

Netzanschluss Industriepark Höchst (IPH)
Bl. 0658 UA Welschgraben – IPH West
Neubau eines 110-kV-Hochspannungskabels
Antragsunterlage für die naturschutzrechtliche Genehmigung

Anlage 12.0
- Bodenschutzkonzept-
nachrichtliche Unterlage

Auftraggeber:

Amprion GmbH
Robert-Schuman-Str. 7
44263 Dortmund



Auftragnehmer:

TNL Energie GmbH
Raiffeisenstraße 7
35410 Hungen

Projektleitung:

Dr. rer. nat. Florian Schneider

Bearbeitung:

M. Sc. Lena Hofmann
B. Sc. Johanna Kruse
Dr. rer. nat. Florian Schneider

Hungen, März 2024



1. Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Tabellenverzeichnis.....	II
Abbildungsverzeichnis.....	II
Kartenverzeichnis.....	III
Abkürzungsverzeichnis.....	III
1 Aufgabenstellung.....	1
1.1 Veranlassung.....	1
1.2 Technische Kurzbeschreibung des Vorhabens.....	2
1.2.1 Beschreibung der Baumaßnahme	2
Zuwegungen.....	6
Baustelleneinrichtungsflächen	6
2 Rechtliche Anforderungen zum vorsorgenden Schutz der Böden	7
3 Beschreibung und Bewertung von Böden im Vorhabenbereich.....	10
3.1 Daten- und Informationsgrundlage.....	10
3.2 Geologie und Böden	14
3.3 Regionalspezifische Besonderheiten der Böden im Vorhabenbereich	15
3.3.1 Verdichtungsempfindlichkeit und Erosionsgefährdung von Böden	15
3.3.2 Seltene Böden, Archivböden und Geotope	16
3.3.3 Altlasten.....	16
3.4 Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen.....	17
3.4.1 Kriterium Biotopentwicklungspotenzial.....	18
3.4.2 Kriterium Ertragspotenzial und nutzbare Feldkapazität	18
3.4.3 Kriterium Nitratrückhaltevermögen.....	19
3.4.4 Kriterium Archivböden und Bodendenkmale	20
3.4.5 Zusammenfassung Bodenfunktionsbewertung	20
4 Auswirkungen des Vorhabens auf den Boden	22
4.1 Ableitung der Wirkfaktoren.....	22
5 Berechnung anfallender Bodenmassen	23
6 Maßnahmen zur Vermeidung und Minimierung sowie zum Ausgleich von Beeinträchtigungen	24
7 Informationsweitergabe und Dokumentation	32
7.1 Vermittlung von Informationen	32
7.2 Ausgangszustand	32

7.3	Bauphase	32
7.4	Abschluss	32
8	Bodenschutzplan	33
9	Abschlusserklärung	34
10	Quellenverzeichnis	35
10.1	Gesetze und Verordnungen	35
10.2	Literatur.....	36
10.3	Internetquellen	38
10.4	Unterlagen und Gutachten zum Vorhaben	38

2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht der geplanten geschlossenen Querungen (AMPRION, 2023)	5
Tabelle 2:	Bodenkartierung nach KA 5, Mindestdatensatz gemäß DIN 19639.	13
Tabelle 3:	Bewertung der Bodenfunktionen nach § 2 BBodSchG für die Sondierungspunkte im Vorhabenbereich.	21
Tabelle 4:	Wirkfaktoren des Vorhabens auf das Schutzgut Boden.	22
Tabelle 5:	Übersicht über die anfallenden Bodenmassen.	24
Tabelle 6:	Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereich und Bodenfeuchte (DIN 19639,2019).	26
Tabelle 7:	Beispiele für Maschinen-Einsatzgrenze für Raupenbagger und Planierraupen (DIN 19639 2019).....	29

3. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersichtskarte des Vorhabenbereichs in der Gemarkung Zeilsheim mit geplantem Verlauf der Erdkabelleitung.....	2
Abbildung 2:	Regelgrabenprofil des 110-kV-Kabelgrabens in offener Bauweise (AMPRION, 2023, STAND 28.11.23)	4
Abbildung 3:	Prinzipskizze Mikrotunnelbau mit Spülförderung (AMPRION, 2023).....	5
Abbildung 4:	Einseitige Anordnung des Arbeitsstreifen (Anlage 4.2 Regelgraben grün, AMPRION 2023).....	6
Abbildung 5:	Übersicht über die Sondierungen im Bereich entlang der Trassierung.....	12
Abbildung 6:	Schema der Gesamtbewertung Bodenfunktionen (HNLUG 2019).....	20

4. Kartenverzeichnis

Anlage 12.1:	Übersichtskarte Bodenhauptgruppen und Bodenfunktionen
Anlage 12.2:	Bodenfunktionsbewertung
Anlage 12.3.1:	Bodenschutzplan
Anlage 12.3.2	Bodenschutzplan – Legenden- und Maßnahmenblatt

5. Abkürzungsverzeichnis

§, §§	Paragraph, Paragraphen
Abs.	Absatz
Art.	Artikel
BauGB	Baugesetzbuch
BBB	Bodenkundliche Baubegleitung
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundesbodenschutzverordnung
Bl.	Bauleitnummer
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
CB	Crossbonding
cm	Zentimeter
DIN	Deutsches Institut für Normung
DüV	Düngemittelverordnung
FK, nFK, FKdB	Feldkapazität, nutzbare Feldkapazität, Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum
ha	Hektar
HAltBodSchG	Hessisches Gesetz zur Ausführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes und zur Altlastensanierung
HDSchG	Hessisches Denkmalschutzgesetz
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
HMUKLV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
IPH	Industriepark Höchst
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
kV	Kilovolt
LABO	Länderarbeitsgemeinschaft Boden
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MantelV	Mantelverordnung
TNL	TNL Energie GmbH / TNL Umweltplanung
UA	Umspannanlage
UBB	Umweltbaubegleitung

UG	Untersuchungsgebiet
UR	Untersuchungsraum
VPE	vernetztes Polyethylen
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
ZFSV	Zeitweise fließfähiger selbstverdichtender Verfüllbaustoff

1. Aufgabenstellung

1.1 Veranlassung

Die Amprion GmbH plant im Vorhaben Bl. 0658 „Umspannanlage Welschgraben – IPH West“ den Netzanschluss des Industrieparks Höchst (IPH) in Hessen. An dieser Stelle wird das Netz der Amprion GmbH mit den elektrischen Anlagen der jeweiligen Kunden verbunden. Netzkunde im Kabelprojekt Bl. 0658 ist der IPH bzw. die Infraserb GmbH & Co. Höchst KG als Betreiberin des Industrieparks in Bezug auf die Energieversorgung. Ziel dieses Vorhabens ist es die Kapazität der Netzanschlüsse der Infraserb Netze GmbH zu erhöhen.

Für den Netzanschluss sollen die sich parallel im Bau befindliche Umspannanlage (UA) „Welschgraben“ am Standort Kriftel und die neu zu bauende UA „IPH-West“ auf dem Gelände des IPH durch zwei 110 kV-Drehstromkreise mit einer Übertragungsleistung von 350 MW verbunden werden. Das Vorhaben ist für den bedarfsgerechten Netzausbau notwendig, da mit den neuen 380/110-kV-Transformatoren der Einspeisequerschnitt aus dem Übertragungsnetz in das unterlagerte 110-kV-Netz der Infraserb durch eine neue und erweiterte Infrastruktur erhöht wird. Die geplante Kabeltrasse hat eine Länge von ca. 5,5 km und erstreckt sich von der UA Welschgraben (Standort Kriftel), nordwestlich von Frankfurt-Zeilsheim, zur UA IPH-West im Industriepark Höchst, südöstlich von Frankfurt-Zeilsheim.

Zunächst verläuft die Trasse in Teilen parallel zur Bundesautobahn (BAB) 66, bevor sie nordöstlich von Zeilsheim nach Süden verschwenkt. Nach einer geschlossenen Querung der BAB 66 verläuft die Trasse östlich von Zeilsheim in Richtung Süden und durchläuft dabei die räumliche Engstelle zwischen dem Stadtrand von Zeilsheim und der Jahrhunderthalle Frankfurt. In diesem Bereich befindet sich zudem eine weitere kurze geschlossene Querung an der Landesstraße (L) 3018 (Pfaffenwiese). Im Süden trifft das geplante Erdkabel auf die Gleisanlage der Linien S1 und RE19 (Main-Lahn-Bahn). Diese wird gemeinsam mit den dahinter liegenden Kleingärten, dem Wildtiergehege sowie der Gleisanlage der Linien S2 und RE20 und der L 3018 (Höchster-Farben-Straße) geschlossen gequert (vgl. Abbildung 1). Das Ziel dieses Rohrvortriebs befindet sich auf dem Gelände des IPH, auf dem der letzte Abschnitt des Erdkabels verlegt wird und letztlich in die UA „IPH-West“ eintritt. Das Vorhaben umfasst drei Gewässerquerungen, die jeweils in offener Bauweise ausgeführt werden. Dabei wird der Welschgraben einmal und der Lachgraben zweimal gequert.

