstraße (MEW) ist von der Vorhabenträgerin keine weitere Machbarkeitsstudie angefordert worden, da die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserstraße heute aufgrund ihrer geringen Abmessungen eher gering ist. Sie wird vorwiegend von Sportbooten und Ausflugsschiffen befahren.

Im Untersuchungsgebiet wird die MEW nach aktuellem abgestimmten Planungsstand der potTA im TKS 132 an einem schmalen Abschnitt (ca. 25 m) mit Hilfe des HDD-Verfahrens mit einer Länge von 120 m geschlossen unterquert.

2.11 Planungsstandrelevante Kenntnislücken und Prognoseunsicherheiten

Exakte Angaben zur Breite des (Regel-)Arbeitsstreifens oder des Schutzstreifens in der Betriebsphase hängen von der eingesetzten Technologie zum Stromtransport (verwendetes Erdkabel, Spannungsebene) sowie der Bautechnologie bzw. Bauorganisation (getaktetes Bauverfahren oder gleichzeitige Grabenherstellung), aber auch von den konkreten Untergrundverhältnissen (Bodenaufbau, geologischer Untergrund, ggf. mit Bauerschweren wie Karsterscheinungen, Dolinen) und der Geländebeschaffenheit (Hangneigung, starke Relieferung, zu querende Infrastrukturen etc.) ab. Deshalb wird in diesem Antrag von einem konservativen Ansatz ausgegangen, um diese Eventualitäten möglichst abzudecken. So können im Planungsfortschritt diese Annahmen konkretisiert werden, ohne dass größere Dimensionierungen des Vorhabens zu erwarten sind.

Im Pipelinebau sind für die Abstände zu Stromleitungen insbesondere die Anforderungen an den kathodischen Korrosionsschutz (KKS) ausschlaggebend. Die Rohrleitung ist gegen Korrosion mit einem Kathodenschutzsystem geschützt. Die Systeme können sich gegenseitig beeinflussen. Bei längeren Parallelverlegungen können Induktionsprobleme auftreten. Hier liegen für Gleichstrom-Kabelsysteme noch keine abgesicherten Erfahrungen vor, ab welcher Parallelverlegungslänge relevante Wechselwirkungen auftreten. Festlegungen zu Konsequenzen aus Wechselwirkungen mit Gleichstromsystemen werden regelmäßig im Arbeitskreis für Korrosionsfragen (AfK beim DVGW/VDE) beraten. Der aktuelle Stand ist jeweils bei der weiteren Detaillierung der Planung bis hin zum Planfeststellungsverfahren zu berücksichtigen.

3 Beschreibung bautechnisch anspruchsvoller Querungen

3.1 Vorbemerkung

In den folgenden Kapiteln werden bautechnisch anspruchsvolle geschlossene Querungen in den Trassenkorridorsegmenten vorgestellt. Bautechnisch anspruchsvolle Querungen wurden ausgewählt anhand der folgenden Kriterien:

- Länge der geschlossenen Querung,
- eingeschränkte Flächenverfügbarkeit durch Engstellen zwischen Schutzgütern (RWK's),
- anspruchsvolle An- und Abtrassierung aufgrund des verfügbaren Wegenetzes,
- bautechnische Widerstandsklassen (Georisiken, senkungsgefährdete Gebiete, große Hangneigungen etc.),
- Mehrfachquerungen von unterschiedlichen Infrastrukturen (Bahntrasse, Gasleitungen, Straßen, Gewässer).

Die vorgestellten Trassenverläufe und technischen Möglichkeiten zur Querung von Infrastrukturen oder Schutzgütern stellen nach aktuellem Kenntnisstand auf der Ebene der Bundesfachplanung die bautechnisch günstigste Möglichkeit dar. Eine vertiefte Diskussion von Alternativen kann jedoch erst auf Basis der Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen in der nächsten Planungsebene durchgeführt werden. Sämtliche im Kapitel 3 und den Unterkapiteln genannten Annahmen und Beschreibungen wurden auf Basis der vorliegenden Daten zum Zeitpunkt des jetzigen Planungsstands getroffen und obliegen potenziell der Veränderung durch zukünftige Erkenntnisse im Rahmen der weiteren Erkundung, Datenbeschaffung und Auswertung.

Bei Trassenkorridorsegmenten (TKS) im Bundesland Niedersachsen wurde die Geologie anhand der auf dem NIBIS® Kartenserver zur Verfügung stehenden Datengrundlage betrachtet. Dabei ist zu beachten, dass die dort hinterlegte Bodenklassenübersichtskarte für Erdarbeiten nach DIN18300:2012-09 zurückgezogen wurde. Im August 2015 erschien die Ergänzung der VOB/C 2015 zur VOB 2012. In dieser Ergänzung werden die neu bearbeiteten „Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen“ (ATV)-Normen (DIN 18300, 18301, 18311 usw.) in der VOB verankert. Damit wurden die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 ersetzt und die Vereinheitlichung der Bodenklassifizierung in Homogenbereiche wurde eingeführt.

Die Bezeichnungen der im Folgenden beschriebenen Querungen ergeben sich aus der Durchnumerierung der geschlossenen Querungen für jedes Trassenkorridorsegment. Somit hat jede geschlossene Querung, die im Rahmen der potTA eingezeichnet wurde, eine eindeutige Bezeichnung (TKS-Nummer + Querungsnummer). In den Überschriften wird zusätzlich eine Kilometerangabe zu der Querung gemacht. Diese bezieht sich auf die Kilometrierung der Mittelachse des TKS. Die TKS sind von Norden nach Süden hin kilometriert. In den folgenden Kapiteln befindet sich jeweils eine Abbildung, in der z. B. die Korridor Grenzen, der Verlauf der potTA sowie eine Auswahl an Schutz- und Restriktionsgebieten dargestellt sind. Letztere dienen neben der Verwendung des Luftbildes lediglich zur Verdeutlichung der Raumsituation und bilden nicht die Gesamtheit der berücksichtigten Kriterien ab.

3.2 TKS 109 – km 9,0

Übersicht

Das TKS 109 beginnt südwestlich der Gemeinde Hoort (Landkreis Ludwigslust-Parchim in Mecklenburg-Vorpommern), verläuft in südlicher Richtung durch einen Windpark und quert die Bundesautobahn BAB 24, um anschließend entlang eines Waldstücks weiter Richtung Südwesten zu verlaufen. Im Bereich des TKS befinden sich Flächen, welche laut Stellungnahmen für den Ausbau von Photovoltaik-Anlagen vorgesehen sind. Im weiteren Verlauf werden unter anderem Wald- und Moorbereiche, FFH-Gebiete (u. a. im Bereich des Gewässers Neuer Kanal), gesetzlich geschützte Biotope, Vogelschutzgebiete und eine Bahnstrecke gequert. Das TKS endet östlich der Gemeinde Strohkirchen auf Ackerflächen.

Im Bereich des TKS befinden sich Moore und senkungsgefährdete Gebiete.

Die technisch anspruchsvolle Querung 9 innerhalb des TKS beginnt im Norden zwischen Waldflächen und unterquert einen Wald, der mehrfach geschützt ist (FFH-Gebiet, gesetzlich geschützte Biotope, Moore, Vorranggebiet Natur und Landschaft). Der Bereich ist zudem flächendeckend als BTWK definiert (Georisiko – senkungsgefährdete Böden). Die Querung endet im Süden außerhalb des Schutzgebietes und geht dann direkt über in eine zweite geschlossene Querung für eine Bahntrasse.

Geologie

Gemäß Geodatenviewer GDI-MV des Landes Mecklenburg-Vorpommern (geologische Übersichtskarte Oberflächengeologie in Mecklenburg-Vorpommern im Maßstab 1:500.000) und geologischer Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 (GÜK200) ist die Oberflächengeologie der Weichsel-Kaltzeit im nördlichen Bereich geprägt durch glazifluviatil bis fluviatil abgelagerte Urstromtal-Sande des Pleistozäns aus dem Quartär. Diese werden teilweise von einem Salzdiapir unterlagert, welcher bis in die Quartärbasis hineinreicht. Der südliche Bereich ist geprägt durch fluviatile Ablagerungen des Holozäns.

Als Bodentypen werden gemäß Geodatenviewer GDI-MV (geologische Übersichtskarte Bodengeologie in Mecklenburg-Vorpommern im Maßstab 1:500.000) und Boden-Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 im nördlichen Bereich Braunerden und Acker-Braunerden-Podsole sowie im südlichen Bereich Podsole, Sand-Gley, Podsol-Gley (Rostgley) sowie feinanteilmarme, grundwasserbeeinflusste spätglaziale Beckensande angegeben.

Der Grundwasserflurabstand wird gemäß Geodatenviewer GDI-MV (hydrogeologische Karte 1:500.000) mit ≤ 2 m unter Geländeoberkante (GOK) angegeben.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die BE-Fläche nördlich der Querung 9 befindet sich nordöstlich der Ortschaft Strohkirchen und kann voraussichtlich, basierend auf Satellitenbildern, über bestehende Wirtschaftswege von der Kreisstraße K LUP 22 in Strohkirchen aus und auf Ackerflächen über den Regelarbeitsstreifens (Baustraße) erreicht werden. Die südliche BE-Fläche kann voraussichtlich von der Kreisstraße K LUP 22 in Strohkirchen aus in Richtung Osten über Wege sowie den Regelarbeitsstreifen (Baustraße) über Ackerflächen angefahren werden.

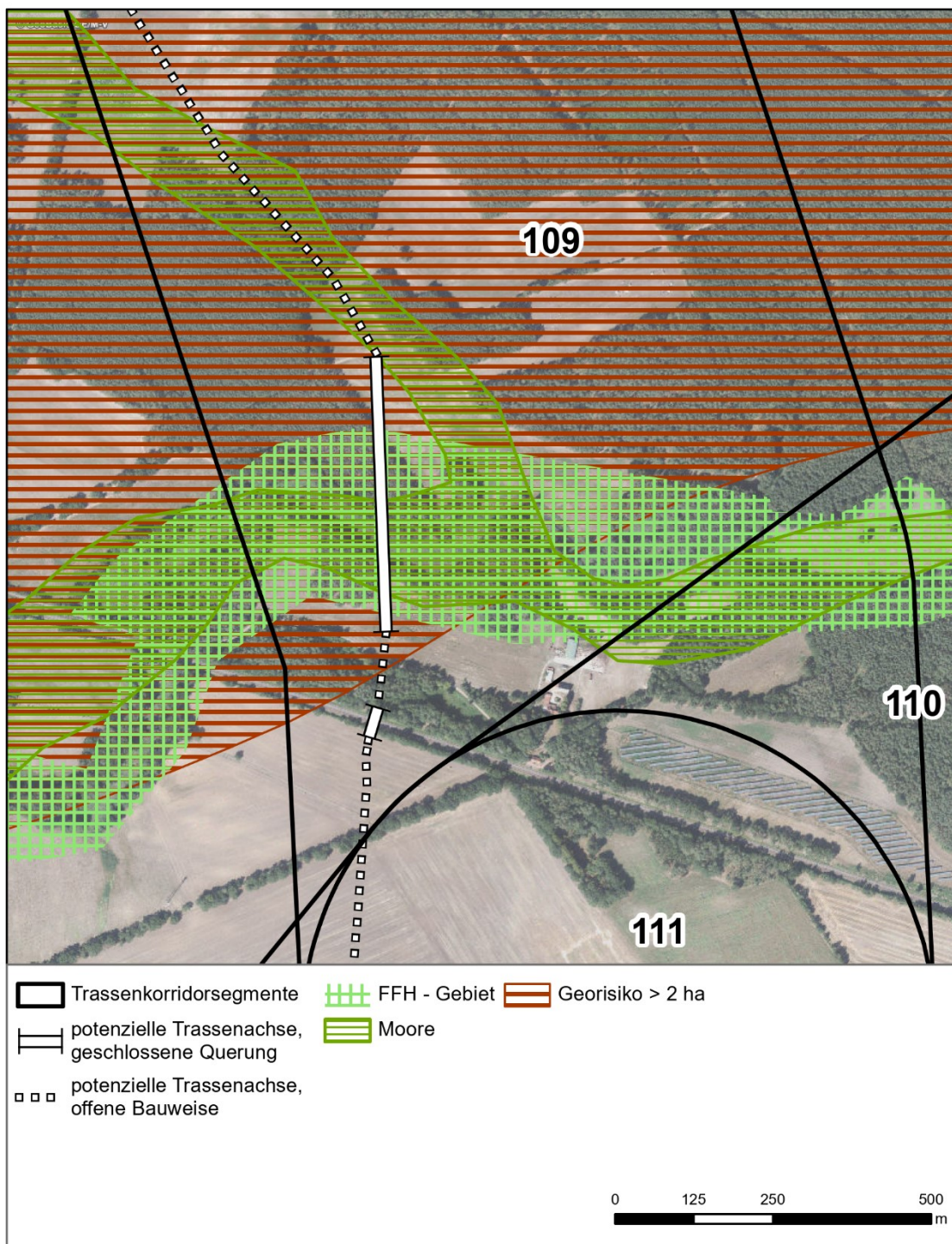


Abbildung 23: Übersicht über Querung 9 (TKS 109)

3.3 TKS 132 – km 4,4

Übersicht

Das TKS 132 beginnt südlich der Gemeinde Malk Göhren und verläuft in südlicher Richtung durch Wald, Ackerflächen und Grünland und quert unter anderem Natura 2000-Gebiete, ein FFH-Gebiet, das Gewässer Löcknitz, Überschwemmungsgebiete, gesetzlich geschützte Biotope und endet vor der Querung der Prignitz nordwestlich von Lenzerwische.

