

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

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)	10
2.2.1.4	Lichtwellenleiter	11
2.2.1.5	Erdungsstellen	11
2.2.2	Musterquerschnitte der Kabelanlage, Schutzstreifen	12
2.2.2.1	Offene Bauweise	12
2.2.2.1.1	Anforderungen an Kabelgraben und Bettung	12
2.2.2.1.2	Musterquerschnitte Kabelgraben und Arbeitsbereich	12
2.2.2.2	Halboffene und geschlossene Bauweise	14
2.2.2.3	Schutzstreifen	15
2.2.3	Kabelabschnittstationen	16
2.2.4	Allgemeine Baubeschreibung der Erdkabelverlegung	16
2.2.4.1	Offene Bauweise	16
2.2.4.2	Halboffene Bauweisen	21
2.2.4.3	Geschlossene Bauweisen	22
2.2.5	Emissionen und Emissionsquellen	32
2.2.6	Instandhaltungsarbeiten im Betrieb	32
2.3	Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Gleichstrom-Freileitungsabschnitten	32
2.4	Darstellung der technischen Bau- und Betriebsmerkmale der Konverteranlagen	32
2.5	Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Kabelabschnittsstationen	33
2.6	Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Drehstrom-Freileitungsabschnitten zur Konverteranbindung	33
2.7	Technische Bau- und Betriebsmerkmale von ggf. erforderlichen Drehstrom-Erdkabelabschnitten zur Konverteranbindung	33
2.8	Planungsstandrelevante Kenntnislücken und Prognoseunsicherheiten	33
3	BESCHREIBUNG BAUTECHNISCH ANSPRUCHSVOLLER QUERUNGEN	35
3.1	Vorbemerkung	35
3.2	Beschreibung bautechnisch anspruchsvoller Querungen – Abschnitt C	35
3.2.1	Golfplatz bei Trogen	35
3.2.2	Südliche Regnitz	37
3.2.3	Schwesnitz bei Wurlitz	38

3.2.4	Lamitz bei Niederlamitz	40
3.2.5	Eger-Querung	41
3.2.6	Leupoldsgrün	43
3.2.7	Steilhang Bad Berneck/Gössenreuth	44
3.2.8	Weißer Main bei Bad Berneck	46
3.2.9	Warme Steinach bei Weidenberg	48
3.2.10	Röslau-Querung bei Seußen	50
3.2.11	Röslau und Kösseine bei Marktredwitz	51
3.2.12	Teiche bei Schönhaid	53
3.2.13	Steilhang bei Rotzendorf	54
3.2.14	Wald- und Steilhangquerung bei Edeldorf	56
3.2.15	Naab-Querung bei Pfreimd-Iffelsdorf	57
3.2.16	Bahnquerung Gewerbegebiet Brandweiher bei Weiden	59
3.2.17	Waldnaab-Querung bei Luhe-Wildenau	61
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS UND GLOSSAR		64

A B B I L D U N G S V E R Z E I C H N I S

Abbildung 1:	Schematische Darstellung der Gleichstrom-Erdkabelverbindung (Längsschnitt)	7
Abbildung 2:	Aufbau kunststoffisoliertes Gleichstrom-Erdkabel (vergleichbar für Kabel der Spannungsebenen 320kV und 525kV)	8
Abbildung 3:	Schematische Darstellung der Kabelverbindungen (Muffen)	10
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	13
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	13
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	13
Abbildung 10:	Funktionsprinzip des Einpflügens von Schutzrohren (Bildmaterial Firma Walter Foeckersperger GmbH)	21
Abbildung 11:	Beispiel Pressbohrverfahren (Bildmaterial aus DWA-A 125)	23
Abbildung 12:	Beispiel Pilotrohr-Vortrieb mit Bodenentnahme (Bildmaterial aus DWA-A 125)	24
Abbildung 13:	Beispiel Kreuzung im HDD-Verfahren (Bildmaterial aus DWA-A 125)	25
Abbildung 14:	Typische Aufweitung des Wegerechtsstreifens bei geschlossenen Querungen mittels einzelner HDD	27
Abbildung 15:	Mindestabstände der aufgeweiteten Einzelbohrungen bei Bahnquerungen (beispielhaft)	28
Abbildung 16:	Beispiel Mikrotunnelbau mit Spülförderung (Bildmaterial aus DWA-A 125)	29
Abbildung 17:	Golfplatz bei Trogen (NE von Hof)	36
Abbildung 18:	Südliche Regnitz (nordwestlich von Draisendorf)	37
Abbildung 19:	Schwesnitz bei Wurlitz (westlich von Rehau)	39
Abbildung 20:	Querung der Lamitz (nördlich von Niederlamitz)	40
Abbildung 21:	Eger-Querung (östlich von Marktleuthen)	42
Abbildung 22:	Leupoldsgrün	43
Abbildung 23:	Steilhang Bad Berneck/Gössenreuth	45
Abbildung 24:	Weißer Main bei Bad Berneck	46
Abbildung 25:	Warme Steinach bei Weidenberg	49
Abbildung 26:	Röslau-Querung bei Seußen; Kösseine-Querung	50
Abbildung 27:	Röslau und Kösseine bei Marktredwitz	52
Abbildung 28:	Teiche bei Schönhaid	53
Abbildung 29:	Steilhang bei Rotzendorf	55
Abbildung 30:	Wald- und Steilhangquerung bei Edeldorf	56
Abbildung 31:	Naab-Querung bei Pfreimd-Iffelsdorf	58
Abbildung 32:	Bahnquerung Gewerbegebiet Brandweiher bei Weiden	60
Abbildung 33:	Waldnaab-Querung bei Luhe-Wildenau	62

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 C** 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

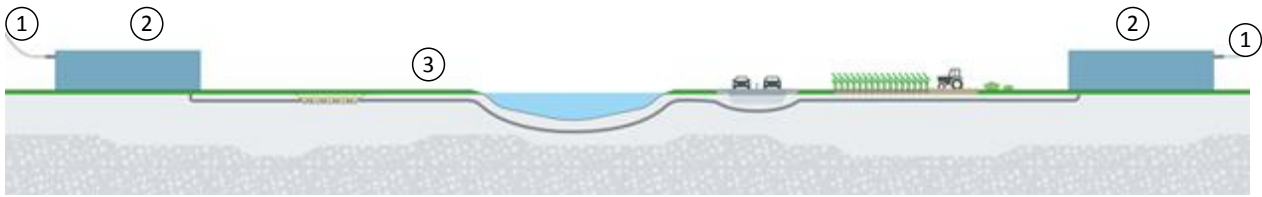
Das Projekt SuedOstLink ist nach § 3 Abs. 1 i. V. m. § 2 Abs. 5 BBPIG eine Leitung zur Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) und aufgrund seiner Kennzeichnung mit „E“ vorrangig als Erdkabel auszuführen. Bei HGÜ handelt es sich um eine Technologie zur verlustarmen Übertragung von elektrischer Energie mit Gleichstrom. Obwohl das Projekt SuedOstLink vorrangig als Erdkabel geplant werden soll, besteht unter bestimmten Voraussetzungen auch die Notwendigkeit zur Prüfung eines Freileitungskabels. Für den Abschnitt C wurden jedoch keine Freileitungsprüfverlangen eingereicht, so dass in der vorliegenden Unterlage auf eine detaillierte Darstellung der technischen Belange von Freileitungen verzichtet werden kann.

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 mit 320 kV oder 525 kV 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.

Bei den kunststoffisolierten Kabeln mit einer Nennspannung von 525 kV handelt es sich um Neuentwicklungen, die nicht dem derzeitigen Stand der Technik entsprechen.

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 (so genannte 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 Querleitwende gewährleistet den Kontakt zwischen den ein-

zelnen 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 werden von den Kabelherstellern ca. 1.000 m bis 1.500 m Lieferlänge angegeben, 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. In der gegenwärtigen Phase der Bundesfachplanung wird jedoch einheitlich von einer Lieferlänge von bis zu 1.000 m ausgegangen.

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 Anfahrerschutz (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 0) 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.

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.

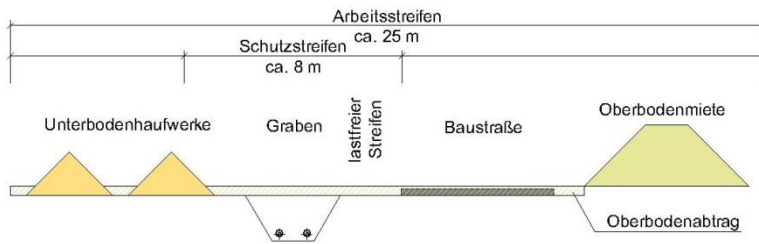


Abbildung 7: Musterquerschnitt Arbeits- und Schutzstreifenbreite für 525 kV, zwei Kabel/Schutzrohre in einem Graben mit 2-facher Trennung des Unterbodens

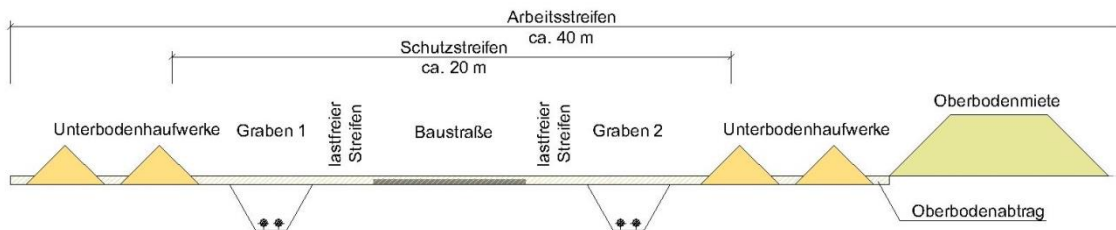


Abbildung 8: Musterquerschnitt Arbeits- und Schutzstreifenbreite für 320 kV, je zwei Kabel/Schutzrohre in jeweils einem Graben mit 2-facher Unterbodentrennung; Baustraße zwischen den Gräben

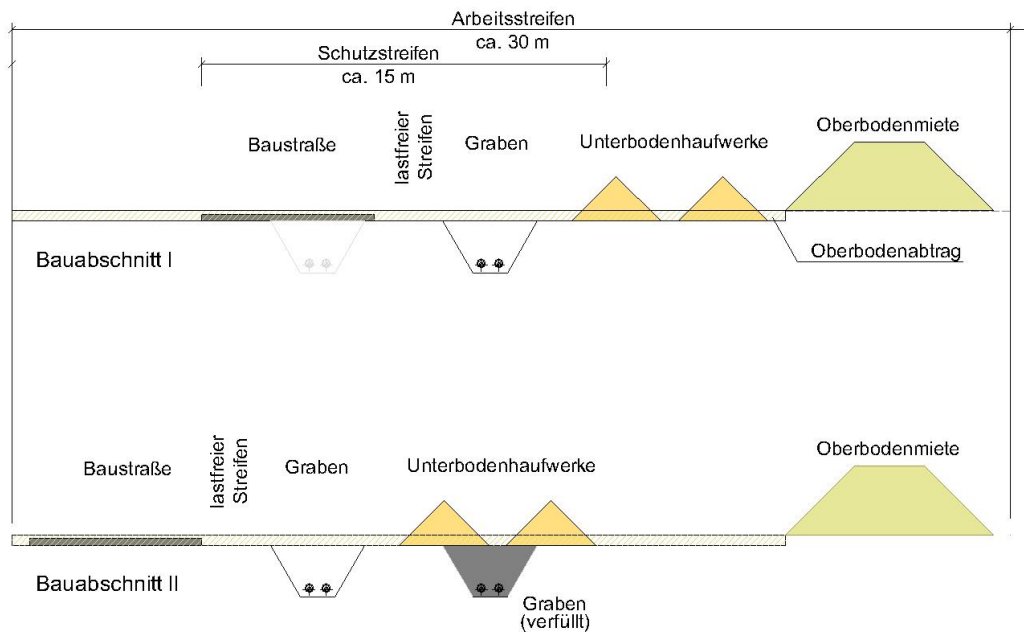


Abbildung 9: Musterquerschnitt für Arbeits- und Schutzstreifenbreite 320 kV, je zwei Kabel/Schutzrohre in jeweils einem Graben mit 2-facher Unterbodentrennung; Baustraße neben den Gräben, versetzte Bauweise

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. Tiefwurzelnende 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 Begleiterdung aus dem Erdreich geführt werden, werden bei den KAS auch die Gleichstromerdkabel 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 Seilverbindung 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 thermi-

schen 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 Untergrundhaaken, 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 Arbeitsstreifen 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 Arbeitsstreifen einbezogen werden und/oder der Arbeitsstreifen im Wald durch Längstransport des Aushubs entlang der Trasse und Lagerung außerhalb des Waldes eingeengt werden, um Rodungen zu minimieren. Außerhalb des Waldes sind dann zusätzliche Aufweitungen des Arbeitsstreifens 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 Begleitung, 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 ca. 1 km geführt und sofort nach Kabelverlegung der Graben verfüllt (durch die maximale Länge der Kabel von ca. 1.000 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; Absenktrichter 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.

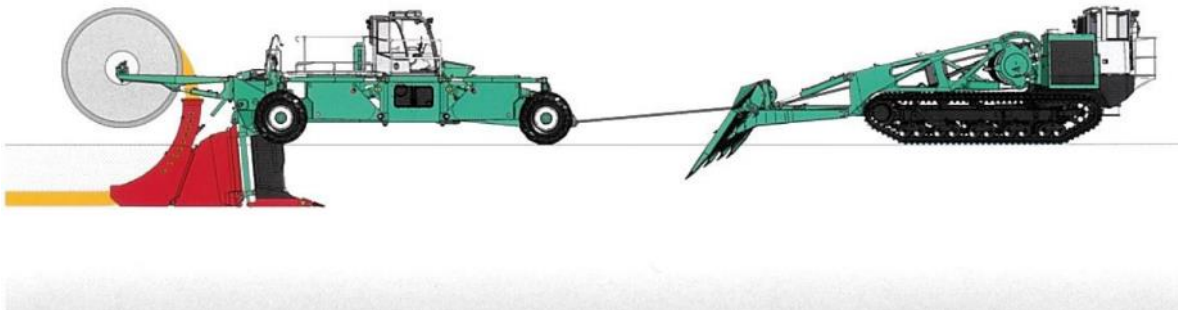


Abbildung 10: Funktionsprinzip des Einpflügens von Schutzrohren (Bildmaterial Firma Walter Foeckersperger GmbH)

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.