Die Amprion GmbH führt als Vorhabenträgerin für das o. g. Vorhaben ein freiwilliges Planfeststellungsverfahren beim Regierungspräsidium (RP) Darmstadt durch. Die TNL Energie GmbH (TNL) mit Sitz in Hungen wurde mit der Erstellung des Bodenschutzkonzeptes beauftragt.

Der Bau der geplanten Maßnahme soll im ersten Quartal des Jahres 2026 beginnen.

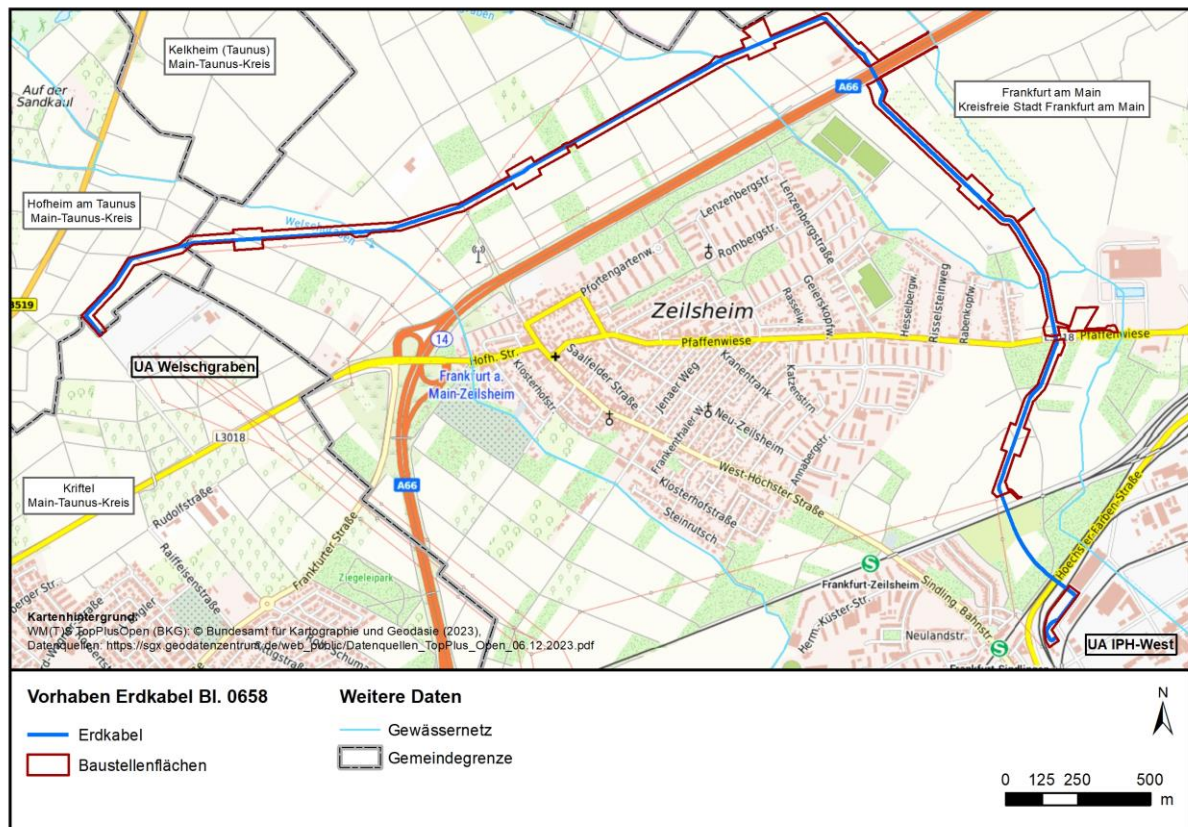


Abbildung 1: Übersichtskarte des Vorhabenbereichs in der Gemarkung Zeilsheim mit geplantem Verlauf der Erdkabelleitung.

1.2 Technische Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die folgenden Informationen zu den technischen Angaben und zur Umsetzung des Bauvorhabens sind dem Erläuterungsbericht der AMPRION GMBH (2023) entnommen.

1.2.1 Beschreibung der Baumaßnahme

Ein Erdkabelsystem besteht aus drei Erdkabeln, die in der Dreiecksanordnung verlegt werden. Bei dem im Rahmen des Erdkabelvorhabens verwendeten Kabeltyp handelt es sich um VPE-Erdkabel (Kupferleiter und Kunststoffisolierung aus VPE) mit einem Leiterquerschnitt von bis zu 2.500 mm². In einer Kabelschutzrohranlage erfolgt die Verlegung der 110-kV-Erdkabel. Bei der geplanten Kabelverbindung werden zwei 110-kV-VPE-Kabelanlagen mit insgesamt sechs Kabelsträngen (je Kabelanlage drei Kabelstränge) zum Einsatz kommen. Um die Leitertemperatur genau überwachen zu können, werden zusätzlich zu den 110-kV-Erdkabeln mehrere Metallröhrchen (FIMTs) mit Lichtwellenleitern mitgeführt.

Bei einer 110-kV-Erdkabelleitung sind in Abständen von ca. 1000 m unterirdische Muffen erforderlich, um die einzelnen Erdkabelphasen miteinander zu verbinden. Bei diesem Vorhaben werden zwei verschiedene Muffenverbindungen verwendet. Zum einen eine Verbindungsmuffe als rein elektrische Verbindung zwischen zwei Kabelstücken und zum anderen eine Verbindungsmuffe mit zusätzlichen Auskreuzungen der Kabelschirme („Crossbonding“, CB) als Crossbonding-Muffe. Der Einbau der Muffen erfolgt in offener

Bauweise in einer Muffengrube mit den Maßen 24,00 m x 11,55 m, die anschließend wieder verfüllt wird.

Verlegt wird das Erdkabelsystem zum einen in offener Bauweise in einem Kabelgraben und zum anderen in geschlossener Bauweise mittels des Mikrotunnelbauverfahrens.

Bei der offenen Bauweise wird der Kabelgraben durch einen Bagger ausgehoben und weist eine Tiefe von 2,00 m und eine Breite von etwa 2,10 m an der Sohle bzw. 6,10 m an der Geländeoberkante auf. Die Kabelschutzrohre werden in zwei Bündeln von jeweils drei Rohren verlegt (zwei Stromkreise). Außerdem wird zur Einbettung ein thermisch optimierter zeitweise fließfähiger selbstverdichtender Verfüllbaustoff (ZFSV) eingesetzt. Dieser wird, sofern nutzbar, aus Bodenaushub und natürlichen Gesteinskörnungen oder anderen mineralischen Stoffen sowie dem Einsatz von Zusatzstoffen, wie Wasser, Zement und Bentonit, hergestellt. Sollten die Böden für die Herstellung des ZFSVs nicht nutzbar sein, wird stattdessen natürliches Fremdmaterial, meist weitgestufte Sande, verwendet. Die Vorteile des ZFSV sind zum einen die optimierte Wärmeleitfähigkeit im Bereich der Erdkabel und zum anderen gewährleistet es eine formschlüssige Rohrbettungszone. Nach dem Abbinden des ZFSVs ist dieser volumenstabil, sodass Setzungen im Kabelgraben vermieden werden. Zusätzlich vermeiden enthaltene Bindemittel eine drainierende Wirkung der Leitungszone. Der ZFSV wird schichtweise in den Kabelgraben eingebaut. Die Höhe der Bettungszone beträgt 80 cm. Zum Schutz des Erdkabelsystems vor Beschädigungen, z.B. während Tiefbauarbeiten in der Nähe der Leitung, werden Trassenwarnbänder (TWB) mitverlegt. Das Trassenwarnband liegt unmittelbar auf dem Bettungskörper auf. Die Regelüberdeckung der Kunststoffplatten mit dem Boden beträgt 1,2 m.

Falls erforderlich erfolgt eine temporäre Grundwasserabsenkung längs der Kabeltrasse. Nach erfolgter Grundwasserabsenkung ist die Baugrubensohle zur Vermeidung von Setzungen ausreichend zu verdichten. Ggf. ist ein Bodenaustausch von ungeeigneten Bodenschichten zu ausreichend tragfähigem Boden vorzunehmen.