Im Bereich des TKS befinden sich keine Moore oder senkungsgefährdete Bereiche, jedoch Überschwemmungsgebiete.

Die technisch anspruchsvolle Querung 5 innerhalb des TKS befindet sich im Bereich eines FFH-Gebiets nordöstlich des Ortsteils Kaliß der Gemeinde Neu Kaliß und ist Bestandteil von mehreren geschlossenen Querungen, die miteinander über ihre BE-Flächen verknüpft sind bzw. deren BE-Flächen eine gemeinsame Fläche bilden. Diese geschlossenen Querungen reihen sich aneinander, um ein ausgedehntes Waldgebiet (ca. 3.800 m Länge) zu unterqueren. Die geschlossenen Querungen und potenziellen BE-Flächen wurden unter Berücksichtigung der möglichen Kabellängen sowie der vorhandenen Waldwege skizziert, ohne die Lage vor Ort besichtigt zu haben. Insbesondere der Ausbau der Zuwegung und der BE-Fläche stellt im Wald eine Herausforderung dar.

Geologie

Gemäß Geodatenviewer GDI-MV des Landes Mecklenburg-Vorpommern (geologische Übersichtskarte Oberflächengeologie in Mecklenburg-Vorpommern im Maßstab 1:500.000) und geologischer Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 ist die Oberflächengeologie der Weichsel-Kaltzeit geprägt durch glazifluvial bis fluvial abgelagerte Urstromtal-Sande des Pleistozäns aus dem Quartär im nördlichen Bereich. Im südlichen Bereich soll die Querung durch Dünen aus dem Holozän und Pleistozän geprägt sein.

Als Bodentypen werden gemäß geologischer Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 Regosole, Podsole und Braunerden angegeben.

Der Grundwasserflurabstand wird gemäß Geodatenviewer GDI-MV (hydrogeologische Karte 1:500.000) des Landes Mecklenburg-Vorpommern mit ≤ 2 m unter GOK angegeben.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die BE-Fläche nördlich der Querung liegt basierend auf Orthofotos in einem gerodeten Waldbereich und kann voraussichtlich von der Kreisstraße K LUP 45 über Wirtschaftswege entlang von Flurstücksgrenzen erreicht werden. Dasselbe gilt für die BE-Fläche südlich der Querung. Weitere BE-Flächen von geschlossenen Querungen nördlich und südlich der Querung 5 in diesem Waldbereich können ebenfalls nur entlang von Wirtschaftswegen, die ggf. für die Baumaßnahme temporär ausgebaut werden müssen, von der Kreisstraße K LUP 45 erreicht werden.

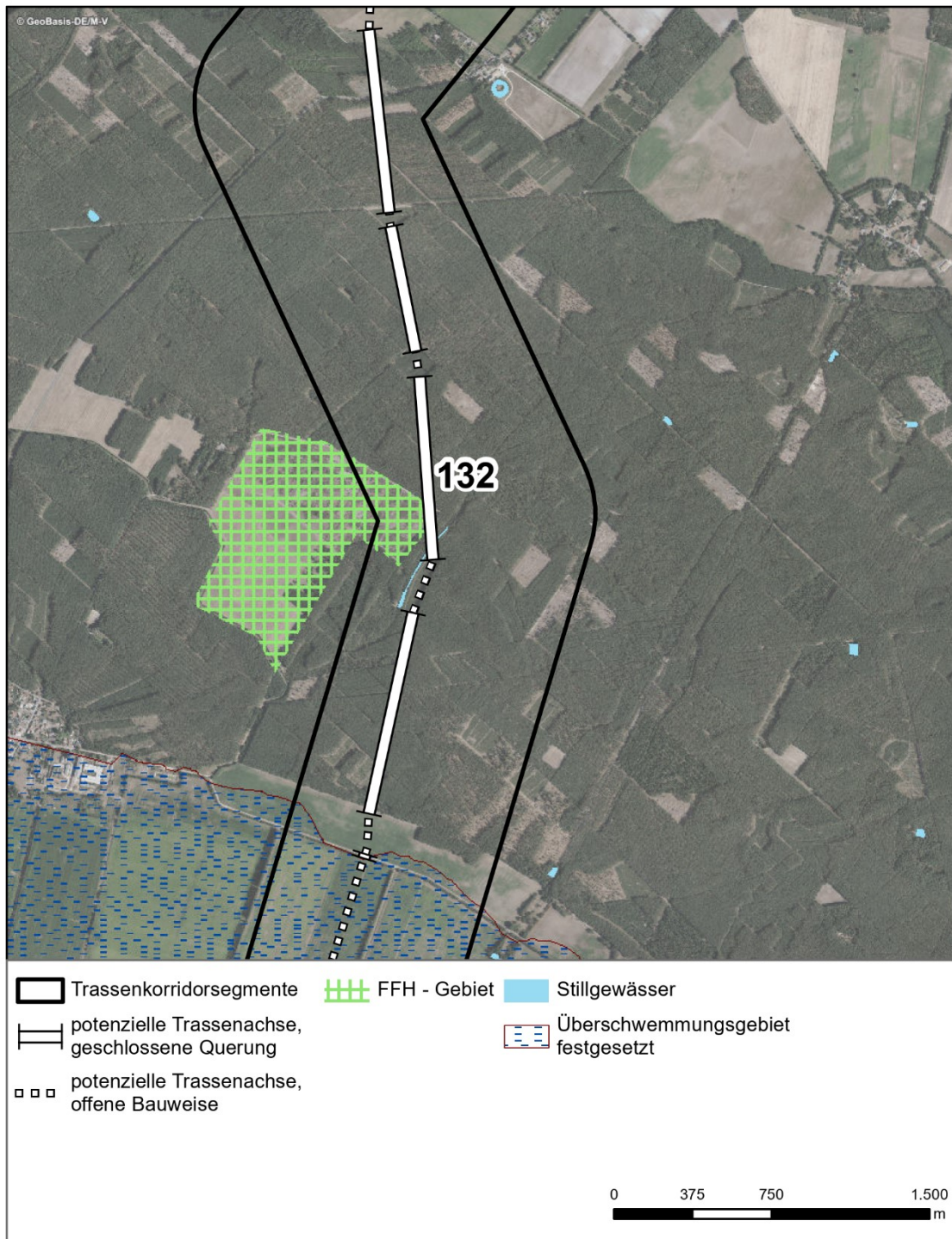


Abbildung 24: Übersicht über Querung 5 (TKS 132)

3.4 TKS 132 – km 9,6

Übersicht

Das TKS 132 beginnt südlich der Gemeinde Malk Göhren und verläuft in südlicher Richtung durch Wald, Ackerflächen und Grünland und quert unter anderem Natura 2000-Vogelschutzgebiete, ein FFH-Gebiet, das Gewässer Löcknitz, Überschwemmungsgebiete, gesetzlich geschützte Biotope und endet vor der Querung der Prignitz nordwestlich von Lenzerwische. Die Querung 9 auf Höhe von km 9,6 quert die Löcknitz südwestlich von Polz.

Im Bereich des TKS befinden sich keine Moore oder senkungsgefährdete Bereiche, jedoch Überschwemmungsflächen.

Die Querung 9 innerhalb des TKS ist technisch anspruchsvoll, da aufgrund der Überschwemmungsgebiete besondere Anforderungen an die Ausführung bestehen. So sind in Abstimmung mit den zuständigen Aufsichtsbehörden entweder Sicherungsmaßnahmen der Baugeräte sowie Materialien (z. B. Erdwälle) und/oder Notfallpläne für die kurzfristige Räumung der Baustelle bei angekündigten Überschwemmungen vorzusehen. Im Falle der geschlossenen Querung mittels HDD-Verfahren kann es hierdurch immer wieder kurzfristig zu längeren Unterbrechungen der Bohraktivitäten kommen, welche erschwerte Bedingungen für die Durchführung der geschlossenen Querung bedeuten.

Geologie

Gemäß Geodatenviewer GDI-MV des Landes Mecklenburg-Vorpommern (geologische Übersichtskarte Oberflächengeologie in Mecklenburg-Vorpommern im Maßstab 1:500.000) und geologischer Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 ist die Oberflächengeologie der Weichsel-Kaltzeit im südlichen Bereich geprägt durch äolisch abgelagerte Dünen sands des Pleistozäns aus dem Quartär. Im nördlichen Bereich sollen sich fluviale bis glazifluviale Ablagerungen befinden.

Als Bodentypen werden gemäß Geodatenviewer GDI-MV des Landes Mecklenburg-Vorpommern (geologische Übersichtskarte Bodengeologie in Mecklenburg-Vorpommern im Maßstab 1:500.000) und Boden-Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 Regosole und Podsole angegeben.

Der Grundwasserflurabstand wird gemäß Geodatenviewer GDI-MV des Landes Mecklenburg-Vorpommern (hydrogeologische Karte 1:500.000) mit > 5 m unter GOK angegeben.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die südliche BE-Fläche liegt gemäß Satellitenbildern in einem Wald westlich von Polz an oder im Bereich eines gerodeten Waldstücks, welches über Wirtschaftswege oder bestehende Waldschneisen und gerodete Flächen erreicht werden kann, wobei diese für die Baumaßnahme entsprechend den Anforderungen ggf. ertüchtigt werden müssten. Da dies jedoch aus den Satellitenbildern nicht eindeutig hervorgeht, ist die Notwendigkeit der Errichtung einer Baustraße durch bewaldete Flächen oder ähnliche Maßnahmen ohne eine Ortsbegehung und oder weitere Daten nicht auszuschließen. Die Anfahrt bis nach Polz kann über die Kreisstraße K LUP 46 erfolgen. Von dieser ausgehend kann die nördliche BE-Fläche über Wirtschaftswege und Ackerflächen entlang des Regelarbeitsstreifens erreicht werden. Diese Wege sind ggf. entsprechend den Anforderungen für die Dauer der Baumaßnahme auszubauen.