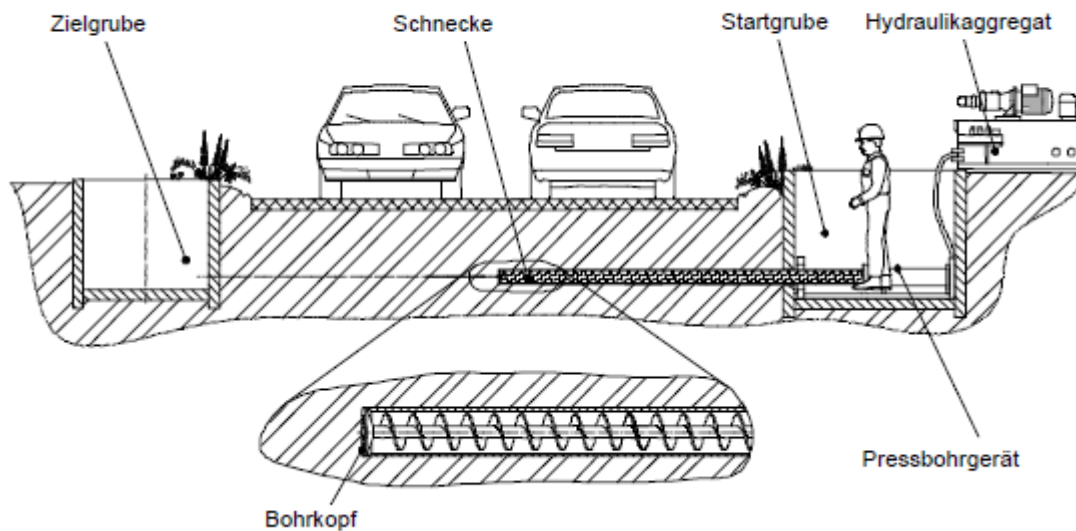


Abbildung 11: Beispiel Pressbohrverfahren (Bildmaterial aus DWA-A 125)

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 vortrieben. 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).

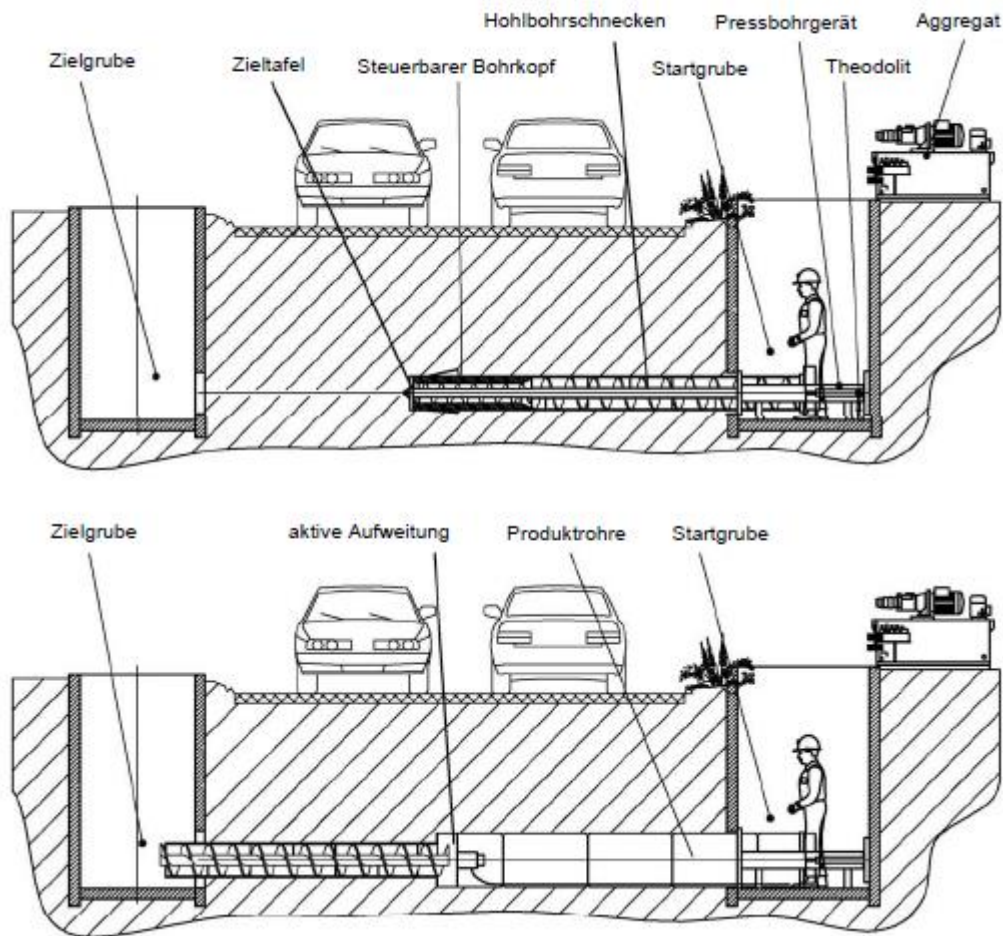


Abbildung 12: Beispiel Pilotrohr-Vortrieb mit Bodenentnahme (Bildmaterial aus DWA-A 125)

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-Gebiete 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.

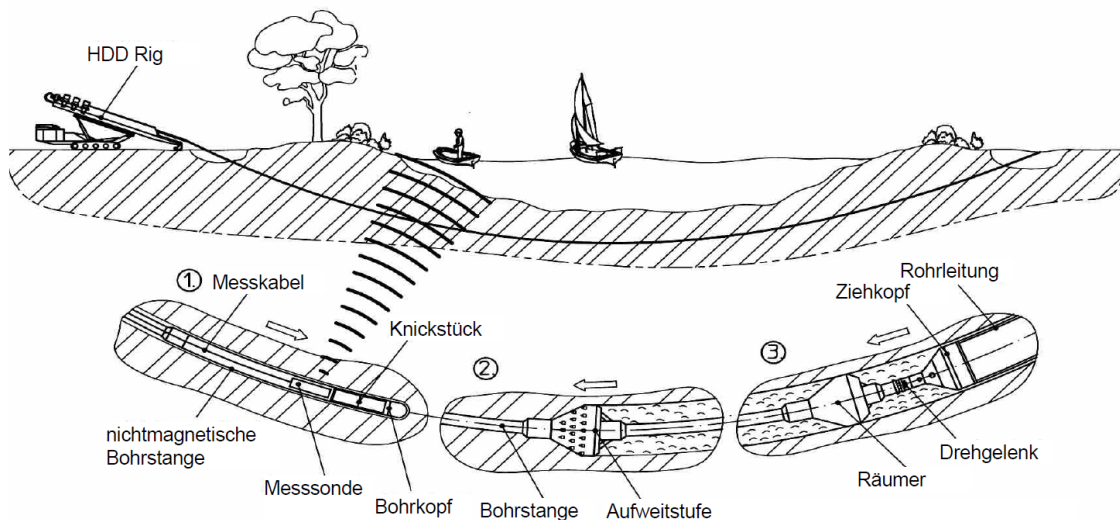


Abbildung 13: Beispiel Kreuzung im HDD-Verfahren (Bildmaterial aus DWA-A 125)

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.

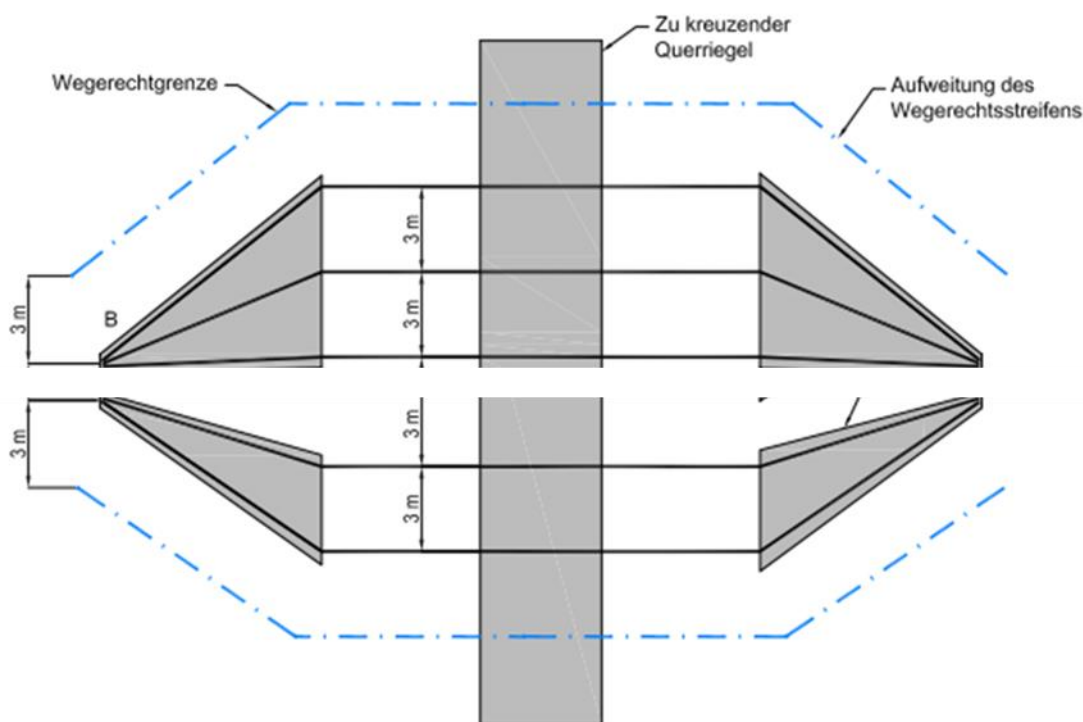


Abbildung 14: Typische Aufweitung des Wegerechtsstreifens bei geschlossenen Querungen mittels einzelner HDD

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.

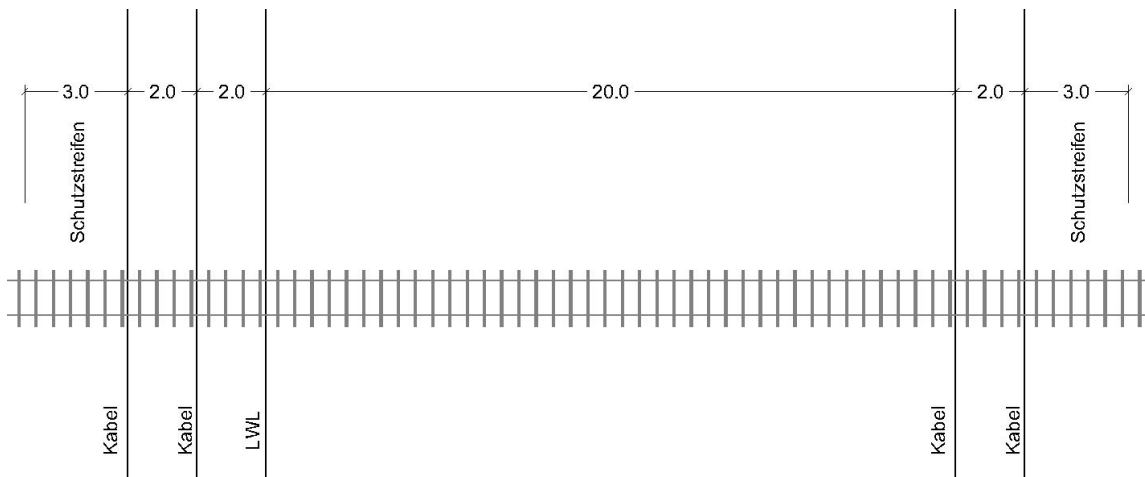


Abbildung 15: Mindestabstände der aufgeweiteten Einzelbohrungen bei Bahnquerungen (beispielhaft)

Es wird hierbei von einer Schutzstreifenbreite von mindestens 32 m für die 320-kV-Variante mit vier Leiterkabeln 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.

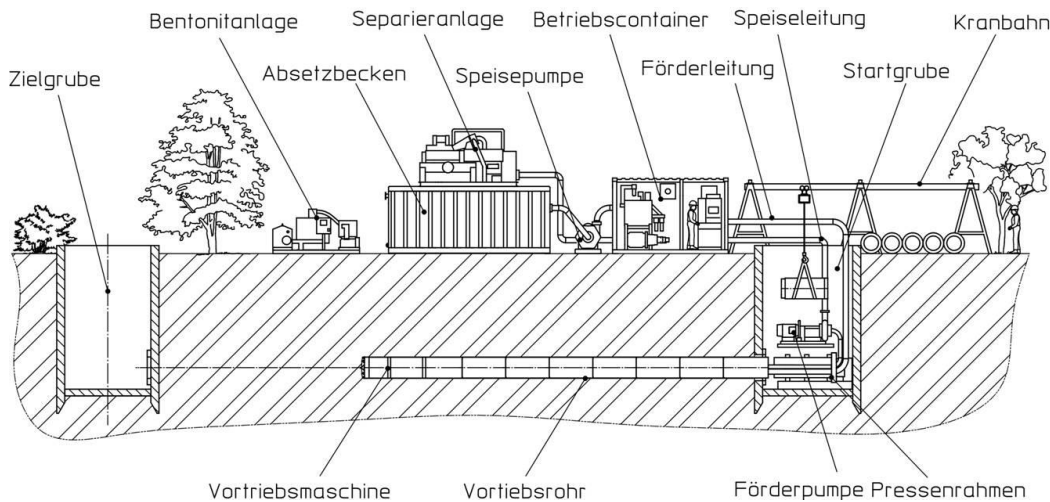


Abbildung 16: Beispiel Mikrotunnelbau mit Spülförderung (Bildmaterial aus DWA-A 125)

Mit dem Mikrotunnelbau können auch Durchmesser erreicht werden, die eine Begehung möglich machen. Falls die Mikrotunnel für Instandhaltungszwecke begehrbar bleiben sein sollen, werden sie nach Fertigstellung entsprechend ausgebaut. Anschließend werden die Kabel eingezogen. Begehrbare 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 Amprion 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 Bau-lärm) eingehalten werden. Die Lärmschutzwände 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 in Unterlage xxx).
- 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 Kleinsäugetern) 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:

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, Hängebirke: 1,5 - 2,6 m, Bergahorn: 1,5 m.