Bestehende Versorgungsleitungen werden in offener Bauweise überwiegend unterquert. Dazu werden diese vor der Bauausführung eingemessen und markiert. Bei der Querung finden die Schutz- und Arbeitsanweisungen der jeweiligen Versorgungsträger Anwendung. In diesen Bereichen ist ein üblicher Grabenverbau notwendig.

Die geplanten Gewässerquerungen in offener Bauweise werden zur Vermeidung starker Gewässertrübungen in Trockenbauweise durchgeführt. Dazu werden die gequerten Gräben provisorisch verrohrt, sodass die Verlegung der Kabelanlage unterhalb der Verrohrung erfolgen kann.

Der Bodenaushub wird seitlich des Kabelgrabens innerhalb der Baustelleneinrichtungsflächen fachgerecht in Mieten getrennt gelagert. Die Wiederverfüllung des Kabelgrabens nach Abschluss der Schutzrohrverlegung erfolgt entsprechend der vorhandenen Schichtung bis zum jeweiligen Schichthorizont. Der Einbau und gegebenenfalls eine leichte Verdichtung (bis maximal zur vorgefundenen natürlichen Lagerungsdichte) des Unterbodens erfolgen nach Maßgabe der bodenkundlichen Baubegleitung (BBB). Durch die sofortige und lagerichtige Einbringung des Bodens kann von einer zeitnahen und vollständigen Wiederherstellung des Ursprungszustandes ausgegangen werden.

Um mögliche Auswirkungen durch Witterung auf die zwischengelagerten Böden gering zu halten, wird die Ausführung in offener Bauweise in kurzen Bauabschnitten durchgeführt. Nach

der Verlegung der Kabelschutzrohre erfolgt fortlaufend die Wiederverfüllung der Grabenabschnitte. Die nachfolgende Abbildung 2 stellt das Regelprofil des 110 kV-Kabelgrabens dar.

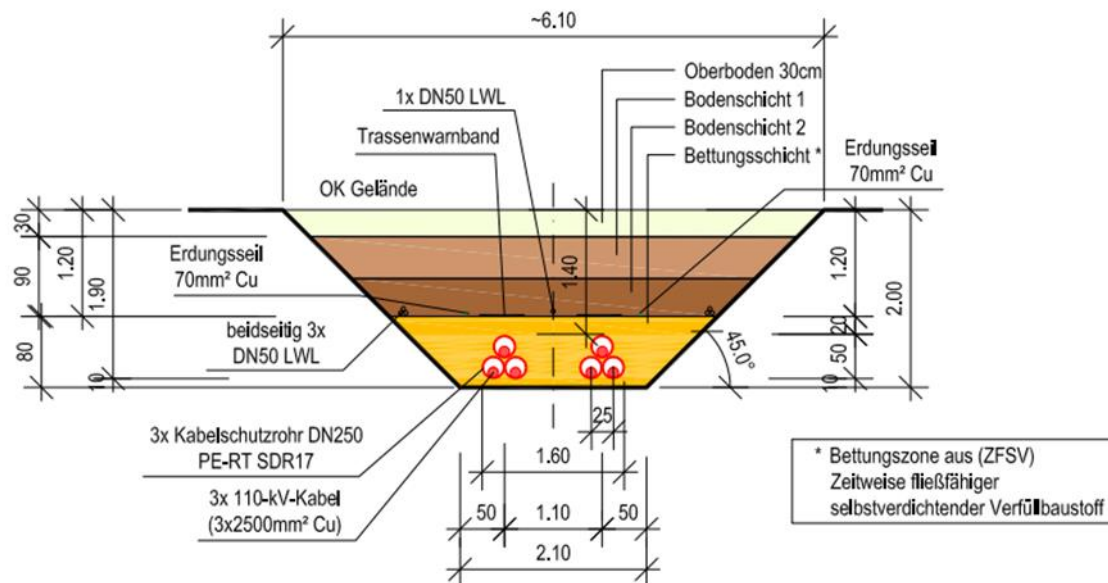


Abbildung 2: Regelgrabenprofil des 110-kV-Kabelgrabens in offener Bauweise (AMPRION, 2023, STAND 28.11.23)

Das Mikrotunnelbauverfahren (geschlossene Bauweise) ist ein einstufiges steuerbares Vortriebsverfahren, das im Gegensatz zum Horizontalspülbohrverfahren (HDD-Verfahren) unempfindlicher gegenüber den vorgegebenen Baugrundbedingungen ist, sodass auch größere Hindernisse gequert werden können. Durch die Verwendung von gelenkigen Bohr- und Steuerköpfen lässt sich die Vortriebsleistung bei unterschiedlicher Bodenbeschaffenheit (Konsistenz, Steingrößen) besser optimieren.

Zu Beginn der Arbeiten muss jeweils eine Start- und Zielgrube errichtet werden, deren Dimensionierung sich aus der Größe der Vortriebsmaschine und im Falle der Startgrube noch zuzüglich aus dem Platzbedarf für die Hauptpresstation einschließlich Widerlager ergibt. Der Baugrubenverbau wird je nach Baugrund mittels Bohrpfahlwänden, Spundwänden und im Falle von umgebendem Festgestein mit einer Spritzbetonauskleidung hergestellt. Je nach Gegebenheiten werden die Baugruben mit Stahlbetonsohlen versehen, welche im Falle von drückendem Grundwasser druckwasserdicht ausgeführt werden müssen.

Da es sich beim Mikrotunnelbau um ein einstufiges Verfahren handelt, wird das Schutzrohr in einem Arbeitsschritt mit der Bohrung eingezogen. Bei Arbeiten von Personal im Rohrstrang muss ein Mindestdurchmesser (siehe AMPRION 2023) eingehalten werden. Dies ermöglicht u. a. einen Wechsel von Werkzeugen am Bohrkopf sowie ggf. das Bergen von Hindernissen. Beim Rohrvortrieb kann durch das Einpressen einer Suspension (i. d. R. Bentonitsuspension) die Mantelreibung zwischen Rohroberfläche und umgebendem Boden verringert werden. Die Materialförderung des abgebauten Bodens soll mittels Spülförderung erfolgen. Dabei wird der abgebaute Boden hydraulisch gefördert und mit Hilfe von Separieranlagen vom Fördermedium getrennt.

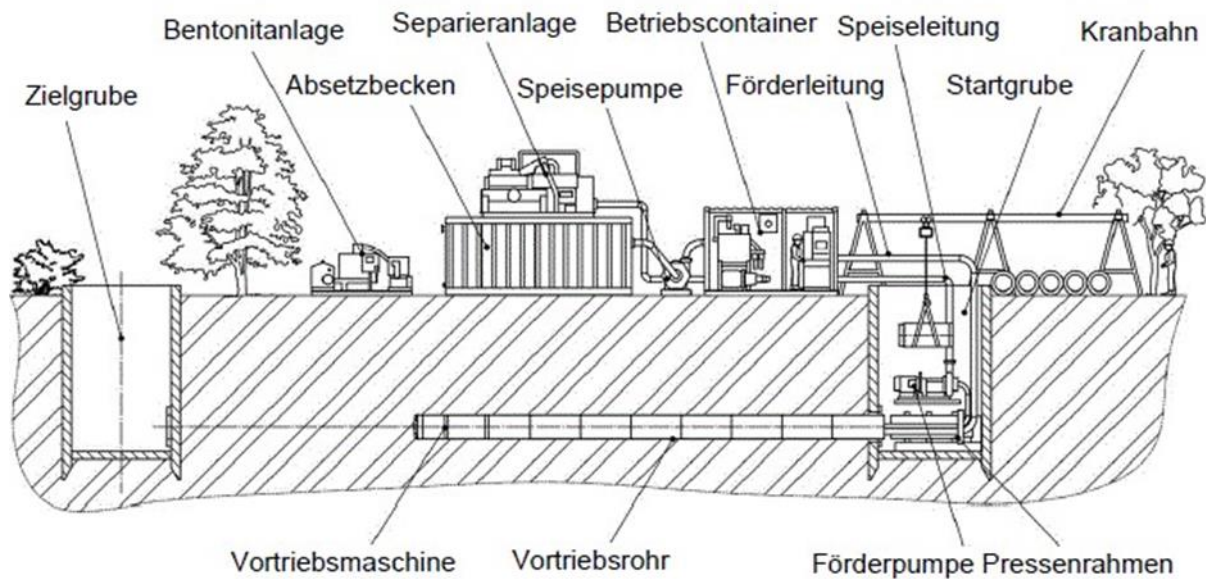


Abbildung 3: Prinzipskizze Mikrotunnelbau mit Spülförderung (AMPRION, 2023)

Im Verlauf der Trasse sind drei geschlossene Querungen vorgesehen, die sich jeweils im Bereich von Verkehrsinfrastruktur befinden. Hierbei handelt es sich um die Querungen der BAB 66, der L 3016 und der Bahnstrecken S1/RE19 sowie S2/RE20.