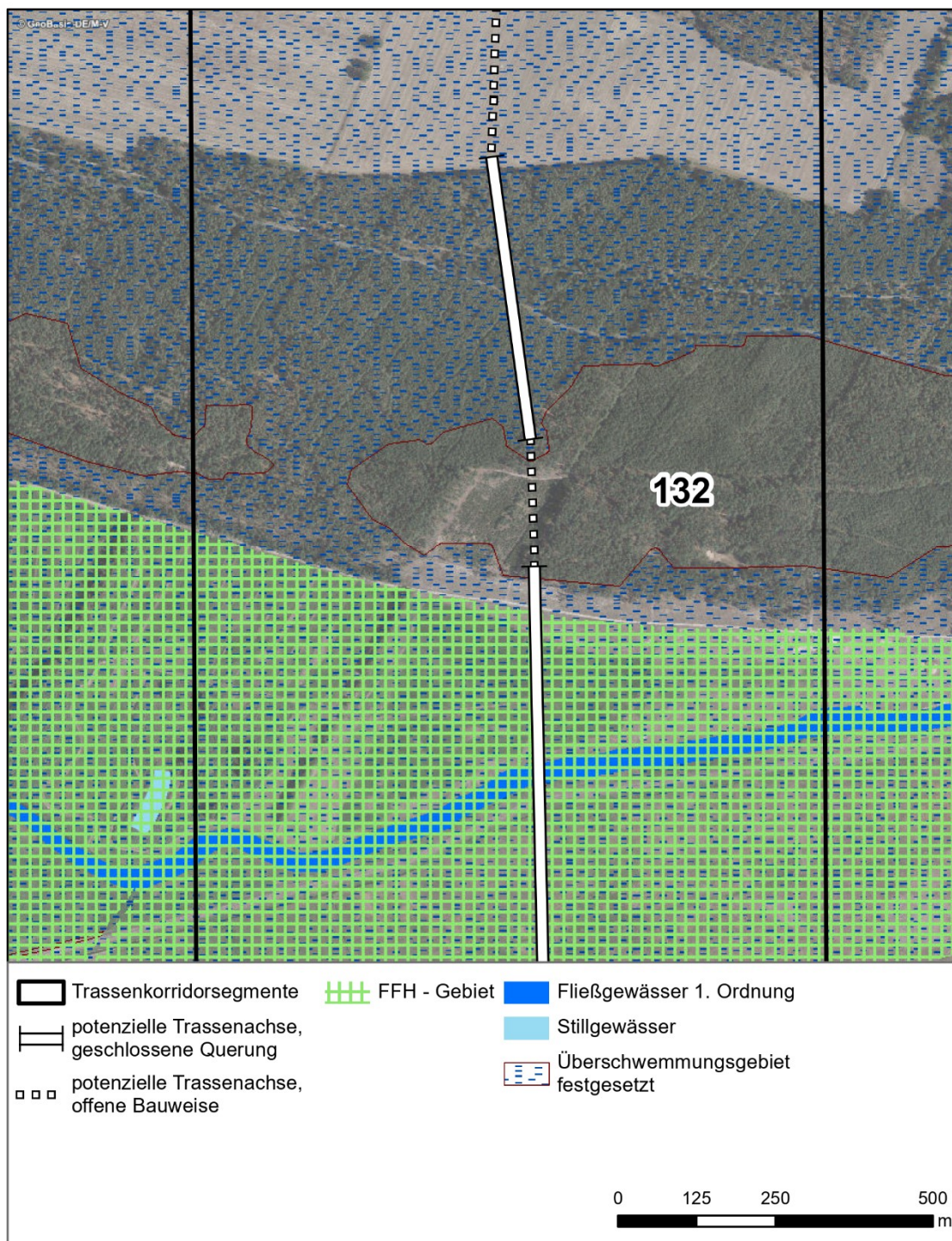


Abbildung 25: Übersicht über Querung 9 (TKS 132)

3.5 TKS 202 – km 0,5 - Elbquerung 2

Übersicht

Das TKS 202 beginnt nordwestlich der Ortschaft Bohnenburg und führt in südöstliche Richtung. Dann erfolgt die Elbquerung mit der die Kreisstraße K 57, die Elbe und die Kreisstraße K 13 auf der südlichen Elbseite, südwestlich von Jasebeck, unterquert wird. Eine alternative Querungsstelle befindet sich südwestlich der Ortschaft Bohnenburg und führt in ostsüdöstliche Richtung. Im Gegensatz zur ersten Möglichkeit zur Elbquerung wird die Kreisstraße K 57 nicht unterquert, sondern nur die Elbe und die Kreisstraße K 13 auf der Südseite, ebenfalls südwestlich von Jasebeck. Da es sich bei der Elbe um ein schiffbares Gewässer 1. Ordnung handelt, kommen hier ausschließlich geschlossene Verfahren in Frage. Aufgrund der Breite der Elbe und der damit verbundenen Länge der geschlossenen Querung, der beidseitig anschließenden Hochwasserschutzanlagen (Deiche) und der angrenzenden Bebauung ist die Elbquerung als technisch anspruchsvoll einzustufen.

Das TKS 202 verläuft nach der Elbquerung weiter in süd-östliche Richtung, kreuzt weitere Entwässerungsgräben westlich der Ortschaft Landsatz und endet westlich der Ortschaft Damnatz.

Das Gelände ist überwiegend eben und liegt in der Elbniederung. Bis auf eine kleinflächige Stelle im Westen des Korridors sind keine ausgewiesenen moorigen oder feuchten verdichtungsempfindlichen Flächen vorhanden.

Geologie

Die mehrmalige Abfolge von Kalt- und nachfolgenden Warmzeiten mit jeweils umfangreichen Gletscherbewegungen und Schmelzwasserabflüssen haben die Grundlage für den gegenwärtigen Verlauf der Elbe und die angrenzenden Auenregionen geschaffen. Gemäß NIBIS® Kartenserver des Landes Niedersachsen und nach der Auswertung von angrenzenden Archivbohrungen (Machbarkeitsuntersuchung Elbquerung) ist der Querungsbereich geprägt durch Wechselfolgen aus Schluff, Sand und vereinzelt Kies aus der Weichsel-Kaltzeit.

Der Untergrund ist im Allgemeinen im oberen Bereich der Querung 2 links und rechts der Elbe durch organischen gering mächtigen Oberboden bzw. Auffüllungen gekennzeichnet. Darunter folgen meist unmittelbar bindige Deckschichten (Auelehme, tonige Schluffe sowie stark schluffige Feinsande, vereinzelt auch Steine) mit einer Mächtigkeit von < 4,00 m, die aus tonigen sandigen Schluffen bestehen. Zur Tiefe setzt eine Wechsellagerung aus Fein- bis Mittelsand und Feinkiesen ein. Lokal wurden auch bindige schluffige Linsen sowie grobe Kiese angetroffen.

Bauverfahren

Nach der Machbarkeitsuntersuchung zur Elbquerung wird zur Optimierung der Querung ein durchgehendes HDD vorgesehen (Länge ca. 1.085 bzw. 1.110 m), mit dem die Kreisstraßen K 57 und K 13 gemeinsam unterquert werden können.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Nördlich der Elbe befindet sich die BE-Fläche nördlich der Ortschaft Bohnenburg und westlich direkt neben der Kreisstraße K 57. Sie kann durch eine relativ kurze, zu erstellende Baustraße von ca. 210 m Länge, zum größten Teil auf einem Wirtschaftsweg liegend, erreicht werden. Ein kürzerer Teil der Zuwegung liegt auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche (Gemarkung Bohnenburg), welche dann als temporäre Baustraße ausgebaut werden muss.

Im Süden der Elbe schließt die BE-Fläche östlich der Kreisstraße K 13 an und kann durch eine 60 m lange, zu erstellende Zuwegung an das klassifizierte Straßennetz angebunden werden. Die Zuwegung liegt auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche (Gemarkung Landsatz), welche dann als temporäre Baustraße ausgebaut werden muss.

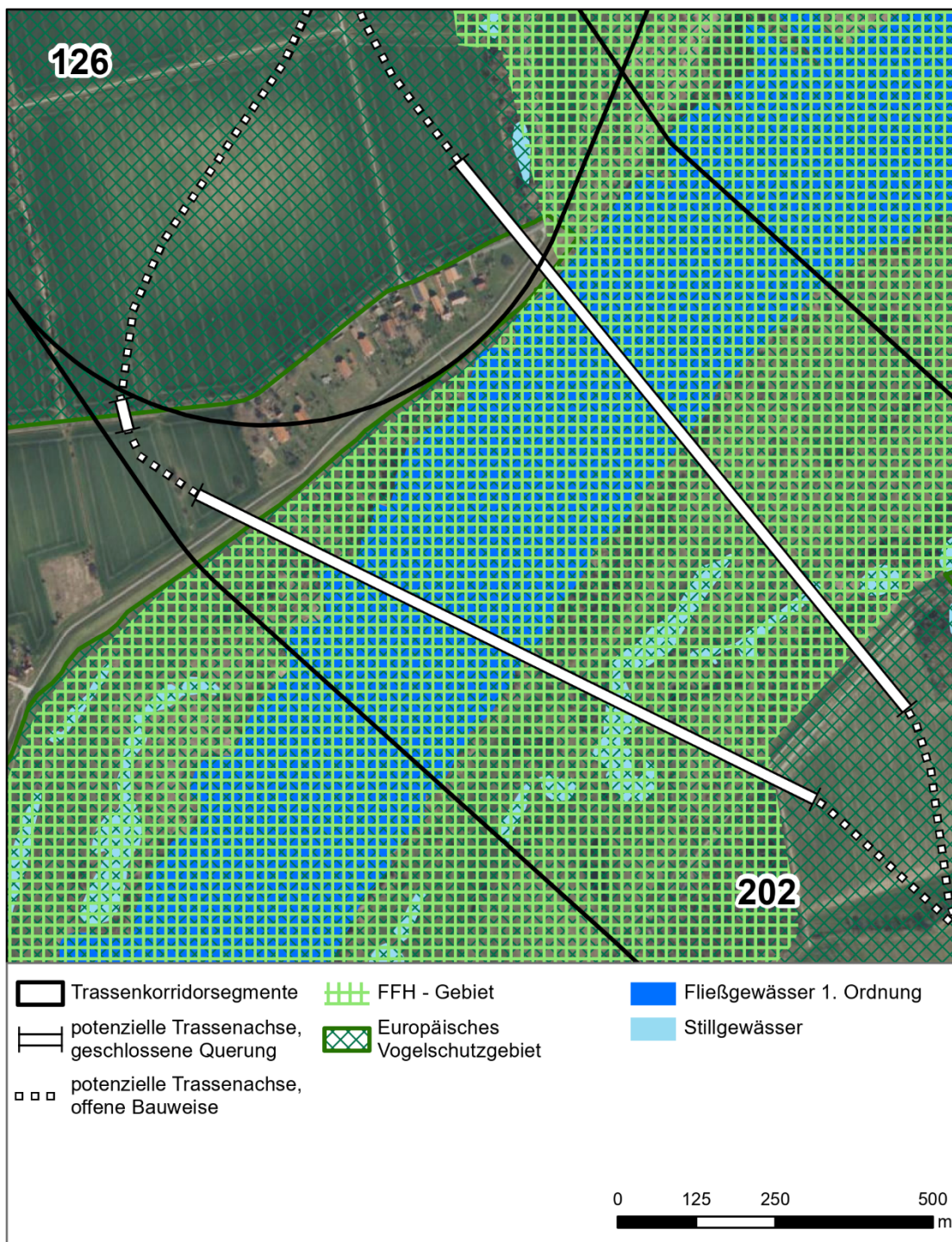


Abbildung 26: Übersicht über Elbquerung 2 (TKS 202)

3.6 TKS 203 – km 0,0 - Elbquerung 3

Übersicht

Das TKS 203 beginnt nordwestlich der Ortschaft Unbesandten und führt in südöstliche Richtung. Dann erfolgt die Elbquerung gemeinsam mit der Kreisstraße K 27 auf der südlichen Elbseite, westlich vom Aussichtsturm Langenbeck. Da es sich bei der Elbe um ein schiffbares Gewässer 1. Ordnung handelt, kommen hier ausschließlich geschlossene Verfahren in Frage. Aufgrund der Breite der Elbe und der damit verbundenen Länge der geschlossenen Querung, eines Geländesprungs (Höhenversatz im Geländeprofil) im Süden und der angrenzenden Bebauung im Norden, ist die Elbquerung als technisch anspruchsvoll einzustufen. Zudem liegt auf der südlichen Seite der Elbe ein Geländesprung von ca. 15 m Höhe vor.

