

 	SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“	
	Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG	 Von der Europäischen Union kofinanziert Fazilität „Connecting Europe“
Technische Vorhabenbeschreibung Abschnitt B		

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1	VORBEMERKUNG	5
2	TECHNISCHE PROJEKTbeschreibung	6
2.1	Übergeordnete Technische Daten	6
2.1.1	Start- und Endpunkt	7
2.1.2	Übertragungsleistung	7
2.2	Technische Bau- und Betriebsmerkmale der Gleichstrom-Kabelanlage	7
2.2.1	Kabeltypen	7
2.2.1.1	Kabelaufbau	8
2.2.1.2	Logistikanforderungen	9
2.2.1.3	Kabelverbindungen (Muffen)	9
2.2.1.4	Lichtwellenleiter	10
2.2.1.5	Erdungsstellen	10
2.2.2	Musterquerschnitte der Kabelanlage, Schutzstreifen	11
2.2.2.1	Offene Bauweise	11
2.2.2.1.1	Anforderungen an Kabelgraben und Bettung	11
2.2.2.1.2	Musterquerschnitte Kabelgraben und Arbeitsbereich	11
2.2.2.2	Halboffene und geschlossene Bauweise	13
2.2.2.3	Schutzstreifen	14
2.2.3	Kabelabschnittstationen	14
2.2.4	Allgemeine Baubeschreibung der Erdkabelverlegung	15
2.2.4.1	Offene Bauweise	15
2.2.4.2	Halboffene Bauweisen	18
2.2.4.3	Geschlossene Bauweisen	19
2.2.5	Emissionen und Emissionsquellen	27
2.2.6	Instandhaltungsarbeiten im Betrieb	28
2.3	Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Gleichstrom-Freileitungsabschnitten	28
2.4	Darstellung der technischen Bau- und Betriebsmerkmale der Konverteranlagen	28
2.5	Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Kabelabschnittsstationen	28
2.6	Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Drehstrom-Freileitungsabschnitten zur Konverteranbindung	28
2.7	Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Drehstrom-Erdkabelabschnitten zur Konverteranbindung	29
2.8	Planungsstandrelevante Kenntnislücken und Prognoseunsicherheiten	29
3	BESCHREIBUNG BAUTECHNISCH ANSPRUCHSVOLLER QUERUNGEN	30
3.1	Vorbemerkung	30
3.2	Beschreibung bautechnisch anspruchsvoller Querungen – Abschnitt B	30
3.2.1	Rauda-Tal	30
3.2.2	Niederndorf	32
3.2.3	Gera-West - Stadtwaldvariante	33

3.2.4	Weida-Tal bei Weida/Mildenfurth	34
3.2.5	Tal der Weißen Elster zwischen Crossen und Caaschwitz	36
3.2.6	Niederpölnitz	37
3.2.7	Wisenta-Querung bei Schleiz (TKS 028a)	39
3.2.8	Triebitzbach-Querung westlich von Elsterberg (TKS 027)	40
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS UND GLOSSAR		42

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Schematische Darstellung der Gleichstrom-Erdkabelverbindung (Längsschnitt)	6
Abbildung 2:	Aufbau kunststoffisoliertes Gleichstrom-Erdkabel (vergleichbar für Kabel der Spannungsebenen 320kV und 525kV) (<i>Quelle „Broschüre Hochspannungskabel von ABB“</i>)	8
Abbildung 3:	Schematische Darstellung der Kabelverbindungen (Muffen)	9
Abbildung 4:	Temporärer Muffen-Container	10
Abbildung 5:	Fertige Muffen vor dem Verfüllen mit Bettungsmaterial	10
Abbildung 6:	Mögliches Design einer Linkbox	11
Abbildung 7:	Musterquerschnitt Arbeits- und Schutzstreifenbreite für 525 kV, zwei Kabel/Schutzrohre in einem Graben mit 2-facher Trennung des Unterbodens	12
Abbildung 8:	Musterquerschnitt Arbeits- und Schutzstreifenbreite für 320 kV, je zwei Kabel/Schutzrohre in jeweils einem Graben mit 2-facher Unterbodentrennung; Baustraße zwischen den Gräben	12
Abbildung 9:	Musterquerschnitt für Arbeits- und Schutzstreifenbreite 320 kV, je zwei Kabel/Schutzrohre in jeweils einem Graben mit 2-facher Unterbodentrennung; Baustraße neben den Gräben, versetzte Bauweise	12
Abbildung 10:	Funktionsprinzip des Einpflügens von Schutzrohren (Bildmaterial Firma Walter Foeckersperger GmbH)	19
Abbildung 11:	Beispiel Pressbohrverfahren (Bildmaterial aus DWA-A 125)	20
Abbildung 12:	Beispiel Pilotrohr-Vortrieb mit Bodenentnahme (Bildmaterial aus DWA-A 125)	21
Abbildung 13:	Beispiel Gewässerkreuzung im HDD-Verfahren (Bildmaterial aus DWA-A 125)	22
Abbildung 14:	Typische Aufweitung des Wegerechtsstreifens bei geschlossenen Querungen mittels einzelner HDD	24
Abbildung 15:	Mindestabstände der aufgeweiteten Einzelbohrungen bei Bahnquerungen (beispielhaft)	24
Abbildung 16:	Beispiel Mikrotunnelbau mit Spülförderung (Bildmaterial aus DWA-A 125)	25
Abbildung 17:	Rauda-Tal	31
Abbildung 18:	Niederndorf (Gera-West)	32
Abbildung 19:	Gera-West - Stadtwaldvariante	33
Abbildung 20:	Weida-Tal bei Weida/Mildenfurth	35
Abbildung 21:	Querung des Tales der Weißen Elster zwischen Crossen und Caaschwitz	36
Abbildung 22:	Niederpöllnitz	38
Abbildung 23:	Wisenta-Querung bei Schleiz	39
Abbildung 24:	Triebitzbach-Querung westlich von Elsterberg	41

1 Vorbemerkung

Beim Vorhaben 5: Wolmirstedt – Isar (SuedOstLink/SOL) des Bundesbedarfsplangesetzes (BBPlG) handelt es sich um eine geplante Gleichstromverbindung zwischen den Netzverknüpfungspunkten (NVPs) Wolmirstedt bei Magdeburg im Land Sachsen-Anhalt und Isar bei Landshut im Freistaat Bayern. Diese ist nach § 3 Abs. 1 i. V. m. § 2 Abs. 5 BBPlG als Leitung zur Höchstspannungs-Gleichstrom Übertragung (HGÜ) und aufgrund seiner Kennzeichnung mit „E“ als Erdkabel auszuführen. Gemäß § 3 Abs. 3 S. 1 BBPlG haben betroffene Gebietskörperschaften im Rahmen der Antragskonferenz die Möglichkeit, aufgrund örtlicher Belange den Einsatz einer Freileitung vom Träger des Vorhabens prüfen zu lassen. Eine solche Forderung wurde für den hier vorliegenden Teilabschnitt C nicht gestellt, weshalb das Vorhaben auf gesamter Strecke als Gleichstrom-Erdkabel zu planen und umzusetzen ist.

Wegen der großen Entfernung zwischen den Netzverknüpfungspunkten ist die vorgesehene Ausführung als HGÜ-Leitung aufgrund geringer Übertragungsverluste besonders geeignet. Als Spannungsebene für die Kabelanlagen wird 525 Kilovolt (kV) Gleichstrom zur Übertragung einer Leistung von 2 Gigawatt (GW) angestrebt. In der Planung wird allerdings als Rückfallebene der Einsatz von bereits vorhandenen und erprobten 320-kV-Kabelanlagen mit vorgesehen.

Das Projekt wird von den Übertragungsnetzbetreibern 50Hertz Transmission GmbH (50Hertz) und TenneT TSO GmbH (TenneT) beantragt und ist in die Abschnitte A-D unterteilt.

Gesetzliche Grundlage der Planungen ist eine Nennung im Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG). Hier findet sich das Vorhaben als Nr. 5 (Wolmirstedt – Isar, Gleichstrom) in der Anlage zu § 1 Abs. 1 BBPlG vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2543; 2014 I S. 148, 271), zuletzt geändert durch Artikel 12 des Gesetzes vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1786).

In der vorliegenden Unterlage zum **SOL-Abschnitt B** werden die technischen Grundlagen des Vorhabens beschrieben (Kap. 2) sowie Erläuterungen zu technischen Lösungen für ausgewählte, bautechnische schwierige Bereiche vorgestellt (Kap. 3).

Generell sind die Darstellungen in den Kapiteln 1 bis 3 der Technischen Beschreibungen für alle vier Abschnitte identisch; da jedoch Freileitungsbereiche nur in Abschnitt A sowie Konverter nur in den Abschnitten A und D vorkommen, wird nur in den jeweils zutreffenden Abschnitten auf diese Anlagenbestandteile genauer eingegangen.

2 Technische Projektbeschreibung

2.1 Übergeordnete Technische Daten

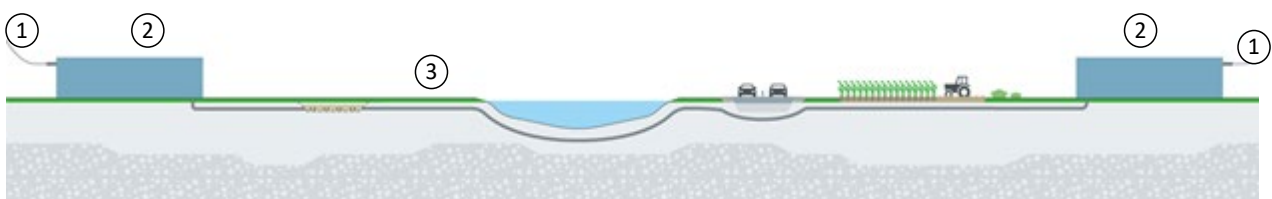
Das Projekt SuedOstLink ist nach § 3 Abs. 1 i. V. m. § 2 Abs. 5 BBPIG eine Leitung zur Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) und aufgrund seiner Kennzeichnung mit „E“ vorrangig als Erdkabel auszuführen. Bei HGÜ handelt es sich um eine Technologie zur verlustarmen Übertragung von elektrischer Energie mit Gleichstrom. Obwohl das Projekt SuedOstLink vorrangig als Erdkabel geplant werden soll, besteht unter bestimmten Voraussetzungen auch die Notwendigkeit zur Prüfung eines Freileitungskabels: Diesbezüglich wurden für mehrere Bereiche im Abschnitt B Freileitungsprüfverlangen eingereicht. Die entsprechenden Prüfungen wurden vom Vorhabenträger veranlasst und der BNetzA vorgelegt. Mit Schreiben vom 02.11.2018 kommt die BNetzA zu dem Ergebnis, dass Freileitungen in dem Betrachtungsraum zwar nicht per se unzulässig und im Grundsatz möglich sind; unter Berücksichtigung der sicherheitstechnischen Erwägungen sieht die BNetzA jedoch auch bei konservativer Kalkulation eine wirtschaftlich und technisch effiziente Ausführung der Freileitung im Betrachtungsraum als nicht erreichbar an; die Möglichkeit einer Freileitung wird deshalb im SOL-Abschnitt B nicht weiter verfolgt.

Angestrebt wird als Spannungsebene 525-kV-Gleichstrom für die Kabelanlagen. In der Planung wird allerdings als Rückfallebene der Einsatz von bereits vorhandenen und erprobten 320-kV-Kabelanlagen mit vorgesehen. Da für die Rückfallebene zwei Kabelsysteme benötigt werden (525 kV: nur ein System; ein System besteht dabei aus jeweils 2 Kabeln (Plus- und Minus-Pol)), was zu einer größeren Breite von Arbeits- und Schutzstreifen und damit zu größeren Eingriffen in die Schutzgüter führen würde, gehen die Antragsunterlagen im Sinne einer „Worst-Case“-Betrachtung hinsichtlich der vorläufigen Bemessung der Arbeits- und Schutzstreifenbreite von der Realisierung von 320-kV-Kabelanlagen aus, da hier die Verlegung in zwei Gräben mit einem größeren Eingriff verbunden wäre.

Gleichstromleitungen mit „E“-Kennzeichnung können grundsätzlich als Erdkabel (Kapitel 2.2), unter besonderen rechtlichen Voraussetzungen auch als Freileitung (Kapitel 2.3), gebaut werden. Der Übergang zwischen Gleichstromkabel und einer Gleichstromfreileitung erfolgt durch eine Kabelübergangsanlage (Kapitel 2.2.3). An den Netzverknüpfungspunkten am Anfang und Ende der HGÜ wird je ein Konverter (Kapitel 2.4) errichtet. Die Anbindung an den Netzverknüpfungspunkt (NVP) erfolgt, sofern keine unmittelbare Anbindung der Leitung möglich ist, im Wege von sogenannten Stichleitungen über Drehstromhöchstspannungsfreileitungen (Kapitel 2.6) oder unter den Voraussetzungen des § 4 Abs. 2 i. V. m. § 3 Abs. 6 BBPIG über Drehstromhöchstspannungskabel (Kapitel 2.7).

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

Die Übertragung zwischen den Konvertern erfolgt mit Gleichstrom (DC – direct current). Im Konverter wird der Gleichstrom in Drehstrom (AC – alternating current) umgewandelt und an die Spannungsebene von 380 Kilovolt (kV) des Drehstromnetzes durch Transformatoren angepasst. Der SuedOstLink (SOL) umfasst neben der Gleichstromverbindung zwischen den Konvertern (siehe nachstehende Abbildung, dargestellt ist die Verbindung als Erdkabel) ggf. auch Drehstromstichleitungen zu den Umspannwerken (in der Länge abhängig vom Abstand zwischen Konverterstandort und Einspeisungspunkt im Umspannwerk).



1. Anbindung an den Netzverknüpfungspunkt
2. Konverter (einschließlich Transformatoren)
3. DC-Kabel

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Gleichstrom-Erdkabelverbindung (Längsschnitt)

2.1.1 Start- und Endpunkt

Das Vorhaben schließt sich an das vorhandene Drehstromnetz an den gesetzlich festgelegten Netzverknüpfungspunkten wie folgt an:

- an das UW Wolmirstedt in Wolmirstedt, Land Sachsen-Anhalt,
- an das UW Isar am Kernkraftwerk Isar bei Landshut, Freistaat Bayern.

2.1.2 Übertragungsleistung

Der SuedOstLink wird für eine Übertragungsleistung von 2 Gigawatt (GW) ausgelegt.

2.2 Technische Bau- und Betriebsmerkmale der Gleichstrom-Kabelanlage

2.2.1 Kabeltypen

Für den SuedOstLink können, abhängig von der gewählten Konfiguration und Kabelverfügbarkeit, unterschiedliche Kabeltypen zum Einsatz kommen. Für beide Spannungsebenen 320 kV und 525 kV werden kunststoffisolierte Kabel präferiert, wobei zu den Kabeln mit einer Nennspannung von 525 kV bisher keine Betriebserfahrungen vorliegen.

Um eine zukünftige Nutzung auch im Zuge dieses Vorhabens zu ermöglichen, haben die Übertragungsnetzbetreiber vereinbart, Eignungstests durchzuführen. Während dieser PQ-Tests werden alle relevanten Komponenten des Kabelsystems (Kabel, Muffen, Endverschlüsse) mechanischen, thermischen und elektrischen Prüfbedingungen im Langzeitversuch ausgesetzt. Durch akzelerierende Parameter wird eine Langzeitbeanspruchung von >30 Jahren innerhalb von ca. 1 Jahr simuliert. Die Abschlussberichte zu den Ergebnissen der PQ-Test liegen nach aktueller Einschätzung voraussichtlich Ende 2018 / Anfang 2019 vor. Ein möglicher Einsatz wird erst nach Einreichung der §8-Unterlagen entschieden. Der Einsatz der Spannungsebene von 525 kV eröffnet die Möglichkeit, die Kabelanzahl zu halbieren und die Übertragungsverluste gegenüber der Spannungsebene von 320 kV deutlich zu reduzieren.

2.2.1.1 Kabelaufbau



Abbildung 2: Aufbau kunststoffisoliertes Gleichstrom-Erdkabel (vergleichbar für Kabel der Spannungsebenen 320kV und 525kV) (Quelle „Broschüre Hochspannungskabel von ABB“)

Leiter

Um Energie von A nach B zu übertragen, wird ein physikalisches Medium benötigt. Dies 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 in Form von Wärme vom Kabel an die Umgebung abgegeben wird.

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 gegen 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 liegt der Durchmesser eines Kabels je nach Typ und Aufbau etwa zwischen 100 mm und 150 mm. Das Gewicht wird abhängig von der Ausführung und dem erforderlichen Querschnitt bei bis zu 50 kg/m liegen.

Der Außendurchmesser des Kabelaußenmantels definiert den Biegeradius eines Kabels, der nicht unterschritten werden darf. Die Kabel werden auf Kabeltrommeln mit einem Durchmesser von voraussichtlich 4,2 m transportiert.

Die maximale Lieferlänge auf einer Trommel hängt u.a. 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 die Restriktionen durch die Transportlogistik bzgl. der einzusetzenden Transportvehikel, Untergrund, Leichtigkeit und Zuwegung bis an die Verwendungsstelle. Aktuell kann von ca. 1.000 m bis 1.500 m Lieferlänge ausgegangen werden, was ein Transportgewicht der Kabeltrommeln zwischen ca. 50 t und 80 t ergibt. Diese Werte können sich im Zuge der weiteren Planung und technischen Weiterentwicklung noch deutlich verändern. Eine Verlängerung der Lieferlänge des Kabels führt zu einer Verringerung der Anzahl der erforderlichen Muffenverbindungen, womit sich die Systemsicherheit erhöht. Außerdem kann die Anzahl der Muffengruben verringert werden, was zu einer Verringerung der Tiefbauarbeiten und zu einer Beschleunigung des Tiefbaus führt. Allerdings führt eine Verlängerung der Lieferlängen auch zur Erhöhung des Transportgewichtes.