Tabelle 1: Übersicht der geplanten geschlossenen Querungen (AMPRION, 2023)

Zu querende Infrastruktur	Länge der geschlossenen Querung
BAB 66	ca. 110 m
L 3016	ca. 30 m
Bahnstrecken S1/RE19 & S2/RE20	ca. 420 m
Gesamtlänge geschlossener Bauweise	ca. 560 m

Durch den geplanten Trassenverlauf werden die Beeinträchtigungen des Gebietes möglichst geringgehalten. Nachstehende Informationen sind maßgeblich dem Erläuterungsbericht zum geplanten Vorhaben entnommen (AMPRION GMBH 2023).

Schutzstreifen/Schutzzone

Zur Sicherung von Bestand und Betrieb des Kabelsystems ist ein Schutzstreifen erforderlich. Dieser verläuft mit der Leitungsachse und weist ausgehend von der Außenkante des äußersten Kabelschutzrohrs beidseits eine Breite von 5,0 m auf. Hierdurch ergibt sich bei offener Bauweise im Regelgrabenprofil eine Gesamtbreite des Schutzstreifens von 11,60 m. An den Muffenstandorten wird über dem Schutzstreifen eine weitere Schutzzone implementiert. Die Schutzzone verläuft von der Außenkante des Vortriebsrohrs in einem 45° Winkel bis zur Geländeoberkante. Die Breite dieser Zone ist daher abhängig von der Tiefenlage des Vortriebs und kann bis zu 15 m breit werden.

Zuwegungen

Für die Erreichbarkeit der Kabeltrasse während der Bauphase werden nach Möglichkeit bestehende öffentliche oder private Wege verwendet. Bei Erfordernis können Maßnahmen zur Verbreiterung sowie zur Erhöhung der Tragfähigkeit dieser Wege umgesetzt werden. Provisorische Fahrspuren, neue Zufahrten zu öffentlichen Straßen, temporäre Verrohrung, ausgelegte Arbeitsflächen und Leitungsprovisorien werden von den Vorhabenträgern nach Abschluss der Arbeiten ohne nachhaltige Beeinträchtigung des Bodens wiederaufgenommen bzw. entfernt und der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt.

Baustelleneinrichtungsflächen

Für die Verlegung des Erdkabels werden im Rahmen der Bauarbeiten temporäre Arbeitsflächen eingerichtet. In Abschnitten, in denen eine Ausführung in offener Bauweise geplant ist, befinden sich diese Baustelleneinrichtungsflächen in Form eines einseitigen Arbeitsstreifens in einer Breite von regulär 30 m durchgängig entlang der geplanten Erdkabeltrasse (Abbildung 4).

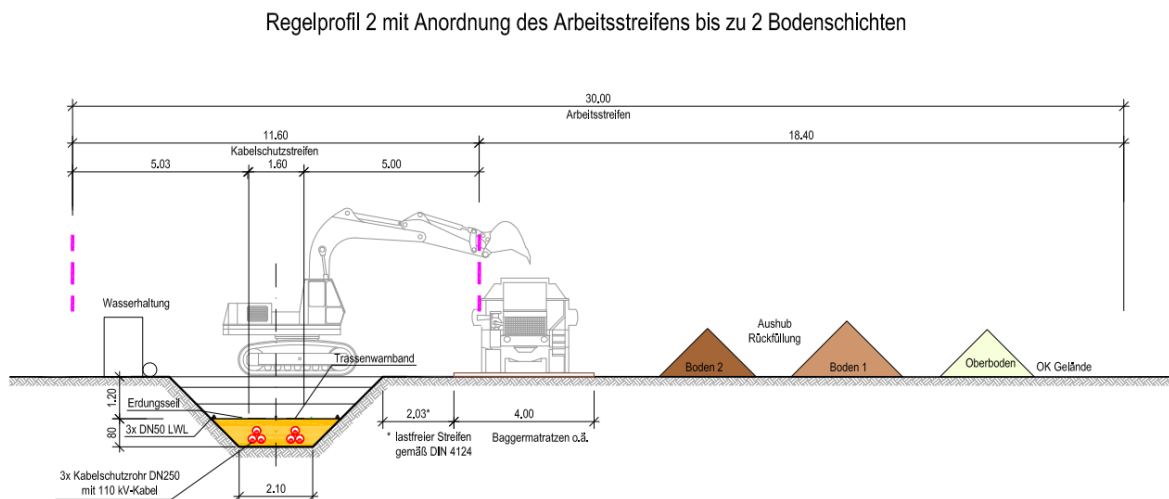


Abbildung 4: Einseitige Anordnung des Arbeitsstreifens (Anlage 4.2 Regelgraben grün, AMPRION 2023)

Innerhalb dieses Streifens befinden sich der eigentliche Kabelgraben sowie die parallel zu diesem verlaufende Baustraße. Zur Befestigung der temporären Baustraßen können, je nach Verdichtungsempfindlichkeit der anstehenden Böden, Schottertragschichten, Stahlplatten und/oder vorgefertigte Baustraßenelemente verwendet werden. Nach dem Abschluss der Bauarbeiten werden diese vollständig zurückgebaut.

Innerhalb der Baustelleneinrichtungsflächen werden zudem der Erdaushub (entsprechend den vorliegenden Bodenschichten in Mieten getrennt) und Bauteile wie bspw. vorbereitete Kabelschutzhohr gelagert. Die Flächen dienen außerdem dem Aufstellen von Geräten, Fahrzeugen oder Baucontainern sowie der Wasserhaltung.

Im Bereich der Muffenstandorte, der Gewässerquerungen (bis zu 40 m Breite) sowie der Start- und Zielgruben von Rohrvortrieben (geschlossene Bauweise) werden die Baustelleneinrichtungsflächen aufgeweitet. Je Muffenstandort ist eine Arbeitsfläche von 70 m x 100 m bzw. bis zu 110 m x 100 m vorgesehen. Zusätzlich wird es eine zentrale Baustelleneinrichtungsfläche nahe der Jahrhunderthalle geben.

Insgesamt ergibt sich aus den Baustelleneinrichtungsflächen ein temporärer Flächenbedarf von ca. 18,95 ha.

Weitere Informationen zu den technischen Angaben und zur Umsetzung des Bauvorhabens sind dem Erläuterungsbericht der AMPRION GMBH (2023) zu entnehmen.

2. Rechtliche Anforderungen zum vorsorgenden Schutz der Böden

Regelungen zum Bodenschutz sind Bestandteil verschiedener gesetzlicher Regelwerke. So ist im § 1 Abs. 3 Nr. 2 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) der Boden explizit als Schutzgut benannt, welchen es gilt so zu erhalten, dass er seine Funktionen im Naturhaushalt erfüllen kann. Darüber hinaus finden sich im §§ 1a und 35 Baugesetzbuch (BauGB) und insbesondere dem Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) sowie der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) ergänzende Regelungen zur Minimierung von negativen Auswirkungen auf den Boden. Durch die Novellierung der BBodSchV, Art. 2 der MantelV, liegt ein besonderer Fokus auf dem vorsorgenden Bodenschutz, welcher durch die Implementierung einer Bodenkundlichen Baubegleitung verstärkt wird. Verweise auf die DIN 19639 ausgehend aus der MantelV machen diese rechtsgültig. Hinzu kommen weitere Vorgaben einschlägiger technischer Ausführungen und DIN-Normen. Daneben können einzelne Fragestellungen zum fachgerechten Umgang mit Boden das Düngegesetz (DüG), das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sowie die Bioabfallverordnung (BioAbfV), die Düngeverordnung (DüV), die Düngemittelverordnung (DüMV) die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) und die Deponieverordnung (DepV) betreffen. Auf die wichtigsten Regelwerke soll im Folgenden näher eingegangen werden.