- 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 (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 tiefwurzelnden 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. Im Abschnitt C wurden jedoch keine Freileitungsprüfverlangen eingereicht, so dass auf die detaillierte Darstellung der technischen Belange von Freileitungen verzichtet werden kann.

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 C 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 C kein Konverter vorgesehen ist, soll auf die weitere Beschreibung von Drehstrom-Erdkabelabschnitten zur 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 Bauerschwernis 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 bautechnisch anspruchsvolle 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 C

3.2.1 Golfplatz bei Trogen

Übersicht

Nordöstlich von Hof befindet sich westlich der BAB A93-Anschlussstelle, nördlich der B173 ein Golfplatz, zwischen A93 und Golfplatz liegt ein Waldstück auf felsigem Untergrund. Das TKS verläuft hier westlich der Autobahn.

Eine Verlegung der Trasse auf die Ostseite der Autobahn würde zu Beeinträchtigungen des Grünen Bandes führen, die Führung auf der Westseite der A93, die hier im Einschnitt verläuft, ist auf Grund der schwierigen

Bauverhältnisse (der Wald stockt auf flachgründigen Böden auf Magmatit-Hartgestein) abzulehnen, so dass die Trasse entlang der Kreisstraße HO13 verlaufen soll. Aus naturschutzfachlicher Sicht wurde der Wald an der Ostseite der HO13 höher bewertet, so dass eine Trassenführung auf der Nordostseite des Golfplatzes als günstigste Möglichkeit vorgesehen ist.

Abgesehen vom Golfplatz als Sondernutzung sind keine Schutzgebiete o.ä. betroffen.

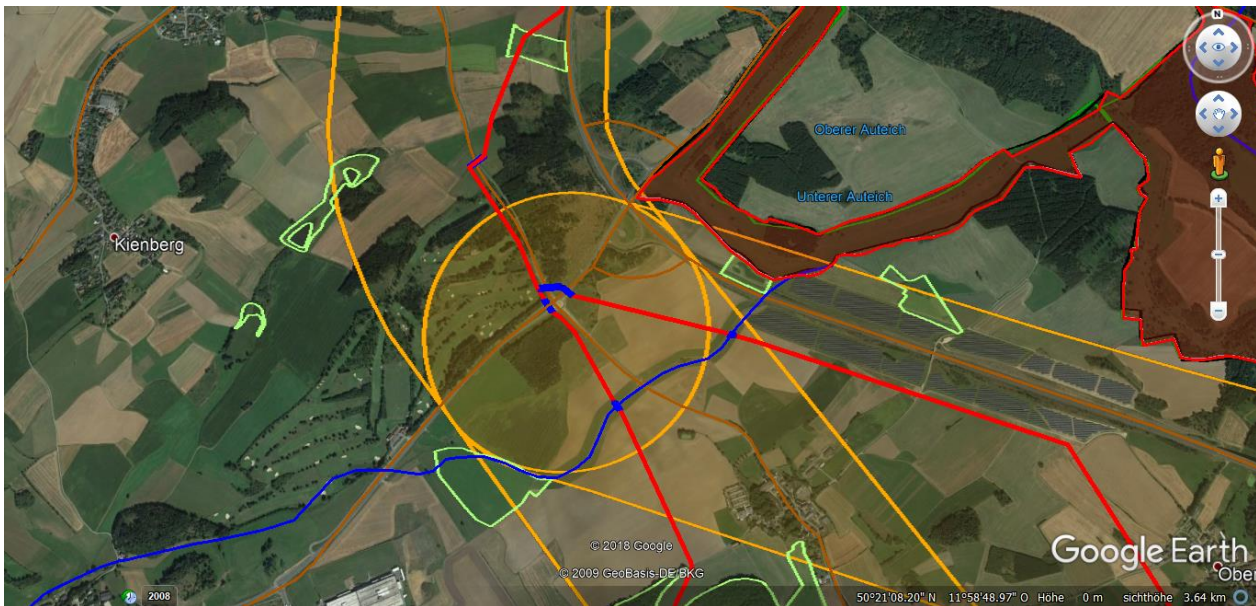


Abbildung 17: Golfplatz bei Trogen (NE von Hof)

Geologie

Gemäß der digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch Magmatite des Paläozoikums und Altpaläozoikum. Die Gesteinsschichten werden gebildet durch Diabastuff, Tuffbreccie und Tuffit.

Grundwasserleiter liegen in den Magmatiten als gering leitende Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Braunerden sowie gering verbreitete Pseudogley-Braunerden.

Bauverfahren

Die Querung des Nordostrandes des Golfplatzes erfolgt im offenen Verfahren. Durch die Nutzung eines Weges kann die Trasse so gelegt werden, dass weder der Golfplatz selbst noch die am Rand des Platzes stehenden Bäume umfangreich beeinträchtigt werden müssen. Der Arbeitsstreifen kann so an den Golfplatz angepasst werden, dass der Platz selbst nicht weiter beansprucht wird. Im unmittelbaren Golfplatzbereich (Greens) sollte ggf. in Vor-Kopf-Bauweise gearbeitet werden.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die Stelle ist über die B173 von Süden bzw. die Kreisstraße HO13 gut zu erreichen.

3.2.2 Südliche Regnitz

Übersicht

Zwischen Kautendorf im Westen und Draisendorf im Osten wird die südliche Regnitz gequert. Der Fluss selbst ist zwar nur wenige Meter breit und ca. 1 m tief, weist aber einen breiten, naturschutzfachlich sensiblen Niederungsbereich beidseitig der Ufer auf. Im östlichen Teil des Korridors befindet sich ein Wasserschutzgebiet, weiter östlich (außerhalb des Korridors) sind die Auenbereiche der Südlichen Regnitz als Schutzgebiete für Wiesenvögel ausgewiesen.



Abbildung 18: Südliche Regnitz (nordwestlich von Draisendorf)

Geologie

Gemäß den digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich der Südlichen Regnitz geprägt durch Gesteine des Paläozoikums. Die Gesteinsschichten des Devons werden gebildet durch Wechselkieselschiefer und Tonschiefer.

Grundwasserleiter liegen als gering leitende Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Gley-Vegen und Vega-Gleye.

Bauverfahren

Die Südliche Regnitz mit begleitender Auenvegetation soll in einem ca. 250 m langen HDD westlich des von Draisendorf nach Norden führenden Wirtschaftsweges gequert werden (zwischen Weg und Wasserschutzgebiet). Das Bohrgerät (Rig-Site) wird dabei auf der trockeneren und damit standfesteren Nordseite angelegt, die Pipe-Site entsprechend im Süden auf einer Wiese außerhalb des Niederungsbereichs. Sollte zum Zeitpunkt des Baus sehr feuchte Witterung herrschen und die Wiese schlecht befahrbar sein, wäre zur Vermeidung von Flurschäden eine Verlängerung der Bohrstrecke bis südlich der Straße möglich (ca. 330 m Länge).

Generell birgt die geschlossene Querung der Südlichen Regnitz im HDD-Verfahren kein erkennbares Risiko, jedoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich im Auenbereich auch größere Gesteinsblöcke befinden, die die Bohrung stören (aber nicht verhindern) würden.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die Baustelle ist von Norden über den Arbeitsstreifen bzw. über einen gut ausgebauten, von der HO42 (zwischen Tauperitz und Vierschau) abgehenden Wirtschaftsweg, im Süden über einen befestigten Weg von Draisendorf aus gut zu erreichen.

3.2.3 Schwesnitz bei Wurlitz

Übersicht

Zwischen Rehau im Osten und Wurlitz im Westen quert das TKS von Nord nach Süd eine Kreisstraße, die DB-Strecke 5027 sowie die Schwesnitz und einen Nebenbach des Flusses auf einer Länge von ca. 150 m. Nördlich der Straße befinden sich Ackerflächen auf hängigem, aber nicht steilem Gelände; südlich der Schwesnitz schließen sich Acker- und Grünlandflächen an die Querungsstelle an.

In diesem Trassenkorridor-Abschnitt befinden sich keine ausgewiesenen Schutzgebiete, doch weist die Schwesnitz-Niederung, insbesondere die Begleitvegetation des Flusses, naturschutzfachlich sensible Vegetation auf.

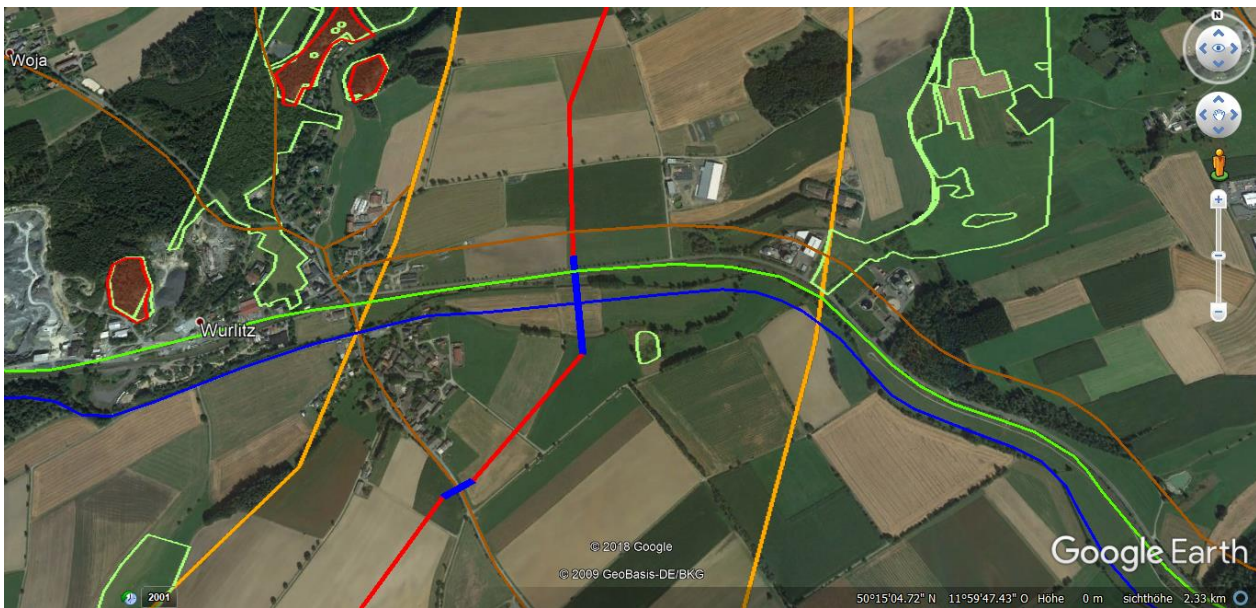


Abbildung 19: Schwesnitz bei Wurlitz (westlich von Rehau)

Geologie

Laut digitaler Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch Gesteine des Paläozoikums. Die Gesteinsschichten des Karbon und Unterkarbon werden durch sandig gebänderte Tonschiefer, fein- bis mittelkörnig Grauwacken und Grauwacken-Tonschiefer-Folgen gebildet.

Grundwasserleiter liegen als gering leitende Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Gley-Vegen und Vega-Gleye.

Bauverfahren

Im Bereich der Schwesnitz-Querung ist ein gemeinsames HDD für Straße, Bahn sowie Fluss mit Nebengräben vorgesehen. Das HDD weist eine Länge von ca. 230 m auf, wobei das Bohrgerät auf der höher gelegenen, trockeneren Nordseite aufgestellt würde, südlich des Schwesnitz-Seitenarms würde dann die Pipe-Site errichtet werden. Der Fluss weist im Querungsbereich nur eine geringe Tiefe auf, so dass die Bohrung am tiefsten Punkt etwa 4 – 5 m unter GOK liegen wird.

Abgesehen von den üblichen Risiken wie größere Stein-/Felsbrocken sind keine Risiken für eine geschlossene Querung zu erwarten.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Im Norden ist die Baustelle über die Verbindungsstraße von Rehau nach Wurlitz gut zu erreichen, auch für Schwerlastverkehr.

Im Süden muss die Baustelle über die Verbindungsstraße von Wurlitz zur B289, die das TKS quert, sowie den Arbeitsstreifen angefahren werden.

3.2.4 Lamitz bei Niederlamitz

Übersicht

Zwischen Martinlamitz im Norden und der Wüstung bei Niederlamitz im Süden verläuft das TKS am Westrand des Martinlamitzer Forstes. Nordwestlich von Niederlamitz quert das TKS die Bahnstrecke 5050 und den Fluss Lamitz. Die Querungsstelle befindet sich nördlich der Kläranlage. Die Lamitz weist durchgehend einen naturschutzfachlich wertvollen Auenbereich auf, der sich beidseits des Flusses entlang zieht und östlich der Lamitz bis an die Bahnstrecke reicht.

Östlich der Bahnstrecke ist das Gelände leicht hängig und ackerbaulich genutzt. Westlich der Lamitz-Niederung führt die Trasse über Ackerflächen nach Süden.