Das TKS 203 verläuft nach der Elbquerung weiter in südliche Richtung, kreuzt die Gemeindestraße „Wentdorfer Weg“ und endet westlich der Ortschaft Grippel an einem Waldstück.

Es sind im gesamten TKS 203 feuchte verdichtungsempfindliche Böden vorhanden. Aus bautechnischer Sicht sind voraussichtlich zusätzliche Maßnahmen (erhöhte Wasserhaltung) zu erwarten. Neben der Elbquerung wird auch eine Gemeindestraße gequert. Diese ist bevorzugt offen zu queren, falls dem keine naturschutzfachlichen Aspekte entgegenstehen.

Geologie

Die mehrmalige Abfolge von Kalt- und nachfolgenden Warmzeiten mit jeweils umfangreichen Gletscherbewegungen und Schmelzwasserabflüssen haben die Grundlage für den gegenwärtigen Verlauf der Elbe und die angrenzenden Auenregionen geschaffen. Gemäß NIBIS® Kartenserver des Landes Niedersachsen und nach der Auswertung von angrenzenden Archivbohrungen (Machbarkeitsuntersuchung Elbquerung) ist der Querungsbereich geprägt durch Wechselfolgen aus Schluff, Sand und vereinzelt Kies aus der Weichsel-Kaltzeit.

Inmitten der Talaue befindet sich die Langendorfer Geestinsel mit einer Höhendifferenz von ca. 15 m. Es handelt sich dabei um inselartige Reste einer eiszeitlichen Grundmoräne, die im Urstromtal der Elbe verblieben sind. Die Böden der Geestinsel entwickelten sich aus Sand, Kies und Geschiebelehm.

Bauverfahren

Zur Optimierung der Querung ist ein durchgehendes HDD vorgesehen (Länge ca. 930 m).

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Nördlich der Elbe befindet sich die BE-Fläche unmittelbar nördlich der Bundesstraße B 195 und kann durch eine kurze, zu erstellende Baustraße von ca. 40 m Länge bedient werden. Der Großteil der Zuwegung bis zur nächsten klassifizierten Straße liegt auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche (Flurstück 18, Gemarkung Besandten).

Im Süden der Elbe schließt die BE-Fläche unmittelbar nördlich der Kreisstraße K 27 an und kann durch eine 10 m lange, zu erstellende Zuwegung an das klassifizierte Straßennetz angebunden werden. Der

Großteil der Zuwegung bis zur nächsten klassifizierten Straße liegt auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche (Flurstück 8, Gemarkung Langendorf), welche dann als temporäre Baustraße ausgebaut werden muss.

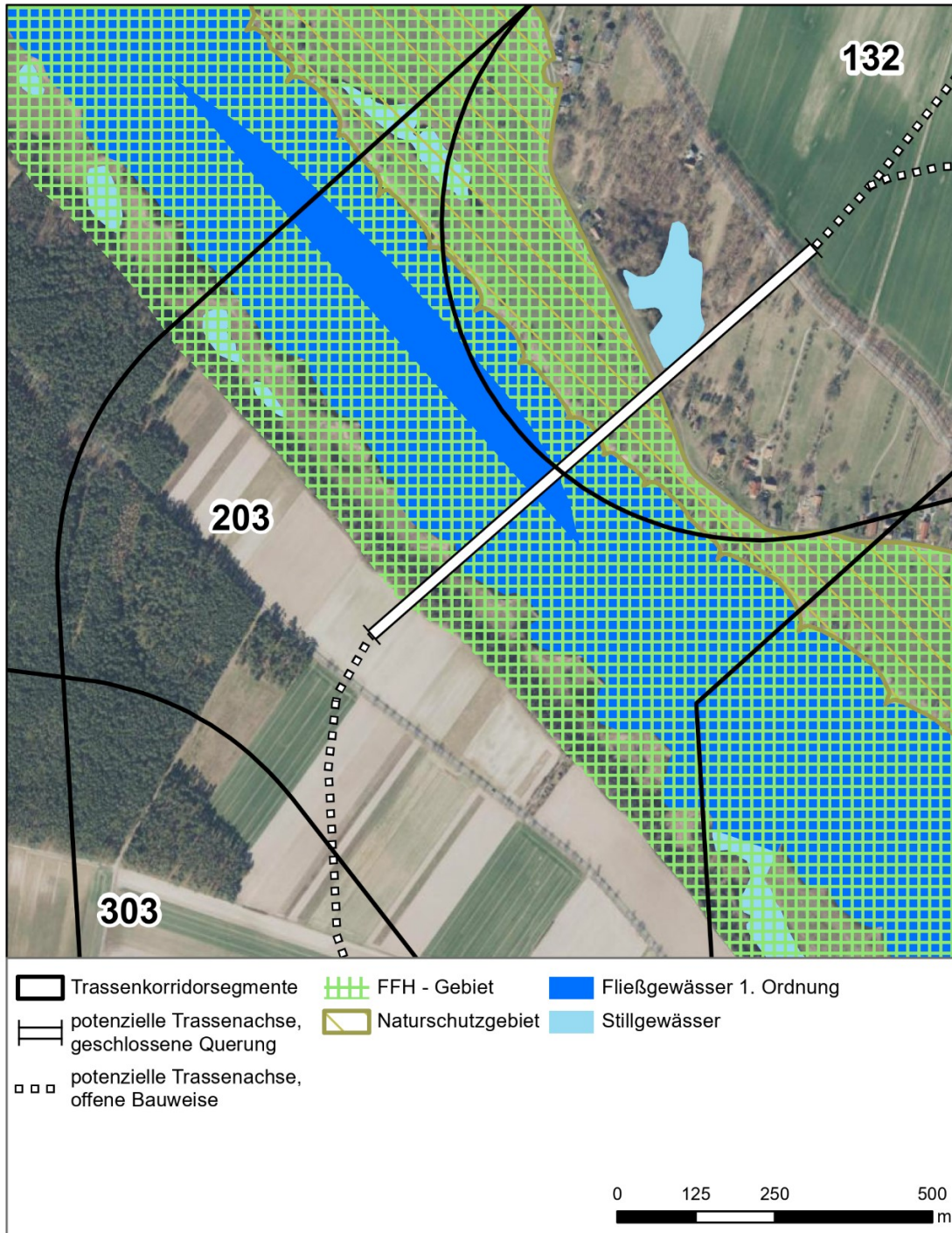


Abbildung 27: Übersicht über Elbquerung 3 (TKS 203)

3.7 TKS 305 – km 0,5

Übersicht

Das TKS 305 beginnt nordwestlich des Ortsteils Laase der Gemeinde Baumgarten südlich der Elbe, verläuft vorwiegend in südlicher Richtung durch Ackerflächen, Wald und Grünland und endet östlich des Ortsteils Tobringen der Gemeinde Trebel. Im Verlauf des TKS werden unter anderem die Landesstraße L 256 sowie die Kreisstraßen K 2 und K 3 gequert. Außerdem quert der Trassenkorridor vereinzelt Gewässer, Natura 2000-, FFH-, Vogelschutzgebiete, gesetzlich geschützte Biotope sowie Bereiche mit Senkungsgefährdung.

Im Bereich des TKS befinden sich senkungsgefährdete Bereiche welche geschlossen gequert werden sollen.

Die Querung 1 befindet sich am Anfang des TKS und quert die Landesstraße L 256, einen Wald mit besonderer Schutzfunktion und langfristiger ökologischer Entwicklung sowie die Kernzone eines Biosphärenreservats. Sie wird aufgrund der Länge (> 800 m), des Querungswinkels zur Landstraße, der Betroffenheit von Wald (nördliche BE-Fläche), der Lage in mehreren Schutzgebieten und der Nähe zur Wohnbebauung als technisch anspruchsvoll eingestuft.

Geologie

Gemäß NIBIS® Kartenserver des Landes Niedersachsen (geologische Karte von Niedersachsen 1:25.000 – Grundkarte) ist die Oberflächengeologie der Weichsel-Kaltzeit im südöstlichen Bereich der Querung geprägt durch glazifluvial bis fluvial abgelagerte Sande und Kiese des Pleistozäns aus dem Quartär. Die Oberflächengeologie der Saale-Kaltzeit aus dem Jüngeren Drenthe-Stadium im nordwestlichen Bereich der Querung ist hingegen geprägt durch Schluff sowie Geschiebelehm/-mergel der jüngeren Grundmoräne.

Als Bodentypen werden gemäß NIBIS® Kartenserver des Landes Niedersachsen (Bodenkarte von Niedersachsen 1:50.000) Mittlerer Gley-Podsol und Tiefer Podsol-Gley angegeben.

Die vorherrschende Bodenklasse von 1 bis 2 m für Erdarbeiten nach DIN 18300 wird gemäß NIBIS® Kartenserver des Landes Niedersachsen mit der Bodenklasse 3 (leicht lösbare Bodenart) angegeben (Bodenklassenübersichtskarte für Erdarbeiten nach DIN18300:2012-09 (ZURÜCKGEZOGEN) 1:50.000 - Vorherrschende Bodenklasse von 0 bis 1 m, Bodenklassenübersichtskarte für Erdarbeiten nach DIN18300:2012-09 (ZURÜCKGEZOGEN) 1:50.000 - Vorherrschende Bodenklasse von 1 bis 2 m). Vorhandene Bohrungen im Umfeld der Querung, welche dem NIBIS® Kartenserver entnommen werden können, zeigen bis ca. 17 m unter GOK Feinsande des Pleistozäns. Anschließend folgen bis 61 m unter GOK Lagen des Miozäns, welche aus Feinsand, Mittelsand und Schluff Wechselfolgen bestehen. Die Schlufflagen sind z. T. kohlehaltig und bis mehrere Meter mächtig.

Der Grundwasserflurabstand wird gemäß NIBIS® Kartenserver (hydrogeologische Karte von Niedersachsen 1:50.000 - Lage der Grundwasseroberfläche) mit 0,7 m bis 1,7 m unter GOK angegeben.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die nördliche BE-Fläche liegt laut Satellitenbildern in einem Waldbereich direkt an der Nordseite der Landesstraße L 256 und kann über diese direkt erreicht werden. Die südliche BE-Fläche kann voraussichtlich vom Ortsteil Laase der Gemeinde Baumgarten aus nach Westen über Wirtschaftswege, die entsprechend den Anforderungen ausgebaut werden müssen, entlang von Flurstücksgrenzen und im Anschluss über den Regelarbeitsstreifen (Baustraße) auf Ackerflächen erreicht werden.