2.2.1.3 Kabelverbindungen (Muffen)

Die einzelnen Erdkabelabschnitte (ca. 1 bis 1,5 km Länge, in Abhängigkeit von der Lieferlänge der Kabel; s.o.) werden durch Muffen 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 Muffenverbindungen werden die Container abgebaut, und die Muffenverbindungen werden gemeinsam mit den Erdkabeln im Kabelgraben verlegt und mit dem Bettungsmaterial und dem Aushubmaterial überdeckt (siehe Abbildung 3 bis Abbildung 5).



1. Kabel werden überlappend in den Kabelgraben verlegt
2. Aufstellen Spezial-Container für die Muffenmontage
3. Hergestellte Muffe vor der Grabenverfüllung

Abbildung 3: Schematische Darstellung der Kabelverbindungen (Muffen)

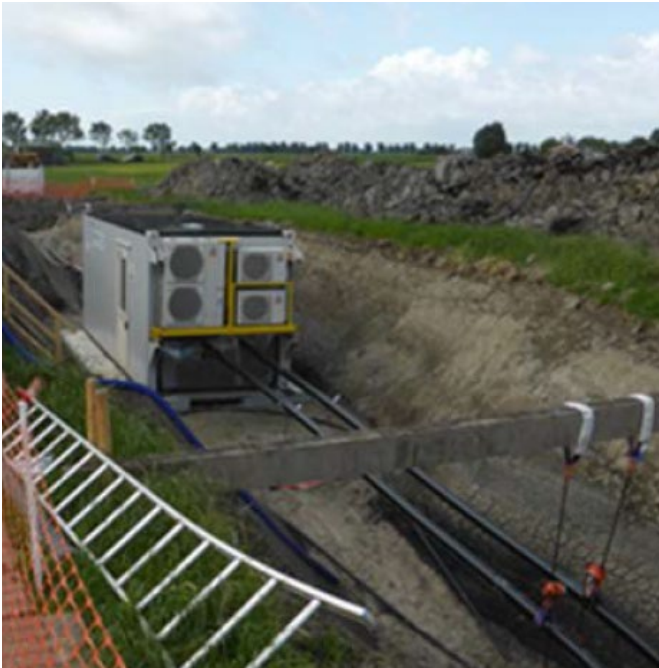


Abbildung 4: Temporärer Muffen-Container



Abbildung 5: Fertige Muffen vor dem Verfüllen mit Bettungsmaterial

2.2.1.4 Lichtwellenleiter

Lichtwellenleiter (LWL) sind für betriebliche Zwecke, nämlich für Steuer- und Schutzsignale, sowie für abschnittsweise Temperatur-Überwachung und Fehlerortung vorgesehen. Die Verlegung erfolgt in Schutzrohren parallel zu den Höchstspannungskabeln. Die LWL zur Temperaturüberwachung und Fehlerdetektion können auch im Kabelschirm mitgeführt werden. Wegen der Lichtdämpfung in den Lichtwellenleitern muss, um die Signalqualität und Signalstärke zu gewährleisten, das Lichtsignal nach einer Strecke von ca. 100 km verstärkt und erneut in die Lichtwellenleiter eingespeist werden. Dafür werden entlang der Kabelstrecke oberirdische Repeaterstationen aufgestellt. Die Repeaterstationen haben einschließlich Sicherheitszone einen Flächenbedarf von ca. 15 m x 5 m und eine Höhe von bis zu 3 m. Es ist vorgesehen, die Repeaterstationen nach Möglichkeit auf dem Gelände der Kabelabschnitts- und Kabelübergangsstationen zu platzieren.

2.2.1.5 Erdungsstellen

Zur Beschleunigung der Fehlersuche bzw. Durchführung diverser Wartungsmessungen ist es notwendig, die Schirmerdung für die Dauer der Messungen aufzutrennen. Dafür werden die Kabelschirme in eine jeweils hierzu vorgesehene Link-Box geführt und dort geerdet. Diese Erdungsstellen werden alle 5 bis 10 km entlang der Kabeltrasse oberirdisch angeordnet, die erforderliche Fläche beträgt ca. 3 x 3 m und umfasst 1 oder

2 oberirdische Verteilkästen, in denen neben einer zentralen Erdungsschiene je Pol eine Linkbox (Metallkasten) installiert ist. In den Linkboxen werden die Kabelschirme und Erden eingeführt und trennbar gestaltet. Um die Erdungsstelle herum wird ein Anfahrschutz (Poller) installiert.

Im Zuge der weiteren Planungen wird die Lage der Linkboxen gemäß den detaillierten technischen Anforderungen und örtlichen Gegebenheiten optimiert.



Abbildung 6: Mögliches Design einer Linkbox

2.2.2 Musterquerschnitte der Kabelanlage, Schutzstreifen

2.2.2.1 Offene Bauweise

2.2.2.1.1 Anforderungen an Kabelgraben und Bettung

Bei einer Spannungsebene von 320 kV besteht das Kabelsystem aus zwei Leiterpaaren mit jeweils einem Plus- und Minuspol, bei 525 kV aus nur einem Leiterpaar. Jedes Leiterpaar wird in einen separaten Graben verlegt, daher sind bei 320 kV zwei Gräben und bei 525 kV nur ein Graben erforderlich. Die Größe und der Abstand der Gräben berücksichtigen Minimierungsanforderungen bzgl. thermischer und magnetischer Beeinflussung sowie bautechnische Anforderungen.

Bei der offenen Bauweise werden die Kabel in einem offenen Graben verlegt. Grundsätzlich wird die Anwendung von halboffenen (vgl. Kapitel 2.2.4.2) und geschlossenen (vgl. Kapitel 2.2.4.3) Bauweisen zusätzlich unter wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Aspekten und nach den örtlichen Gegebenheiten in den weiteren Planungsphasen auf der Basis genauerer Daten (z.B. zum Baugrund) geprüft.

In einem offenen Graben können die Kabel mit oder ohne Schutzrohr verlegt werden. Bei der offenen Verlegung werden die Kabel i.d.R. in einer Sandbettung verlegt. Die Schutzrohre können aus mechanischer Sicht ohne Bettung verlegt werden, allerdings kann es unter bestimmten Voraussetzungen erforderlich sein, sie entweder in einem Sandbett oder in Flüssigboden 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.

2.2.2.1.2 Musterquerschnitte Kabelgraben und Arbeitsbereich

Je nach Anlagentopologie (Spannungsebene) und Kabeltyp kann die Verlegung in ein oder zwei Kabelgräben erfolgen. Die Trennung in mehrere Kabelgräben erfolgt, damit die ausreichende Wärmeableitung der Kabel gewährleistet ist, und damit Reparaturen keinen Einfluss auf das andere in Betrieb befindliche System

haben. In den Kabelgräben werden ein oder mehrere Schutzrohre für Lichtwellenleiter mitverlegt. Diese Lichtwellenleiter dienen u.a. der Datenübertragung zwischen den Netzverknüpfungspunkten für die Steuerung des Systems.

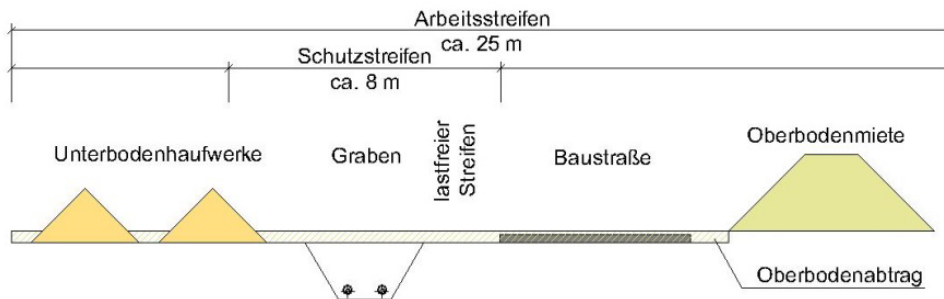


Abbildung 7: Musterquerschnitt Arbeits- und Schutzstreifenbreite für 525 kV, zwei Kabel/Schutzrohre in einem Graben mit 2-facher Trennung des Unterbodens

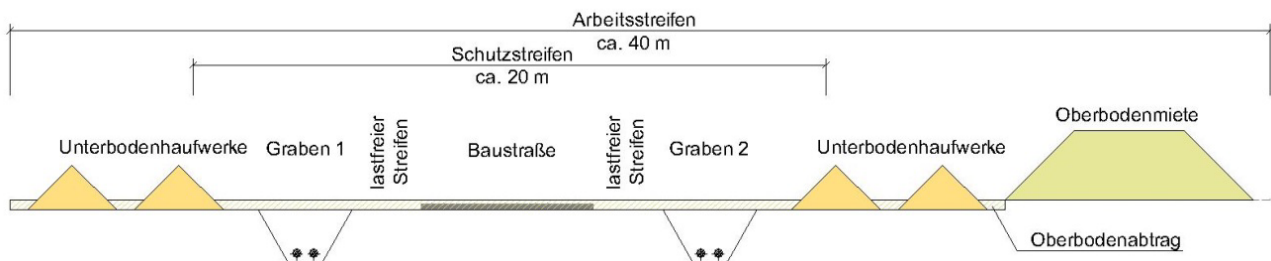


Abbildung 8: Musterquerschnitt Arbeits- und Schutzstreifenbreite für 320 kV, je zwei Kabel/Schutzrohre in jeweils einem Graben mit 2-facher Unterbodentrennung; Baustraße zwischen den Gräben

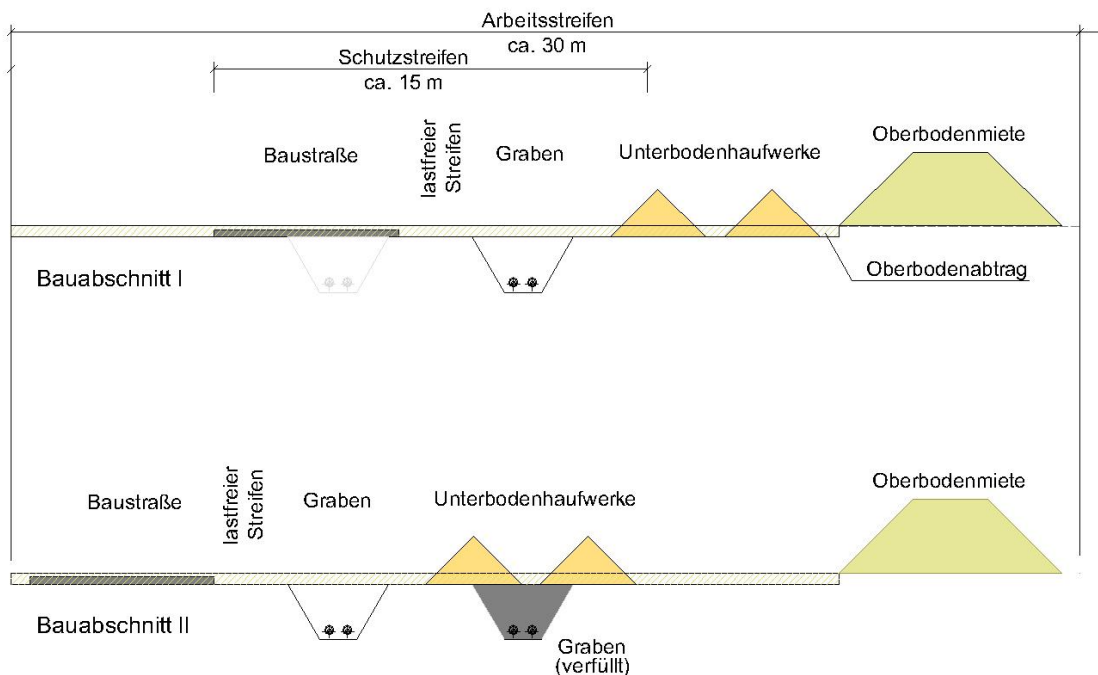


Abbildung 9: Musterquerschnitt für Arbeits- und Schutzstreifenbreite 320 kV, je zwei Kabel/Schutzrohre in jeweils einem Graben mit 2-facher Unterbodentrennung; Baustraße neben den Gräben, versetzte Bauweise

Die Verlegetiefe der DC-Kabel bzw. der Schutzrohre beträgt zwischen 1,5 und 2 m.

Musterquerschnitte für die Varianten der Verlegung werden in den folgenden Abbildungen 7 - 9 dargestellt.

Mit fortschreitendem Planungsprozess wird auch die Planung der Musterquerschnitte u.a. unter Einbezug der örtlichen Gegebenheiten präzisiert.

Parallelführungen

Bei Parallelführungen mit anderen Infrastrukturen kommen dieselben Musterquerschnitte wie oben beschrieben zur Anwendung. Dabei sind die

- Rechte und Pflichten der Betreiber vorhandener Infrastrukturen,
- Rechte und Pflichten des Kabelbetreibers und
- gegenseitige Beeinflussungen der Infrastrukturen

zu beachten.

Beim Schienennetz, bei Autobahnen und anderen klassifizierten Straßen (Kreis-, Landes- und Bundesstraßen) bestehen Anbauverbotszonen und Sicherheitsstreifen, in denen ohne Genehmigung der zuständigen Träger und Behörden keine baulichen Eingriffe zugelassen werden.

Bei einer Parallelführung mit Freileitungen stehen in erster Linie Sicherheitsaspekte im Vordergrund. Bei der Errichtung der Kabelsysteme wird mit Großgeräten gearbeitet, die in den Bereich der Leiterseile geraten können (Bagger, Kräne etc.). Deshalb sind spannungsabhängige Sicherheitsabstände einzuhalten, um Stromüberschläge zu vermeiden.

Darüber hinaus sind Beeinflussungen des Korrosionsschutzes von Rohrleitungen und die Erdungsvorrichtungen der Freileitungen zu beachten.

Wird der Kabelgraben in einer Bündelung zu einer AC-Freileitung realisiert, dann wird geprüft, ob die Kabeltrasse im Schutzstreifen der Freileitung unterzubringen ist.

Bei Parallelverlegungen zu Pipelines und anderen unterirdischen Infrastrukturen sind für die Planung in erster Linie die bestehenden Schutzstreifen maßgeblich. Im Bereich der Schutzstreifen gelten besondere Regeln, die einen sicheren Betrieb der Leitungen gewährleisten. Darüber hinaus muss zu Instandhaltungszwecken auch der Zugang zu diesen Infrastrukturen gewahrt bleiben.

Das gesamte Baufeld neu zu verlegender HGÜ-Kabelsysteme muss daher außerhalb von Schutzstreifen der bestehenden erdverlegten Infrastrukturen geplant werden. Dies gilt i. d. R. auch für die Aushublagerung.

2.2.2.2 Halboffene und geschlossene Bauweise

Die Anwendung von halboffenen und geschlossenen Bauweisen wird zusätzlich nach örtlichen Gegebenheiten und wirtschaftlichen Gesichtspunkten auf der Basis genauerer Daten (z.B. zu Baugrund) in den weiteren Planungsphasen geprüft. Solche Verfahren sind z. B.:

- Einpflügen (halboffen),
- Pressbohrverfahren (geschlossen),
- Pilotrohrvortrieb (geschlossen),
- Horizontalbohrverfahren (abgekürzt HDD, geschlossen),
- Mikrotunnelbau (geschlossen),
- Easy-Pipe-Verfahren (geschlossen),
- Tunnel in Tübbingbauweise (geschlossen),
- sonstige geschlossene Verfahren.

Geschlossene Bauweisen kommen in der Regel bei Querungen von

- Gewässern (Gewässer werden beim SOL immer geschlossen gequert),
- Klassifizierten Straßen (Kreis-, Landes- und Bundesstraßen sowie Bundesautobahnen),
- Bahnlinien und
- NATURA-2000-Gebieten

zum Einsatz.

2.2.2.3 Schutzstreifen

Der Schutzstreifen dient der dinglichen und rechtlichen Absicherung der Kabelsysteme. Der Schutzstreifen umfasst den Bereich von ca. 3 m ab dem äußeren Kabel/Kabelstrang. Die daraus resultierenden Schutzstreifenbreiten sind in den Abbildungen 7 – 9 dargestellt.

Grundsätzlich können nach Verfüllung der Kabelgräben bzw. Wiederherstellung der Oberfläche wieder landwirtschaftliche und gärtnerische Nutzungen im Schutzstreifen erfolgen.

Forstwirtschaftliche Nutzung ist im Bereich von Schutzstreifen nur in Form von Holzlagerplätzen und Waldwegen möglich. Tiefwurzeln Gehölze sind im Schutzstreifen nicht zulässig. Ausschlagende Gehölze werden regelmäßig entfernt.

Einer landwirtschaftlichen Nutzung im Anschluss an die Bauphase steht nichts im Wege. Ein negativer Einfluss auf Erträge und Auswuchsverhalten von landwirtschaftlichen Kulturen durch mögliche Temperaturerhöhungen ist nach bisherigen Erfahrungen (Anbindung von Offshore-Windparks in Norddeutschland) nicht zu erwarten. Es wird davon ausgegangen, dass diese Erfahrungen grundsätzlich auch auf andere Regionen übertragen werden können; dies wird durch die Vorhabenträger mit wissenschaftlicher Unterstützung laufend weiter untersucht und z. B. durch regionale Bodenschutzkonzepte auf die jeweiligen Verhältnisse übertragen.

Bei Querungen in geschlossener Bauweise ergeben sich aufgrund der erforderlichen Auffächerung der einzelnen Bohrungen größere Schutzstreifenbreiten, als bei der offenen Verlegung. Die erforderlichen Abstände variieren dabei in Abhängigkeit von der Länge der Bohrung und der Beschaffenheit des Untergrunds.

2.2.3 Kabelabschnittstationen

Eine Kabelabschnittstation (KAS) dient als Trennstelle für das Kabel, um Fehler im Kabel bzw. an den Kabelmuffen genau lokalisieren zu können (im Gegensatz zu den oben beschriebenen Link-Boxen, in denen nur Kabelschirme und Begleiterung aus dem Erdreich geführt werden, werden bei den KAS auch die Gleichstromerkabel an die Oberfläche geführt und als Trennstelle des Leitungskabels konzipiert).