An der Querungsstelle selbst sind keine Schutzgebiete ausgewiesen; westlich und östlich des TKS finden sich Wasserschutzgebiete, die teilweise auch in das TKS reichen, von der Trasse selbst aber nicht beeinträchtigt werden.

Die Niederung der Lamitz ist naturgemäß feucht mit hochstehendem Grundwasser. Östlich der Bahnquerung befinden sich mehrere Teiche, die aber von der Trasse selbst nicht tangiert werden.



Abbildung 20: Querung der Lamitz (nördlich von Niederlamitz)

Geologie

Gemäß digitaler Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch Gesteine des Paläozoikums. Die Gesteinsschichten des Ordoviziums werden gebildet durch glimmerschiefrige Phycodenschiefer sowie Quarz-Muscovit-Biotit-Schiefer mit Anteilen von Andalusit.

Grundwasserleiter in den Metamorphiten liegen als gering leitende Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Gleye und andere grundwasserbeeinflusste Böden.

Bauverfahren

Zur Querung der Bahnstrecke sowie der Lamitz ist ein HDD in einer Länge von ca. 250 m vorgesehen. Das Bohrgerät wird dabei im leichter zugänglichen Südwesten aufgestellt, so dass östlich der Bahnstrecke die Schutzrohre zum Einziehen vorbereitet werden können.

Die HDD-Bohrung an dieser Kreuzungsstelle lässt keine Risiken erkennen.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Im Norden kann die Querungsstelle von der Wüstung bei Niederlamitz aus über einen Wirtschaftsweg angefahren werden, die jedoch ggf. an einigen Stellen ausgebaut bzw. befestigt werden muss. Alternativ bietet sich die Zufahrt von Dörflas aus auf dem Arbeitsstreifen an – die Wirtschaftswege dort können ohne weitere Ausbaumaßnahmen genutzt werden, um über den Arbeitsstreifen zur Baustelle zu gelangen. Im Süden kann die Straße zur Kläranlage auch als Zufahrt zur Baustelle genutzt werden.

3.2.5 Eger-Querung

Übersicht

Nordöstlich von Hebanz / östlich von Marktleuthen quert das TKS den Fluss Eger, der hier als Schutzgebiet mit einer Breite von ca. 150 bis 250 m entlang des Flusses ausgewiesen ist.

Die Trasse quert die Eger in einem Abstand von ca. 500 m von der bestehenden Hochspannungsleitung (Ostbayernring). Das Schutzgebiet hat dort eine Breite von ca. 190 m. Innerhalb des Schutzgebietes verläuft das Gelände eben. Anschließend steigt es beidseitig des Tales mit einer teils steilen Hangschulter an.

Östlich der Querungsstelle befindet sich in ca. 500 m Entfernung ein Wehr, welches die Eger aufstaut.

Beidseitig der Eger-Niederung finden sich im TKS Ackerbau, am östlichen Korridorrand auch Waldflächen.

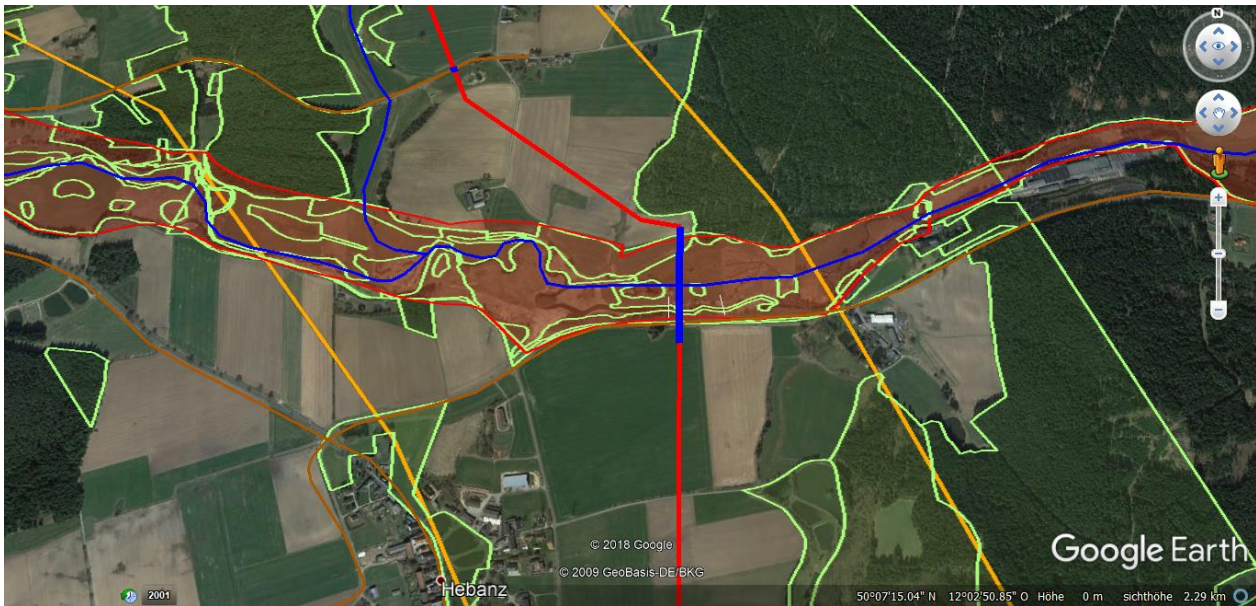


Abbildung 21: Eger-Querung (östlich von Markt Leuthen)

Geologie

Gemäß der Geologischen Karte stehen im Querungsbereich der Eger Talfüllungen des Quartärs in Form von lehmig bis sandigen Schluffen (Auelehm) an, auf die lehmig-sandige Kiese folgen. Es ist von geringen Quartärmächtigkeiten in der Größenordnung weniger Meter auszugehen. Lokal können angrenzend zum umgebenden hügelig ausgebildeten Gelände ebenfalls Fließerden, Fließlehme und blockiger Wanderschutt nicht ausgeschlossen werden. Es handelt sich hierbei um durch Solifluktion umgelagerte Verwitterungsböden.

Südlich und nördlich des Flusstals sowie unter der quartären Talfüllung stehen laut Angaben der geologischen Karte mittel- bis grobkörnige Granite (Weissenstadt-Markt Leuthener Porphyrganit) bzw. klein- bis mittelkörnige Granite (Sieber Granit, Aplitgranit) an.

Innerhalb des Granits ist mit hohen Druckfestigkeitsunterschieden zu rechnen. Teilweise ist das Material wegen der für Granit typischen "Wollsackverwitterung" zu körnigem Lockergestein zersetzt, abschnittsweise ist aber auch mit wenig geklüftetem, frischem Granit und sehr hohen Druckfestigkeiten bis zu 400 MPa zu rechnen.

Bauverfahren

Sollten die Bodenbedingungen es zulassen, kann eine Querung bevorzugt mittels HDD-Verfahren erfolgen. Die Querung hat eine Länge von ca. 260 m.

Im Hinblick auf die ggf. schwierigen Baugrundverhältnisse im Untergrund muss unter Umständen anstelle eines HDD eine Querung mittels Mikrotunnelbau durchgeführt werden. Bei einer Verlegung von Geländeoberkante zu Geländeoberkante ergibt sich eine Länge von ca. 200 m.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Im Norden erfolgt die Zufahrt über eine von Marktleuthen aus nach Osten führende Gemeindestraße, die zum TKS führt und es kreuzt. Von dort muss die Baustelle auf einer Länge von ca. 600 m über den Arbeitsstreifen angefahren werden. Alternativ könnte ein Waldweg direkt zur Baustelle ausgebaut werden, doch müsste der Weg hergerichtet und auch Bäume gefällt werden, um ihn für größere Baumaschinen nutzbar zu machen.

Von Süden her kann die Baustelle über die Gemeindestraße von Hebanz nach Kaiserhammer, die direkt an der Querungsstelle vorbeiführt, erreicht werden.

3.2.6 Leupoldsrün

Übersicht

Das TKS verläuft östlich von Leupoldsrün; es quert die B15, führt dann durch ein Waldstück und kreuzt anschließend die BAB A9. Während die Waldquerung nur auf Grund der geringen Bodenauflage und des insgesamt feuchten Untergrunds bautechnisch etwas höhere Anforderungen stellt, erweist sich die Kreuzung der Autobahn als schwierig: Die Querung der BAB A9 erfolgt im Wald südlich einer Photovoltaik-Anlage entlang der Autobahn-Westseite. Die A9 verläuft hier in hoher Dammlage; auf der Ostseite der Straße befinden sich ein Regenrückhaltebecken sowie mehrere Teiche, der Untergrund ist hier insgesamt sehr feucht bis nass. Der Nahbereich der Querung ist nicht als Schutzgebiet ausgewiesen, doch befindet sich weiter südlich ein großflächiges Wasserschutzgebiet; auch die Gebiete südwestlich von Leupoldsrün sind WSG.

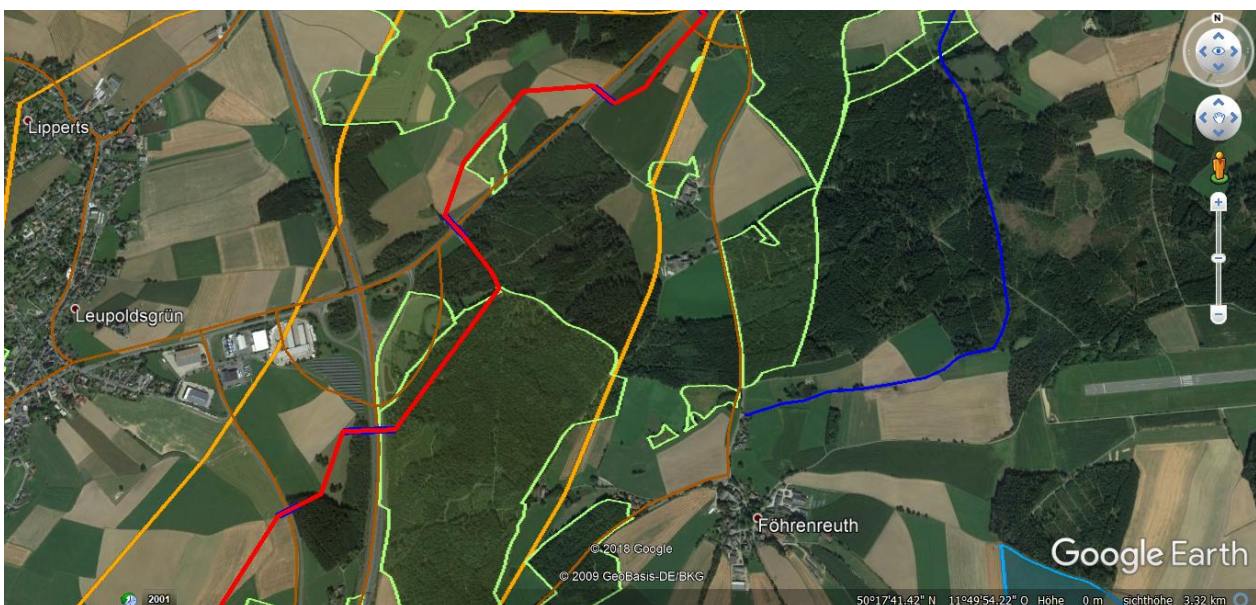


Abbildung 22: Leupoldsrün

Geologie

Gemäß den digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch Gesteinsschichten des Kambriums bis Ordoviziums.

Die Gesteinsschichten werden gebildet durch Hornblendebändergneise in einer Amphibolitfazies, Amphiboliten sowie Muscovit-Biotit-Gneisen, teilweise mit Granatanteilen.

Grundwasserleiter in den Metamorphiten liegen als gering leitende Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Braunerden.

Bauverfahren

Die Kreuzung der BAB A9 ist im HDD-Verfahren vorgesehen. Das Bohrgerät wird dabei auf der trockeneren und besser zugänglichen Westseite eingerichtet, die Pipe-Site entsprechend auf der Ostseite mit höherem Grundwasserstand. Insgesamt bestehen für das HDD Risiken durch den felsigen Untergrund, doch muss das HDD wegen der Dammlage der Autobahn nicht zu tief gebohrt werden, so dass die Bohrkurve voraussichtlich außerhalb des Felsgesteins geführt werden kann.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die Autobahnquerung ist im Osten über den Arbeitsstreifen bzw. über einen Schotterweg entlang der Autobahn, der bis zum Regenrückhaltebecken führt, zu erreichen. Auf Grund des hohen Grundwasserstands sind Baustraßen zu errichten.

Westlich der Autobahn ist die Baustelle über die Kreisstraße HO7 zugänglich, die den Korridor in unmittelbarer Nähe zur Straßenkreuzung quert.

3.2.7 Steilhang Bad Berneck/Gössenreuth

Übersicht

Zwischen Gössenreuth im Westen und Bad Berneck im Osten verläuft das TKS 044 über einen steilen Hangbereich von ca. 220 m. Der Hang ist forstwirtschaftlich genutzt; er wird von einer Schneise durchquert, in dem sich eine Hochspannungs-Freileitung sowie zwei Gasleitungen befinden.

Nördlich und südlich an den Hang schließen sich Ackerflächen an. Östlich des Korridors befindet sich südlich der Ortschaft Rimlas ein obertägiges Abbaugbiet (Diabasabbau).

Der Hang weist keine Schutzgebietsausweisungen auf, bei Ortsbegehungen konnten keine Hinweise auf geschützte Biotope gefunden werden.