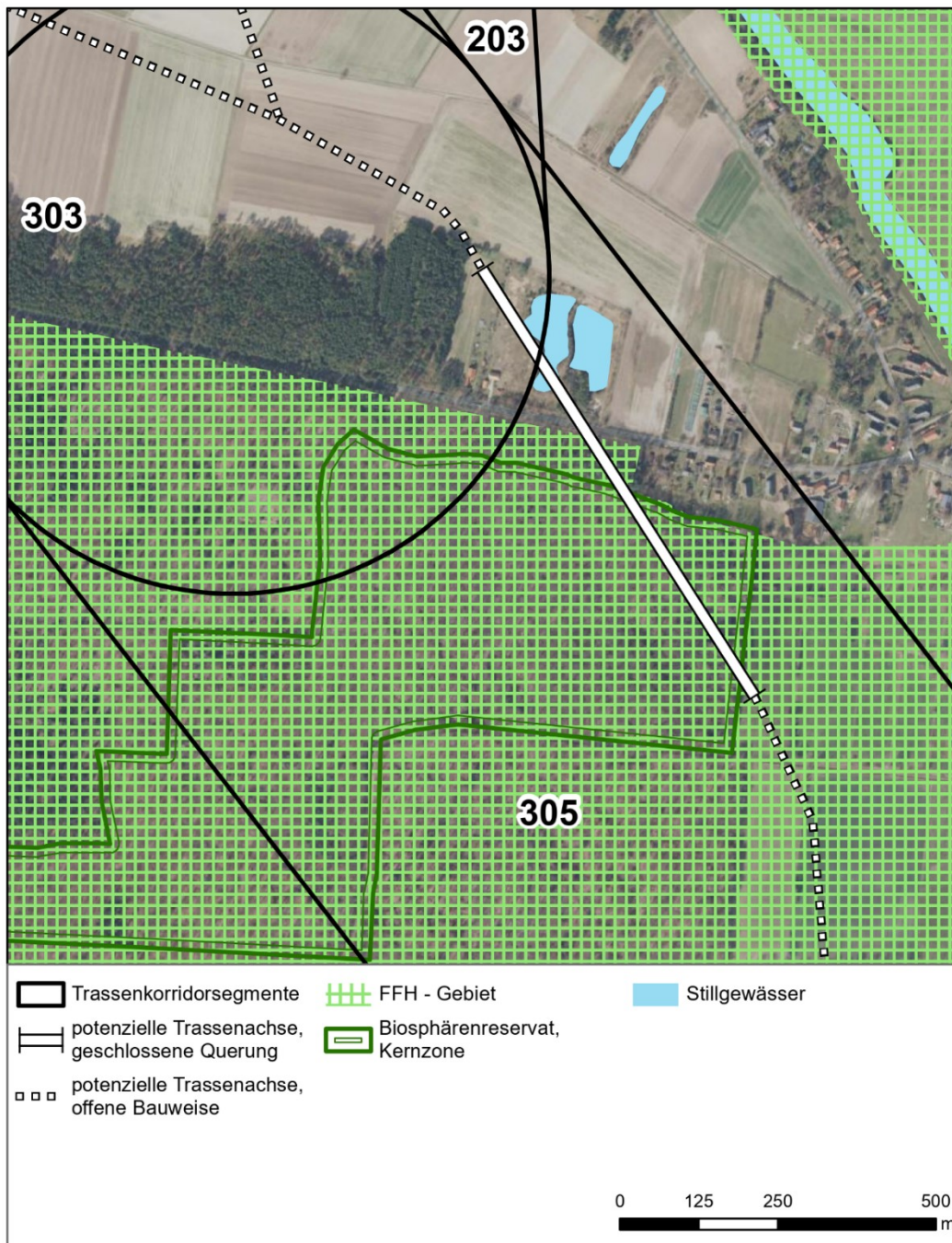


Abbildung 28: Übersicht über Querung 1 (TKS 305)

3.8 TKS 334 – km 5,8

Übersicht

Das TKS 334 beginnt östlich des Ortsteils Kläden der Stadt Bismark (Altmark) und westlich des Ortsteils Steinfeld der Stadt Bismark und verläuft vorwiegend in südlicher Richtung über Ackerflächen und Grünland, vermeidet mehrere Waldbereiche und endet nach der Querung eines Windparks nördlich des Ortsteils Windberge der Stadt Tangerhütte. Das TKS quert unter anderem mehrere Wege, vereinzelt Gewässer sowie die Bundesstraße B 188 und eine Bahnstrecke östlich des Ortsteils Nahrstedt.

Es liegen in diesem Bereich keine Moorgebiete, Überschwemmungsgebiete oder Gebiete mit Senkunggefährdung vor.

Die Querung 6 innerhalb des TKS wird als technisch anspruchsvoll eingestuft, weil es sich um eine Doppelquerung einer Straße (Querung 5 – B 188) und einer Bahntrasse (Querung 6) handelt. Bedingt durch einen von Geschiebemergel und Geschiebelehm geprägten Untergrund (siehe Geologie), ist abhängig von den Ergebnissen einer Baugrunduntersuchung zu prüfen, inwieweit eine Querung im Pressverfahren möglich ist (ggf. kann eine Querung im Mikrotunnelverfahren erforderlich werden).

Geologie

Gemäß geologischer Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 und der Internetseite des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (geologische Übersichtskarte 1:400.000) ist die Oberflächengeologie aus dem Warthe Stadium geprägt durch Geschiebemergel und Geschiebelehm des Pleistozäns aus dem Quartär, welche durch Grundmoränen abgelagert wurden.

Als Bodentypen werden gemäß Boden-Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 sowie Internetseite vom Landesam für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (Übersichtskarte der Böden 1:400.000) grundwasserferne Braunerde-Fahlerden und Fahlerden angegeben.

Ein Grundwasserflurabstand unter GOK wird auf der Webseite des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt nicht angegeben. Gemäß Webseite des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt liegen auch keine Grundwassermessstellen im weiteren Umfeld der Querung.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die nördliche BE-Fläche liegt ausgehend von Satellitenbildern auf einer Ackerfläche und kann voraussichtlich über den Regelarbeitsstreifen (Baustraße) oder angrenzende Wege, die entsprechend den Anforderungen ausgebaut werden müssen, von der Bundesstraße B 188 erreicht werden. Die südliche BE-Fläche liegt auch auf einer Ackerfläche und kann ebenfalls über Wege, die entsprechend den Anforderungen ausgebaut werden müssen, von der Bundesstraße B 188 entlang von Flurstücksgrenzen und über den Regelarbeitsstreifen (Baustraße) erreicht werden.



Abbildung 29: Übersicht über Querung 6 (TKS 334)

3.9 TKS 337 – km 10,3

Übersicht

Das TKS 337 beginnt im Bereich eines Windparks nördlich des Ortsteils Windberge der Stadt Tangerhütte und verläuft in südöstlicher und südlicher Richtung vorwiegend über Ackerflächen und Grünland, um südöstlich des Ortsteils Uchtdorf der Stadt Tangerhütte mit der Querung der Kreisstraße K 1183 zu enden. Dabei quert das TKS unter anderem Bereiche eines Windparks, die Bundesautobahn BAB 14, die Bundesstraße B 189, Überschwemmungsgebiete, einzelne Wege und Gewässer, die Landesstraße L 53, Wald, Naturschutzgebiet, gesetzlich geschützte Biotope, Moorbereiche und die Landesstraße L 31.

Im Bereich des TKS befindet sich Moor und ein Überschwemmungsgebiet, jedoch kein senkungsgefährdeter Bereich.

Die Querung 11 innerhalb des TKS ist als anspruchsvolle Querung klassifiziert, da sie mehrere Infrastrukturen/Schutzgüter quert. In dem Bereich befinden sich mehrere Fremdleitungen (Gas), ein linienhaftes FFH-Gebiet (Gewässer), gesetzlich geschützte Biotope und im südlichen Bereich Moor.

Geologie

Gemäß der Webseite des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (geologische Übersichtskarte 1:400.000) und geologischer Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 ist die Oberflächengeologie im südöstlichen Bereich der Querung geprägt durch Moorerde mit Torfen aus dem Holozän des Quartärs. Im nordwestlichen soll sie durch periglaziale bis fluviatile Ablagerungen mit schluffig, kiesigen Schwemmkegeln geprägt sein.

Als Bodentypen werden gemäß Boden-Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 im nordwestlichen Bereich Acker-Gley-Braunerden und unter Wald Podsol-Gleyerden angegeben. Für den südöstlichen Bereich werden Erdniedermoore und Niedermoore über Niederungssand und Mudde angegeben.

Ein Grundwasserflurabstand unter GOK wird auf der Webseite des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt nicht angegeben. Gemäß Webseite des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt liegen auch keine Grundwassermessstellen im weiteren Umfeld der Querung.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die nördliche BE-Fläche liegt gemäß Satellitenbildern auf einer Ackerfläche und kann voraussichtlich ausgehend von der Landesstraße L 53 über den Regelarbeitsstreifen (Baustraße), angrenzende Wege, die entsprechend den Anforderungen ausgebaut werden müssen, oder über Ackerfläche (temporär zu erstellende Baustraße) erreicht werden. Die südliche BE-Fläche liegt auf einer Ackerfläche in einem Moorgebiet und kann über Wirtschaftswege, die entsprechend den Anforderungen für verdichtungsempfindliche Böden ausgebaut werden müssen, entlang von Flurstücksgrenzen oder über Ackerflächen (temporär zu erstellende Baustraße) von der Landesstraße L 53 angefahren werden.

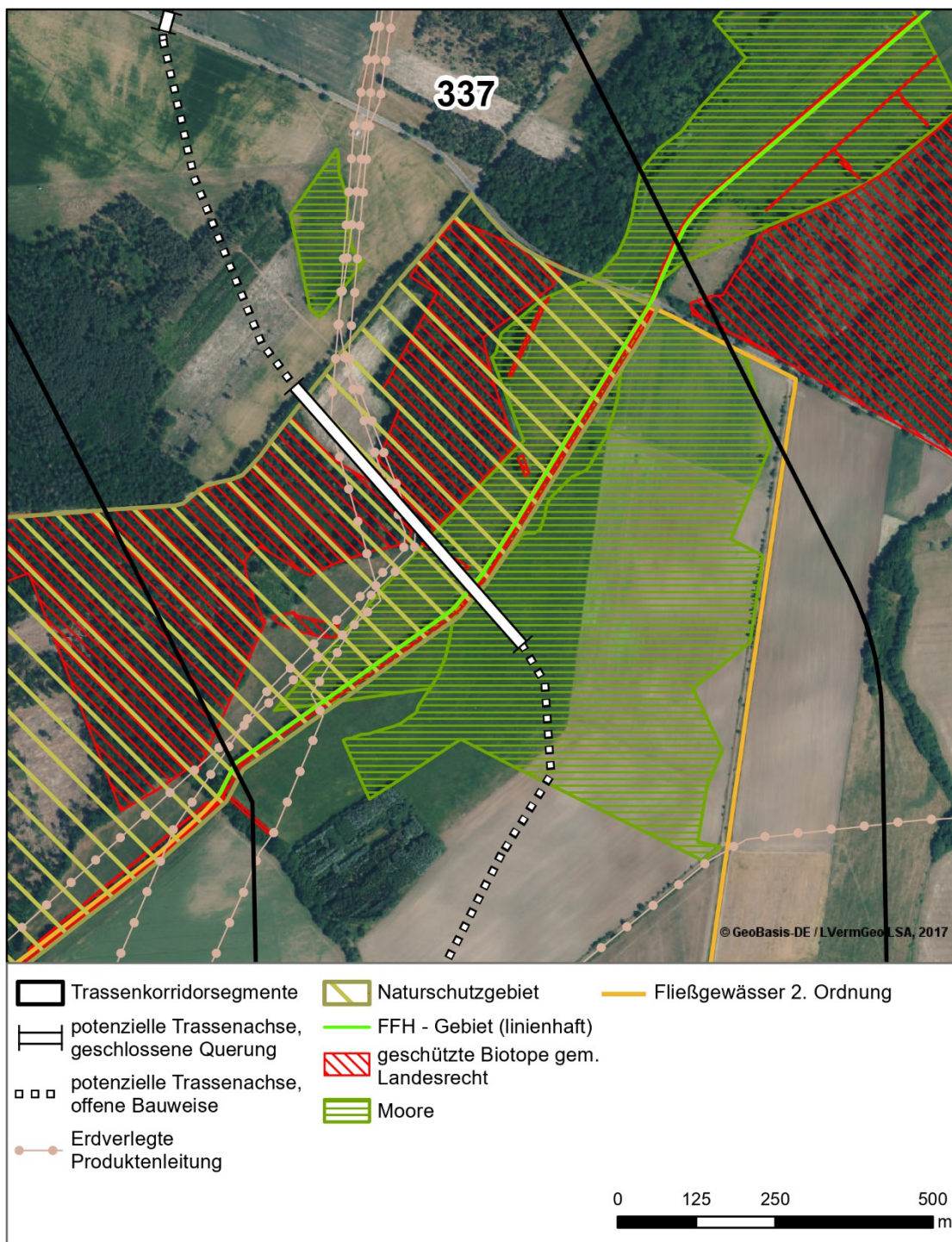


Abbildung 30: Übersicht über Querung 11 (TKS 337)

3.10 TKS 351 – km 10,1

Übersicht

Das TKS beginnt südwestlich des Ortsteils Satuelle der Stadt Haldensleben und verläuft in vorwiegend südöstlicher Richtung über Ackerflächen sowie Grünland und endet beim Ortsteil Hillersleben der Gemeinde Westheide. Dabei quert das TKS unter anderem die Kreisstraße K 1106, die Bundesstraße B 71 sowie das Gewässer Ohre.