Eine KAS enthält für jedes Kabel diverse Schaltgeräte wie zum Beispiel Leitungstrenner und Leitungserder, Kombiwandler sowie Ableiter. Das Kabel wird innerhalb der KAS aus dem Erdreich auf ein Kabelendverschlussgerüst geführt. Die aufgeführten Freiluftgeräte werden via Seilverbinding miteinander verbunden und anschließend über ein Kabelendverschlussgerüst in das Erdreich geführt. Die Anlagen können sowohl offen als auch eingehaust errichtet werden; welche Bauweise zum Einsatz kommt, kann erst mit Zuge der nächsten Planungsphase in Abhängigkeit von den jeweiligen Standorten bzw. Standortbedingungen entschieden werden.

Eine KAS weist eine Fläche von bis zu 8.100 m² auf (für 320 kV, bei 525 kV etwas kleiner), das höchste Bauwerk stellen die Blitzschutzmasten mit einer Höhe von ca. 27 m dar.

Zum gegenwärtigen Kenntnis- und Planungsstand auf Ebene der Bundesfachplanung können noch keine genauen Angaben zu Anzahl (voraussichtlich 1 bis 4 Anlagen zwischen Wolmirstedt und NVP Isar) und Standorten der KAS gemacht werden. Die KAS können jedoch so flexibel angelegt werden, dass sie an Standorten ohne nachhaltige Beeinträchtigung von Natur und Landschaft errichtet werden können. "Flexibel" bezieht sich in diesem Fall auf die örtliche Festlegung des Standortes des KAS: Es ist entlang der Trasse

kein Mindestabstand zwischen den KAS festgelegt, auch der Abstand der KAS zur Trasse ist nicht fixiert, d.h. die KAS muss nicht auf oder direkt an der Trasse angelegt werden, sondern kann auch auf z.B. nahe gelegenen Gewerbeflächen installiert werden, um so die Flächenverluste oder sonstige Beeinträchtigungen zu vermeiden bzw. zu minimieren. Eine Berücksichtigung der ggf. erforderlichen KAS erfolgt in der folgenden Planungsebene auf der Basis der dann vorliegenden Detailangaben.

2.2.4 Allgemeine Baubeschreibung der Erdkabelverlegung

2.2.4.1 Offene Bauweise

Bei der offenen Bauweise, die den Regelfall darstellt, soll die Verlegung der Kabel im offenen Kabelgraben erfolgen. Die offene Bauweise kommt auch zur Anwendung

- bei allen Feldwegen und Straßen, die nach Abstimmung mit dem Straßenbaulastträger offen gequert werden dürfen,
- bei Fremdleitungskreuzungen (die i. d. R. unterquert werden müssen), es sei denn, dies erforderte einen unverhältnismäßig hohen Aufwand, z. B. aufgrund der Parallellage zu einem ohnehin geschlossen zu querenden Verkehrsweg, der großen Tiefe der zu kreuzenden Fremdleitung, des hohen Grundwasserstandes etc., und der Fremdleitungsbetreiber gestattet eine geschlossene Querung.

Die Musterquerschnitte des Kabelgrabens (siehe Abbildungen 7 - 9) wurden nach DIN 4124 sowie sonstigen geltenden Vorschriften konstruiert. Sie stellen einen konservativen Ansatz aus den technischen und thermischen Erfordernissen dar. Insgesamt ergibt sich eine Verlegetiefe von ca. 1,5 bis 2,0 m. Die Sohlgrabenbreiten hängen davon ab, ob 525-kV- oder 320-kV-Kabel zum Einsatz kommen und ob die Verlegung in Schutzrohren erfolgt. An der Oberkante des Grabens ergibt sich dann eine Grabenbreite je nach ausführbarem Böschungsverhältnis, das 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 Graben an seiner Oberkante.

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

- vorhandenen oder geplanten Drainagesystemen,
- vorhandenen unterirdischen Leitungen,
- besonderen landwirtschaftlichen Praktiken wie z. B. Tiefenlockerungen von Böden mit Untergrundhacken, Sonderkulturen wie z. B. Hopfen etc.,
- Böden mit geringer Tragfähigkeit,
- oberirdischen Entwässerungssystemen wie Beetstrukturen, Muldenentwässerung etc.

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

- Archäologische und Kampfmittelvoruntersuchung, Fremdleitungserhebung
- Abschnittsweise Baustelleneinrichtung einschl. Errichtung der Zuwegungen
- Baufeldberäumung
- Mutterbodenabtrag und seitliche Lagerung
- Aufbau Wasserhaltung inkl. mögl. Einleitstellen
- Bodenaushub (inkl. Muffengruben) und seitliche Lagerung (getrennt nach Bodenschichten)
- Verlegung der Kabel bzw. Schutzrohre
- Herstellung der Leitungszone
- Verfüllung des Leitungsgrabens (außer im Bereich der Muffen), ggf. horizontweise
- Abfuhr des evtl. überschüssigen Bodens

- Einzug der Kabel (bei Verlegung in Schutzrohren),
- Herstellung der Muffen
- Verfüllung der Muffengruben
- Rückbau der Baustraßen, Lagerflächen und Einrichtungsflächen
- Wiederherstellung und Rekultivierung bzw. Renaturierung der Oberfläche, ggf. unter Einsatz von Tiefenlockerungsmaßnahmen (bei landwirtschaftlichen Flächen, in Abstimmung mit den jeweiligen Landnutzern)
- Wiederherstellung von Drainagefeldern

Alle Arbeitsschritte werden von bodenkundlichen und ökologischen Fachkräften begleitet.

Die Bauweise gem. Abbildungen 7 - 9 erfordert eine zeitlich versetzte Herstellung der einzelnen Gräben einschl. eines Versetzens der Baustraße nach Fertigstellung des ersten Grabens.

Nachdem die Kabel bzw. die Schutzrohre und ein oder mehrere Schutzrohre für Lichtwellenleiterkabel in den Kabelgraben eingelegt sind, können die Einsandung sowie die Rückverfüllung erfolgen. Die Muffengruben zur Verbindung der einzelnen Kabelsegmente bleiben bis zur fertigen Herstellung der Muffen offen und werden mit geeigneten Maßnahmen gesichert. An den Muffengruben ist ein erweiterter Arbeitstreifen vorzusehen.

Bei einer Verlegung in zwei Kabelgräben sollten die Muffengruben für die einzelnen Kabelpaare zur Optimierung des Platzbedarfes längs versetzt gegeneinander angeordnet werden.

Die Auswahl der bei den Erdarbeiten einzusetzenden Geräte hängt im Wesentlichen von den vorgefundenen Böden ab:

- Der Oberboden wird in der Regel mit Baggern abgezogen oder mit Raupen abgeschoben.
- Einsatz von Profillöffeln bei leicht bis mittelschwer lösbaaren Bodenarten: Der eigentliche Kabelgraben wird idealerweise von mit entsprechend 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. Bei schwer lösbaaren Böden kann der Graben mittels Grabenlöffel ausgehoben werden.
- Bei Antreffen von Fels (angewittert bzw. unverwittert) werden Bagger mit Grabenlöffel und Meißeln sowie auch Grabenfräsen eingesetzt.

Die Schwerlasttransporte für die Kabeltrommeln sowie die Einrichtung sämtlicher Materiallagerflächen für Kabel und andere Materialien erfordern im Rahmen der Planfeststellung die Erstellung eines Wegekonzeptes, das u.a. das für den Schwerlastverkehr zu ertüchtigende Wegenetz und die Baustellenzufahrten detailliert festlegt. Insbesondere sind hier auch die Lastkapazitäten vorhandener Brückenüberfahrten und die Durchfahrtshöhen und -breiten vorhandener Brückenunterfahrten mit einzubeziehen. Bei einem nicht ausreichenden Straßennetz kann ggf. die Herstellung längerer schwerlastfähiger Zufahrten erforderlich werden. Generell soll jedoch das Abtrommeln des Kabels von bestehenden Straßen aus erfolgen, um eine Verdichtung von Böden durch die Befahrung mit Schwerlastverkehr (Kabeltrommel mit Fahrzeug) zu vermeiden.

Bei Waldquerungen wird 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 Arbeitstreifen einbezogen werden und/oder der Arbeitstreifen 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 zusätzliche Aufweitungen des Arbeitstreifens zur Aushublagerung erforderlich. Zudem wird im Wald das Abtragen des Oberbodens grundsätzlich auf den Grabenbereich beschränkt, um den Platzbedarf für die Oberbodenmiete möglichst klein zu halten.

Während der Bauausführung erfolgt eine naturschutzfachliche, bodenökologische und archäologische Baubegleitung, die die Einhaltung aller einschlägigen Auflagen aus dem Genehmigungsprozess überwacht bzw. während des Baus auftretende Aspekte, wie z. B. archäologische Funde, entsprechend behandelt.

Arbeitsstreifen

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

Die Unterbodenschichten sollten auch auf dem vom Oberboden geräumten Unterboden gelagert werden. Bei Grünland kann der Unterboden auch auf der vorher gemähten Grasnarbe abgelegt werden.

Mehrschichtige Böden erfordern eine Miete für jeden Horizont im Arbeitsstreifen. Dies ist im Rahmen der Baugrunduntersuchungen zu erkunden und bei der Festlegung der Arbeitsstreifen in den Unterlagen zur Planfeststellung zu berücksichtigen.

Insgesamt ergibt sich bei zwei Gräben (320 kV) eine Arbeitsstreifenbreite von bis zu ca. 40 m.

Die Arbeitsstreifenbreiten der verschiedenen Musterquerschnitte können den Abbildungen 7 - 9 entnommen werden.

Weitere Festlegungen für die offene Bauweise

Nach derzeitigem Planungs- und Erkenntnisstand (Bundesfachplanung) wird die Bauausführung generell wie folgt aussehen (standardisierte technische Ausführung):

Tageszeitliche Bauzeitenregelung:

Die Ausführung erfolgt am Tag zu den üblichen Arbeitszeiten (07:00 bis 20:00 Uhr).

Muffenverbindung: Zur Verbindung zweier Kabelstränge werden Muffen installiert. Dies erfolgt in sogenannten Muffengruben. Da die Montage der Muffen unter trockenen und staubfreien Bedingungen erfolgen muss, wird über die Muffengruben im Arbeitsstreifen temporär ein Zelt bzw. ein mobiler Container für den Zeitraum von max. 1 Woche je Muffengruben aufgestellt; die Auf- und Abbauarbeiten für das Zelt bzw. den Container erfolgen zu den üblichen Arbeitszeiten. Beeinträchtigungen durch Licht und Lärm sind im Bereich der Muffengruben nicht zu erwarten.

Bauablauf beim Kabelgraben

Die Kabel werden entweder direkt in die Gräben oder in Schutzrohre verlegt. Während der Bauzeit ist zusätzlich zu den Kabelgräben noch Platz für Baufahrzeuge und für die Lagerung von Erdaushub und Baumaterialien erforderlich, sodass in Abhängigkeit von der Anzahl der Kabel und Gräben ein Arbeitsstreifen von ca. bis 40 m Breite benötigt wird. Nach Abschluss der Verlegung kann die Fläche wieder landwirtschaftlich genutzt oder begrünt werden. Der Schutzstreifen mit einer maximalen Breite von ca. 20 m muss allerdings dauerhaft von tiefwurzelnden Gehölzen und Bebauung freigehalten werden. Abhängig von den örtlichen Gegebenheiten kann die Breite des Arbeitsstreifens verringert werden. Bei Bedarf muss die Kabeltrasse jederzeit innerhalb des Schutzstreifens zugänglich sein.

- Schutzstreifen bei angenommener Regelbauweise: bis zu ca. 20 m
- Arbeitsstreifen bei angenommener Regelbauweise: ca. 40 m im Offenland und ca. 30 m im Wald
- Rekultivierung des Arbeitsstreifens nach Abschluss der Baumaßnahme und Aufforstung außerhalb des Schutzstreifens im Wald
- Mutter- und Unterboden werden getrennt ausgehoben und getrennt gelagert; Lagerung erfolgt im Arbeitsstreifen; nach Abschluss der Baumaßnahme schichtengerechte Rückverlagerung, um ursprüngliche Bodenstruktur wiederherzustellen
- Die Kabel werden in Längen von rund 1.000 m angeliefert. Die einzelnen Kabelabschnitte werden mit Muffen unterirdisch verbunden. Dabei wird der Kabelgraben nach Beendigung der Baumaßnahmen verfüllt, sodass die Verbindungsstellen an der Oberfläche nicht sichtbar sind.

- Bei verdichtungsempfindlichen Böden wird eine Baustraße aus z. B. Baggermatten oder Stahlplatten angelegt, die nach Abschluss der Baumaßnahme wieder rückgebaut wird; generell erfolgt nach Abschluss der Baumaßnahme eine Lockerung des Bodens
- Der Einsatz von Felsmeißel oder Spundung zur Sicherung von Baugruben sind, wenn lokal erforderlich, auf einen Zeitraum von wenigen Tagen beschränkt.
- Wenn Wasserhaltung erforderlich ist, werden die Grabenabschnitte nur über je 1 bis 1,5 km geführt und sofort nach Kabelverlegung der Graben verfüllt (durch die maximale Länge der Kabel von 1.000 bis 1.500 m sind die Längen der Grabenabschnitte klar abgrenzbar), sodass eine monataweise Offenhaltung der Grabenabschnitte nicht notwendig ist. Wasserhaltung zur Trockenhaltung des Kabelgrabens beschränkt sich somit auf 2-3 Wochen; Absenkttrichter weisen u.a. in Abhängigkeit von Bodenbeschaffenheit, kf-Wert (Versickerungsfähigkeit) und Grundwasserstand Reichweiten von üblicherweise ca. 10-50 m beidseits des Kabelgrabens auf (mit mehrwöchigen Trockenperioden vergleichbar); im seltenen Ausnahmefall (Worst-Case) werden 80 m als Erfahrungswert betrachtet; bei Drain-Effekten werden Lehm- oder Tonriegel eingesetzt.
- Für Wasser, das aus dem Kabelgraben zum Zwecke der Wasserhaltung gefördert wird, werden vor der Einleitung in den Vorfluter Absetzcontainer genutzt. In diesen mobilen Containern (meist ca. 6 m lang und 2 – 3 m breit) wird das Wasser gefiltert.
- Bauzeit von 1 km Länge (Länge des Kabels) beträgt i.d.R. 8 Wochen; auf langen Strecken mit mehr als 5 km ohne größere Hindernisse Bauzeit bis zu 3 Monate (auch längere Pausen sind möglich)

Die Kabelgräben wurden nach DIN 4124 sowie sonstigen geltenden Vorschriften konstruiert. Sie stellen einen konservativen Ansatz aus den technischen und thermischen Erfordernissen dar.

An der Oberkante des Grabens ergibt sich dann eine Grabenbreite je nach ausführbarem Böschungsverhältnis, das 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 Graben an seiner Oberkante.

Die Kabelstrecke mit 2 Kabelgräben kann bei Bedarf z. B. an Engstellen in zwei Schritten gebaut werden, um die temporäre Flächenbeanspruchung so gering wie möglich zu halten.

Nachdem die Kabel bzw. die Schutzrohre und ein oder mehrere Schutzrohre für Lichtwellenleiterkabel in den Kabelgraben eingelegt sind, können die Einsandung sowie die Rückverfüllung erfolgen. Die Muffengruben zur Verbindung der einzelnen Kabelsegmente bleiben bis zur fertigen Herstellung der Muffen offen und werden mit geeigneten Maßnahmen gesichert.

2.2.4.2 Halboffene Bauweisen

In Bereichen, in denen keine Fremdleitungen liegen, z. B. bei landwirtschaftlichen Flächen ohne Drainagen, ist ggf. auch das Einpflügen der Schutzrohre möglich. Das direkte Einpflügen der Kabel ist nicht möglich, da hierbei das Kabel beschädigt werden könnte (z.B. mechanische Beschädigung beim Verlegen durch Steine im Boden, Belastung des Kabels durch Zug beim Verlegen u.a.). Der Einzug der Kabel sowie die Herstellung der Muffen einschließlich der Herstellung der Muffenbaugruben erfolgt im Anschluss an das Einpflügen der Schutzrohre. Die Eignung des Pflugverfahrens wird von den Vorhabenträgern untersucht. In diesem Zusammenhang werden Vorversuche geplant und ausgeführt.

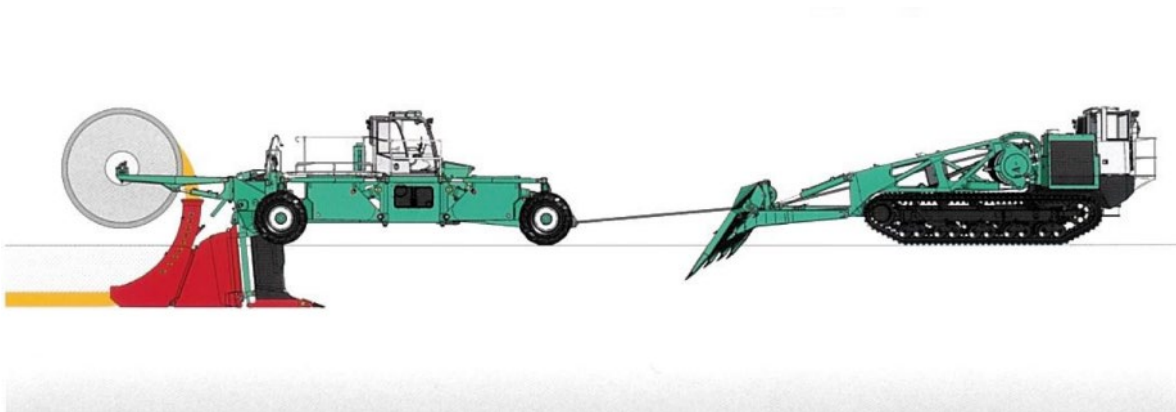


Abbildung 10: Funktionsprinzip des Einpflügens von Schutzrohren (Bildmaterial Firma Walter Foeckersperger GmbH)

2.2.4.3 Geschlossene Bauweisen

Die technische Ausführungsalternative der geschlossenen Bauweise kommt in folgenden Situationen zum Einsatz:

- bei der Querung von Verkehrsinfrastruktureinrichtungen
- bei der Querung von Gewässern inkl. Uferstrukturen
- an Engstellen und Riegeln
- bei der Querung von riegelbildenden Natura 2000-Gebieten und Naturschutzgebieten

Über die aufgelisteten Situationen hinaus kann der Einsatz der geschlossenen Bauweise in Form der alternativen technischen Ausführung als Ergebnis von arten- oder anderen naturschutzrechtlichen Belangen, z. B. bei Vorkommen von sensiblen Arten oder Habitaten, erforderlich sein.