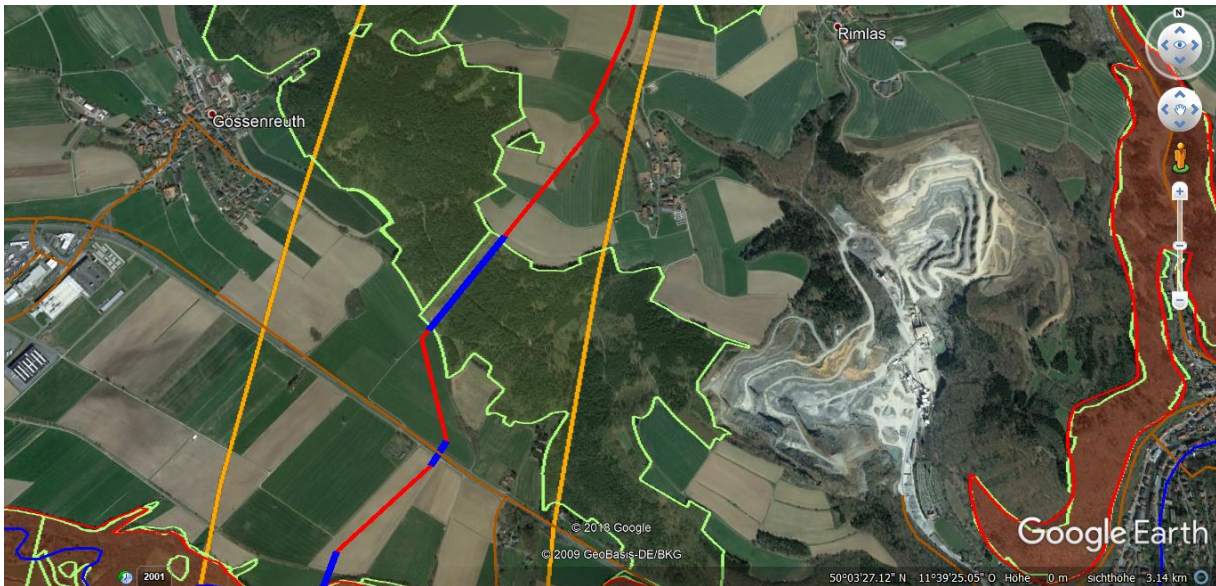


Abbildung 23: Steilhang Bad Berneck/Gösseureuth

Geologie

In den digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich gekennzeichnet als Gesteinsschichten des Ordoviziums sowie quartäre Ablagerungen des Holozäns und Pleistozäns.

Die Gesteinsschichten des Paläozoikums bestehen aus Amphiboliten und amphibolitischen Metadiabas, wohingegen die Ablagerungen des Quartärs aus Gesteinsschutt und Geröllen in Hanglage gebildet werden.

Grundwasserleiter liegen als gering leitende Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Braunerden sowie vereinzelt Pseudogleye, Ranker und Regosole, wobei letztere im zu querenden Hangbereich vorkommen.

Bauverfahren

Die Verlegung soll im offenen Verfahren erfolgen. Da sich im Untergrund Hartgestein (Diabas) befindet, ist mit höherem bautechnischem Aufwand zu rechnen. Allerdings wurden hier bereits zwei Leitungen parallel zur Freileitung verlegt, so dass die Hangquerung kein grundsätzliches Hindernis darstellt.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Im Norden ist die Baustelle über die Zufahrtsstraße zu den Steinbrüchen sowie die letzten 100 Meter über den Arbeitsstreifen gut zu erreichen.

Im Süden führt eine asphaltierte Gemeindeverbindungsstraße direkt an der Baustelle entlang, die von der B303 westlich von Bad Berneck aus als Zufahrt genutzt werden kann.

3.2.8 Weißer Main bei Bad Berneck

Übersicht

Westlich von Bad Berneck quert das TKS den Weißen Main. Der Fluss und seine Niederungsbereiche sind großflächig als FFH-Gebiet unter Schutz gestellt; im TKS erreicht das Schutzgebiet eine Breite von z.T. über 350 m.

Am Nordrand des Weißen Mains befindet sich eine Hangschulter von wenigen Metern Höhe; sie bildet auch die Nordgrenze des FFH-Gebietes „Blumenau bei Bad Berneck“.

Nördlich und südlich der Weiß-Main-Auen liegen landwirtschaftlich genutzte Flächen (Acker- und Grünland). Im Südosten ragt ein Gewerbegebiet bis an den Rand des TKS; laut Planungen der Stadt Bad Berneck ist eine Erweiterung der Gewerbeflächen bis in den Korridor vorgesehen, so dass der Ostrand des TKS für eine Querung des Flusses nicht zur Verfügung steht.

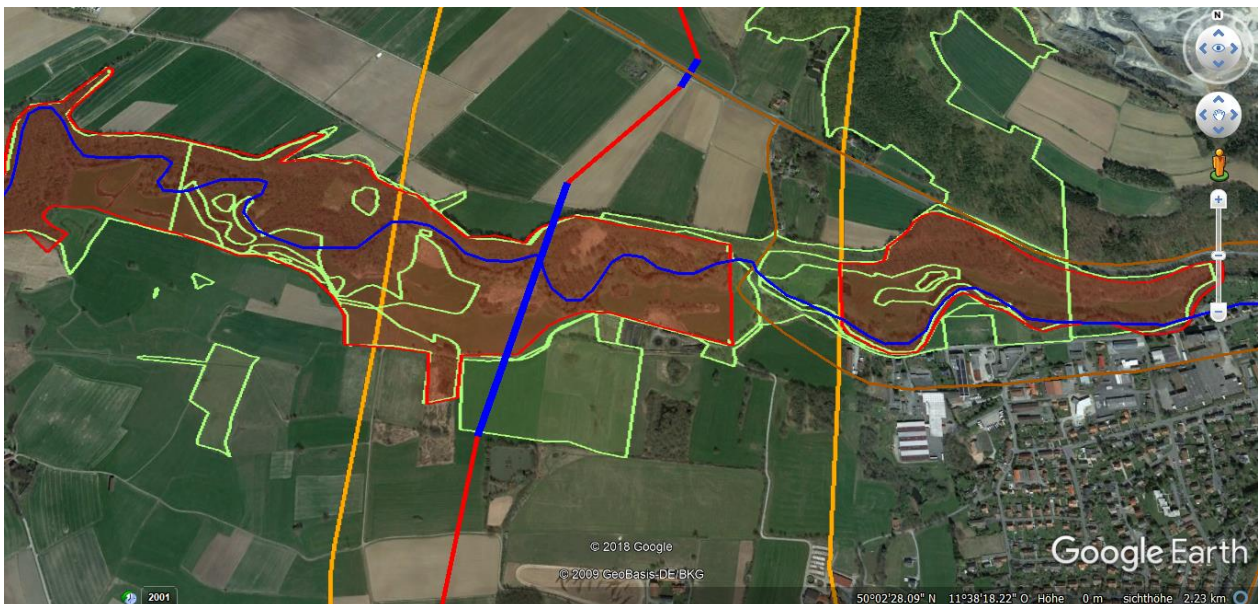


Abbildung 24: Weißer Main bei Bad Berneck

Geologie

Im Bereich der Querung der Bundesstraße und dem nordöstlich anschließendem Talhang steht nach der Geologischen Karte oberflächennah periglazialer Wandschutt aus mesozoischem Gesteinsmaterial (Sandsteine, Arkose, Schluffsteine, Tonsteine) an, welcher vorwiegend mit Grobschutt durchsetzt ist. Östlich des Querungsbereiches sind unterhalb des hier sandig bis lehmigen Wandschutts die Schichten des Blasensandsteins, überwiegend in Form von Sandsteinen mit eingeschalteten Tonlagen aufgeschlossen. Südlich der Bundesstraße werden in der Talaue des Weißen Mains Hochflutlehme über Terrassenschottern in einer Gesamtmächtigkeit von bis zu 25 m erwartet. Am Talrand ist auch eine Verzahnung der Terrassenschotter mit dem anstehenden Wandschutt möglich.

Südlich von Blumenau wurde roter Ton der Lehrbergsschichten (Keuper) kartiert. Oberhalb des Keupers werden bis ca. 25 m mächtige Terrassensedimente erwartet. Nördlich der Kronach stehen lokal bis zu 50 m mächtige Terrassensedimente über der Talsohle an.

In dem geplanten Querungsbereich des Weißen Mains ist davon auszugehen, dass bis in Tiefen von ca. 25 m quartäre Sedimentfüllungen anstehen. Darunter stehen Schichten des Keupers in Form von Sand- und Tonstein an. Die quartären Schichten werden als stark bis sehr stark durchlässig eingestuft.

Im Bereich der Bundesstraße und dem anschließenden Talhang stehen bis zu mehreren Metern mächtige Hangschuttablagerungen/Gehängeschutt mit Steinen und Blöcken an. Darunter folgen Tone und Sandsteine des Keupers. Die Sandsteine werden als mürbe bis mittelhart eingeschätzt. Allerdings sind auch hier lagenweise Einschlüsse von quarzitisches gebundenen, härteren Sandsteinbänken, insbesondere in den Talhängen vorhanden.

Bauverfahren

Nach den durchgeführten Untersuchungen kann die Querung des Weißen Mains im Mikrotunnelbau- bzw. auch im HDD-Verfahren ausgeführt werden. Vorbehaltlich der Ergebnisse vertiefter Baugrundgutachten im Querungsbereich wird von einer Kreuzung des Flusses sowie des FFH-Gebiets im HDD-Verfahren als bevorzugter Lösung ausgegangen. Dabei würde das Bohrgerät auf der Nordseite aufgestellt werden, die etwas höher liegt und tieferliegende Grundwasserstände aufweist, so dass dort die schwere Bohranlage leichter zu installieren ist als auf der Südseite.

Die Länge eines HDD von der Nordseite (nördlich der Hangschulter) bis südlich des Weges an der Südgrenze des FFH-Gebietes beträgt ca. 600 m.

Bei einem HDD ist mit den üblichen Risiken unter Flüssen zu rechnen (Sedimente bzw. auch große Hartgesteinsbrocken). Dies ist im Rahmen genauerer Baugrunduntersuchungen zu ermitteln. Sollten diese Untersuchungen erhebliche Risiken für das HDD ergeben, ist ggf. stattdessen ein Mikrotunnelbau von ca. 400 m Länge zu errichten, dessen Start- und Zielgruben jeweils direkt an den FFH-Gebietsgrenzen liegen (bzw. außerhalb evtl. Pufferbereiche um das Schutzgebiet).

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Für eine Querung des Weißen Mains in geschlossener Bauweise sind die Zufahrten über landwirtschaftliche Feldwege gut zu erreichen. Die Querung des Weißen Mains erfolgt über eine Brücke mit sehr geringer Tragfähigkeit, sodass die Verbindung zwischen nordseitiger Baustelle und südseitiger Baustelle voraussichtlich teilweise auch über den Ort Bad Berneck erfolgen muss (die Anlage einer temporären Brücke im FFH-Gebiet erscheint nicht genehmigungsfähig).

Das Gelände nördlich und südlich des FFH-Gebietes ist grundsätzlich für Baustelleneinrichtungsflächen geeignet.

3.2.9 Warme Steinach bei Weidenberg

Übersicht

Nordöstlich von Untersteinach quert das TKS 044 den Fluss Warme Steinach mit den angrenzenden steilen Talhängen. Während der Fluss selbst im Tal leicht mäandriert und von einer naturschutzfachlich bedeutenden Gewässerrandvegetation begleitet wird, die eine geschlossene Querung erforderlich machen, sind die angrenzenden Hänge landwirtschaftlich genutzt und weisen nur einzelne Gehölzstrukturen auf.

Nördlich des Weißen Mains führt die Bundesstraße St2181 durch den Korridor sowie eine zweispurige Bahnstrecke; beide müssen in geschlossenen Verfahren gekreuzt werden, im Idealfall in einem gemeinsamen HDD.

Im Bereich der geplanten Querung ist die Warme Steinach nicht als Schutzgebiet ausgewiesen; weiter südlich – noch im Korridor – befindet sich jedoch ein Naturschutzgebiet sowie nördlich der St2181 ein großflächiges FFH-Gebiet, die jedoch beide von der potentiellen Trassenachse nicht berührt werden.

Das Gebiet ist landwirtschaftlich genutzt, im Talbereich dominiert Grünland.

Geologie

Gemäß Angaben der digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich der Warmen Steinach geprägt durch die fluviatilen, quartären Ablagerungen des Holozäns sowie die Gesteinsschichten des Unteren Muschelkalks.

Die quartären Ablagerungen werden gebildet durch Tone, Schluffe, Sande und Kiese, wohingegen die Gesteinsschichten des unteren Muschelkalks aus Ton-Mergelstein bis Mergelsteinen bestehen.

Grundwasserleiter liegen als Porengrundwasserleiter und Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Vegen und Braunerden.