Im Bereich des TKS befinden sich keine senkungsgefährdeten Gebiete, jedoch Moore und Überschwemmungsgebiete.

Die Querung 9 innerhalb des TKS befindet sich westlich der Ortschaft Hillersleben der Verbandsgemeinde Elbe-Heide-Hillersleben. Sie quert gesetzlich geschützte Biotope im Bereich des Gewässers Ohre. Die nördliche BE-Fläche liegt östlich von einer siedlungsnahen Freifläche. Der Biegeradius des Kabels wird im Norden durch die Landstraße eingeschränkt.

Geologie

Gemäß der Webseite des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (geologische Übersichtskarte 1:400.000) und geologischer Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 ist die Oberflächengeologie der Saale-Kaltzeit im nordöstlichen Bereich geprägt durch galzifluviatil abgelagerte lehmigem Geschiebedecksand über Geschiebelehm aus dem Pleistozän des Quartärs. Im Bereich des Flusses Loitsche ist die Oberflächengeologie geprägt durch Niederungssand oder Schotter über Auenlehm aus dem Holozän des Quartärs.

Als Bodentypen im nordöstlichen Bereich der Querung werden gemäß der Webseite des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (Boden-Übersichtskarte 1:400.000) und Boden-Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 Braunerde-Fahlerden angegeben. Im südwestlichen Bereich werden grundwasserbeeinflusste Gleye angegeben.

Gemäß Webseite des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt zeigen 3 Messtellen (MKZ 36360030 / Loitsche UP, MKZ 36360035 / Loitsche OP, MKZ 36360032 / Loitsche UP, MKZ 36360037 / Loitsche OP, MKZ 36360040 / Loitsche, MKZ 36360052 / Bhf. Loitsche) im weiteren Umfeld der Querung mittlere Grundwasserstände von > 3,6 m bis zu 10 m unter GOK an.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die nördliche und südliche BE-Fläche der Querung 9 liegen gemäß Satellitenbildern beide auf Ackerflächen westlich von Hillersleben. Diese können voraussichtlich über den Arbeitsstreifen sowie Wirtschaftswege in der Nähe und teils über Ackerfläche bzw. im Anschluss an die Kreisstraße K 1162 erreicht werden.

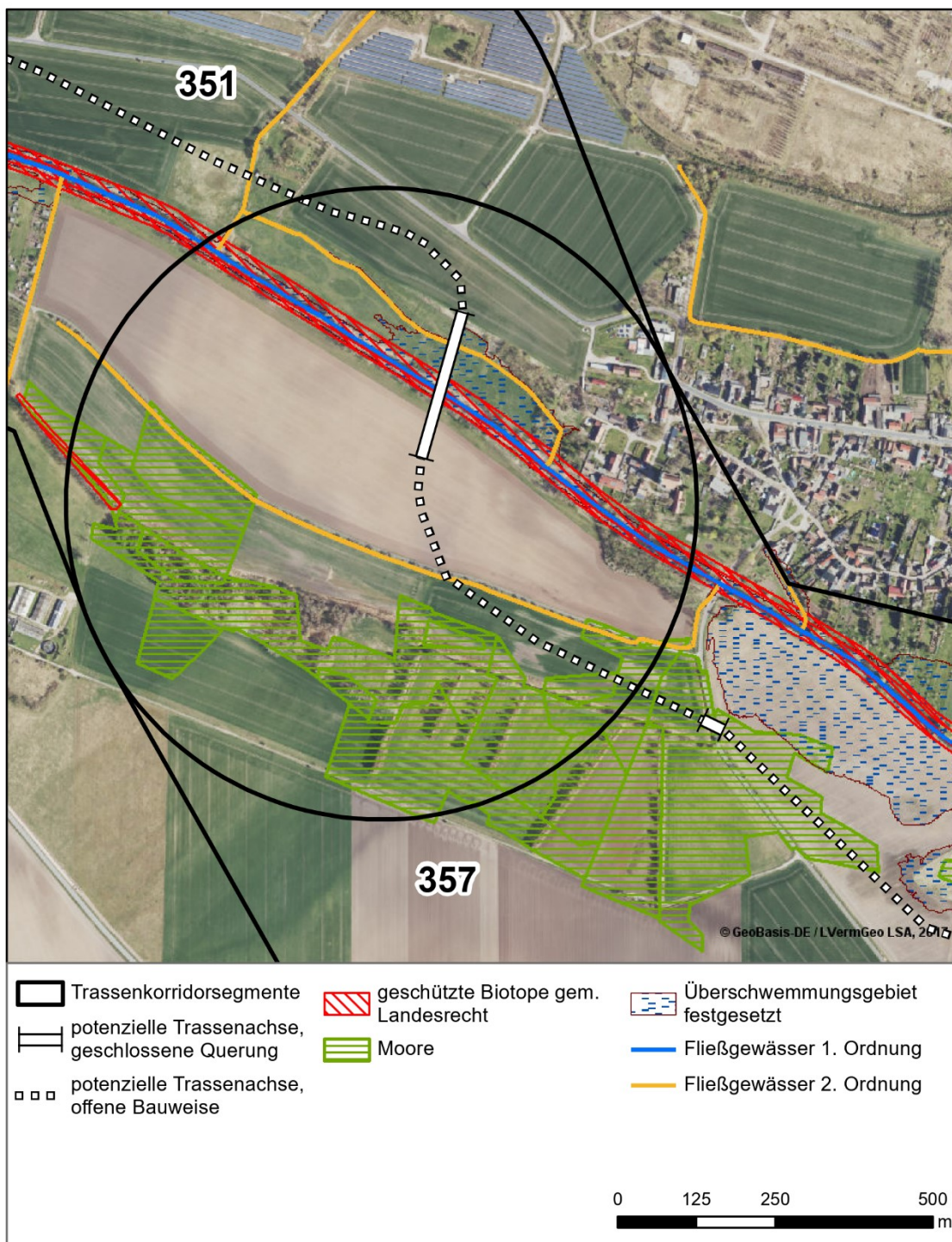


Abbildung 31: Übersicht über Querung 9 (TKS 351)

3.11 TKS 361a – km 12,4

Übersicht

Das TKS 361a beginnt südöstlich des Ortsteils Uchtdorf der Stadt Tangerhütte und verläuft in vorwiegend südwestlicher Richtung überwiegend über Ackerflächen und Grünland sowie teilweise durch Wald und endet südöstlich des Ortsteils Loitsche der Gemeinde Loitsche-Heinrichsberg nach der Querung der Ohre. Dabei quert das TKS unter anderem die Kreisstraßen K 1182, K 1174 und K 1170, die Landesstraße L 44 sowie eine Bahnstrecke. Außerdem befinden sich im TKS Moorbereiche, FFH-, Vogelschutz-, Naturschutz- und Überschwemmungsgebiete sowie gesetzlich geschützte Biotope.

Es werden Moorbereiche und Überschwemmungsgebiete, aber keine senkungsgefährdeten Gebiete gequert.

Die Querung 9 innerhalb des TKS befindet sich östlich des Ortsteils Loitsche der Gemeinde Heinrichsberg und quert Naturschutz-, Vogelschutz-, FFH- und Überschwemmungsgebiete sowie gesetzlich geschützte Biotope im Bereich des Gewässers Ohre. Sie ist technisch anspruchsvoll, da sie sehr lang ist (> 600 m), die nördliche BE-Fläche nah an Bebauungen liegt und der Biegeradius des Kabels im Norden durch die Landstraße eingeschränkt wird.

Geologie

Gemäß der Webseite des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (geologische Übersichtskarte 1:400.000) und geologischer Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 ist die Oberflächengeologie der Saale-Kaltzeit im nordöstlichen Bereich geprägt durch galzifluviatil abgelagerten lehmigen Geschiebedecksand über Geschiebelehm aus dem Pleistozän des Quartärs. Im Bereich des Flusses Loitsche ist die Oberflächengeologie geprägt durch Niederungssand oder Schotter über Auenlehm aus dem Holozän des Quartärs.

Als Bodentypen im nordöstlichen Bereich der Querung werden gemäß der Webseite des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (Boden-Übersichtskarte 1:400.000) und Boden-Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 Braunerde-Fahlerden angegeben. Im südwestlichen Bereich werden grundwasserbeeinflusste Gleye angegeben.

Gemäß Webseite des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt zeigen 3 Messtellen (MKZ 36360030 / Loitsche UP, MKZ 36360035 / Loitsche OP, MKZ 36360032 / Loitsche UP, MKZ 36360037 / Loitsche OP, MKZ 36360040 / Loitsche, MKZ 36360052 / Bhf. Loitsche) im weiteren Umfeld der Querung mittlere Grundwasserstände von > 3,6 m bis zu 10 m unter GOK an.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Gemäß Satellitenbildern liegen beide BE-Flächen auf Ackerflächen. Die nördliche BE-Fläche kann über den Regelarbeitsstreifen (Baustraße) oder Ackerflächen (temporär zu erstellende Baustraße) von der Landesstraße L 44 aus erreicht werden. Die potTA liegt hier ca. 120 m von einem Friedhof entfernt. Eine Betroffenheit des Friedhofs ist nicht zu erwarten. Im Süden ist die BE-Fläche von der Kreisstraße K 1170 über den Regelarbeitsstreifen (Baustraße) oder entlang von Wirtschaftswegen, die entsprechend den Anforderungen ausgebaut werden müssen, und Ackerfläche (temporär zu erstellende Baustraße) erreichbar.

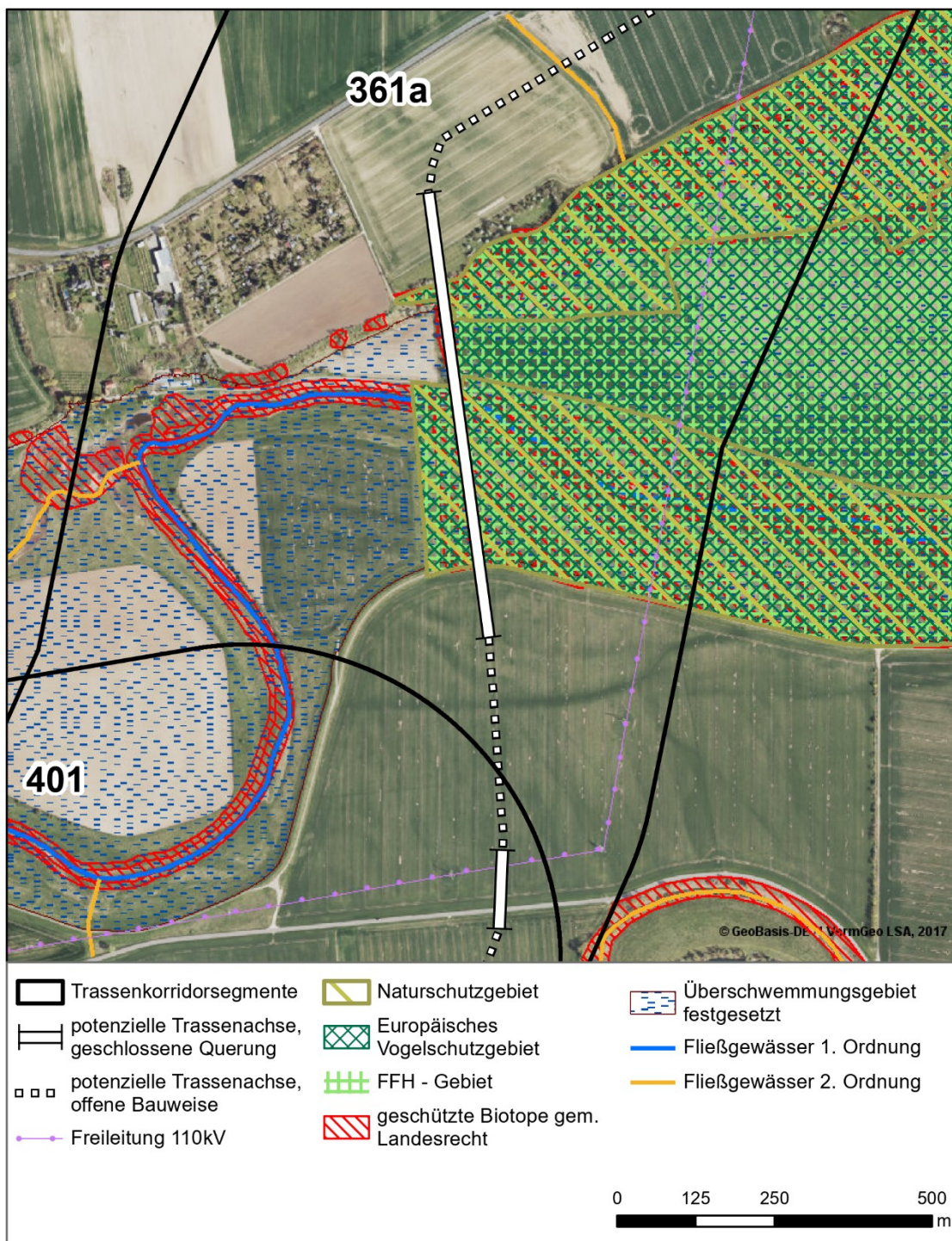


Abbildung 32: Übersicht über Querung 9 (TKS 361a)