Folgende Verfahren der geschlossenen Bauweise können zum Einsatz kommen (die genauen Verfahren werden in den weiteren Planungsschritten auf der Basis genauerer Daten z.B. zum Baugrund festgelegt):

- Pressbohrverfahren
- Horizontalbohrverfahren (englisch: Horizontal Directional Drilling, abgekürzt: HDD)
- Mikrotunnelbauverfahren

Im Kapitel 2.7 ist beispielhaft dargestellt, wie eines der größten natürlichen Hindernisse entlang der Trasse, die Donau, mit Hilfe von geschlossenen Bauweisen unterquert werden könnte.

Pressbohrverfahren

Das Pressbohr-Verfahren ist ein ungesteuertes Verfahren, das zu Querung von Bahnstrecken ohne feste Fahrbahn eingesetzt werden kann. Dabei wird das Produktrohr aus Stahl hydraulisch vorgepresst, gleichzeitig wird das eindringende Erdreich mittels Förderschnecken zur Startbaugrube gefördert.

Erfordernisse aus Kreuzungsbedingungen und -vorschriften anderer zu kreuzender Infrastrukturen, insbesondere z. B. Bundesautobahnen, können ebenfalls derartige Vortriebsverfahren erfordern.

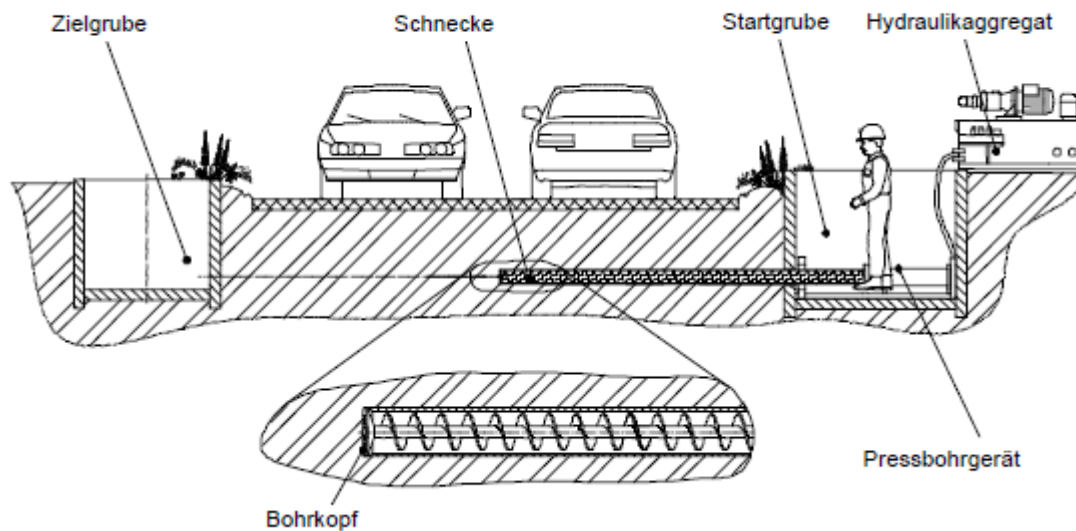


Abbildung 11: Beispiel Pressbohrverfahren (Bildmaterial aus DWA-A 125)

Darüber hinaus können auch insbesondere Straßen in Dammlage mit diesem Verfahren gequert werden, welches allerdings ab etwa 100 m Länge an seine Grenzen stößt.

Pilotrohr-Vortrieb

Das Pilotrohr-Verfahren ist geeignet, um bspw. Querungen von Bahnstrecken mit fester Fahrbahn auszuführen. Bei diesem Verfahren wird ein Pilotrohrstrang bodenverdrängend oder -entnehmend gesteuert vorgetrieben. Richtungsänderungen werden durch an der Pilotspitze angebrachte Steuerflächen vorgenommen. Nachfolgend werden Mantelrohre größeren Außendurchmessers bei gleichzeitigem Herauspressen oder -ziehen der Pilotrohre vorgetrieben (ggf. mehrere Arbeitsgänge).

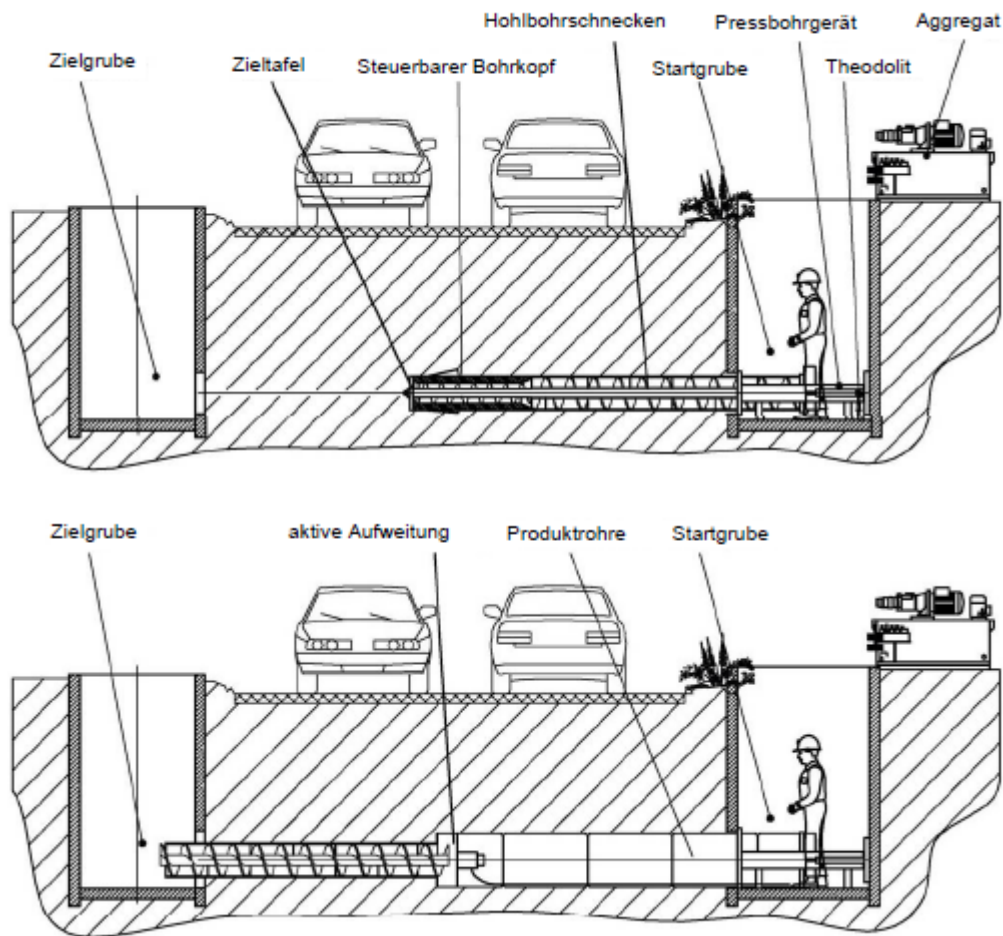


Abbildung 12: Beispiel Pilotrohr-Vortrieb mit Bodenentnahme (Bildmaterial aus DWA-A 125)

Horizontalbohrverfahren (englisch: Horizontal Directional Drilling, abgekürzt: HDD)

Mit dem HDD-Verfahren können geschlossene Querungen von Straßen, Bahnlinien, größere Fremdleitungen, Gewässer und Deiche sowie alle NATURA-2000-Gebieten hergestellt werden. Die Bedingungen für die Kreuzung von Bahnlinien werden in der Stromkreuzungsrichtlinie geregelt. Zurzeit dürfen nur Bahnlinien mit zugelassenen Streckengeschwindigkeiten von ≤ 160 km/h und Schotteroberbau mit dem HDD-Verfahren gequert werden. Bei Bahnlinien mit fester Fahrbahn darf das HDD-Verfahren unabhängig von der zulässigen Streckengeschwindigkeit nicht angewandt werden.

Je nach Länge der Bohrung und Art des zu kreuzenden Bereiches müssen unterschiedliche Bohrgeräte eingesetzt werden. Entsprechend den erforderlichen Bohrgeräte-Dimension sind unterschiedliche Standplatzgrößen und Standplatz-Ausbauten erforderlich.

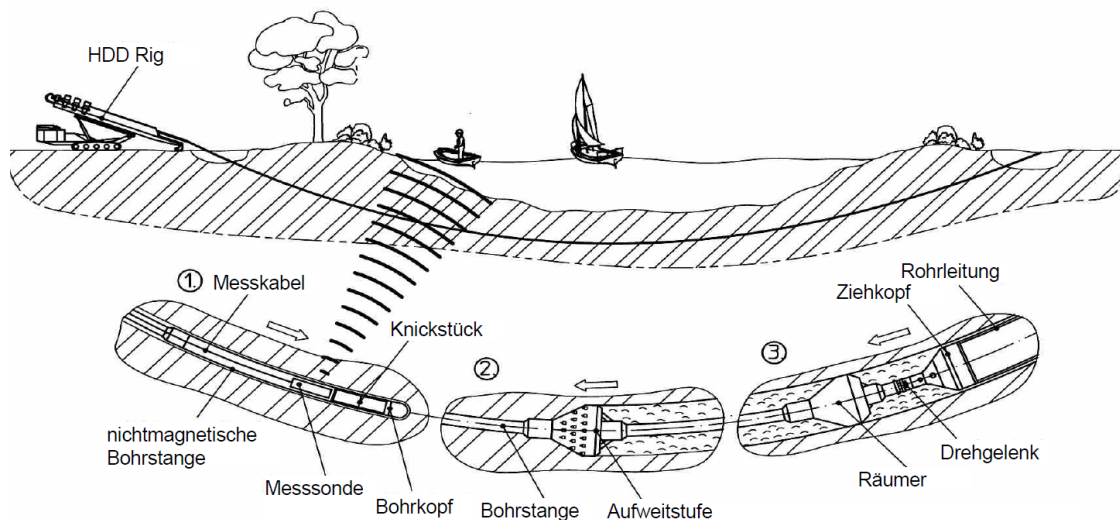


Abbildung 13: Beispiel Gewässerkreuzung im HDD-Verfahren (Bildmaterial aus DWA-A 125)

Bei Bohrungen in Bereichen mit geotechnisch günstigen Verhältnissen und mit bis zu 200 m Länge kann mit einer Aufstellfläche von lediglich 20 m Länge und 5 m Breite gearbeitet werden. Die temporäre, mit Folie ausgeschlagene Auffanggrube für das zum Einsatz kommende Bentonit wird ca. 2 m mal 3 m in Anspruch nehmen. An- und Abtransporte können über die Baustraßen erfolgen.

Längere und schwierige Bohrungen können es erforderlich machen, die Flächen zu erweitern. Die Erfordernisse müssen im Einzelfall geprüft werden.

Die Anwendung des HDD-Verfahrens in Bereichen mit Hangneigung ist grundsätzlich möglich, hier sind bei der Planung Kriterien wie Statik, Geologie, Höhenunterschiede, Gesamtlänge etc. zu beachten.

Im Verlauf des HDD werden durch geeignete Bohrgeräte bentonitstabilisierte Bohrkanäle erstellt. In diese Bohrkanäle werden dann Schutzrohre eingezogen. Die Enden der Schutzrohre werden nach Einzug an der Kabelgrabensohle der offenen Rohrgräben an beiden Seiten abgesenkt. Durch die Schutzrohre werden später die Kabel einzeln (1 Kabel je Schutzrohr) eingezogen. Separate Schutzrohre für parallellaufende Glasfaserkabel werden separat ebenfalls mittels HDD verlegt.

Das zum Einsatz kommende Bentonit besteht aus einer Mischung aus Tonerde und Wasser und kann aufgrund seiner geringen Partikelgröße in die Porenräume der Umgebung des Bohrkanals eindringen. Bentonit ist ein Material, das grundsätzlich unschädlich für die Umwelt ist. Es muss allerdings vermieden werden, dass Bentonit in Oberflächengewässer gerät, da es Atmungsorgane von Tieren mechanisch verstopfen kann. Die genaue Zusammensetzung aus natürlichen Tonmineralen und je nach geologischen bzw. pedologischen Standorteigenschaften sowie der erforderlichen Bohrlänge und dem eingesetzten Gerät abhängigen weiteren umweltverträglichen Stoffen kann erst auf Grundlage der Baugrunduntersuchung und technischen Planung in der nächsten Planungsebene festgelegt werden. Das überschüssige Bentonit wird in der Auffanggrube aufgefangen und wiederaufbereitet. Nach Fertigstellung werden der Rest des Bentonits und das anfallende Bohrgut fachgerecht entsorgt bzw. recycelt.

Beim HDD-Verfahren wird an der Startseite das Bohrgerät aufgestellt. Die Bedienung und der Transport erfolgen von der zuvor hergestellten Baustraße aus.

Als erster Schritt erfolgt die Pilotbohrung mittels eines Bohrgestänges mit steuerbarem Bohrkopf. Die Position des Bohrkopfes wird mit einem Messsystem permanent ermittelt, so dass die geplante Bohrlinie nicht verlassen wird. In der Regel wird an der Oberfläche ein Signal empfangen. Hierfür werden Personen über der Bohrung mit Messgeräten den Verlauf verfolgen oder ggf. auch mit geeigneten kleinen Wasserfahrzeugen den Bohrkopf unter dem zu kreuzenden Gewässer orten.

Am geplanten Austrittspunkt wird an das austretende Gestänge anstelle des Bohrkopfes ein Aufweitungskopf befestigt. Im Zurückziehen wird der Bohrkanal aufgeweitet. Diese Schritte können wiederholt werden, bis der Bohrkanal den benötigten Durchmesser aufweist. Danach wird das Kabelschutzrohr in den Bohrkanal eingezogen, indem es an das Bohrgestänge an der Austrittsseite angehängt wird. Das Kabelschutzrohr wird bei Standard HDDs mit bis zu 400 m Länge bevorzugt aus Polyethylen (HDPE (High-density polyethylene)) gefertigt sein, welches bei geringem Platzbedarf auch etwas gekrümmt und den Platzverhältnissen angepasst ausgelegt werden kann.

Lediglich aufwändigere HDDs über 400 m Länge können aufgrund der höheren Einzugskräfte ggf. den Einsatz eines Stahlschutzrohrs erforderlich machen.

Die überschüssige Bentonit-Suspension wird in der Auffanggrube aufgefangen und wieder aufbereitet. Nach Fertigstellung werden überschüssige Bentonit-Suspension und das anfallende Bohrgut fachgerecht entsorgt bzw. recycelt.

Dieser Prozess erfolgt für jedes Kabelschutzrohr separat. Auffanggruben werden für mehrere parallele HDD-Bohrungen genutzt werden.

Die Mindestüberdeckungen für HDDs beträgt bspw. im Bereich von Flussquerungen 3 m (Abstand zwischen Oberkante Schutzrohr und Sohle Fließgewässer) und bei Bahnquerungen 5 m (Abstand zwischen Oberkante Schutzrohr und Gleisanlage). Die genauen Überdeckungen sind mit den zuständigen Behörden bzw. mit den Trägern der Verkehrslast abzustimmen.

Bei längeren Bohrungen müssen auch Ablaufbahnen für die Kabelschutzrohre eingeplant werden, 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 unmittelbar hintereinander ausgeführt, sind Standorte für die Verbindung der Abschnitte vorzusehen.

Der Platzbedarf für eine Verbindungsgrube bemisst sich aus den auf Tiefe zu legenden Schutzrohrenden und dem Bereich zwischen zwei Schutzrohrenden, in dem das einzuziehende Kabel manövriert werden muss, ohne dass Schäden an den Kabeln entstehen.

Auch die geschlossene Bauweise beinhaltet i.d.R. die *Tageszeitliche Bauzeitenregelung*, so dass die Ausführung am Tag zu den üblichen Arbeitszeiten erfolgt (07:00 bis 20:00 Uhr). Dies umfasst insbesondere Auf- und Abbauarbeiten an den Bohrstellen. Nur bei langen Bohrungen in felsigem Untergrund können vereinzelt Bohrungen in der Nachtzeit anfallen, da die Dauer der Bohrung dann möglicherweise die Tageslänge übersteigt und eine Unterbrechung der Bohrung an sich technisch nicht möglich ist. Welche Bohrungen davon betroffen sein können, kann erst in den folgenden Planungsschritten auf der Basis genauerer Daten (v. a. Baugrund) ermittelt werden.

Die Schutzstreifen werden in den HDD-Bereichen aufgeweitet, da die Bohrungen Mindestabstände zueinander einhalten müssen, die sich einerseits aus der Steuergenauigkeit des Verfahrens, andererseits aus den erforderlichen Abständen zur Wärmeableitung im Untergrund ergeben. Die erforderliche Schutzstreifenbreite wird daher unterschiedlich ausfallen.