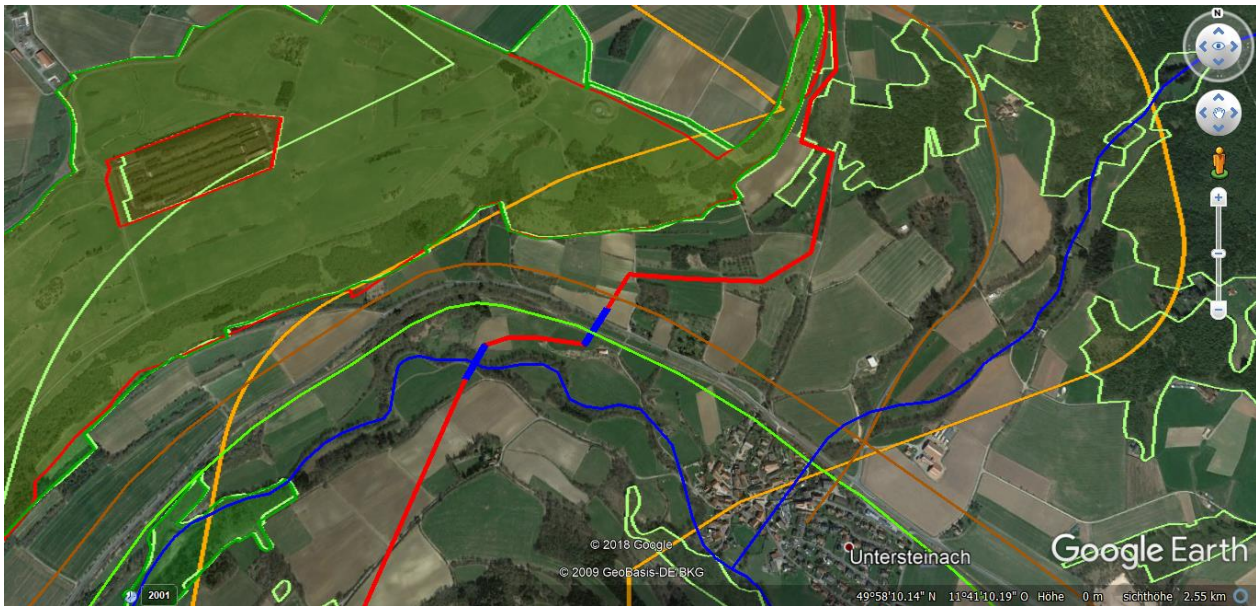


Abbildung 25: Warme Steinach bei Weidenberg

Bauverfahren

Die Warme Steinach soll geschlossen im HDD-Verfahren gequert werden. Auf Grund der besseren Zugänglichkeit soll das Bohrgerät auf der Südseite aufgestellt werden. Nach Möglichkeit ist die Bauzeit in die Trockenperiode zu legen, ansonsten müssten Schutzmaßnahmen vor Überschwemmungen eingerichtet bzw. zumindest vorgehalten werden.

Auf den Hangbereichen beidseits der Warmen Steinach werden die Kabel in offener Bauweise verlegt. Die Böden sind dafür ausreichend tiefgründig, jedoch erfolgt die Verlegung auf längeren Strecken in schräger Hanglage, so dass hier bauzeitlich Sicherungsmaßnahmen erforderlich sind: So sind die Kabelgräben nicht gleichzeitig, sondern nacheinander zu bauen, um einen Grundbruch am Hang bzw. Rutschungen zu vermeiden.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Im Norden ist die Baustelle von der St2181 aus zwar gut zu erreichen, doch führt der Wirtschaftsweg dort ungesichert über die Bahnstrecke, so dass hier bei Nutzung als Bauzufahrt entsprechende Sicherungsmaßnahmen in Abstimmung mit der Deutschen Bahn AG getroffen werden müssen.

Von Süden her wäre die Baustelle über die Ortschaft Untersteinach zu erreichen; die Wirtschaftswegen von der Ortschaft zur Querung sind gut ausgebaut, jedoch teilweise sehr steil. Allerdings ist die Ortsdurchfahrt Untersteinach sehr eng und für größere Maschinen (Anlieferung Bohrgerät) nicht geeignet. Entsprechend ist für größere Transporte der befestigte Wirtschaftsweg bzw. die Gemeindeverbindungsstraße von Süden über Görau nach Untersteinach zu nutzen.

3.2.10 Röslau-Querung bei Seußen

Übersicht

Die geplante Querung der Röslau mit B303 und Bahnstrecke befindet sich südwestlich von Seußen. Die Flussaue der Röslau ist als FFH-Gebiet ausgewiesen und muss daher grabenlos gequert werden. Südöstlich der Querungsstelle der Röslau befindet sich die B 303, ausgebaut als zweispurige Straße. Zwischen Röslau und B 303 quert die Trasse über ca. 65 m ein Waldgebiet, welches seitens der Planung als nicht besonders schützenswert klassifiziert wurde. Der Abstand zwischen der Röslau und der Bundesstraße beträgt ca. 110 m. Im weiteren Verlauf, in ca. 150 m Abstand, befindet sich eine eingleisige Bahnstrecke, welche relativ stark frequentiert ist.

Geologie

Die geplante Trasse quert zwischen dem zu Marktredwitz gehörigen Ortsteil Brand und dem zu Arzberg gehörigen Ortsteil Seußen das Fließgewässer Röslau sowie die dazu parallel verlaufende B 303 und eine Bahnstrecke. Nach der Geologischen Karte stehen im Bereich der Gewässerquerung fluviatile Talfüllungen in Form von Schluffen, Sanden und Kiesen an. Eine weitere Untergliederung ist im genannten Kartenwerk nicht enthalten. Der Talgrund ist offenbar auf Störungssystemen des Grundgebirges angelegt.

Angrenzend zum Tal der Röslau werden variszische Intrusivgesteine (hochfeste Festgesteine) in Form von Graniten (Weißenstadt-Marktleuthener Porphyrganit, Redwitz-Porphyrgranit-Mischtyp) sowie in Form von Granodiorit, Quarzdiorit, Diorit, Gabbro-Norit, lokal Titanfleckendiorit angetroffen. Die anstehenden Festgesteine weisen z.T. eine Schieferung auf.

Angrenzend zum Tal der Kösseine werden gemäß herangezogenem Kartenwerk Basalte und östlich des Gewässers vor allem Fließerden mit eingelagerten Basaltblöcken erwartet.



Abbildung 26: Röslau-Querung bei Seußen; Kösseine-Querung

Bauverfahren

Aufgrund der topografischen Situation erscheint die Querung des gesamten Bereiches mittels eines Bauwerkes die nachrangige Alternative darzustellen. Vorzuziehen ist die Querung der einzelnen Linienobjekte mittels kurzer Bauwerke. Demzufolge wären die B 303 sowie die Bahnstrecke mittels einer verhältnismäßig kurzen Durchpressung, die Querung des FFH-Gebietes ist mit einem verrohrten Verfahren (Mikrotunnelbau) herzustellen. Dabei ist im Bereich des Waldgebietes eine tiefe Baugrube zu errichten.

Bei Ausführung der grabenlosen Querung der Röslau im Mikrotunnelbau-Verfahren ergibt sich eine Länge von 170 m.

Lässt sich diese Querung mittels HDD-Verfahren herstellen (Festlegung erst nach Vorlage des Baugrundgutachtens möglich), ergibt sich eine Länge von 200 m. Weiterhin ist in den weiteren Planungsschritten auf der Basis von geotechnischen Untersuchungen die Möglichkeit zu prüfen, die Röslau zusammen mit der Bundesstraße in einem gemeinsamen Verfahren (bevorzugt HDD, ggf. Mikrotunnelbau) zu unterqueren.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die Zufahrt nordwestlich des FFH-Gebietes und südöstlich der Bahnstrecke ist über bestehende Feldwege bzw. über die Trasse leicht möglich. Die Erreichbarkeit des Bereiches zwischen Bundesstraße und Bahnstrecke muss über Feldwege, Bahn- bzw. Straßenunterführungen westlich der Trasse erfolgen. Hierzu sind in der Regel Baustraßen herzurichten. Für die Einrichtung einer Baustelle im Waldgebiet muss ein Zugang über die Bundesstraße erfolgen (zumindest für An- und Abtransport von schweren Baumaschinen), für kleinere Fahrzeuge kann auch ein Wirtschaftsweg, der unter der B303-Brücke verläuft, genutzt werden. Alternativ erfolgt die Zuwegung über bestehende Feldwege. Diese Zufahrten können Längen von über 1 km erreichen und sind herzurichten.

Ausreichend Platz für Baustelleneinrichtungsflächen ist vorhanden. Eingeschränkt gilt das nur für das Waldgebiet nordwestlich der Bundesstraße. Hier ist das Gelände uneben, teilweise mit starker Geländeneigung, und die Waldfläche muss dazu abgeholzt werden.

3.2.11 Röslau und Kösseine bei Marktrechwitz

Übersicht

Zwischen Marktrechwitz-Lorenzreuth und Brand quert das TKS 042 zuerst den Fluss Röslau, dann den Fluss Kösseine. Die Kreuzungsstellen befinden sich östlich der BAB A93. Die Röslau liegt dabei am Fuß eines Steilhanges im Norden, während sich bei der Kösseine ein Steilhangbereich im Süden anschließt. Das Gebiet zwischen den beiden Gewässern bildet eine feuchte Niederung, die von der B303 (teilweise in steiler Dammlage) durchzogen wird und hauptsächlich als Grünland, teilweise auch ackerbaulich genutzt wird.

Beide Flussquerungen befinden sich außerhalb von Schutzgebieten (erst ca. 600 m weiter nordöstlich sind die beiden Gewässer mit Einzugsbereich als FFH-Gebiete ausgewiesen), weisen aber jeweils eine aus naturschutzfachlicher Sicht sensible Vegetation auf.

Nördlich schließt sich an die Röslau Ackerland an, südlich der Kösseine beginnt ein großflächiges, teilweise unter Schutz stehendes Waldgebiet.



Abbildung 27: Röslau und Kösseine bei Marktredwitz

Geologie

Gemäß digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich der beiden Flüsse geprägt durch Gesteinsschichten des Karbon bis Perm. Diese bestehen aus Biotit-Hornblende-Granodioriten bis Dioriten.

Grundwasserleiter liegen als geringleitende Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Auengleye und Vega-Gleye sowie Braunerden.

Bauverfahren

Beide Flüsse weisen naturschutzfachlich sensible Randbepflanzungen auf, so dass geschlossene Querungen im HDD-Verfahren vorgesehen sind. Da die Gewässer relativ flach und weniger als 10 m breit sind, beschränken sich die HDD-Bohrungen auf Längen um ca. 60 m mit Tiefen von ca. 4 m; Risiken sind an den Kreuzungsstellen selbst nicht zu erwarten.

Nördlich der Röslau-Querung östlich der Autobahn BAB A93 verläuft die Trasse auf einer Länge von ca. 30 m in einem Steilhang mit felsigem Untergrund.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die Kreuzungsstelle der Röslau ist von Norden aus über die Verbindungsstraße Lorenzreuth – Körbersdorf zu erreichen, von der ab ein gut ausgebauter Weg entlang der Autobahn nach Süden führt. Von Süden sollte die Zufahrt über einen Wirtschaftsweg führen, der von Haag kommt und die B303 mit einer Brücke quert

(eine direkte Abfahrt von der Bundesstraße sollte hier aus Gründen der Verkehrssicherheit vermieden werden).

Ebenfalls über Wirtschaftswege kann die Baustelle an der Kösseine angefahren werden. Auf der Südseite des Flusses führt ein Forstweg von Brand nach Wölsauhammer direkt an der Kreuzungsstelle vorbei.

3.2.12 Teiche bei Schönhaid

Übersicht

Am Übergang von TKS 048 zu TKS 051 südlich von Schönhaid verläuft der Korridor über eine Teichlandschaft, die sich hier großflächig ausdehnt und die kleinräumig nicht umgangen werden kann. In den beiden TKS finden sich als größere Stillgewässer u.a. der Neuweiher, der Stockinger Weiher, der Schaflohweweiher sowie die Adamsteiche. Südwestlich von Neuweiher bzw. Stockinger Weihe dehnt sich ein großflächiges Waldgebiet aus, in dem sich weitere kleinere Teiche befinden. Nördlich des Neuweihers wird intensive Landwirtschaft (Ackerbau) betrieben.

Weder die Teichlandschaft noch das Waldgebiet sind großflächig unter Schutz gestellt, doch ist mit dem Vorkommen von §-30-Biotopen im Korridor zu rechnen.

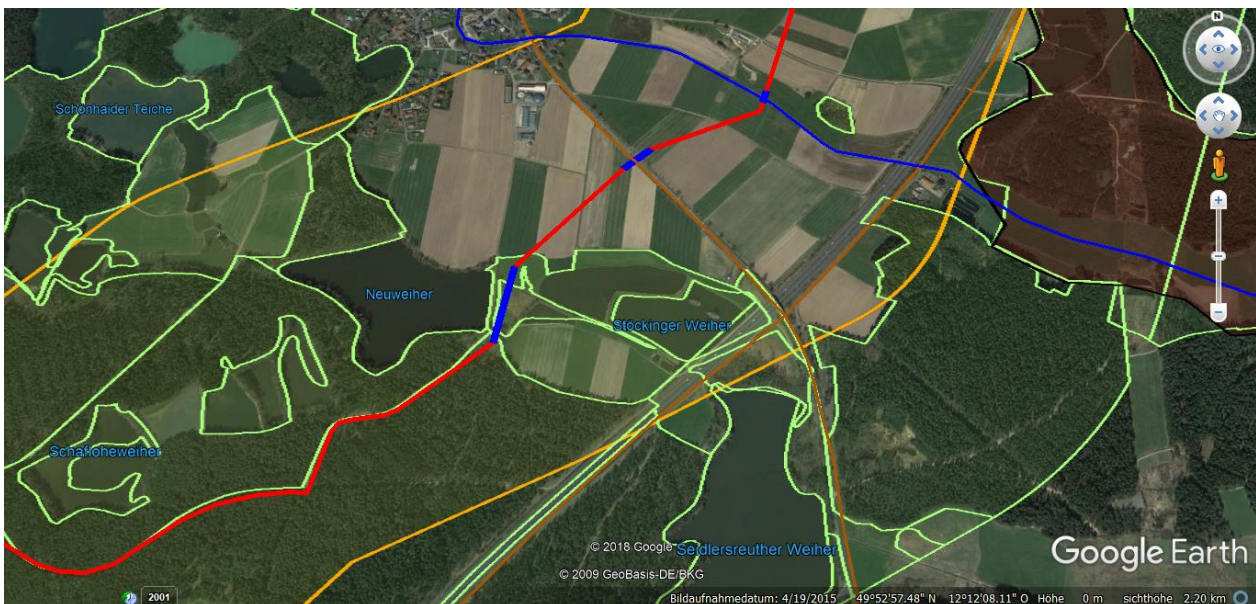


Abbildung 28: Teiche bei Schönhaid

Geologie

Gemäß Angaben der digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch die Ablagerungen des Miozän. Diese werden gebildet durch Tone, Sande, Braunkohlen und Cyprisschiefer.