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und Baugesetzbuch (BauGB)

Im deutschen Regelwerk für das Naturschutzrecht wird insbesondere der **Vermeidungsgrundsatz** betont. So heißt es in § 1 Abs. 3 BNatSchG: „Naturgüter, die sich nicht erneuern [wie der Boden], sind sparsam und schonend zu nutzen“. Weiter wird ausgeführt: „Böden sind so zu erhalten, dass sie ihre Funktion im Naturhaushalt erfüllen können“. Dabei sind vor allem „Erhebliche Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft“ vom Verursacher vorrangig zu vermeiden (§ 13 BNatSchG).

Ein weiterer Schwerpunkt des Bodenschutzes ist der flächenhafte Bodenschutz. Daher fordert das Baugesetzbuch (BauGB) den **kommunalen Bodenschutz** im Zuge der Bauleitplanung ein. Im Gesetzestext in § 1a Abs. 2 heißt es: „Mit Grund und Boden soll sparsam und schonend umgegangen werden. Die Möglichkeiten der Wiedernutzbarmachung von Flächen, Nachverdichtung und anderen Maßnahmen der Innenentwicklung sind zu nutzen sowie Bodenversiegelung auf das notwendige Maß zu begrenzen“. Zudem ist gemäß § 202 BauGB der Mutterboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.

Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG)

Das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG) verfolgt gemäß § 1 den Zweck, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren

(...) und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur und Kulturgeschichte so weit wie möglich vermieden werden.

Der **Boden** ist nach BBodSchG § 2 Abs. 1 wie folgt definiert:

„Boden ist die obere Schicht der Erdkruste, soweit sie Träger der in Abs. 2. genannten Bodenfunktionen ist, einschließlich der flüssigen Bestandteile (Bodenlösung) und der gasförmigen Bestandteile (Bodenluft). Grundwasser und Gewässerbetten zählen nicht dazu“.

Der Boden erfüllt im Sinne des BBodSchG § 2 Abs. 2 die folgenden **Funktionen**:

„Natürliche Funktionen als

- Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
- Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
- Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers,

Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie

Nutzungsfunktionen als

- Rohstofflagerstätte,
- Fläche für Siedlung und Erholung,
- Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
- Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzung, Verkehr, Ver- und Entsorgung“.

Nach BBodSchG § 2 Abs. 3 sind **schädliche Bodenveränderungen** folgendermaßen definiert:

„Schädliche Bodenveränderungen sind Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen.“

Allgemeine **Vorsorgepflichten** werden nach BBodSchG § 7 wie folgt beschrieben:

„Jeder, der Verrichtungen auf einem Grundstück durchführt oder durchführen lässt, ist dazu verpflichtet, Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen zu treffen (...). Vorsorgemaßnahmen sind geboten, wenn wegen der räumlichen, langfristigen oder komplexen Auswirkung einer Nutzung auf die Bodenfunktionen die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht. Im Rahmen der Verhältnismäßigkeit sind zur Erfüllung der Vorsorgepflicht Maßnahmen zu ergreifen, die geeignet sind Bodeneinwirkungen zu vermeiden oder zu vermindern.“

Hessisches Altlasten- und Bodenschutzgesetz (HAltBodSchG)

Das hier betrachtete Bauvorhaben befindet sich im Bundesland Hessen. Daher wird das BBodSchG hier durch das Hessische Gesetz zur Ausführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes und zur Altlastensanierung (HAltBodSchG) ergänzt.

Im § 1 HAltBodSchG ist als übergeordnetes **Ziel** der Gesetzestexte beschrieben, die Funktionen des Bodens nachhaltig zu sichern und wiederherzustellen. Dies beinhaltet insbesondere:

- die Vorsorge gegen das Entstehen schadstoffbedingter schädlicher Bodenveränderungen,
- den Schutz der Böden vor Erosion, Verdichtung und vor anderen nachteiligen Einwirkungen auf die Bodenstruktur,
- einen sparsamen und schonenden Umgang mit dem Boden, unter anderem durch Begrenzung der Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung auf das notwendige Maß,
- die Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässerverunreinigungen.

Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV)

Die Verordnung zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchV) ist eine Ergänzung zum BBodSchG. Sie definiert den Umgang mit schädlichen Bodenveränderungen, Altlasten und Altlastverdachtsflächen in der Bundesrepublik. In der Verordnung werden u. a.

- in § 2 Abs. 2 Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen
- in §§ 3 und 4 Besorgnis und Vorsorgeanforderungen schädlicher Bodenveränderungen,
- in § 6 Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden
- in § 8 Abs. 3 Gefahrenabwehr und Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten
- in § 9 Gefahrenabwehr bei Bodenerosion durch Wasser oder Wind

Zusätzlich enthalten vier Anhänge Anweisungen zur praktischen Durchführung der jeweils vorzunehmenden Bodenuntersuchungen.

Für das hier betrachtete Bauvorhaben ist insbesondere § 6 Abs. 9 der BBodSchV von besonderer Bedeutung. Dort heißt es:

„Beim Auf- und Einbringen oder der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht sowie beim Um- oder Zwischenlagern von Materialien sind Verdichtungen, Vernässungen und sonstige nachteilige Einwirkungen auf den Boden durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden oder wirksam zu vermindern. Die entsprechenden Anforderungen der DIN 19639, der DIN 19731 und der DIN 18915 sind zu beachten“

Technische Regelwerke und DIN-Normen

Neben gesetzlichen Regelungen müssen Vorgaben technischer Regelwerke und DIN-Normen zum Umgang und der Verwertung von Boden berücksichtigt werden. Hierzu zählen:

- DIN 19731 2023: Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial und Baggergut, stellt Anforderungen an die Verwertung von Bodenmaterial, regelt die Untersuchung der Verwertungseignung von Bodenmaterial und beschreibt die technische Durchführung der Aufbringung.
- DIN 18915 2018: Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten, regelt Bodenarbeiten, bei denen die natürlichen Bodenfunktionen zu erhalten oder herzustellen sind.
- DIN 19639 2019: Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben, soll die Ermittlung und Bewertung der jeweiligen standortbezogenen Bodenfunktionen ermöglichen. Der vorsorgende Bodenschutz steht hier durch Vorgaben zum Bodenschutzkonzept, Begleitung der Maßnahme durch die Bodenkundliche Baubegleitung sowie Ableitung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen im Vordergrund.
- ErsatzbaustoffV 2021: Verordnung über Anforderungen an die Güteüberwachung, Verwertung und den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen und deren Gemische in technische Bauwerke.

3. Beschreibung und Bewertung von Böden im Vorhabensbereich

3.1 Daten- und Informationsgrundlage

Die weiteren Kapitel beschreiben die Erfassung und Auswertung der Bodendaten für das vorliegende Bodenschutzkonzept. Ziel ist es, daraus bodenschutzspezifische Maßnahmen in einem Bodenschutzplan ableiten zu können. Als Grundlage für die Erfassung des Schutzgutes Boden werden folgende Daten und Informationsgrundlagen ausgewertet:

- digitale Bodenflächendaten 1:50.000 des HLNUG (BFD50) sowie 1:5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L) des HLNUG
- BodenViewer Hessen (HLNUG 2023a)
- Geologie-Viewer Hessen (HLNUG 2023b)
- Arbeitshilfe zur Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung (HLNUG 2019)
- Checklisten Schutzgut Boden für Planungs- und Zulassungsverfahren Arbeitshilfen für Planungspraxis und Vollzug (LABO 2018)
- Arbeitshilfen zum Bodenschutz des Landes Hessen (HMUKLV 2012, 2014, 2017, 2020)
- Informationsblatt zum Bodenschutz für Bauausführende (HMUKLV 2018)
- Vorsorgewerte der BBodSchV bzw. ErsatzbaustoffV 2021
- ATKIS-Basis-DLM

- Altlasten, Altlastenverdachtsflächen und Altablagerungen von betroffenen Kreisen bzw. den zuständigen Behörden
- Bodenschutz in der Planung (HLNUG 2021)
- Bodenschutz beim Stromnetzausbau (Bundesnetzagentur 2020)

Ergänzend wurde entlang der geplanten Trassierung mehrere Bohrstocksondierungen zur Erhebung des Mindestdatensatz gemäß DIN 19639 durchgeführt (siehe Abbildung 4). Die Kartierung bestätigt die vorhandene Datengrundlage. Die Tabelle 2 gibt Auskunft über die generierten Informationen. Die festgestellten Böden und deren Verdichtungsempfindlichkeiten werden in den Vermeidungsmaßnahmen berücksichtigt.



Abbildung 5: Übersicht über die Sondierungen im Bereich entlang der Trassierung.

Tabelle 2: Bodenkartierung nach KA 5, Mindestdatensatz gemäß DIN 19639.