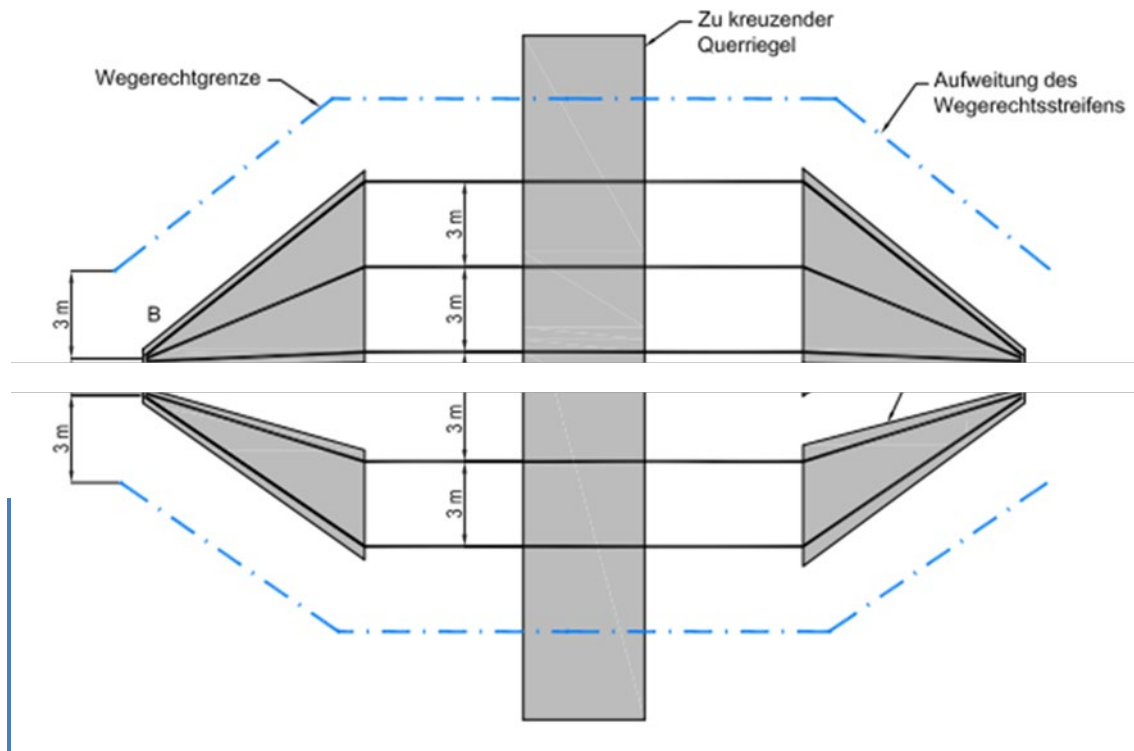


Abbildung 14: Typische Aufweitung des Wegerechtsstreifens bei geschlossenen Querungen mittels einzelner HDD

Hierbei ist zu beachten, dass sich der Achsabstand der einzelnen HDD bei zunehmender Verlegetiefe vergrößern muss, um die hinreichende Wärmeableitung zu gewährleisten. Die entsprechenden Berechnungen werden nach Vorliegen der Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen in den weiteren Planungsphasen durchgeführt.

Die Technik des HDD-Verfahrens unterscheidet sich hinsichtlich der zu kreuzenden Struktur grundsätzlich nicht. Bei Bahnkreuzungen sind die Vorgaben der Kreuzungsrichtlinie der DB AG (SKR 2016) zu beachten, in der u.a. die Abstände zwischen einzelnen Bohrungen definiert sind. Dadurch können sich sehr breite Schutzstreifen für die Bahnkreuzungen ergeben, wie in der folgenden Abbildung 15 dargestellt.

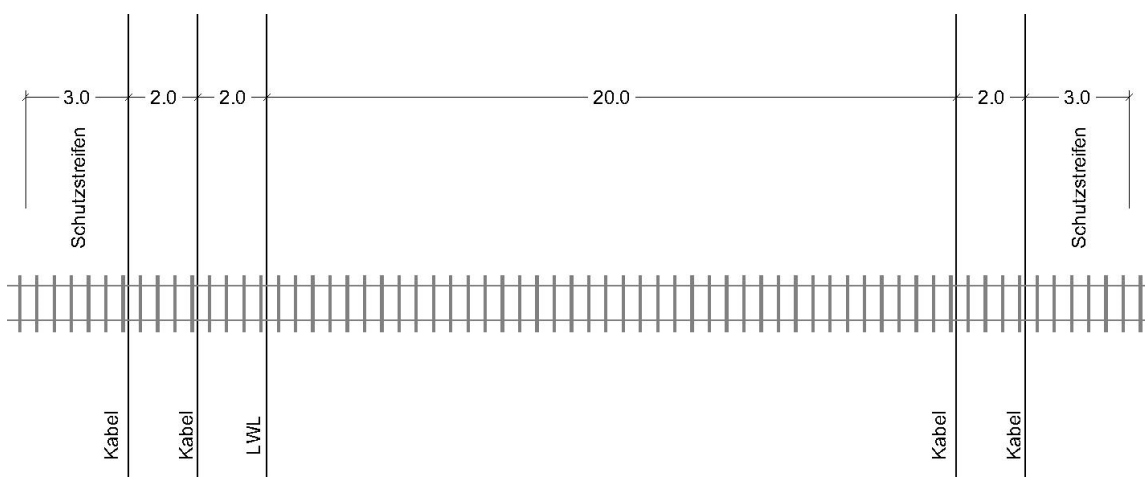


Abbildung 15: Mindestabstände der aufgeweiteten Einzelbohrungen bei Bahnquerungen (beispielhaft)

Es wird hierbei von einer Schutzstreifenbreite von mindestens 32 m für die 320-kV-Variante mit vier Leitern ausgegangen. Jede Kreuzung muss hier individuell berechnet werden, da die tiefenbedingten Mindestabstände, wie oben beschrieben, ebenfalls eingehalten werden müssen.

Die Vorhabenträger sind gegenwärtig mit der Deutschen Bahn in fachlichem Austausch, um Typenzulassungen für hiervon abweichende Bohrungsanordnungen zu erhalten. Hierdurch könnten die Schutzstreifenbreiten reduziert werden.

Mikrotunnelbau

Für Querungen mit geotechnischen ungünstigen Verhältnissen, bei denen eine Ausführungen von HDDs ausscheidet und für die Querungen von Bahnstrecken mit fester Fahrbahn können Mikrotunnel eingesetzt werden (bis ca. 1,5 km Länge; bei größeren Längen: Tübbing-Bauweise – s. folgender Absatz).

Diese Anlagen werden im Vorschubverfahren erstellt. Die Baustellen werden über schwerlastfähige Transportwege bedient.

Das anfallende Bohrmaterial wird abtransportiert und fachgerecht entsorgt bzw. einer geeigneten Verwendung zugeführt.

Beim Mikrotunnelbau werden verbaute Start- und Zielgruben mit geschlossener Wasserhaltung erstellt, eine Wasserhaltung entlang der Bohrstrecke ist nicht notwendig. Die Dimensionen der dazu erforderlichen Arbeitsflächen sind deutlich größer als beim HDD-Verfahren. Für Start- und Zielgrube werden je ca. 7.500 m² in Anspruch genommen.

Die erforderlichen Flächen für die Baustelleneinrichtungen sind individuell zu berechnen.

Die Vortriebsmaschine wird in der Startgrube platziert. Eine hydraulische Schubvorrichtung steuert die Bohreinrichtung in und durch den Untergrund. Die Rohrsegmente werden dann mit der Schubvorrichtung der Vortriebsmaschine nachgeführt, indem sie mit hydraulischen Pressen durch den Bohrkanal geschoben werden. Hierbei wird die Umgebung des Bohrkanals mit Bentonit geschmiert, welches über den Bohrkopf und ggf. über Zwischenschmiersegmente eingepresst wird. In der Zielgrube tritt die Vortriebsmaschine wieder zu Tage und kann dort abtransportiert werden.

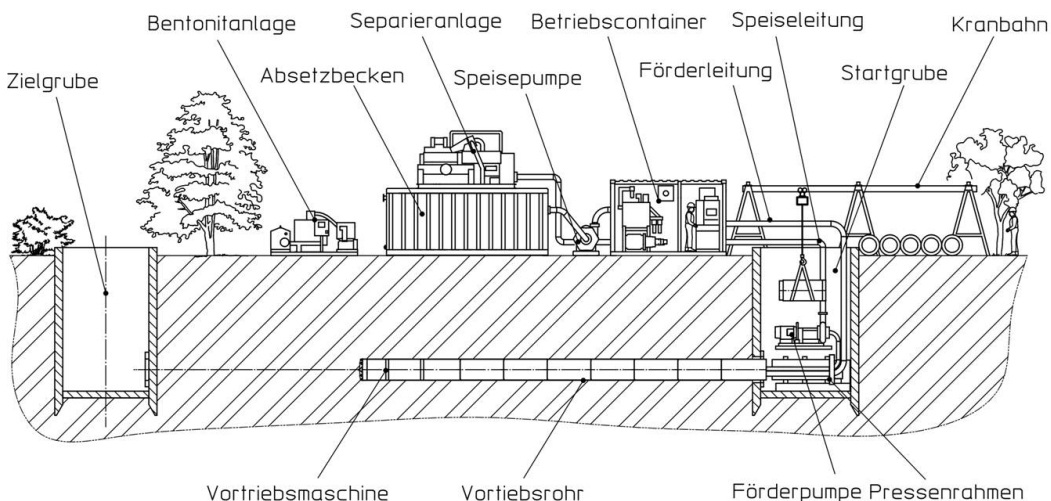


Abbildung 16: Beispiel Mikrotunnelbau mit Spülförderung (Bildmaterial aus DWA-A 125)

Mit dem Mikrotunnelbau können auch Durchmesser erreicht werden, die eine Begehung möglich machen. Falls die Mikrotunnel für Instandhaltungszwecke begehbar bleiben sein sollen, werden sie nach Fertigstellung entsprechend ausgebaut. Anschließend werden die Kabel eingezogen. Begehbare Mikrotunnel werden außerdem an beiden Enden eine verbleibende Zugangseinrichtung aufweisen, die entsprechend gesichert werden muss.

Tunnel in Tübbingbauweise

Mikrotunnel können je nach Untergrundverhältnissen etwa 1.500 m Länge erreichen. Müssen größere Längen überwunden werden, ist ein Tunnel in Tübbingbauweise erforderlich. Ein Tübbing ist ein vorgefertigtes Betonsegment für Versteifungen im Tunnelbau. In der gebräuchlichsten Form bilden sieben Segmente einen vollständigen Ring. Der Tunnel setzt sich dann aus einer Vielzahl von Ringen zusammen. Die Tübbinge werden unmittelbar hinter der Tunnelbohrmaschine verlegt, die sich in axialer Richtung zum Erreichen des Vortriebs an den Rändern der bereits verlegten Tübbinge abstützt.

Die Dimensionierung von Tunneln hängt von den Erfordernissen der Wartungsmöglichkeiten (z. B. Begehrbarkeit des Tunnels), aber auch von der Wärmeentwicklung der Kabel und von der Abfuhr der Wärme ab. Ein typischer Tunnelquerschnitt wird einen Außendurchmesser von ca. 3 m bis 4 m aufweisen.

Tunnel in Tübbingbauweise sind mit beträchtlichen Kosten und langen Bauzeiten verbunden, die ein Vielfaches der offenen Bauweise oder der Verlegung mittels HDD-Verfahrens für vergleichbare Längen und Durchmesser erreichen. Zudem ist der Eingriff in Natur und Landschaft an der Start- und Zielgrube ebenfalls nicht zu unterschätzen. Die Baustelleneinrichtungsfläche für eine typische Start- oder Zielgrube eines Tunnels beträgt ca. 100 m x 100 m, sie ist jedoch für jeden Anwendungsfall individuell zu ermitteln.

Sonstige geschlossene Verfahren

Es gibt verschiedene weitere geschlossene Verfahren auf dem Markt, die für die Herstellung von Kabeltrassen im Bereich von notwendigen Unterquerungen geeignet sind. Insbesondere sind hier weitere Mischverfahren zwischen dem HDD-Verfahren und dem Mikrotunnel-Verfahren wie z. B. das Direct-Pipe-Verfahren der Firma Herrenknecht zu nennen.

Darüber hinaus entwickelt die Firma Herrenknecht zurzeit in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, der Amprium GmbH, dem Institut für Hochspannungstechnik und der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen ein Verfahren, welches speziell auf die Verlegung der im Rahmen der Energiewende notwendig werdenden Erdkabeltrassen ausgelegt ist. Das Verfahren wurden in mehreren Tests erprobt, hat aber zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Serienreife erlangt und weist Einschränkungen z.B. hinsichtlich Größe der befestigten Startbaugrube, der erreichbaren Länge sowie der möglichen Biegeradien auf. Die Einsatzfähigkeit dieses Verfahrens für die Anforderungen des SOL ist in den nachfolgenden Planungsstufen zu überprüfen.

Weitere Festlegungen für die geschlossene Bauweise

Nach derzeitigem Planungs- und Erkenntnisstand (Bundesfachplanung) wird bei den HDD-Bohrungen die Bauausführung generell wie folgt vorgesehen (standardisierte technische Ausführung der geschlossenen Bauweise):

- Baugruben werden außerhalb von naturschutzfachlich sensiblen Bereichen angelegt, d.h. bevorzugt auf Ackerflächen.
- Bei Bohrungen über 400 m Länge werden für Start- und Zielgrube je 1.500 m² Arbeitsfläche in Anspruch genommen. Bei Bohrungen bis zu 200 m Länge kann mit einer Aufstellfläche von lediglich 20 m Länge und 20 m Breite gearbeitet werden. Die temporäre, mit Folie ausgeschlagene Auffanggrube für das zum Einsatz kommende Bentonit wird ca. 2 m mal 3 m in Anspruch nehmen. An- und Abtransporte können über die Baustraßen erfolgen.

Längere und schwierige Bohrungen können es erforderlich machen, die Flächen zu erweitern. Die Erfordernisse müssen im Einzelfall geprüft werden.

Werden mehrere HDD-Bohrungen unmittelbar hintereinander ausgeführt, sind Standorte für die Verbindung der einzelnen Kabelenden vorzusehen. Diese Verbindungsgruben haben eine Länge von ca. 20 m und eine Breite, die der Breite des normalen Kabelgrabens entspricht.

Die Schutzstreifen werden in den HDD-Bereichen aufgeweitet, da die Bohrungen Mindestabstände zueinander einhalten müssen, die sich einerseits aus der Steuergenauigkeit des Verfahrens, andererseits aus den erforderlichen Abständen zur Wärmeableitung im Untergrund ergeben. Die erforderliche Schutzstreifenbreite wird daher unterschiedlich ausfallen. Wenn schutzwürdige Gehölzbestände zu unterbohren sind, wird durch

eine angepasste Verlegetiefe (i. d. R. 3,5 m Tiefe) des Erdkabels gewährleistet, dass die notwendigen Bohrungen außerhalb des Durchwurzelungshorizonts der Gehölze stattfinden¹.

Nach derzeitigem Planungs- und Erkenntnisstand (Bundesfachplanung) enthält die standardisierte technische Ausführung der geschlossenen Bauweise die folgenden Vorkehrungen:

- Verwendung schallminimierender Lärmschutzwände: Zur Verminderung von Lärmemissionen durch die HDD-Bohrungen kommen mobile Lärmschutzwände bis hin zur Einhausung der Bohrgeräte zum Einsatz, die die Schallausbreitung erheblich minimieren. Größe und Standort der mobilen Lärmschutzwände bzw. Einhausungen werden so gewählt, dass die bestehenden Emissionsrichtwerte (z.B. AVV Baulärm) eingehalten werden. Die Lärmschutzmaßwände bzw. Einhausungen sind in den relevanten Bereichen so konzipiert, dass i. d. R. im Abstand von 100 m zur Bohrung der Schallpegel 45 dB(A) nicht überschreitet (entsprechende Berechnungen finden sich in der ISE).
- Verwendung lichtminimierender Leuchtmittel: Einsatz eingriffsminimierender Leuchtmittel (z.B. Natrium-Dampflampen oder LED 3000K), Ausrichtung und Abschirmung der Lichtquelle innerhalb der Baugruben sowie Abschirmung des Lichtkegels nach oben bzw. zu den Seiten.
- Schutzeinrichtungen/Baugrubensicherung: Zum Schutz von Kleintieren (z. B. von Laufkäfern, Amphibien, Reptilien und Kleinsäugern) werden die Baugruben (Start- und Zielgruben) durch geeignete Kleintierschutzzäune gesichert, um Beeinträchtigungen von Kleintieren durch Fallenwirkung zu vermeiden.

Bei Querungen über 1.000 m Länge kann das HDD-Verfahren nicht mehr eingesetzt werden, da dann die empfindlichen Muffen in das Leerrohr eingezogen werden müssten. Auch bei schwierigem Baugrund kann der Einsatz des HDD-Verfahrens nicht möglich sein. In solchen Fällen kann das Mikrotunnelbau-Verfahren zum Einsatz kommen (s.o.).

Wie bei der HDD-Bohrung werden auch beim Mikrotunnelbau im Rahmen der Ausführung die oben aufgeführten Vorkehrungen Verwendung schallminimierender Lärmschutzwände, Verwendung lichtminimierender Leuchtmittel und Schutzeinrichtungen/Baugrubensicherung vorgesehen.

Baugruben können bei längeren Kreuzungen bis zu 6 Wochen offenbleiben; bei hochstehendem Grundwasser ist ggf. Bauwasserhaltung zu betreiben; die Reichweite des Absenkrichters kann in seltenen Einzelfällen bis zu 80 m, liegt im Regelfall aber deutlich darunter.

Typische Bauzeiten für HDD und Mikrotunnelbau:

- HDD und Pressbohrung bis ca. 100 m: ca. 2 Wochen
- HDD bis ca. 200 m: ca. 3 Wochen
- HDD bis ca. 400 m: ca. 4 Wochen
- HDD bis ca. 1.000 m: ca. 8 Wochen
- Mikrotunnel bis ca. 1 km: ca. 4 Monate

2.2.5 Emissionen und Emissionsquellen

Die Geräuschemissionen während der Bauphase werden durch 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 vom Vorhabenträger einzuhalten. Weiterhin kommt es während der Bauzeit zu Staubentwicklung.