Grundwasserleiter liegen als Porengrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Pseudogleye und Braunerde-Pseudogleye.

Bauverfahren

Eine kritische Stelle bildet der sumpfige Bereich zwischen Neuweiher und Stockinger Weiher; die dort vorhandene Vegetation ist naturschutzfachlich gesehen sensibel, so dass hier eine geschlossene Querung im HDD-Verfahren vorgesehen ist. Eine Umfahrung der Teiche ist wegen der Autobahn im Osten bzw. Waldfläche im Westen (hier müsste eine neue Schneise errichtet werden) nicht möglich.

Die geschlossene Kreuzung weist eine Länge von knapp 200 m auf, wobei das Bohrgerät (Rig-Site) im trockeneren, leichter zugänglichen Norden eingerichtet wird. Die Bohrung kann flach (ca. 3 – 4 m Tiefe) angelegt werden, so dass keine bautechnischen Besonderheiten zu erwarten sind.

Nach der Passage der beiden Teiche Neuweiher und Stockinger Weiher führt die Trasse weiter nach Südwesten entlang von Waldwegen; um die Errichtung neuer Schneisen zu vermeiden und vorhandene Wege zu nutzen, wird von der geradlinigen Trasse abgewichen. Im Wald selbst herrschen durch die geringe Bodenaufgabe zwar ungünstige Baubedingungen, große Schwierigkeiten sind jedoch nicht zu erwarten.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Von Schönhaid im Norden aus führt eine Ortsverbindungsstraße nach Falkenberg, die über den Trassenkorridor verläuft und von der aus der Bereich über den Arbeitsstreifen auch für schwere Maschinen gut zu erreichen ist.

Von Süden her kann die Baustelle über Wirtschafts- und Forstwege angefahren werden. Die Trasse folgt hier dem vorhandenen Wegenetz, so dass dieses auch von den Baumaschinen als Zuwegung genutzt werden soll.

3.2.13 Steilhang bei Rotzendorf

Übersicht

Zwischen Püchersreuth im Süden und Rotzendorf im Nordwesten quert der Korridor einen bewaldeten Steilhangbereich auf Buntsandstein. Im nördlichen Teil des TKS finden sich noch mehrere Teiche und Wasserhaltungen; dort weist der Hang auch nur eine geringe Bodendeckung über dem Buntsandstein auf. Der südöstliche Teil des TKS an dieser Stelle ist flacher; hier verlaufen ein Weg und ein Graben, so dass an dieser Stelle der Verlauf der potentiellen Trassenachse vorgesehen ist.

Die südlich angrenzenden Wiesen sind feucht bis nass, es finden sich im TKS auch Brunnenfassungen.

Der Wald ist in diesem Abschnitt als Nutzwald (Forst) zu bewerten ohne naturschutzfachliche Besonderheiten. Um die Hangquerung sind keine Schutzgebiete ausgewiesen (nächstgelegenes WSG in über 1,5 km Entfernung).

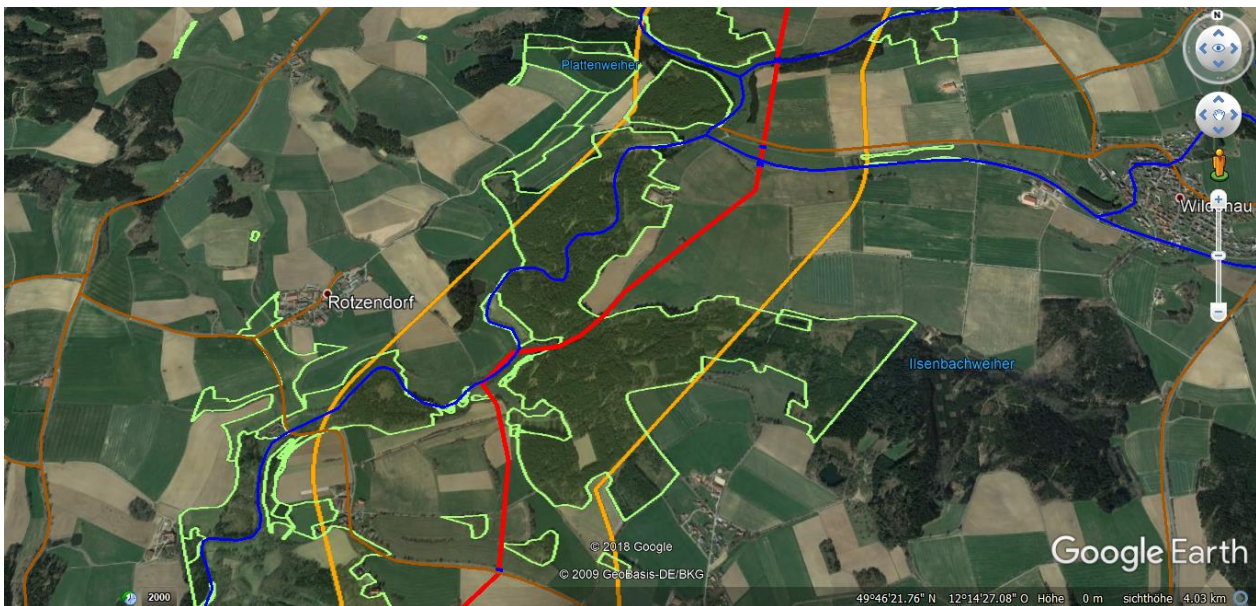


Abbildung 29: Steilhang bei Rotzendorf

Geologie

Neben dem vor Ort angetroffenen Buntsandstein weisen die digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes im Querungsbereich Gesteinsschichten des Paläozoikums auf. Diese Schichten des Karbons bestehen aus mittel- bis grobkörnigen schwach porphyrischen Muscovit-Biotit-Granit.

Grundwasserleiter in den Magmatiten liegen als gering leitende Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Braunerden sowie Pseudogleye. Selten existiert auch Niedermoor.

Bauverfahren

Die Führung der potenziellen Trassenachse ist im Einschnitt südöstlich des dort verlaufenden Weges geplant. Dort führt bereits eine kleinere Leitung entlang, deren genauer Verlauf noch im Zuge der weiteren Planungen identifiziert werden muss; idealerweise würde die SOL-Trasse neben diese Bestandsleitung gelegt.

Da die Trasse sich auf felsigem Untergrund befindet, muss ggf. mit Spezialgeräten wie Felsmeisel gearbeitet werden, wobei die Länge dafür max. 200 m beträgt.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die Baustelle ist von Norden her über die Gemeindestraßen von Wildenau sowie über den Arbeitsstreifen zu erreichen. Alternativ kann ein geschotterter Wirtschaftsweg genutzt werden, der ebenfalls von Wildenau kommend weiter südlich zum TKS bzw. zur Baustelle im Hangbereich führt.

Von Süden kann die Baustelle über die von Ilsenbach nach Rotzendorf führende Gemeindestraße sowie den von dort abzweigenden Wirtschaftsweg erreicht werden.

3.2.14 Wald- und Steilhangquerung bei Edeldorf

Übersicht

Zwischen Edeldorf im Westen und Theissel im Osten führt das TKS durch ein Waldgebiet, das kleinräumig nicht umgangen werden kann. Im forstwirtschaftlich genutzten Wald befinden sich mehrere Lichtungen mit Ackerflächen. Des Weiteren liegen mehrere Teiche im Korridor. Der Wald selbst stockt teilweise auf steilen Hangbereichen, die sich von West nach Ost durch den TKS ziehen und die von der potentiellen Trassenachse gequert werden müssen.

Der Wald wird forstlich genutzt und weist keine naturschutzfachlichen Besonderheiten auf. Schutzgebiete befinden sich weder im Korridor noch im Nahbereich des TKS.

Geologie

Gemäß digitaler Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch Gesteinsschichten des Oberproterozoikum bis Altpaläozoikum. Diese Schichten bestehen aus Biotit-Sillimanit-Glimmerschiefer mit Anteilen von Gneis, Granat, Staurolith und Cordierit.

Grundwasserleiter in den Metamorphiten liegen als gering leitende Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Braunerden sowie gering verbreitet an steilen Talhängen Gleye und andere grundwasserbeeinflusste Böden.



Abbildung 30: Wald- und Steilhangquerung bei Edeldorf

Bauverfahren

Die Querung des Waldstückes östlich von Edeldorf wurde im offenen Bauverfahren vorgesehen. Da sich am Hangfuß jedoch ein Fließgewässer befindet, das eine geschlossene Querung erfordert, muss auch das sich südwestlich anschließende, steilere Waldstück geschlossen gequert werden. Vorgesehen ist eine HDD-Bohrung, deren Machbarkeit anhand der Baugrunduntersuchungen im späteren Planungsverfahren zu prüfen ist (felsiger Untergrund). Ggf. sind auch eine Pressung bzw. ein kleiner Mikrotunnel erforderlich.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Die Baustelle ist von Edeldorf aus gut zu erreichen, einmal über die Gemeindestraße, die im Norden das TKS quert, so dass über den Arbeitsstreifen gefahren werden kann; zum anderen über einen Forstweg, der von Edeldorf nach Osten direkt in den von der potentiellen Trassenachse zu querenden Waldbereich führt. Der Forstweg wird auch von größeren Waldbau-Maschinen wie Harvester genutzt und sollte damit auch den Anforderungen der SOL-Baumaschinen entsprechen.

3.2.15 Naab-Querung bei Pfreimd-Iffelsdorf

Übersicht

Die Querungsstelle befindet sich nördlich von Pfreimd im Anschluss an das dort gelegene Gewerbegebiet. In diesem Bereich werden insgesamt vier Linienstrukturen gekreuzt. Von Ost nach West aufgezählt sind das: Bundesautobahn BAB A 93, Staatsstraße St2657 mit einem parallel verlaufenden Graben, die Naab sowie eine zweigleisige Bahnstrecke. Die Flussaue erstreckt sich im Kreuzungsbereich in etwa von der Staatsstraße bis zur Naab. Beidseitig der Flussaue steigt das Gelände teilweise stufenartig an. Westlich der Staatsstraße befindet sich ein Geländesprung, an dessen Fuß zudem ein Graben entlangführt.

Fremdleitungen wurden bei den Begehungen nicht festgestellt, doch ist zu vermuten, dass parallel der beiden Straßen Kabel, ggf. auch Leitungen verlaufen.

In der Naab befinden sich Staustufen. Die nächste Staustufe flussabwärts liegt in ca. 2 km Entfernung. Die nächste Staustufe flussaufwärts befindet sich in ca. 4 km Entfernung.

Nordöstlich von Pfreimd (östlich der Autobahn) ist ein Wasserschutzgebiet ausgewiesen, das in den TKS hereinragt, von der Trassenachse selbst aber nicht beeinträchtigt wird.

Weitere Schutzgebiete sind nicht ausgewiesen, auch die Naab mit ihrem Gewässerrandstreifen hat keinen Schutzstatus. Die vorhandene Vegetation lässt aber vermuten, dass sich in der Naab-Aue geschützte Biotope befinden. Nach Auskunft der Stadt Pfreimd wurden in den vergangenen Jahren Kompensationsmaßnahmen in der Naab-Aue durchgeführt, die bei der Planung zu berücksichtigen sind; ggf. ist noch eine Erweiterung der Maßnahmen geplant.

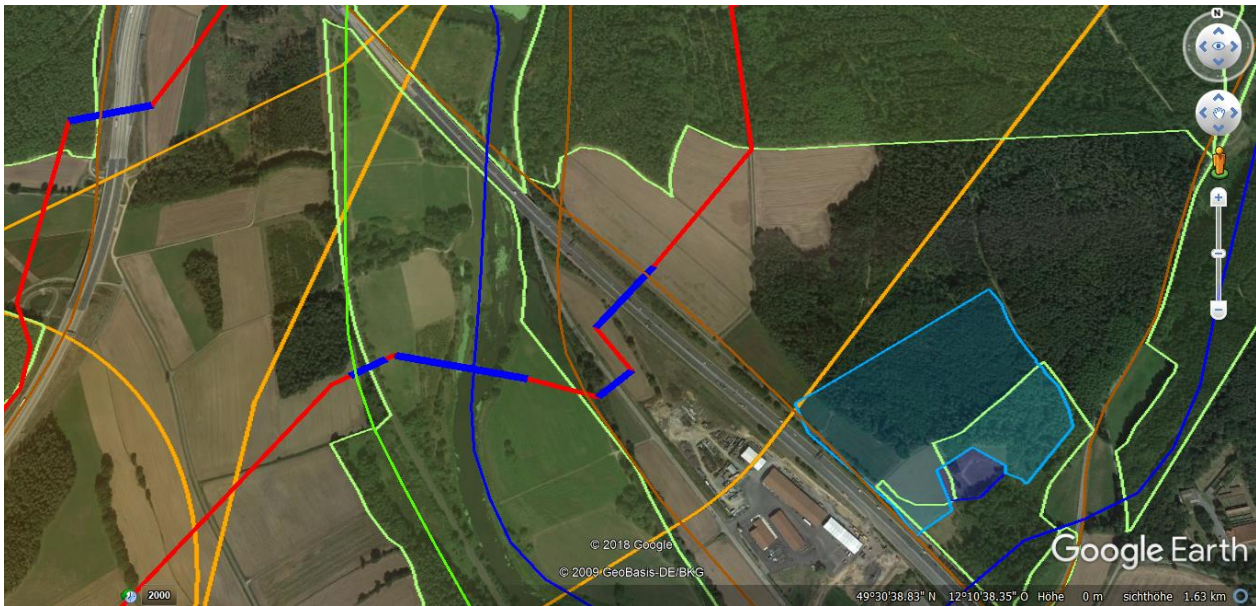


Abbildung 31: Naab-Querung bei Pfreimd-Iffelsdorf

Geologie

Nördlich der Ortschaft Pfreimd soll die Naab und die im Naabtal verlaufende BAB A93 gequert werden. Gemäß der Geologischen Karte stehen in direkter Umgebung zum Fließgewässer quartäre Talfüllungen an. In der Geologischen Karte ist keine weitere Differenzierung enthalten. Erfahrungsgemäß handelt es sich hier um feinkörnige Hochflutsedimente über rolligen Terrassensedimenten. Diese Böden können ggf. in Wechselagerung (Verzahnung) anstehen. Lokal können die feinkörnigen fluviatilen Ablagerungen einen anmoorigen Charakter aufweisen. Angaben zur Mächtigkeit des Quartärs sind nicht vorhanden - es wird nur von geringen Mächtigkeiten < 5 m ausgegangen.