Horizont	Tiefe von (cm)	Tiefe bis (cm)	Feinboden	Grobboden	Farbe	Humusgehalt (Masse %)	Carbonatgehalt (Masse %)	Vernässungsgrad	Bodenfeuchte-zustand
01, Pseudogley-Kolluvisol									
Ap	0	30	Lu		7,5 YR 3/2	h3	c0	Vn0	ko4
M	30	60	Lu		10 YR 4/2	h1	c0	Vn0	ko4
Sw-M	60	100	Lu		7,5 YR 4/3	h1	c0	Vn0	ko3
Cv	100	200	Uls	fG1	10 YR 5/4	h0	c3.4	Vn0	ko2
02, Pseudogley-Braunerde									
Ap	0	40	Uls	fG1	10 YR 4/3	h1-h2	c3.3	Vn0	ko3
M	40	65	Uls	fG1	10YR 4/3	h1-h2	c3.3	Vn0	ko3
Bv	65	100	Lu		10YR 4/4	h0	c3.2	Vn0	ko3
Sw-Bv	100	150	Ut4		7,5YR 5/4	h0	c0	Vn0	ko2
Cv	150	200	Ut4		7,5YR 5/4	h0	c0	Vn0	ko2
03, Kolluvisol									
Ap	0	40	Uls	fG1	10YR 4/2	h1-h2	c0	Vn0	ko4
M	40	100	Uls	fG1	10 YR 4/4	h1-h2	c0	Vn0	ko3
Cv1	100	130	Ut4	fG1	10YR 5/4	H0	c3.3	Vn0	ko3
Cv2	130	200	Uls	fG1	10YR 6/4	h0	c3.3	Vn0	ko2
04, Pseudogley-Kolluvisol									
Ap	0	30	Ut3		10YR 4/2	h1-h2	c0	Vn0	ko4
M	30	70	Ut4		10YR 5/4	h1	c0	Vn0	ko3
Sw-M	70	100	Ut4	fG1	7,5YR 5/4	h1	c0	Vn0	ko4
Cv	100	200	Ut4	fG1	7,5YR 5/4	h0	c3.2	Vn0	ko3
05, Kolluvisol									
Ap	0	30	Uls	fG1	10YR 4/3	h1-h2	c0	Vn0	ko4
M	30	100	Ut4		7,5Yr 5/4	h1	c0	Vn0	ko3
Bv	100	150	Ut4	fG1	10Yr 5/3	H0	c0	Vn0	ko3
Cv	150	200	Ut3	fG2	10YR 6/4	h0	c4	Vn0	ko2

3.2 Geologie und Böden

Der Vorhabenbereich befindet sich in der naturräumlichen Großlandschaft „Oberrheinisches Tiefland und Rhein-Main-Tiefland“ (D53) des Südwestdeutschen Mittelgebirgs- und Stufenlandes. Das UG befindet sich im Känozoischen Gebirge im nördlichen Oberrheingraben und besteht hauptsächlich aus pleistozänen Schluff-, Lehm- und Sandablagerungen (HLNUG 2023b). Die Böden im UG bestehen aus äolischen und kolluvialen Sedimenten. Vorwiegend handelt es um „Böden aus Löss“ (äolische Sedimente). Ein geringerer Anteil wird der Gruppe „Böden aus Abschwemmmassen lössbürtiger Substrate“ zugeordnet (kolluviale Sedimente). Außerdem befinden sich auch Böden aus solifluidalen Sedimenten im Vorhabenbereich. Das Hauptausgangsmaterial der anstehenden Böden besteht hauptsächlich aus Löss (Pleistozän). Außerdem sind Bereiche aus Kolluvialschluff (Holozän) sowie zu einem geringen Anteil aus >10 dm Auenschluff, -lehm und/oder -ton, örtl. Kolluvialschluff (Holozän) vorhanden (HLNUG 2023a).

Die häufigste Bodentypengruppe im UR sind die **Lessivés** (Parabraunerden) und die Kolluvisole. Charakteristisch für Lessivés (Parabraunerden, z. T. vergesellschaftet mit Pseudogley-Parabraunerden) ist die Prägung des Bodenprofils durch den Vorgang der Lessivierung, also die Abwärtsverlagerung von Tonbestandteilen. Aufgrund dessen kommt es zu einer Verarmung der oberen Horizonte an Ton, während der Unterboden einen Tonanreicherungshorizont ausbildet (AMELUNG ET AL. 2018). Die klassischen Vertreter der Lessivés sind die Fahl- und die Parabraunerden, wobei nur letztere im UR angetroffen werden. Ein Großteil der landwirtschaftlichen Flächen sind Parabraunerden.

Bei **terrestrisch anthropogenen Böden** handelt es sich um Kulturböden, deren gesamtes Profil anthropogen geprägt ist. Sie finden sich im UR in Form von Kolluvisolen vor allem im ebenen Bereich der landwirtschaftlichen Flächen. Kolluvisole sind umgelagerte, humose Bodensedimente von > 40 cm Mächtigkeit, die aber aufgrund ihrer großen Verbreitung in der Kulturlandschaft bei der Kartierung als eigene Bodeneinheit behandelt werden. Sie können naturgemäß die verschiedensten Böden überlagern. Als umgelagerte Ackerböden sind sie oft mit Nährstoffen angereichert (AMELUNG ET AL. 2018). Das Hauptvorkommen im UR liegt als Kolluvisole in teilweise stauwasserbeeinflusster Form vor.

A/C-Böden weisen einen zwischen 2 bis 40 cm mächtigen vollentwickelten A-Horizont auf. Im vorliegenden Falle handelt es sich um einen Pararendzina der aus einem Ah-Horizont, aus Sand- oder Lehmmergel besteht. Und aus einem C-Horizont, bestehend aus Locker- und Festgestein. Der Ah-Horizont der Pararendzina ähnelt dem der Rendizinea im Hinblick auf pH-Wert, Ca-Sättigung, Humusform (mullartiger Moder bis Mull) und Krümelgefüge. Sie unterscheiden sich von der Redizina in der Regel durch höhere Sand- und Schluffgehalte und vom Pelosol durch Fehlen eines ausgeprägten Polyedergefüges. Die Pararendzina entwickeln sich aus Löss, Geschiebemergel, carbonhaltigen Schottern, Sanden und Sandstein, aber auch Bauschutt (anthropogenem Ziegel/Mörtel-Gemisch), durch Humusakkumulation, Bildung koporogener Aggregate und mäßige Carbonatverarmung. Pararendzina aus Löss oder Geschiebemergel sind tiefgründig, ausreichend durchlüftet und nährstoffreich, fälle jedoch rasch trocken (AMELUNG ET AL. 2018). Intensive acker- und weinbauliche Nutzung ist möglich, da auch der leicht durchwurzelbare C-Horizont zur Verfügung steht. Ungünstig hingegen sind Pararendzina aus Kalkstein sowie aus Schotter oder Bauschutt, da der hohe Steingehalt die Feldkapazität enorm reduziert. Wo sie außerhalb von Dauergrünland oder Forstnutzung

auftreten, sind sie erheblich erosionsgefährdet (ZECH ET AL. 2014). Tatsächlich liegt das Hauptvorkommen im UR als Pararendzinen mit Parabraunerden in erodierter Form vor und betrifft nur einen kleinen Teil der Flächen.

3.3 Regionalspezifische Besonderheiten der Böden im Vorhabenbereich

Bei den Vorhabenflächen handelt es sich fast ausschließlich um landwirtschaftlich genutzte Böden, die mehrheitlich sehr hohe Bodenfunktionen erfüllen. Nur in kleineren Bereichen werden Böden mit mittleren oder geringen Funktionsgrad in Anspruch genommen (HLNUG 2023a).

3.3.1 Verdichtungsempfindlichkeit und Erosionsgefährdung von Böden

Die **Verdichtungsempfindlichkeit** des Bodens ist hauptsächlich abhängig von folgenden Faktoren:

- der Bodenart (ausgehend von der Korngröße),
- dem Gehalt an organischer Substanz,
- der Bodenfeuchte und dem Grundwassereinfluss sowie von der
- Vorbelastung des Bodens durch vorangegangene Belastungen.