3.12 TKS 355 – km 0,0 - Mittellandkanal (MLK)

Übersicht

Das TKS befindet sich östlich des Ortsteils Groß Ammensleben der Gemeinde Niedere Börde, beginnt nördlich des Mittellandkanals, quert diesen in südlicher Richtung und endet nach der Querung einer Bahnstrecke südöstlich von Groß Ammensleben. Das TKS quert neben dem Mittellandkanal unter anderem Ackerflächen und Grünland sowie mögliche Gebiete für die Nutzung von Windenergie.

Es werden keine Moorgebiete, Überschwemmungsgebiete oder senkungsgefährdete Gebiete gequert.

Die Querung 1 quert den Mittellandkanal. Da der Mittellandkanal als Bundeswasserstraße definiert ist, gelten für die geschlossene Querung besondere Vorschriften zum Abstand der Sohltiefe, zu den Hochwasserschutzanlagen (Deichen) und zum Querungswinkel.

Geologie

Gemäß der Webseite des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (geologische Übersichtskarte 1:400.000) und geologischer Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 ist die Oberflächengeologie im nord-östlichen Bereich geprägt durch Anmoor, Schluff und Sand sowie fluviatile Ablagerungen des Holozän. Der südwestliche Bereich ist geprägt durch sandige, kiesige Ablagerungen der Urstromtäler aus dem Warthestadium.

Als Bodentypen im nordöstlichen Bereich der Querung werden gemäß der Webseite des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (Boden-Übersichtskarte 1:400.000) und Boden-Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 überwiegend Tschernosem-Gley-Kolluvisole und gering verbreitet Tschernosem-Kolluvisole angegeben. Für einen kleinen Bereich im Nordosten der Querung werden Braunerden-Tschernoseme und gering verbreitet Gley-Tschernoseme angegeben.

Gemäß Webseite des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt zeigt die Messstelle Samswegen (MKZ 37350087) einen mittleren Grundwasserstand von > 2,20 m unter GOK an.

Bauverfahren

Nach der Machbarkeitsuntersuchung zur Querung des Mittellandkanals wird zur Optimierung der Querung ein Mikrotunnelverfahren vorgesehen (Länge ca. 450 m).

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Beide BE-Flächen sind laut den vorliegenden Wegedaten und Satellitenbildern voraussichtlich über angrenzende Wege von der Kreisstraße K1167 zwischen Jersleben und Meitzendorf erreichbar. Zudem muss der Regelarbeitsstreifen (Baustraße) auf Ackerflächen (temporär zu erstellende Baustraße), die entsprechend den Anforderungen ausgebaut werden müssen, befahren werden.

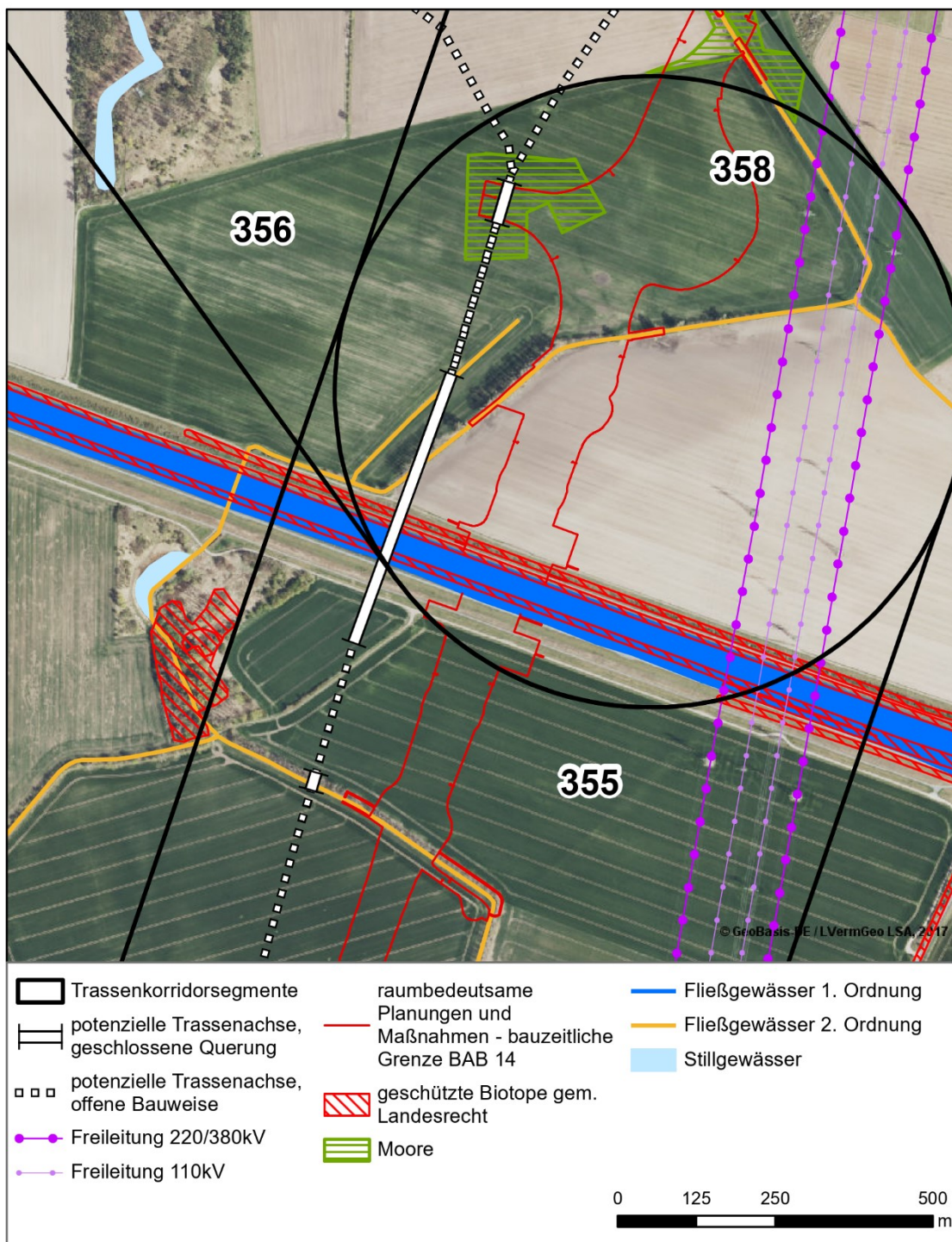


Abbildung 33: Übersicht über Querung 1 (TKS 355)

4 Verwendete Unterlagen

4.1 Literaturverzeichnis

4.1.1 Fachliteratur

50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH und TransnetBW GmbH, 2015. Musterantrag nach § 6 NABEG. Teil 1: Grob- und Trassenkorridorfindung

50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH und TransnetBW GmbH, 2022. Anhang zum Netzentwicklungsplan Strom 2035, Version 2021. Zweiter Entwurf. Aktualisierung Februar 2022. Berlin, Dortmund, Bayreuth, Stuttgart

50HERTZ TRANSMISSION GMBH, TENNET TSO GMBH, 2018. SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt - Isar; Gleichstrom“. Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG. Technische Vorhabenbeschreibung Abschnitt B.

50Hertz Transmission GmbH, SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 und Nr. 5a - „Höchstspannungsleitung Klein Rogahn-Isar; Gleichstrom mit den Bestandteilen Klein Rogahn – Landkreis Börde, Landkreis Börde – Isar“ Abschnitt A2, Unterlagen gemäß § 21 NABEG vom 07.03.2023. Dokument: SOL_ARG_A2_21E02_FA2_1001_Nachw-Baulaerm-Trasse-1_03_F (Seite 34 von 65)

Bernotat, Dirk und Volker Dierschke, 2021. Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen – Teil I: Rechtliche und methodische Grundlagen, 4. Fassung

BMU, 2019. Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Berlin

BNetzA, 2012. Leitfaden zur Bundesfachplanung nach §§ 4 ff. des Netzausbaubeschleunigungsgesetzes Übertragungsnetz (NABEG). Bonn

BNetzA, 2013. Umweltbericht 2013. Bonn

BNetzA, 2016. Bundesfachplanung für Gleichstrom-Vorhaben mit gesetzlichem Erdkabelvorrang. Positionspapier der Bundesnetzagentur für Anträge nach § 6 NABEG. Bonn

BNetzA, 2017. Methodenpapier – Die Strategische Umweltprüfung in der Bundesfachplanung für Vorhaben mit Erdkabelvorrang im Rahmen der Unterlagen gemäß § 8 NABEG. Bonn

BNetzA, 2020. Die Raumverträglichkeitsstudie in der Bundesfachplanung für Vorhaben mit Erdkabelvorrang. Bonn

BNetzA, 2021. Bedarfsermittlung 2021-2035 – Entwurf des Umweltberichts, Teil I bis III. Strategische Umweltprüfung auf Grundlage des 2. Entwurfs des NEP Strom. Bonn

BNetzA, 2022. Bedarfsermittlung 2021-2035. Bestätigung Netzentwicklungsplan Strom. Bonn

Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), 2008. Daten zur Natur 2008. – Münster (Landwirtschaftsverlag): 10-11. SSYMAN, A., 1994. Neue Anforderungen im europäischen Naturschutz: Das Schutzgebietssystem Natura 2000 und die FFH-Richtlinie der EU. Natur und Landschaft 69 (Heft 9): 395-406.

CIGRE (2009): Impacts of HVDC lines on the economics of HVDC projects. TB 388. 164 Seiten.

Garniel, Annick und Ulrich Mierwald, 2010. Arbeitshilfe Vögel und Straßenverkehr. Schlussbericht zum Forschungsprojekt FE 02.286/2007/LRB der Bundesanstalt für Straßenwesen: „Entwicklung eines Handlungsleitfadens für Vermeidung und Kompensation verkehrsbedingter Wirkungen auf die Avifauna“

Gassner, Erich, Winkelbrandt, Arnd und Dirk Bernotat, 2010. UVP und strategische Umweltprüfung – Rechtliche und fachliche Anleitung für die Umweltprüfung. 5. Auflage. Heidelberg: rehm. ISBN 9783811432482

Gedeon, K., C. Grüneberg, A. Mitschke, C. Sudfeldt, W. Eikhorst, S. Fischer, M. Flade, S. Frick, I. Geiersberger, B. Koop, M. Kramer, T. Krüget, N. Roth, T. Ryslavy, S. Stübing, S. R. Sudmann, R. Steffens, F. Vökler und K. Witt, 2014. Atlas Deutscher Brutvogelarten. Atlas of German Breeding Birds. Stiftung Vogelmonitoring und Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster. ISBN 978-3-9815543-3-5

McFadyen, Steven (2013): IEC 60287: Current Capacity of Cables - Rated Current.