Im Bereich der BAB stehen schiefrig bis plattige, feinkörnige Cordierit-, Sillimanit-, Flaser- und Zeilengneis (Präkambrium) unter geringmächtigen Hangschuttböden an.

Bauverfahren

Für die Querung der insgesamt vier Objekte sind drei Varianten denkbar. Allen drei Varianten ist gleich, dass die BAB A93 mittels Pressbohrverfahren gequert wird. Für die Wahl der Querung müssen weitere Untersuchungen durchgeführt werden. Die Varianten stellen sich im Einzelnen wie folgt dar:

Variante 1 – Vorzugsvariante im gegenwärtigen Planungsstand

Bei dieser Variante wird jede Querung mittels eigenem Verfahren, angepasst an die Situation, gequert (s. Abbildung oben). Im Einzelnen sind dies:

- Querung der BAB A93 mittels Pressbohrverfahren; die Pressbohrung hat eine Länge von ca. 70 m.
- Querung der Staatsstraße St2657 mittels Pressbohrverfahren; die Pressbohrung hat eine Länge von ca. 25 m.

- Querung der Naab im offenen Graben. Für diese Variante wird vorausgesetzt, dass die Naab sowie die Flussaue kein Naturschutzgebiet sind. Der Düker hat eine Länge von ca. 70 m.
- Querung der Bahn mittels Pressbohrverfahren; die Pressbohrung hat eine Länge von ca. 60 m.

Die hier gewählten Kreuzungsverfahren sind nach derzeitigem Kenntnisstand technisch ohne nennenswerte Risiken realisierbar.

Variante 2

Bei dieser Variante werden die Staatsstraße, die Naab und die Bahnstrecke mit einem Bauwerk unterquert. Im Einzelnen besteht die Querung aus den folgenden Bauwerken:

- Querung der BAB A93 mittels Pressbohrverfahren; die Pressbohrung hat eine Länge von ca. 70 m.
- Querung der Staatsstraße, der Naab und der Bahnstrecke mittels Mikrotunnelbau (MT). Die MT-Strecke hat eine Länge von ca. 400 m. Hierzu gehört eine Baugrube mit einer Tiefe von ca. 10 m östlich der Staatsstraße.

Variante 3

Bei dieser Variante werden die Straßen einzeln, Naab und Bahn gemeinsam geschlossen gequert:

- Querung der BAB A93 mittels Pressbohrverfahren; die Pressbohrung hat eine Länge von ca. 70 m.
- Querung der Staatsstraße St2657 mittels Pressbohrverfahren; die Pressbohrung hat eine Länge von ca. 25 m.
- Querung der Naab zusammen mit der DB-Strecke im geschlossenen Verfahren, bevorzugt als HDD.

Welche der o.g. Varianten zum Einsatz kommt, kann erst im Rahmen der weiteren Planungen auf der Basis von geotechnischen Untersuchungen festgelegt werden.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Der Kreuzungsbereich ist beidseits der Naab gut erreichbar. Östlich der Naab erfolgt die Zufahrt über die Staatsstraße bzw. über einen Feldweg, der östlich der BAB weitgehend parallel dazu verläuft. Westlich der Naab ist der Querschnittsbereich über ausgebaute Feldwege aus der Ortschaft Iffelsdorf kommend auch für Schwerlastverkehr problemlos erreichbar.

Die Platzverhältnisse für die Errichtung von Baustellen sind im Bereich der Staatsstraße ausreichend, ansonsten ohne nennenswerte Einschränkungen vorhanden.

3.2.16 Bahnquerung Gewerbegebiet Brandweiher bei Weiden

Übersicht

Von Nordwesten (Richtung Parkstein) kommend führt das TKS 054 durch den Forst westlich von Weiden. Die Trasse orientiert sich hier an vorhandenen Forstwegen, schwenkt dann nach Süden aus und folgt auf der nördlichen Seite der B470, um einem geplanten Gewerbegebiet der Stadt Weiden nördlich der Bundes-

straße gegenüber dem Gebiet Brandweiher auszuweichen. In der Lücke zwischen dem Westende der Gewerbeflächen Brandweiher und den westlichen Wohngebieten der Stadt Weiden kreuzt die Trasse die Bundesstraße B470, die Bahnlinie sowie einen Orts Verbindungsweg südlich parallel zur Bahnstrecke.

Das Gebiet ist durch das Gewerbegebiet Brandweiher, die Wohngebiete von Weiden, die ausgedehnten Forstflächen zwischen B470 und Schweinnaab sowie – südlich der Querungsstelle – Teiche und Landwirtschaft gekennzeichnet. Westlich der Kreuzung befindet sich eine Sportgaststätte mit Bogenschießanlage.

Im Gebiet sind keine Schutzzonen ausgewiesen; naturschutzfachlich interessant ist ggf. die Begleitflora an den Teichen, die jedoch ausreichend abseits der Querungsstelle liegen. Großflächige Schutzgebiete finden sich erst westlich des Gewerbegebietes Brandweiher im Manteler Forst (FFH-Gebiet und v.a. ein weite Waldflächen abdeckendes VSG).

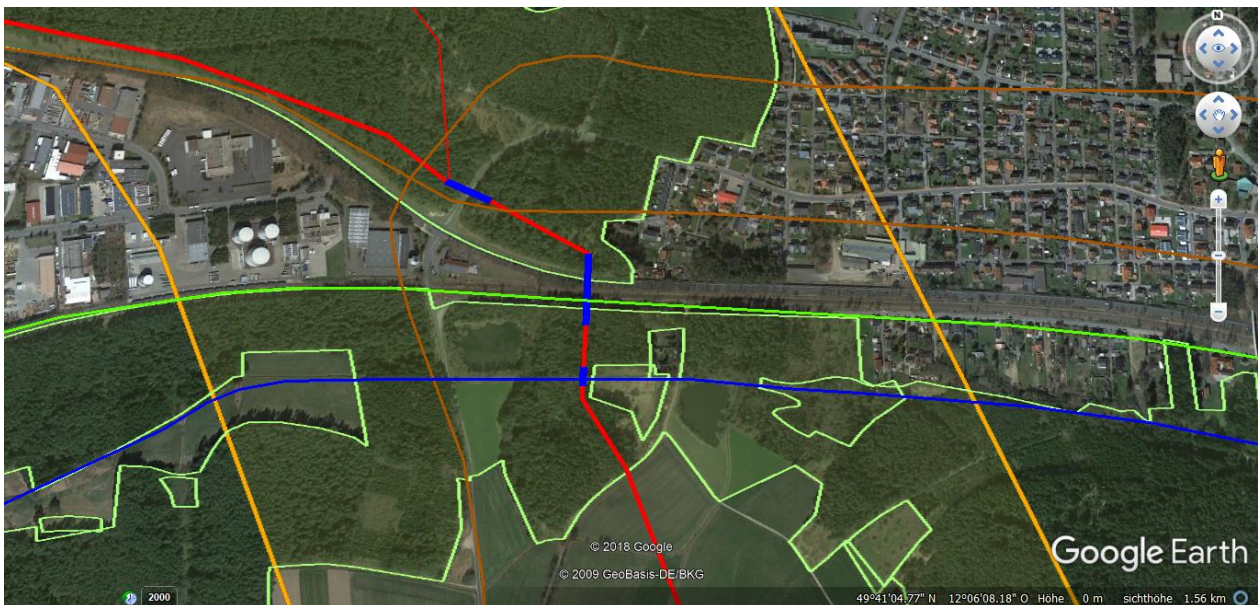


Abbildung 32: Bahnquerung Gewerbegebiet Brandweiher bei Weiden

Geologie

Laut Angaben der digitalen Übersichtskarten des geologischen Landesamtes ist der Querungsbereich geprägt durch die Gesteinsschichten des Oberen- und Unteren-Buntsandstein. Diese werden gebildet durch Sandsteine welche zum Teil Gerölle und Calcedon-Krusten mit sich führen.

Grundwasserleiter liegen als Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Amoorgleye und Gleye sowie in geringerer Verbreitung Niedermoorgleye.

Bauverfahren

B470, Bahnstrecke und Straße parallel zur Bahnlinie sollen geschlossen in einem gemeinsamen Verfahren gequert werden. Auf Grund der beengten Verhältnisse ist eine Bohrpressung mit einer Länge von ca. 100 m vorgesehen, wobei die Pressgrube im Süden errichtet werden soll (leichter zugänglich). Auf Grund des hohen Grundwasserstandes ist jedoch mit hohem Aufwand für Wasserhaltung zu rechnen. Sowohl im Norden als auch im Süden befinden sich die Press- und Zielgrube im Waldgebiet, so dass Holzeinschlag erforderlich ist; jedoch können die beiden Gruben im Arbeitsstreifen so angelegt werden, dass keine zusätzlichen Bäume für die Anlage der Grube gefällt werden müssen.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Im Norden geht an der Sportgaststätte eine Straße von der B470 nach Norden ab, über die zum Arbeitsstreifen und zur Baustelle an der Querung gefahren werden kann.

Im Süden dient die asphaltierte, aber nicht klassifizierte Straße parallel zur Bahnlinie als Baustellenzufahrt.

3.2.17 Waldnaab-Querung bei Luhe-Wildenau

Übersicht

Zwischen Oberwildenau im Norden sowie Luhe-Wildenau im Süden quert das Trassenkorridorsegment die Naab-Niederung, den Fluss sowie eine Bahnstrecke. Östlich der Naab ist der Bereich landwirtschaftlich genutzt (Grünland) und es treten mehrere kleinere und größere Stillgewässer auf.

Westlich der Naab, am Prallhang des Flusses, befindet sich eine bewaldete Hangzone, in die von Westen ein Golfplatz ragt.

Etwa in der Mitte des Korridors verläuft am Ostufer der Naab die BAB A93.

Im Bereich der Naab-Querung sind keine Schutzgebiete ausgewiesen; ein größeres FFH-Gebiet befindet sich ca. 1,5 km nördlich entlang der Haidenaab, die bei Oberwildenau in die Naab mündet.

Geologie

Laut geologischer Karte stehen zwischen dem Fließgewässer und der Ortschaft Luhe großflächig jüngere, quartäre Sedimente an. Westlich der Naab steht eine ältere Hochterrasse (Schotter und Sande) des Pleistozäns an. Diese Schotter wurden unmittelbar nördlich der geplanten Querung offenbar abgebaut. Die Auskiesung wurde anschließend als Deponie genutzt. Östlich sind junge holozäne Sedimente (Hochflutlehm, Niederterrasse) anzutreffen.

Im Bereich der geplanten Querungsstelle wurde lokal oberflächennah auch Festgestein in Form von feinkörnigen Graniten kartiert.

Grundwasserleiter liegen als Porengrundwasserleiter und gering Kluftgrundwasserleiter vor.

Die Bodentypen in diesem Bereich bilden vorwiegend Vegen-Gleye, Braunerden sowie gering verbreitet Podsole (Westhang).



Abbildung 33: Waldnaab-Querung bei Luhe-Wildenau

Bauverfahren

Laut geotechnischer Betrachtung wird auf Grund der geologischen Verhältnisse und der Möglichkeit, im Bohrkanal auf Granitfindlinge zu stoßen, von HDD-Verfahren abgeraten. Stattdessen wird ein Mikrotunnelbau empfohlen, wobei auch hier auf Grund der Gesteinshärte Probleme (längere Bauzeit, höherer Materialverschleiß) nicht ausgeschlossen werden können.

Der Mikrotunnelbau hat eine Länge von ca. 300 m und unterquert die Naab sowie die westlich des Flusses verlaufende Bahnstrecke; die Bohrung würde von Westen von einer Freifläche am Ostrand des Golfplatzes geführt werden, wobei die Zielgrube in der Naab-Aue eingerichtet werden müsste, d.h. dass hier Vorkehrungen vor Überschwemmungen getroffen werden müssten.

Insgesamt ist die Querung – trotz Mikrotunnelbau – auf Grund der geologischen Verhältnisse, aber auch der erschwerten Zuwegungsbedingungen als kritisch anzusehen. Die räumlichen Verhältnisse mit Bebauung, Gewerbegebieten, steilen Felshängen an der Naab etc. lassen aber keine andere Kreuzungsstelle im Nahbereich zu.

Zufahrten und Baustelleneinrichtung

Von Osten ist die Baustelle bzw. die Naab-Aue über die St2657 zu erreichen, die den Trassenkorridor quert; von dort müsste über den Arbeitsstreifen zur Baustelle gefahren werden, wobei auf Grund der hohen Grundwasserstände eine Baustraße unvermeidlich ist. Bei länger andauernder feuchter Witterung kann es evtl. schwierig werden, die Baustelle mit schwereren Baumaschinen anzufahren.

Die Baustelle auf der Westseite der Naab bzw. der Bahnstrecke ist über eine befestigte Verbindungsstraße von Oberwildenau zu erreichen, allerdings müssen die letzten 200 Meter auf dem Arbeitsstreifen zurückgelegt werden.

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 Querung)
HDPE	High-density Polyethylene (Hart-Polyethylen)
HGU	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