Auf Grundlage der vorliegenden Bodenkarten (vgl. HNLUG 2023a, b) ist es möglich, eine erste Abschätzung der Verdichtungsempfindlichkeit der durch das Vorhaben betroffenen Böden durchzuführen (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 2005, ENGEL & PRAUSE 2021). Die Wirkung geht hier von der Befahrung mit schwerem Gerät aus, die je nach Bodenart und Konsistenz unterschiedlich schädigend wirken kann. Je größer die Empfindlichkeit eines Bodens gegenüber den vorhabeninduzierten Einwirkungen ist, desto stärker können die Auswirkungen auf den Boden sein (ENGEL & PRAUSE 2021). Die Gefährdung des Bodengefüges durch Befahren wird in erster Linie vom Tongehalt des Bodens und dem Feuchtezustand abgeschätzt. Je höher der Feuchtegrad des Bodens und sein Tongehalt, desto größer ist die Verdichtungsempfindlichkeit (Erstverdichtung). Je höher der Sandgehalt eines Bodens, desto geringer ist hingegen die Verdichtungsempfindlichkeit (AMELUNG ET AL. 2018).

Die Böden auf den von den Baumaßnahmen betroffenen Flächen weisen mäßige Tongehalte auf (Bodenartengruppen L, sL, IS gemäß BodenViewer Hessen, HLNUG 2023a). Die Böden im Vorhabenbereich sind nicht grundnass und der Stauwassereinfluss wird insgesamt als gering bis mittel eingestuft. Daher kann von einer mäßigen bis hohen Verdichtungsempfindlichkeit ausgegangen werden.

Neben der Verdichtungsempfindlichkeit ist die **Erosionsgefährdung** der zu bewertenden Flächen von Bedeutung. Zusätzlich zur Niederschlagsintensität spielt vor allem die Körnung, Hangneigung und Hanglänge sowie die Nutzung und Bodenbedeckung eine wichtige Rolle bei der Erosivität (AMELUNG ET AL. 2018). Besonders Böden mit hohen Anteilen feiner Partikel wie der Korngröße „Schluff“ (vorherrschend in Lössböden), sind sehr erosionsanfällig. Um Aussagen über die Erosionsempfindlichkeit treffen zu können, wird der K-Faktor (Bodenerodierbarkeitsfaktor) herangezogen. Basierend auf der Erosionskulisse der

ErosionCrossCompliance des Bodenviewers Hessen wird für den Trassenbereich die allgemeine Erosionsempfindlichkeit über den K-Faktor zum Großteil als mittel ($> 0,2 - 0,3$) bis hoch ($> 0,4 - 0,5$) dargestellt. Es finden sich zudem kleinräumige Flächen mit einem sehr hohen K-Faktor ($> 0,5$) (HLNUG 2023a).

3.3.2 Seltene Böden, Archivböden und Geotope

Eingriffe in das Schutzgut Boden sind gem. § 1 BBodSchG so weit wie möglich zu vermeiden. Darunter fallen auch seltene Böden, d. h. Böden mit bedeutender Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie schutzwürdige Geotope (oft auch als Naturdenkmal oder geschützter Landschaftsbestandteil geschützt).

Geotope mit Schutzstatus im Sinne von naturgeschichtlich bedeutenden Erscheinungen und Einzelschöpfungen der Natur oder Paläoböden, die Landschaftszustände vergangener Epochen dokumentieren, sind innerhalb des Vorhabengebietes nicht bekannt.

Den im UR aber nicht im Vorhabengebiet vorkommenden erodierten Parabraunerden aus Löss wird durch ihre hessenweite Seltenheit und ihrer besonderen Funktion als pedogenes Archiv historischer Nutzungsformen, sowie der Siedlungs- und Landnutzungsgeschichte eine besondere Archivfunktion zugeschrieben. Geotope mit Schutzstatus im Sinne von naturgeschichtlich bedeutenden Erscheinungen und Einzelschöpfungen der Natur oder Paläoböden, die Landschaftszustände vergangener Epochen dokumentieren, treten im UR nicht auf.

Das UG rund um Zeilsheim befindet sich großflächig in einem „Landschaftsschutzgebiet“ und im Bereich der UA „Welschgraben“ in einem „Naturpark“ sowie einem „Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiet (Schutzzone III, III A, III B oder IV)“. Generell wird das UG als „Vorranggebiet Regionaler Grünzug“ sowie „Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktion“ ausgewiesen. Der überwiegende Teil der geplanten Erdkabeltrasse liegt innerhalb des Landschaftsschutzgebiets „Grüngürtel und Grünzüge in der Stadt Frankfurt am Main (Nr. 2412001)“. Weitere Ausführungen zum Bestand und Bewertung der Landschaftsschutzgebiete sind dem Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP) der Firma TNL zu entnehmen (Kap. 3.7.2).

Im UR befinden sich mehrere Bodendenkmale, welche als geschützte Bestandteile von Natur und Landschaft gesondert im LBP behandelt werden (siehe Kap. 3.7.2).

Da Archivböden nicht direkt durch das Vorhaben betroffen sind, ihr Sicherheitsradius ($r = 250$ m) jedoch teilweise von dem Vorhaben betroffen ist, muss bei den Bauarbeiten mit Bodenfunden gerechnet werden und im Fall einer Erschließung ist diese unverzüglich der zuständigen Denkmalschutzbehörde zu melden.

3.3.3 Altlasten

Laut BBodSchG § 2 Abs. 6 handelt es sich bei Altlasten, „um Altablagerungen und Altstandorte, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen oder sonstiger Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit besteht“. Die Abfrage beim Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle (HLNUG 2024) ergab, dass sich innerhalb des UR eine Altlast befindet. Es handelt sich um eine nicht bewertete und noch nicht näher untersuchte Altablagerung südlich der Pfaffenwiese im Gebiet der Stadt Frankfurt am Main, welche im Bereich einer Kleingartenanlage liegt. Die

Fläche befindet sich zwar innerhalb des UR, jedoch außerhalb der Eingriffsflächen. Dennoch sollte in diesem Bereich auf organoleptische Auffälligkeiten geachtet werden. Die Altlastfläche wurde im Bodenschutzplan als A1 markiert und in der Legende beschrieben. Weitere Altlasten befinden sich außerhalb des UR und werden durch das Vorhaben nicht berührt.

Basierend auf der Rückinformation der Infraseriv GmbH & Co. Höchst KG ist von km 5,500 bis km 5,643 mit einer anthropogenen Aufschüttung zu rechnen. Der Bereich wurde ca. 1960 mit unterschiedlichen Verfüllmaterialien um mehrere Meter aufgefüllt. Im Eingriffsbereich ist mit einer Auffüllungsmächtigkeit von ca. 0,5 – 2 m zu rechnen. Auf Basis der Infraseriv vorliegenden Untersuchungen zum Auffüllungsmaterial und der bisherigen Nutzung dieses Bereichs wird ein vergleichsweise geringes Altlastenrisiko abgeleitet. Dennoch ist das Aushubmaterial in diesem Bereich in Absprache mit der zuständigen Behörde zu beproben. Je nach tatsächlicher Belastung kann das Material vor Ort verwertet werden bzw. muss entsorgt werden. Die Abstimmung erfolgt in Zusammenarbeit mit der bodenkundlichen Baubegleitung.

Sollte eine Altablagerung während der Baumaßnahme entdeckt werden, ist umgehend die zuständige Bodenschutzbehörde zu verständigen und das weitere Vorgehen mit dieser abzustimmen. Beim Umgang mit Bodenaushub ist insbesondere auf die Vorgaben gemäß § 12 BBodSchV sowie gemäß BBodSchV (n.F.) zu achten.

3.4 Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen

Die bodengutachterliche Ermittlung hat zum Ziel, die natürlichen Bodenfunktionen der durch das Vorhaben betroffenen Böden vorab zu bewerten, um negative Auswirkungen auf das Schutzgut Boden durch eine Optimierung der Bauabläufe zu minimieren.

Laut Empfehlung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) sowie von Studien zum Thema Bodenfunktionsverlust sind folgende Bodenfunktionen bzw. Bodenteilfunktionen mit den entsprechenden Kriterien von besonderer Relevanz in Planungsverfahren:

- Lebensraum für Pflanzen mit den Kriterien „Standortpotenzial für natürliche Pflanzengesellschaften (Biotopentwicklungspotenzial (m241))“ sowie „natürliche Bodenfruchtbarkeit (Ertragspotenzial (m238))“,
- die Funktion des Bodens im Wasserhaushalt mit dem Kriterium „Feldkapazität (m239)“,
- das „Nitratrückhaltevermögen (m244)“ und
- die Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte.

Die genannten Kriterien werden im Hinblick auf die Böden im Vorhabenbereich vertiefend betrachtet, um die Auswirkungen des Vorhabens auf die Böden sowie den daraus entstehenden Kompensationsbedarf für das Schutzgut beschreiben und bewerten zu können.