HGÜ-Kabel erzeugen magnetische Gleichfelder in ihrer Umgebung.

Die magnetischen Flussdichten in den zugänglichen Bereichen bewegen sich in jedem Betriebszustand unterhalb des Grenzwerts gemäß 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes

¹ Gemäß RASPER (2004) sind für die durchschnittlichen maximalen Wurzeltiefen folgende Werte anzusetzen: Kiefer: 1,7 - 2,5 m, Stieleiche: 2 m, Schwarzerle: 2 - 2,5 m, Esche: 1 - 1,5 m, Hainbuche: 1,5 m, Fichte: 1,5 - 2 m, Buche: 1,3 - 1,8 m, Hängelbuche: 1,5 - 2,6 m, Bergahorn: 1,5 m.

(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 Schirm der Kabelanlage abgeschirmt werden. Akustischen Emissionen treten im Betrieb ebenfalls nicht auf.

Weitere Angaben finden sich in der Immissionsschutzrechtlichen Ersteinschätzung (ISE, s. Anlagen).

2.2.6 Instandhaltungsarbeiten im Betrieb

Die Kabel sind im Idealfall weitgehend wartungsfrei. Es empfiehlt sich allerdings, an den Link-Boxen in längeren zeitlichen Abständen Kontrollmessungen durchzuführen. Außerdem vereinfachen die Link-Boxen die Fehlereingrenzung.

Der Schutzstreifen ist von tiefwurzelnenden Gehölzen freizuhalten.

2.3 Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Gleichstrom-Freileitungsabschnitten

Obwohl das Projekt SuedOstLink vorrangig als Erdkabel geplant werden soll, besteht unter bestimmten Voraussetzungen auch die Notwendigkeit zur Prüfung eines Freileitungskabels: Diesbezüglich wurden für mehrere Bereiche im Abschnitt B Freileitungsprüfverlangen eingereicht. Die entsprechenden Prüfungen wurden vom Vorhabenträger veranlasst und der BNetzA vorgelegt. Mit Schreiben vom 02.11.2018 kommt die BNetzA zu dem Ergebnis, dass Freileitungen in dem Betrachtungsraum zwar nicht per se unzulässig und im Grundsatz möglich sind; unter Berücksichtigung der sicherheitstechnischen Erwägungen sieht die BNetzA jedoch auch bei konservativer Kalkulation eine wirtschaftlich und technisch effiziente Ausführung der Freileitung im Betrachtungsraum als nicht erreichbar an; die Möglichkeit einer Freileitung wird deshalb im SOL-Abschnitt B nicht weiter verfolgt

2.4 Darstellung der technischen Bau- und Betriebsmerkmale der Konverteranlagen

Neben den im Vorrang geplanten Erdkabelabschnitten sind die Konverter weitere wesentliche Betriebsmittel der Gleichstromverbindung. Konverter sind im Bereich der NVP im Abschnitt A und D vorgesehen, in den Abschnitten B und C sind keine Konverter erforderlich. Entsprechend wird auf diese Anlagen nicht weiter eingegangen.

2.5 Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Kabelabschnittsstationen

In den Kabelabschnittsstationen finden sich diverse elektrische Schaltgeräte, die einer jährlichen Routinewartung bedürfen.

2.6 Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Drehstrom-Freileitungsabschnitten zur Konverteranbindung

Die Konverter sollen möglichst nahe an den gesetzlich vorgesehenen Netzverknüpfungspunkten (UWs) aufgestellt werden. Bedingt durch die Situation vor Ort kann es allerdings vorkommen, dass der zur Verfügung stehende Standort eine gewisse Entfernung zum Netzverknüpfungspunkt aufweist. Die Verbindung zwischen dem Konverter und dem Anschluss an den Netzverknüpfungspunkt erfolgt vorrangig über eine 380-kV-Drehstrom-Freileitung, soweit kein Drehstrom-Erdkabelabschnitt errichtet wird (vgl. Kapitel 2.7). Da im Abschnitt B kein Konverter vorgesehen ist, soll auf die weitere Beschreibung von Drehstrom-Freileitungsabschnitten zur Konverteranbindung im Folgenden verzichtet werden.

2.7 Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Drehstrom-Erdkabelabschnitten zur Konverteranbindung

Alternativ zu Drehstrom-Freileitungsabschnitten zur Konverteranbindung (s. vorausgegangenes Kapitel) können auch Drehstrom-Erdkabelabschnitte zur Konverteranbindung errichtet werden. Da im Abschnitt B kein Konverter vorgesehen ist, soll auf die weitere Beschreibung von Drehstrom-Erdkabelabschnitten zu Konverteranbindung im Folgenden verzichtet werden.

2.8 Planungsstandrelevante Kenntnislücken und Prognoseunsicherheiten

Exakte Angaben zur Breite des Arbeitsstreifens oder des Schutzstreifens in der Betriebsphase hängen von der eingesetzten Technologie zum Stromtransport (verwendetes Erdkabel, Spannungsebene) sowie der Bautechnologie bzw. Bauorganisation ab (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 Reliefierung, zu querende Infrastrukturen etc.). Deshalb wird in dieser Unterlage bei Technologieoffenheit von einem Worst-Case-Ansatz ausgegangen, um diese Eventualitäten möglichst abzudecken. So können im Planungsfortschritt diese Annahmen konkretisiert werden, ohne dass größere Dimensionierungen des Vorhabens zu erwarten sind.

Die Frage der Erwärmung im Umfeld der Erdkabel hängt von vielen Faktoren ab; zum einen von dem technischen Aufbau (Kern, Ummantelung) und der Anordnung der Kabel (Abstände untereinander, Verlegetiefe) und zum anderen von dem umgebenden Medium Boden (Wärmeleitfähigkeit, Anteil Bodenluft- und Bodenwasserporenvolumen, Mächtigkeit, Wassersättigungsverlauf im Tages- und Jahresgang). Ohne Vorliegen dieser Kenngrößen, die erst im Zuge einer Baugrunduntersuchung in späteren Planungsphasen ermittelt werden, sind keine für eine Bewertung ausreichend detaillierten Angaben möglich. Genauere Angaben zur Bodenerwärmung und ihrer Folgen können erst bei Konkretisierung der Planung in der nächsten Planungsebene getroffen werden.

Nach den Ergebnissen der Studie „Auswirkungen verschiedener Erdkabelsysteme auf Natur und Landschaft“; EKNA (FKZ 3514 82 1600; P. Ahmels et al.) ist jedoch davon auszugehen, dass von HGÜ-Erdkabeln keine nachhaltigen Beeinträchtigungen weder in Bezug auf landwirtschaftlichen Erträge noch auf ökologische Belange zu erwarten sind: *„Die betriebsbedingten Auswirkungen auf den Boden und den Wasserhaushalt sowie auf den Boden als Lebensraum durch Wärmeabgabe des Stromleiters sind nach bisherigem Kenntnisstand gering. Die Temperaturveränderungen an der Bodenoberfläche liegen nach den Ergebnissen der bisher durchgeführten Feldversuche im Bereich der natürlichen Schwankungsbreite. Eine Bodenaustrocknung im Wurzelraum ist nicht zu erwarten. Durch ein ökologisches Monitoring bei künftigen Vorhaben, sollte die derzeit schmale empirische Basis verbreitert werden.“* (EKNA/P. Ahmels et al.; S. 192).

Im Pipelinebau sind für die Abstände zu Stromleitungen insbesondere Anforderungen an den kathodischen Korrosionsschutz (KKS) ausschlaggebend. Sowohl die Rohrleitung als auch Metallmaste sind 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 zurzeit vom Arbeitskreis für Korrosionsfragen (AfK beim DVGW/VDE) beraten. Bis zum Vorliegen von diesbezüglichen Ergebnissen sind für konkrete Parallellagen/Kreuzungen (Entwurfsphase) Abstände im Einzelfall abzustimmen. Hilfsweise kann dies in Anlehnung an die AfK-Empfehlung Nr. 3 „Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Wechselstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen“ erfolgen.

3 Beschreibung bautechnisch anspruchsvoller Querungen

3.1 Vorbemerkung

In den folgenden Kapiteln werden kritische Bereiche in den Trassenkorridorsegmenten dargestellt. Die vorgestellten Trassenverläufe und technische Möglichkeiten 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. Eine Gesamtübersicht der Querungen findet sich in den SUP-Unterlagen.

In den folgenden Kapiteln findet 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. Die vorkommenden Signaturen sind im Folgenden erläutert:

Abgrenzung des Trassenkorridorsegments:	orange Linie
Potentielle Trassenachse:	rote Linie
Geschlossene Querungen:	blaue Linie auf pot. Trassenachse
FHH-Gebiet:	rote Fläche
Naturschutzgebiet:	grüne Fläche
Vogelschutzgebiet:	dunkelgraue Fläche
Wasserschutzgebiete:	dunkelblau schraffierte Fläche
Stillgewässer:	hellblaue Flächen
Fließgewässer:	dunkelblaue Linien
Straßen:	braune Linie
Bahnstrecken:	grüne Linien

Um die Übersichtlichkeit zu erhalten wurden nicht alle geschützten Bereiche (z.B. Biotope oder sensible Flächen) eingeblendet.

3.2 Beschreibung bautechnisch anspruchsvoller Querungen – Abschnitt B

3.2.1 Rauda-Tal

Übersicht

Der Trassenkorridor führt zwischen den beiden Ortschaft Kursdorf im Westen und Rauda im Osten durch das Rauda-Tal. Der Talbereich ist gekennzeichnet durch den Fluss Rauda und die Bundesstraße B7. Entlang des Flusses findet sich ein gut ausgeprägter Gewässerrandstreifen, so dass Straße und Fluss geschlossen gequert werden.

Am Nordhang des Rauda-Tales befinden sich Trockenhänge, teilweise als Streuobstwiesen, für die allerdings keine naturschutzfachliche Schutzgebietsausweisung vorliegt.

Der Südhang ist fast durchgehend mit Wald bestockt, nur am östlich Rand befindet sich eine Lücke/Schneise einer Freileitung, die von der Trasse genutzt werden kann.

Der gesamte Bereich ist als Wasserschutzgebiet (Zone III) ausgewiesen.

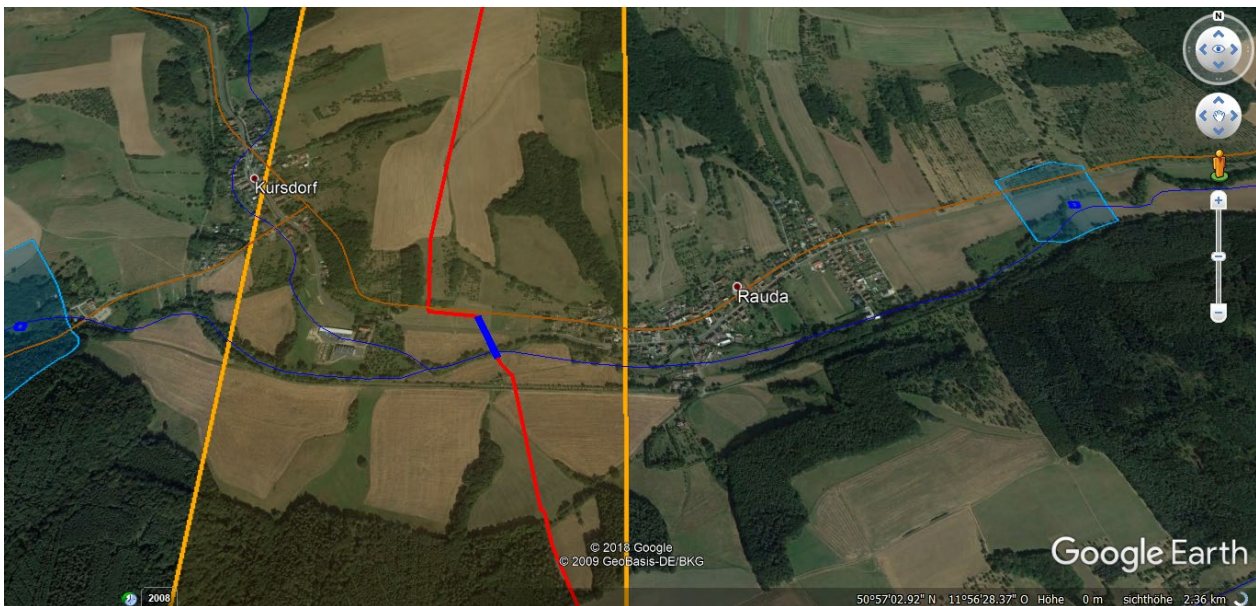


Abbildung 17: Rauda-Tal

Geologie

Gemäß der digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch die Schichten der Calvörde-Wechselfolgen des Unteren Buntsandstein, Schichten der Fulda-Formation und Friesland-Formation des Zechstein sowie Löss und lößdominierte Fließerden der Weichsel-Kaltzeit.

Die quartären Ablagerungen bestehen aus Sanden bis lehmigen-Sanden, die Ablagerungen des Unteren Buntsandsteins aus Sandsteinen und Sandstein-Schluffstein-Wechselfolgen und die Ablagerungen des Zechstein aus Tonsteinen, Sandsteinen, Siltsteinen, Kalksteinen und Dolomiten. Die Grundwasserleiter liegen als Kluft- und Karst- Grundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Braunerden und Podsol-Braunerden bis Braunerde-Podsole aus Schluff- und Sandstein, Auengleye, Vegen und Vega-Gleye aus Auensand und -lehm sowie Pseudogleye, Stagnogleye und Braunerden aus Sand- und Tonstein.

Bauverfahren

Zur Optimierung der Querung ist ein durchgehendes HDD vorgesehen (Länge ca. 140 m), mit dem die B7 und die Rauda gemeinsam unterquert werden können. Die Rig-Site mit Bohrgerät ist dann auf der Nordseite der B7 einzurichten, während die Pipe-Site südlich der Rauda angelegt werden kann.

Die steileren Hanglagen am Nord- und Südhang des Rauda-Tales sind jeweils offen zu queren. Ggf. muss bei der Anlage der offenen Kabelgräben mit zusätzlichem Aufwand wegen des felsigen Untergrunds gerechnet werden.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Der Querungsbereich im Rauda-Tal ist über die Bundesstraße B7 gut zu erreichen.

Baustelleneinrichtungsflächen können auf den Ackerflächen beidseits der Bundesstraße eingerichtet werden.

3.2.2 Niederndorf

Übersicht

Westlich von Niederndorf quert die potentielle Trassenachse das Erlbach-Tal. Der Fluss selber ist nur knapp einen Meter breit und stellt kein bautechnisches Hindernis dar. Jedoch verläuft im nördlichen Talhang eine Bahnlinie (Jena – Gera) im Steilhang parallel zum Bach.

Das Gebiet wird weitgehend landwirtschaftlich genutzt (Ackerflächen bzw. Wiesen und Weiden im Erlbach-Grund). Vereinzelt finden sich Waldreste und kleinere Waldstücke, die aber von der Trasse nicht beeinträchtigt werden.

Parallel zum Erlbach verläuft im Tal die Landesstraße L1070.

Schutzgebiete oder andere relevante Infrastruktur sind im Bereich westlich von Niederndorf nicht ausgewiesen.

Geologie

Gemäß der digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich an der Bahnlinie durch Buntsandstein geprägt.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Braunerde und Podsol-Braunerde bis Braunerde-Podsole aus Schluff- und Sandstein.

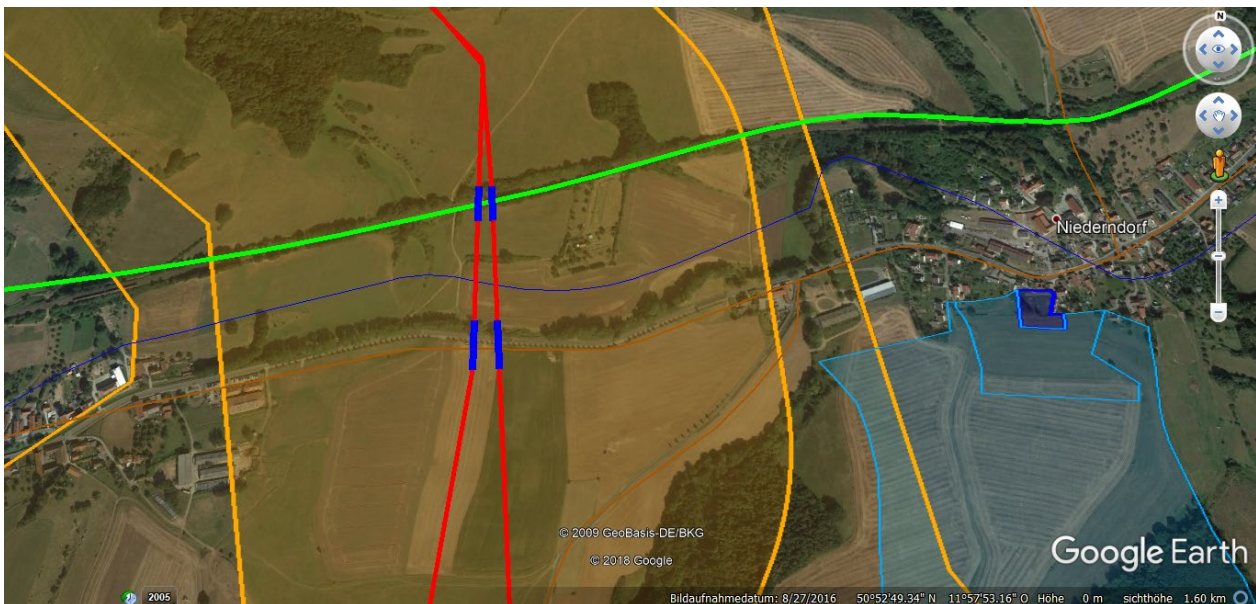


Abbildung 18: Niederndorf (Gera-West)

Bauverfahren

Zur Vermeidung großer Höhendifferenzen für die Durchführung einer grabenlosen Verlegung bieten sich Querungen im Bereich von Anschnitten an. Ein solcher Anschnitt wurde unmittelbar östlich des o. a. Brückenbauwerks identifiziert. Es handelt sich im Wesentlichen um Weideland. Nördlich der Bahnstrecke befindet sich ein Streifen mit ca. 15 m Breite, in dem Baumbestand vorhanden ist.