Runge, Karsten, 2019. Hinweise und Empfehlungen zu Vermeidungsmaßnahmen bei Erdkabelvorhaben. Fördernummer: 3518 86 0700. Projekttitle: Zusammenstellung, Hinweise und Empfehlungen zu möglichen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen bei Erdkabelvorhaben unter Berücksichtigung des Stands von Wissenschaft und Technik, der prognostizierbaren Wirksamkeit und der ebenenspezifischen Nutzbarkeit. Entwurf. Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU).

SEMMELE, Arno, 1993. Karteninterpretation aus geoökologischer Sicht – erläutert an Beispielen der Topographischen Karte 1:25000. Frankfurt am Main: Institut für Physische Geographie. ISBN 3922540465

Trüby, P. & Aldinger, E. 2013. Auswirkungen der Wärmeemission von Hochspannungserdkabeln auf den Wärme- und Wasserhaushalt des Bodens. 2013): Anforderungen an den Um- und Ausbau des Höchstspannungsstromnetzes – aus der Sicht von Naturschutz und Kulturlandschaftspflege. Schriftenreihe des DRL, (84), 100-108.

VOB/C 2015 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen: Gesamtausgabe 2002 Teil A - DIN 1960, Teil B - DIN 1961, Teil C – ATVen; Verfasst von: DIN e.V., DVA; Veröffentlicht am: 27. Juli 2015

4.1.2 Internet

Knoth (1992): Geologische Übersichtskarte 1:400.000 (GÜK400), [Zugriff am 08.06.2023], verfügbar unter: <http://webs.idu.de/lagb/lagb-default.asp?thm=guek400>

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2017): Bodenkarte von Niedersachsen 1:50.000, [Zugriff am 08.06.2023], verfügbar unter: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2018): Bodenklassenübersichtskarte für Erdarbeiten nach DIN18300:2012-09 (ZURÜCKGEZOGEN) 1:50.000 - Vorherrschende Bodenklasse von 0 bis 1 m, [Zugriff am 08.06.2023], verfügbar unter: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2018): Bodenklassenübersichtskarte für Erdarbeiten nach DIN18300:2012-09 (ZURÜCKGEZOGEN) 1:50.000 - Vorherrschende Bodenklasse von 1 bis 2 m, [Zugriff am 08.06.2023], verfügbar unter: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (1991): Geologische Karte von Niedersachsen 1:25.000 – Grundkarte, [Zugriff am 08.06.2023], verfügbar unter: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2008): Hydrogeologische Karte von Niedersachsen 1:50.000 - Lage der Grundwasseroberfläche, [Zugriff am 08.06.2023], verfügbar unter: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (keine Angaben): Geologische Übersichtskarte Oberflächengeologie in Mecklenburg-Vorpommern im Maßstab 1:500.000, [Zugriff am 08.06.2023], verfügbar unter: <https://www.geoportal-mv.de/gaia/gaia.php>

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (keine Angaben): Geologische Übersichtskarte Bodengeologie in Mecklenburg-Vorpommern im Maßstab 1:500 000, [Zugriff am 08.06.2023], verfügbar unter: <https://www.geoportal-mv.de/gaia/gaia.php>

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (keine Angaben): Hydrogeologische Karte 1:500.000, [Zugriff am 08.06.2023], verfügbar unter: <https://www.geoportal-mv.de/gaia/gaia.php>

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW), Gewässerkundlicher Landesdienst (2023): Stammdatenblätter mit Hauptwerten (MKZ 36360030 / Loitsche UP, MKZ 36360035 / Loitsche OP, MKZ 36360032 / Loitsche UP, MKZ 36360037 / Loitsche OP, MKZ 36360040 / Loitsche, MKZ 36360052 / Bhf. Loitsche, MKZ 37350087 / Samswegen), [Zugriff am 08.06.2023], verfügbar unter: <https://gld.lhw-sachsen-anhalt.de/#>

ABB Asea Brown Boveri Ltd: Broschüre Hochspannungskabel von ABB, zitiert nach Projekt SOL, Online unter https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Vorhaben/BBPIG/05/B/8/2_TechnischeVorhabenbeschreibung.pdf?__blob=publicationFile (Stand 22.11.2022)

Fachverband der Kunststoffrohr-Industrie (2022): Microtunneling: Verfahrensbeschreibung. Online unter: <https://www.krv.de/wissen/verfahrensbeschreibung-8> (Stand 10.11.2022)

Firma Walter Föckersperger GmbH, zitiert nach Projekt SOL, Online unter https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Vorhaben/BBPIG/05/B/8/2_TechnischeVorhabenbeschreibung.pdf?__blob=publicationFile (Stand 22.11.2022)

Herrenknecht AG (2022): Produktneuheiten E-Power Pipe. Online unter <https://www.herrenknecht.com/de/newsroom/keytopicdetail/innovation/> (Stand 22.11.2022)

Herrenknecht AG, zitiert nach Projekt SOL, Online unter https://www.netzausbau.de/Shared-Docs/Downloads/DE/Vorhaben/BBPlG/05/B/8/2_TechnischeVorhabenbeschreibung.pdf?__blob=publicationFile (Stand 22.11.2022)

TNS Emnid/Bertelsmann Stiftung: Bürgerbeteiligung und Infrastrukturplanung Management Report, August 2012. Online unter https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/user_upload/Buergerbeteiligung_und_Infrastrukturplanung.pdf (Stand 22.11.2022)

Verband Güteschutz Horizontalbohrungen e.V. (2015): Technische Richtlinien des DCA – Informationen und Empfehlungen für Planung, Bau und Dokumentation von HDD-Projekten. 4. Auflage. Online unter <https://dca-europe.org/technische-informationen>.

4.2 Gesetze / Verordnungen / Richtlinien / Verwaltungsvorschriften

URHEBERRECHTSGESETZ vom 9. September 1965 (BGBl. I S. 1273), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 1. Oktober 2013 (BGBl. I S. 3728) geändert worden ist

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – Vom 19. August 1970 (Banz. Nr. 160 vom 19.08.1970)

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (BAnz AT 03.03.2016 B5, BAnz AT 03.03.2016 B6) (26. BImSchVVwV)

Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 8. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1726) geändert worden ist

Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Wirtschaft und Energie (9. Ausschuss) zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung – Drucksachen 18/4655, 18/5581, 18/5976 Nr. 1.6 – Entwurf eines Gesetzes zur Änderung von Bestimmungen des Rechts des Energieleitungsbaus. BT.-Drucks. 18/6909

Brandenburgisches Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz (Brandenburgisches Naturschutzausführungsgesetz - BbgNatSchAG) vom 21. Januar 2013 (GVBl.I/13, [Nr. 3], S., ber. GVBl.I/13 [Nr. 21]) zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 25. September 2020 (GVBl.I/20, [Nr. 28])

Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2543; 2014 I S. 148, 271), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 8. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1726) geändert worden ist

Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. Juni 2021 (BGBl. I S. 1760) geändert worden ist

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 126 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist

Bundesfernstraßengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. Juni 2007 (BGBl. I S. 1206), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Juni 2022 (BGBl. I S. 922) geändert worden ist

Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 3 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792) geändert worden ist

Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2017): Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm. Online unter:
https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_26081998_IG19980826.htm.

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 8. Mai 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 153) geändert worden ist

Deutsche Bahn AG (2016): RIL 878 Stromleitungskreuzungsrichtlinien

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2011. DWA Regelwerk, Arbeitsblatt Rohrvertrieb, Band A 125 - korrigierte Fassung. Hennef.

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, 2008: DVGW GW 304:2008-12: Rohrvortrieb und verwandte Verfahren.

Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 18300:2019-09: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten. Beuth-Verlag, Berlin 2019.

Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 18915:2018-06: Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten. Beuth-Verlag, Berlin 2021.

Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 19731:2021-07-Entwurf: Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial und Baggergut. Beuth-Verlag, Berlin 2021.

DIN 19712: 2013-01, Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern

DIN 19639:2019-09, Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben

Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 4124:2012-01: Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten. Beuth-Verlag, Berlin, 2012.

Deutsches Institut für Normung e.V., 2013. DIN EN 50341-1 VDE 0210-1:2013-11. Freileitungen über AC 1kV. Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen. Deutsche Fassung EN 50341-1:2012. Ausgabedatum: 2013-11.

Energieleitungsausbaugesetz vom 21. August 2009 (BGBl. I S. 2870), das zuletzt durch Artikel 3 Absatz 3 des Gesetzes vom 2. Juni 2021 (BGBl. I S. 1295) geändert worden ist

Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 8. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1726) geändert worden ist

Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Bundesbedarfsplangesetzes und anderer Vorschriften. BT-Drucks. 19/23491

Entwurf eines Gesetzes zur Neuregelung energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften. BT-Drucks. 17/6072

Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 8 des Gesetzes vom 8. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1726) geändert worden ist

FGSV 293/4: Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS). Abschnitt 4: Schutz von Bäumen, Vegetationsbeständen und Tieren bei Baumaßnahmen (RAS-LP 4), Ausgabe 1999

FGSV 514: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten 2016

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2016. Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten. S. 76-86.
Köln: FGSV Verlag. ISBN: 978-3-86446-159-0.

Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung vom 29. August 2002 (BGBl. I S. 3478), die zuletzt durch Artikel 14 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist (32. BImSchV)

Grundgesetz (GG) für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100- 1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2478) geändert worden ist

GTSO (Deutsche Übertragungsnetzbetreiber): Technical Requirement Specification for Performing Prequalification Tests on Extruded DC Underground Cables For Nominal Voltage Up $\pm$ 525 KV Revision 1.0, 2016-11-14

Luftverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 698), das zuletzt durch Artikel 131 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist

Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1690), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 8. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1726) geändert worden ist

Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist

Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (kodifizierte Fassung) (ABl. L 20 vom 26.1.2010, S. 7-25)

Richtlinie 92/ 43 /EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22.7.1992, S. 7-50)

Schutzbereichsgesetz in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 54-2, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 13. Mai 2015 (BGBl. I S. 706) geändert worden ist

Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) (GMBI 1998 Nr. 26, S. 503), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BANz AT 08.06.2017 B5)

Stromkreuzungsrichtlinie 2016, SKR 2016 (=RIL 878)

Verband Güteschutz Horizontalbohrungen e.Vv. (2015): Technische Richtlinien des DCA – Informationen und Empfehlungen für Planung, Bau und Dokumentation von HDD-Projekten. 4. Auflage. Online unter <https://dca-europe.org/technische-informationen>.

Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266) (26. BImSchV)

Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist (39. BImSchV)

Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 22. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 409) geändert worden ist

Wasserrahmenrichtlinie (WRRL): RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1

4.3 Urteile

OLG DÜSSELDORF. Urteil vom 20.02.2001. (Az. 20 U 194/00), Abs. 5

BVerwG. Beschluss vom 27.07.2020 (4 VR 7/19, 4 VR 3/20), juris, Rn. 70

BVerwG. Urteil vom 14.02.1975 (IV C 21/74), BVerwGE 48, S. 56, 61ff.

BVerwG. Urteil vom 22.03.1985 (4 C 73/82), NJW 1986, S. 82

BVerwG. Urteil vom 6.11.2013 (9 A 14.12), BVerwGE 148, 373, Rn. 151

5 Anhang

Anhang 1: Schalltechnische Untersuchung

(Bericht 3896674-LG vom 23.01.2023, Ersteller: TÜV SÜD)

Anhang 2: Gutachten elektromagnetische Felder

(Bericht 3896674 EMF v3 vom 27.03.2024, Ersteller: TÜV SÜD)



Energie für eine Welt in Bewegung

50Hertz Transmission GmbH

Heidestr. 2
10557 Berlin
Deutschland

Tel. +49 (30) 5150-0
Fax +49 (30) 5150-4477
info@50hertz.com
www.50hertz.com