Für diese Bahnquerung wurden mehrere Bauverfahren überprüft. Da das Gelände ein starkes Gefälle von Nord nach Süd aufweist, wurden die Bauverfahren mit langen Strecken (z. B. HDD) als weniger geeignet eingestuft. Für diese Querung eignet sich ein Verfahren mit kurzer Strecke, vorzugsweise das Pressbohrverfahren. Die Vortriebslänge liegt bei ca. 50 m. Auf Grund der nach Süden geneigten Hanglage ist am Nordhang eine tiefere Baugrube anzulegen, die ggf. durch Spundwände zu sichern ist.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Im Norden muss die Baustelle über einen parallel zur BAB A4 verlaufenden Wirtschaftsweg, der das TKS kreuzt, angefahren werden (Nutzung der Baustraße im Arbeitsstreifen vom Wirtschaftsweg aus). Der Wirtschaftsweg selbst kann über die K131 (zwischen Kraftsdorf und Rüdersdorf) oder die Verbindungsstraße zwischen Niederndorf und Rüdersdorf erreicht werden.

Von Süden erfolgt die Baustellenzufahrt über die gut ausgebaute L1070; dabei muss über den Erlbach bauzeitlich eine Behelfsbrücke errichtet werden (Nutzung der vorhandenen Überfahrt östlich von Harpersdorf).

3.2.3 Gera-West - Stadtwaldvariante

Übersicht

Westlich von Gera verläuft die Trassenachse im TKS 021c durch ein Waldstück zwischen Töppeln und Ernsee (dort wird am nördlichen Waldrand auch eine DB-Strecke gequert, wobei die Kreuzung an dieser Stelle unproblematisch ist) und führt dann westlich von Ernsee zwischen Gera und Scheubengrobsdorf in den Stadtwald, wo sie die vorhandenen Schneisen einer Wasserleitung, der Bundesstraße B2 und dann wieder einer Wasserleitung im südlichen Stadtwald aufnimmt. Durch die Nutzung der vorhandenen Schneisen wird der neue Gehölzeinschlag zwar minimiert, kann aber – mit Ausnahme des ca. 700 m langen Parallelstücks zur B2 – nicht gänzlich vermieden werden.

Der Stadtwald von Gera ist zwar aus forst- und naturschutzfachlichen Gründen im Bereich des TKS eher von geringer Bedeutung (weiter östlich zu Gera ist er großflächig als FFH-Gebiet ausgewiesen, das jedoch vom TKS nur randlich, von der potentiellen Trassenachse gar nicht betroffen ist), hat jedoch einen – auch emotional - hohen Wert für die Naherholung der Einwohner von Gera. Auf Höhe der Stadt Scheubengrobsdorf befindet sich am östlichen TKS-Rand (teilweise im Korridor) das Klinikum der Stadt Gera.

Abgesehen vom Wald mit Naherholungs- und Forstnutzung liegen nördlich und südlich des Stadtwaldes Ackerflächen. Neben dem Wald selbst sind die Siedlungen Gera mit dem Klinikum am Rand des Stadtwaldes, Scheubengrobsdorf sowie Ernsee zu nennen. An der Bundesstraße befindet sich zwischen Scheubengrobsdorf und Gera ein Bodendenkmal, das aber von der Trasse nicht tangiert wird.

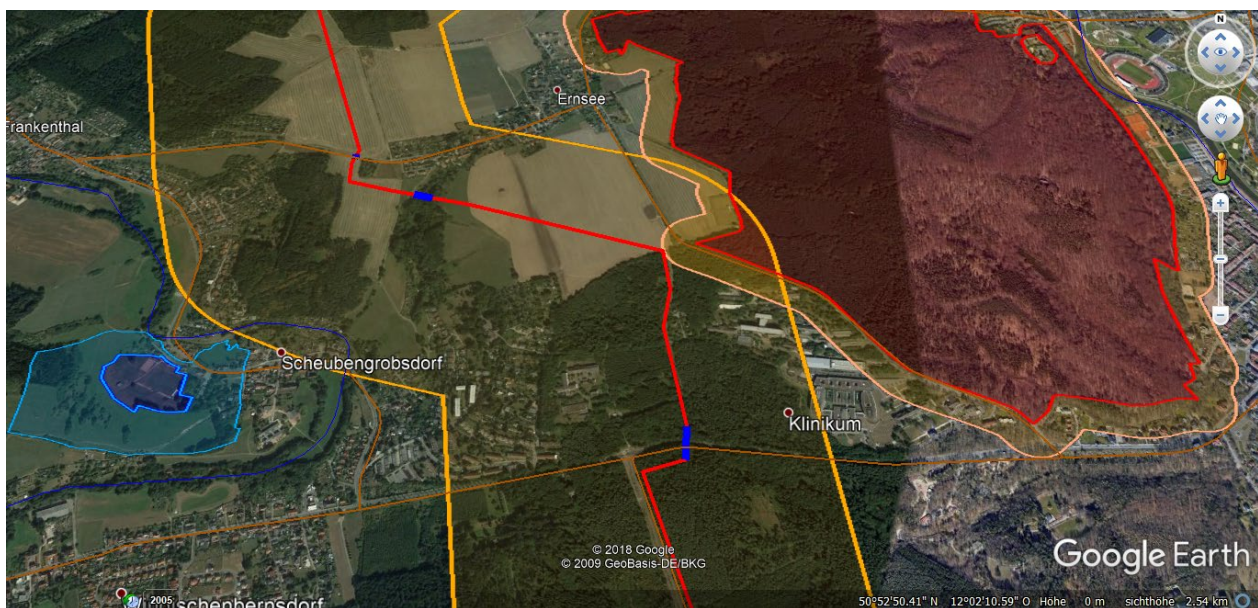


Abbildung 19: Gera-West - Stadtwaldvariante

Geologie

Gemäß der digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch Flussablagerungen, Auenbereiche des Holozän sowie Schichten der Fulda-Formation.

Die Quartären Ablagerungen bestehen aus siltig, sandigen, zum Teil kiesigen Material und sind teilweise von Lehm überdeckt, die Ablagerungen des Unteren Buntsandsteins aus Sandsteinen wechsellagernd mit Tonsiltstein. Die Grundwasserleiter liegen als Poren- sowie als Kluft- und Karst-Grundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Braunerden und Podsol-Braunerden bis Braunerde-Podsole aus Schluff- und Sandstein.

Bauverfahren

Aus bautechnischer Sicht stellt der Stadtwald selbst keine wirklich große Schwierigkeit dar. Im südlichen Teil folgt die Trasse einem Waldweg sowie einer Wasserleitung auf teilweise hängigem Gelände mit geringer Bodenüberdeckung, so dass hier etwas erschwerte Baubedingungen herrschen. Die Bundesstraße wird zwischen Scheubengrobsdorf und Gera im geschlossenen Verfahren (Pressung auf Grund der beengten Verhältnisse) gequert.

Eine kritische Stelle bildet allein die Querung einer kleinen Schlucht südlich von Ernsee: Die Schlucht ist bewaldet und auch naturschutzfachlich interessant (aber nicht als Schutzgebiet ausgewiesen). Auf Grund der steilen Hanglagen sind keine geschlossenen Verfahren möglich, so dass dieses Tal offen gequert werden muss.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Von Norden ist die Zufahrt zur Baustelle schwierig, da die Gemeindestraße nach Ernsee, die sich eigentlich als Zuwegung anbieten würde, zu steil und eng ist, so dass sie für größere Baufahrzeuge nicht geeignet ist. Die Baustellenzufahrt muss hier über die Zufahrt von der B2 zum Telekom-Gelände (westlich des Klinikums) sowie die sich östlich anschließenden Waldwege erfolgen, die gut ausgebaut und auch für Schwerlastverkehr geeignet sind.

Im südlichen Teil (südwestlich von Gera) bestehen genügend Zufahrten von der B2 zu Wald- und Forstwegen, die ausreichend befestigt sind und als Zuwegung genutzt werden können.

3.2.4 Weida-Tal bei Weida/Mildenerfurth

Übersicht

Zwischen der Stadt Weida im Südwesten und Mildenerfurth im Nordosten führt der Trassenkorridor über den Fluss Weida. Der Fluss selbst sowie ein begleitender, parallel verlaufender Graben (Altarm) sind zwar nur wenige Meter breit, jedoch hat sich entlang der Weida ein naturschutzfachlich sensibler Auenbereich entwickelt, so dass hier eine längere geschlossene Querung gewünscht ist.

An den Weida-Niederungsbereich angrenzend finden sich intensiv genutzte Acker- und Grünlandflächen.

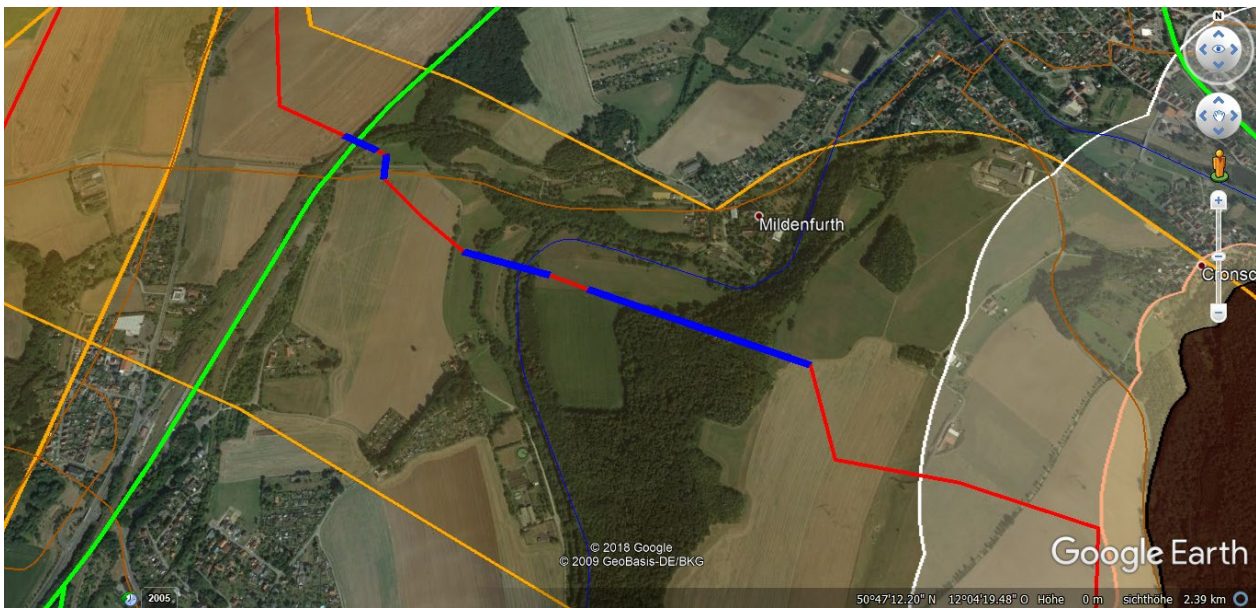


Abbildung 20: Weida-Tal bei Weida/Mildenfurth

Geologie

Gemäß der digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch Flussablagerungen, Auenbereiche und Niederterrassen des Holozän sowie Schichten des Karbon.

Die Quartären Ablagerungen bestehen aus schluffig, sandigem Material und Lössmaterial bis hin zu kiesig, schottrigem Material, wohingegen die Schichten der Ziegenrück-Formation aus Tonschiefern und Grauwacken gebildet werden. Die Grundwasserleiter liegen als Kluft-Grundwassergeringleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Vegen und Vega-Gleye mit Humusgleyen aus Auen-schluff und -ton sowie Pseudogley-Braunerde aus Sandlössfließerde und Braunerde aus Lösssandfließerde.

Bauverfahren

Zur Querung der Weida mit ihren Niederungsbereichen ist ein HDD mit einer Länge von ca. 220 m vorgesehen. Wegen der besseren Zugänglichkeit sollte die Rig-Site mit dem Bohrergerät auf der Westseite der Weida errichtet werden, die Pipe-Site entsprechend auf der Ostseite.

Bei der HDD-Querung sind keine Besonderheiten zu erwarten.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die an den Weida-Niederungsbereich angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen können gut als Baustelleneinrichtungsflächen genutzt werden.

Zufahrtsmöglichkeiten vom Westen bestehen über eine von der L2330 abgehende befestigte Verbindungsstraße, die den Korridor kreuzt.

Östlich von Weida kann eine Dorfstraße von Mildenfurth als Zufahrt genutzt werden; die Straße muss aber verlängert werden und ggf. ist eine Behelfsbrücke über die Weida zu errichten. Ansonsten könnte der Arbeitsstreifen von Osten her kommend als Zufahrt verwendet werden, doch müsste diese über eine Waldschneise geführt werden, was zu zusätzlichem Holzeinschlag führen würde.

3.2.5 Tal der Weißen Elster zwischen Crossen und Caaschwitz

Übersicht

Zwischen Crossen a.d. Elster im Norden und Caaschwitz im Süden führt der Trassenkorridor durch das Tal der Weißen Elster. Die Trasse bleibt dabei auf der Westseite des Flusses, nur im Nordosten von Crossen ist eine geschlossene Unterquerung des Flusses erforderlich, da die Weiße Elster hier bis auf wenige Meter an eine Bahnstrecke heranreicht.

Das Tal der Weißen Elster ist gekennzeichnet durch landwirtschaftliche Nutzung und wird als Naherholungsgebiet genutzt: So führt ein Fahrradweg durch die Aue. Von Westen her wird der Talraum durch Gewerbegebiete und Wohngebiete z. T. stark eingeschränkt.

In der Aue selbst finden sich keine FFH- oder Naturschutzgebiete (erst südlich von Caaschwitz ragt ein FFH-Gebiet in den Korridor, das aber von der Maßnahme nicht berührt wird), doch befinden sich mehrere kleinere Teiche mit z.T. naturschutzfachlich sensibler Begleitvegetation (Schilf, Auenvegetation) in der Elster-Niederung; es handelt sich hier meist um die Reste von Altarmen des Flusses. Südlich von Caaschwitz ist das Gebiet als Wasserschutzgebiet Zone II und III ausgewiesen, wobei die Zone II so liegt, dass eine Querung unvermeidlich ist.

Seitens der Behörden wurde auf (noch wenig konkretisierte) Planungen zur Ausweisung von Überschwemmungsgebieten in der Elster-Aue hingewiesen, die ggf. im weiteren Verfahren zu beachten sind.

Nordöstlich von Crossen ist Kiesabbau vorgesehen, ein Genehmigungsverfahren dazu ist eingeleitet. Der Abbau befindet sich unmittelbar an der vorgesehenen SOL-Trassenachse, so dass hier Abstimmungen mit der Abbauplanung durchgeführt wurden.

Durch die Aue führen Stromfreileitungen und teilweise eine Stadtgasleitung, denen die SOL-Trasse folgt.

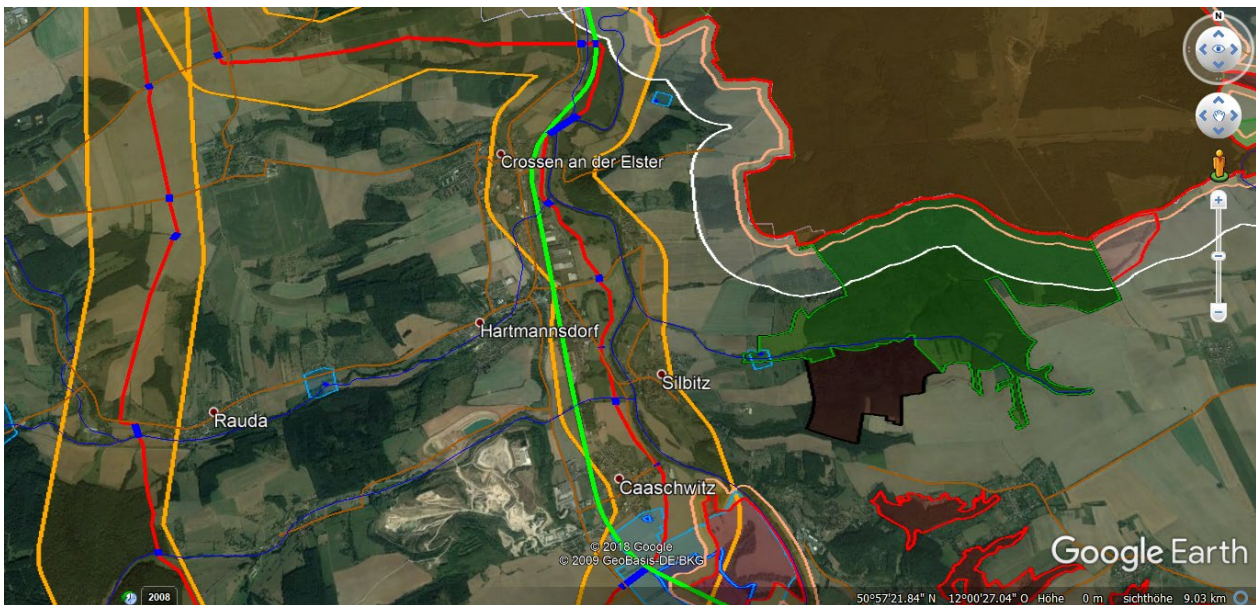


Abbildung 21: Querung des Tales der Weißen Elster zwischen Crossen und Caaschwitz

Geologie

Gemäß der digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch Flussablagerungen, Auenbereiche und Niederterrassen des Holozän sowie Schichten der Calvörde-Formation.

Die quartären Ablagerungen bestehen aus siltig, sandigen, zum Teil kiesigem Material und sind teilweise von Lehm überdeckt, die Ablagerungen des Unteren Buntsandsteins aus Sandsteinen sowie untergeordnet aus Zwischenlagen von Tonsiltstein. Die Grundwasserleiter liegen als Poren- sowie als Kluft- und Karst-Grundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Gley-Vegen und Auengleye aus Auenlehm und –sand sowie Pseudogley-Braunerden aus Sandlössfließerde und Braunerden aus Lösssandfließerde und Braunerden, Braunerde-Podsole und Braunerde-Pseudogley aus Schluff- und Sandstein.

Bauverfahren

Zur Querung der Elster-Aue zwischen Crossen im Norden und Caaschwitz im Süden bestehen zwei Möglichkeiten:

Offene Querung der Aue: Offene Verlegung der SOL-Kabel unter Berücksichtigung bestehender Infrastruktur (Leitungen, Wege, Straßen) und Durchführung der Baumaßnahme in den trockenen Sommermonaten (Vermeidung der Hochwassergefährdung)

Geschlossene Querung: Zur Vermeidung einer offenen Querung, die von der Gemeinde nicht gewünscht wird, könnte eine Querung der Aue im HDD-Verfahren erfolgen; bei einer Gesamtlänge von ca. 5 km wären 5 HDD-Abschnitte erforderlich; bei Nutzung der vorhandenen Straßen wären nur an den Verbindungsstellen der HDDs Bau-/Verbindungsgruben zu errichten. Allerdings müsste dazu die Umsetzbarkeit des HDD-Verfahrens überprüft werden (bevorzugt Auswertung vorhandener Unterlagen, ggf. auch Sondierungsbohrungen).

Südlich von Caaschwitz verschwenkt die Trasse aus dem Elster-Tal nach Westen und quert dabei ein WSG (Zone II und Zone III) sowie die Bundesstraße B7. Hierbei ist eine geschlossene Querung im HDD-Verfahren vorgesehen, das die Bundesstraße sowie die Zone II des FFH-Gebietes umfasst (die Zone III soll offen gequert werden). Das HDD weist dabei eine Länge von ca. 350 m auf; wobei das Bohrgerät westlich der B7 aufgestellt werden soll (Pipe-Site in der Elster-Aue). Wie bereits oben beschrieben ist die Machbarkeit von HDD-Bohrungen in der Elster-Aue noch auf der Basis vorhandener Unterlagen bzw. von Sondierungsbohrungen zu prüfen.

Im Zuge vorbereitender Untersuchungen sollten vorhandene geologische / geotechnische Unterlagen ausgewertet werden; dies betrifft z.B. Baugrunduntersuchungen für die Gewerbegebiete in der Aue oder entsprechende Untersuchungen zum geplanten Kiesabbau bei Ahlendorf. Sollte die geschlossene Variante weiter betrachtet werden, müssten evtl. auch Bodensonierungen bis mind. 15 m Tiefe vorgenommen werden (Umfang kann erst nach Sichtung vorhandener Daten / Untersuchungen festgelegt werden).

Weitere Abstimmungen mit geplanten Maßnahmen in der Elster-Aue (Kiesabbau, Überschwemmungsgebiet, Bauleitplanung) sind vorzunehmen.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die Elster-Aue ist über gut ausgebaute lokale und auch überregionale Straßen (Bundesstraße B7) ohne Schwierigkeiten zu erreichen. In der Aue selbst sind wegen der zu erwartend hohen Grundwasserstände Baustraßen zu errichten sowie ggf. Hochwasserschutzmaßnahmen vorzusehen (z.B. hochwassersichere Baustellen bzw. Möglichkeit, die Baustellen binnen 24 Stunden zu räumen).

3.2.6 Niederpöllnitz

Übersicht

Östlich von Niederpöllnitz (ca. 11 km südwestlich von Weida) quert die Trasse den Pöllnitzbach. Das TKS folgt in diesem Abschnitt einer 380 kV-Freileitung, die hier nahe am Ortsrand vorbeiführt und einige Schrebergärten mit überspannt.

Am östlichen Korridorrand findet sich ein Abbaugelände, an das nach Westen ein größerer landwirtschaftlicher Betrieb mit Biogasanlage anschließt. Für den Verlauf der SOL-Trasse bleibt nur der Schutzstreifen der Freileitung. Ein Ausweichen der Trasse nach Westen ist wegen geschlossener Bebauung sowie großräumiger

Schutzgebietsausweisung nicht möglich. Ebenso befinden sich im Osten anschließend an die Tagebauflächen ein Waldgebiet sowie der Pöllnitzbach, der hier als Naturschutzgebiet ausgewiesen ist.

Abgesehen vom Tagebau wird auf den angrenzenden Flächen intensive Landwirtschaft betrieben.

Geologie

Im Bereich um Niederpöllnitz finden sich tiefgründige Ackerböden mit guten Baubedingungen. Allerdings verläuft am Nordhang des Pöllnitzbaches eine teilweise mehrere Meter hohe Felswand, die jedoch im aktuellen Trassenverlauf nicht gequert werden muss.

Gemäß den digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch Lößablagerungen der Weichsel-Kaltzeit, Flussablagerungen und Auenbereiche des Holozän sowie Schichten des Zechstein und Karbon.

Die quartären Ablagerungen bestehen aus schluffig sandigen und Lössmaterial bis hin zu kiesig, schottrigen Material, wohingegen die Schichten der Leine-Formation aus Kalksteinen und Dolomiten sowie die Schichten der Ziegenrück-Formation aus Tonschiefern und Grauwacken gebildet werden. Die Grundwasserleiter liegen als Poren-, Karst- und Kluft-Grundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Pararendzinen und Rendzinen aus Kalk-, Tonmergel- und Dolomitstein sowie Braunerden aus Lehm- und Lösslehmfließerde bzw. Schiefer- und Grauwackeverwitterung.



Abbildung 22: Niederpöllnitz

Bauverfahren

Auf Grund der Engstelle ist zur Querung des Pöllnitzbaches östlich von Niederpöllnitz ein HDD vorgesehen, das im Verlauf der Freileitung liegt; die Leitung wird schräg unterquert, so dass die Bau- und Zielgruben außerhalb des 10 m Abstands zum äußeren Leiterseil errichtet werden können und somit keine Baubeschränkungen auftreten.

Auf Grund der besseren Zugänglichkeit des Südteils für schwere Maschinen (Bohrgerät) soll die Startgrube im Süden des Baches auf dem dort befindlichen Acker angelegt werden, die Zielgrube entsprechend auf der Ackerfläche nördlich des Pöllnitzbaches.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Sowohl im Norden als auch im Süden ist der Querungsbereich über Gemeindestraßen bzw. befestigte Wirtschaftswege (s. Zufahrt zum Tagebaugelände) erreichbar.

3.2.7 Wisenta-Querung bei Schleiz (TKS 028a)

Übersicht

Östlich von Schleiz erfolgt die Querung der Wisenta. Der Fluss verläuft hier in einem Talbereich, der als FFH-Gebiet ausgewiesen ist. Weiterhin befindet sich am Talrand, etwa an der südlichen Grenze des Schutzgebietes, eine Bahnlinie. Im TKS quert eine Gasleitung die Wisenta in Nord-Süd-Richtung.

Der Talbereich wird als Grünland genutzt, ansonsten befinden sich nördlich des Flusses Ackerflächen, im Süden Ackerland sowie eine Gewerbefläche.

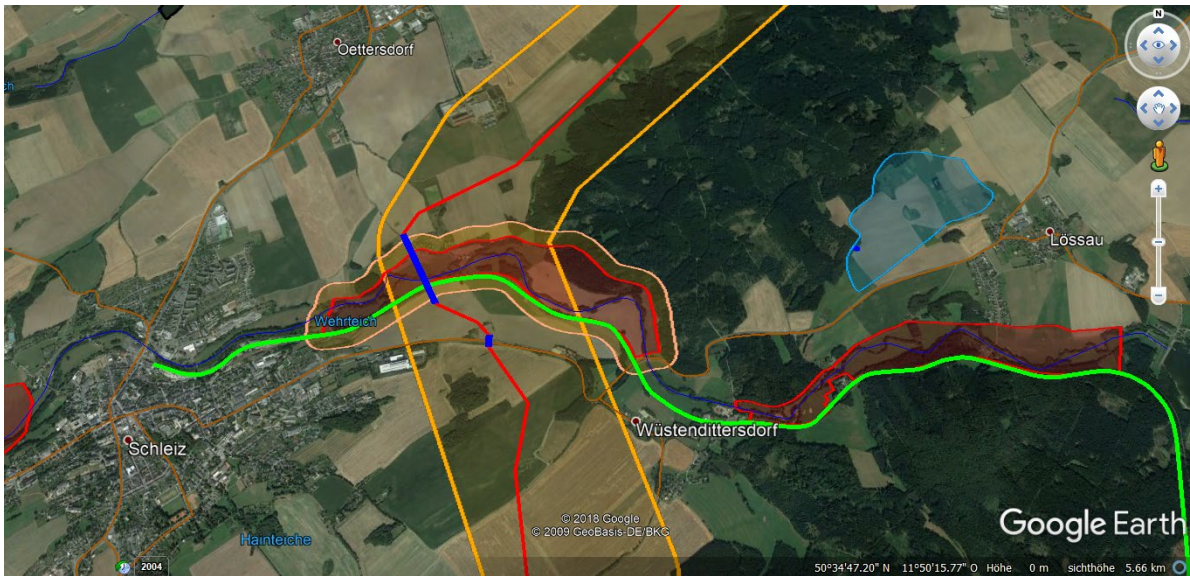


Abbildung 23: Wisenta-Querung bei Schleiz

Geologie

Der Auenbereich der Wisenta ist durch Sedimente gekennzeichnet. Die Hangflächen weisen eine ausreichende Bodenüberdeckung auf, nur an den Hangkanten bzw. Hangschultern ist mit felsigem Untergrund (Buntsandstein) zu rechnen.

Gemäß den digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch Flussablagerungen und Auenbereiche des Holozän, Schichten des Devon sowie paläovulkanische Eruptivgesteine.

Die quartären Ablagerungen bestehen aus siltig, tonigen bis sandigen und zum Teil kiesigem Material, die Schichten der Tentakulitenschiefer-Subformation aus Ton- bis Siltschiefern mit Kieselschiefereinlagerungen und die Schichten der Eruptivgesteine aus Meta-Basaltoiden. Die Grundwasserleiter liegen als Poren- und Kluft-Grundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Vegen und Vega-Gleye mit Humusgleyen aus Auen-schluff und -ton sowie Braunerde aus Lehm- und Lössfließerde sowie aus Schiefer- und Diabasverwitterung.

Bauverfahren

Für die Querung der Wisenta sowie des FFH-Gebietes ist ein HDD-Verfahren vorgesehen, das sich in etwa in Parallellage zu der dort bereits liegenden Gasleitung befindet (erforderliche Sicherheitsabstände werden selbstverständlich eingehalten, die genaue Lage der HDD-Strecke kann erst nach der Ermittlung des Verlaufs der Gasleitung festgelegt werden). Die Länge würde ca. 500 m betragen.

Mit dem HDD soll sowohl der Fluss, das Schutzgebiet und sein Pufferstreifen als auch die dort verlaufende Bahnlinie gequert werden.

Die Startgrube sollte auf Grund der besseren Zugänglichkeit auf dem Acker südlich der Wisenta errichtet werden, die Zielgrube entsprechend auf dem nördlich gelegenen Acker.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Im Norden ist der Querungsbereich über die dort vorhandenen Straßen zugänglich, obwohl diese für schwere Maschinen nur bedingt geeignet sind. Ggf. ist eine günstige Zufahrt über die Biogasanlage südlich von Oettersdorf möglich.

Im Süden kann eine Abfahrt von der B94 zur Wisenta als Baustellenzufahrt genutzt werden. Diese Abfahrt mit einer befestigten Straße, von der aus eine Zufahrt zur Baustelle errichtet werden kann, befindet sich im TKS östlich von Schleiz.

3.2.8 Triebitzbach-Querung westlich von Elsterberg (TKS 027)

Übersicht

Westlich von Elsterberg wird der Triebitzbach gequert. Sowohl der Nord- als auch der Südhang des Tales sind bewaldet, im Talgrund finden sich Acker- und Wiesenflächen. Die sich nördlich und südlich an das Tal anschließenden Flächen sind ackerbaulich genutzt. Der Triebitzbach weist eine zwar schmale, aber naturschutzfachlich interessante Gewässerrandvegetation mit Bäumen und Gebüsch auf, die nahezu durchgehend ohne Lücken ausgeprägt ist; demgemäß ist eine geschlossene Querung vorgesehen.

Am nördlichen Talrand verläuft am Fuß des Hanges die Landesstraße L2342, die als klassifizierte Straße geschlossen gequert werden muss.

Im Bereich der Querung sind keine Schutzgebiete ausgewiesen.

Geologie

Der Auenbereich der Wisenta ist durch Sedimente gekennzeichnet. Die Hangflächen weisen eine ausreichende Bodenüberdeckung auf, nur an den Hangkanten bzw. Hangschultern ist mit felsigem Untergrund (Buntsandstein) zu rechnen.

Gemäß den digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch Flussablagerungen und Auenbereiche des Holozän sowie Schichten des Unterkarbon.

Die quartären Ablagerungen bestehen aus siltig, tonigen bis sandigen und zum Teil kiesigen Material wohingegen die Schichten des Unterkarbon aus Grauwacken und Sandsteinen gebildet werden. Die Grundwasserleiter liegen als Poren- und Kluft-Grundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Vegen und Vega-Gleye mit Humusgleyen aus Auen-schluff und -ton sowie Braunerden aus Lehm- und Lösslehmfließerde und Schiefer- und Grauwackeverwitterung.

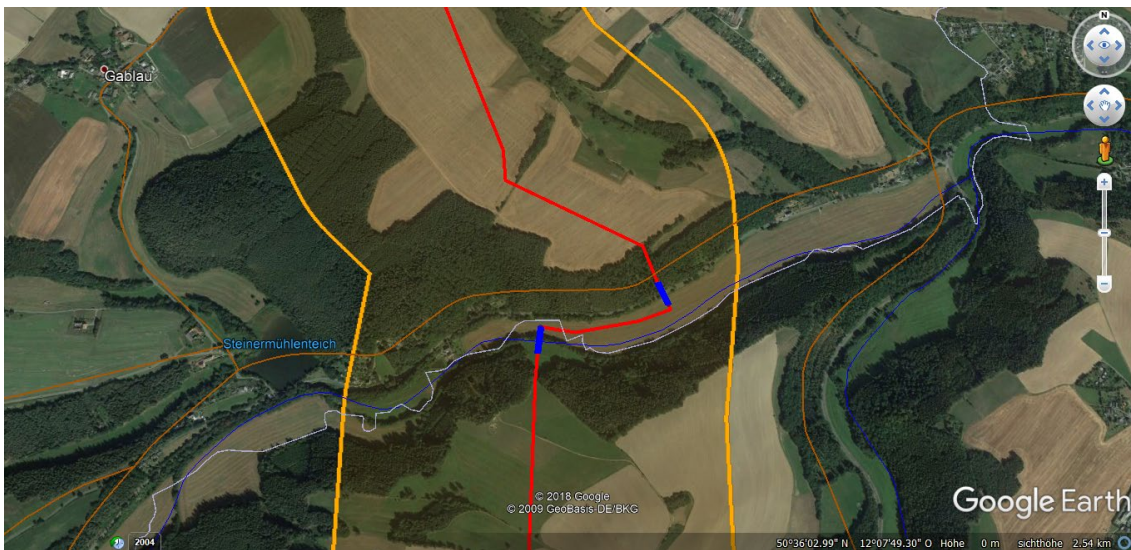


Abbildung 24: Triebitzbach-Querung westlich von Elsterberg

Bauverfahren

Im Triebitztal sind die L2342 und der Triebitzbach zu queren; für beide ist jeweils eine geschlossene Querung erforderlich (klassifizierte Straße bzw. naturschutzfachliche Gründe). Auf Grund der steilen Hanglagen beidseits des Tales scheiden HDD-Verfahren aus (weder zwei eigene Verfahren noch eine gemeinsame Querung), so dass für die Straße und den Bach jeweils eine Pressung vorzunehmen ist. Die Pressungen weisen Längen von unter 30 m Länge auf.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die Baustelle kann im Norden von der K202, die westlich von Honndorf das TKS kreuzt, über den Arbeitsstreifen angefahren werden.

Im Tal selber dient die L2342 als Zuwegung, von der ab die geschlossenen Querungen der Landesstraße und des Triebitzbaches erfolgen können.

Im Süden muss die Zufahrt zur Baustelle von einer Gemeindestraße westlich von Cunsdorf erfolgen, die das TKS quert, so dass von hier über den Arbeitsstreifen zur Baustelle gelangt werden kann.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS UND GLOSSAR

AC	Alternate Current
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BE	Baustelleneinrichtung
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
DC	Direct Current
DN	Nenndurchmesser
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
GW	Gigawatt
HDD	Horizontal Directional Drilling (Verfahren zur geschlossenen Quering)
HDPE	High-density Polyethylene (Hart-Polyethylen)
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
ISE	Immissionsschutzrechtliche Ersteinschätzung
KAS	Kabelabschnittsstation
KKS	Kathodischer Korrosionsschutz
KÜS	Kabelübergangsstation
kV	Kilo-Volt
LWL	Lichtwellenleiter
MBS	Machbarkeitsstudie
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz
NVP	Netzverknüpfungspunkt
potTA	Potentielle Trassenachse
SOL	SuedOstLink
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TKS	Trassenkorridorsegment
UW	Umspannwerk
VHT	Vorhabenträger
µT	Mikrotesla