Grundlage für die Beschreibung und Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen ist der Layer „Bodenschutz in der Planung“ des BodenViewers Hessen (HLNUG 2023a). Zu beachten ist jedoch, dass die Daten des HLNUG zur Bodenfunktionsbewertung nur für Flächen abseits bereits bestehender Verkehrs- bzw. Parkplatzflächen vorliegen. Für bisher nicht bewertete Flächen erfolgt die Bewertung nach Empfehlung des HLNUG, wonach eine Übertragung der

Information der Nachbarflächen auf Flächen mit Datenlücken unter Berücksichtigung sonstiger Bodenkarten möglich ist (HLNUG 2019).

3.4.1 Kriterium Biotopentwicklungspotenzial

Mit Hilfe des BodenViewers Hessen (HLNUG 2023a) lassen sich Flächen abgrenzen, die extremen Standortbedingungen in Bezug auf den Wasser-, Luft- und Nährstoffhaushalt sowie der Basenversorgung ausgesetzt sind. Diese Flächen verfügen bei extensiver Landnutzung über ein hohes standörtliches Biotopentwicklungspotenzial. Das Biotopentwicklungspotenzial eines Bodens hängt insbesondere von der Wasserversorgung des Standorts, aber auch von seinem Basenhaushalt ab. Der Erhalt standortbedingter Extrema der Böden dient als Ziel des Naturschutzes und ist Grundlage für die Biotopentwicklung.

Ein hohes Biotopentwicklungspotenzial besitzen daher vorrangig Böden auf:

- trockenen Standorten,
- vernässten Standorten (inkl. Moore),
- sehr nährstoffarmen Standorten,
- sehr sauren oder basenreichen Standorten
- sowie Salz- und Alkaliböden.

Im UR sind die Böden größtenteils als physiologische Standorte mit **hohem Wasserspeichungsvermögen** mit **schlechtem bis mittlerem** natürlichen **Basenhaushalt** typisiert. Kleinräumig finden sich im UR Böden mit hohem Wasserspeichungsvermögen und gutem natürlichen Basenhaushalt, Böden mit mittlerem Wasserspeichungsvermögen und schlechtem bis mittlerem natürlichen Basenhaushalt sowie Flächen für Siedlung, Industrie und Verkehr.

Sämtliche im UR vorkommende Böden besitzen eine **mittlere Standorttypisierung**. Die beschriebenen Parameter in Verbindung mit einer hauptsächlich intensiven Landnutzung der Böden lassen im UR auf **kein hohes Biotopentwicklungspotential** schließen.

Entsprechend der Arbeitshilfe „Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB“ wird das Kriterium Biotopentwicklungspotenzial nur ab den Wertstufen 4 und 5 mitberücksichtigt, so dass dieses Kriterium nicht aufgeführt wird (HLNUG 2019).

3.4.2 Kriterium Ertragspotenzial und nutzbare Feldkapazität

Das Ertragspotenzial eines Bodens wird vor allem durch seine Durchwurzelbarkeit, insbesondere die des Unterbodens, und von der Fähigkeit des Bodens, Wasser in pflanzenverfügbarer Form zu speichern, begrenzt. Unter den heutigen wirtschaftlichen und technischen Bedingungen in Hessen ist eine ausreichende Versorgung mit Nährstoffen nicht die limitierende Größe.

Die natürliche Eignung eines Standortes für die Produktion von Biomasse wird durch die Faktoren Boden, Klima und Relief bestimmt. Die Kenngrößen, welche die Bodeneigenschaften eines Standortes unabhängig von der Form und Intensität der Bewirtschaftung beschreiben und klassifizieren, sind:

- die nutzbare Feldkapazität im durchwurzelbaren Raum [nFKdB],

- der natürliche Basenhaushalt und
- der Grundwassereinfluss.

Die Feldkapazität entspricht der maximalen Menge an Wasser im Boden, welche entgegen der Gravitation im ungestörten Zustand oberhalb des Grundwasserspiegels gehalten werden kann (AMELUNG ET AL. 2018). Sie ist anhängig von:

- der Korngrößenverteilung,
- dem Bodengefüge und
- dem Anteil organischer Bodensubstanz.

Je höher die nutzbare Feldkapazität und der natürliche Basengehalt und je geringer der Einfluss des Grundwassers, desto höher ist das Ertragspotenzial eines Bodens (HLNUG 2019).

Die Böden im UR werden durchgängig als nicht grundnass beschrieben, während die **nutzbare Feldkapazität** im durchwurzelbaren Raum als **hoch bis sehr hoch** eingestuft wird. In Bezug auf den Basenversorgung wechseln sich ausgeglichene und unausgeglichene Basenhaushalte ab. Zusammenfassend wird das **Ertragspotenzial** im gesamten UR als **hoch bis sehr hoch (Stufe 4-5)** eingestuft. Ein Großteil des UR, der die vier Bodentypen einschließt, unterliegt einer intensiven landwirtschaftlichen Nutzung. Kartengrundlage für die Erfassung des Ertragspotentials im Vorhabenbereich ist die digitale Bodenkarte von Hessen (M 1:50 000) des BodenViewer Hessen (HLNUG 2023a).

3.4.3 Kriterium Nitratrückhaltevermögen

Böden besitzen Filter- und Pufferfunktionen und somit die Fähigkeit, Stoffe umzuwandeln, abzulagern und abzapfieren. Im Stoffhaushalt der Ökosphäre bilden Böden somit ein natürliches Reinigungssystem, das emittierte Schadstoffe aufzunehmen, zu binden und, je nach Art der Schadstoffe und Eigenschaften der Böden, in mehr oder weniger hohem Maße aus dem Stoffkreislauf der Ökosphäre zu entfernen vermag. Dieses Filtervermögen ist allerdings abhängig vom Gehalt der verschiedenen Bodenarten an Sand, Schluff und Ton. Es ist für Sand am geringsten und für Ton am größten.

Nitrat ist besonders leicht auswaschbar, da es aufgrund seiner negativen Ladung im ebenfalls überwiegend negativ geladenen Boden kaum gebunden wird. Die Tiefe der Nitratverlagerung und somit die Zeit bis zum Erreichen des Grundwassers ist daher abhängig von der Sickerwassermenge und der maximalen Wasserspeicherung (Feldkapazität im Hauptwurzelraum). Je höher die maximale Wasserspeicherung und je geringer die Sickerwassermenge, umso höher ist das Nitratrückhaltevermögen im Boden und umso geringer die Gefährdung des Grundwassers.

Aus dem Nitratrückhaltevermögen kann daher auf die Regelungsfunktion der Böden im Wasser- und Stoffhaushalt und seine Filter- und Pufferfunktion bei Schadstoffeinträgen geschlossen werden. Das Nitratrückhaltevermögen des Bodens wird insbesondere anhand der Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum [FKdB] und dem Stauwassereinfluss bewertet. Klimaparameter werden nicht einbezogen, so dass nur eine Aussage über den Boden, nicht aber über den Standort gemacht werden kann.

Kartengrundlage für die Erfassung des Nitratrückhaltevermögens im Vorhabenbereich ist die digitale Bodenkarte von Hessen (M 1:50 000) des BodenViewer Hessen (HLNUG 2023a). Die Böden des UR weisen durchgängig eine **hohe bis sehr hohe Feldkapazität** im durchwurzelbaren Bodenraum [FKdB] mit einem **sehr schwachen bis mittleren Stauwassereinfluss** auf, wodurch zusammenfassend das **Nitratrückhaltevermögen** für die im UR vorkommenden Bodentypen als **hoch (4) bis sehr hoch (5)** eingestuft wird.

3.4.4 Kriterium Archivböden und Bodendenkmale

Da keine Archivböden und Bodendenkmale innerhalb des Vorhabenbereiches direkt betroffen sind, entfällt eine besondere Wertstellung im Zusammenhang mit diesem Teilkriterium für die geplanten Flächen. Dies bedingt jedoch die Einhaltung der in Kapitel 6 aufgestellten Vermeidungsmaßnahmen, insbesondere beim Umgang mit Bodendenkmalen.

3.4.5 Zusammenfassung Bodenfunktionsbewertung

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die Bodenfunktionen der Bodeneinheiten des Vorhabenbereichs auf Grundlage der oben beschriebenen Informationen zusammengefasst und beruhen auf dem Schema der Gesamtbewertung einzelner Bodenfunktionen des HLNUG 2019 (siehe Abbildung 6). Zudem werden die Einzelbewertungen für alle Bodeneinheiten zu einer Gesamtbewertung zusammengeführt. Eine Übersichtskarte sowie eine Detailkarte mit der Bodenfunktionsbewertung im Vorhabenbereich, ist dem Anhang 1 und 2 zu entnehmen.

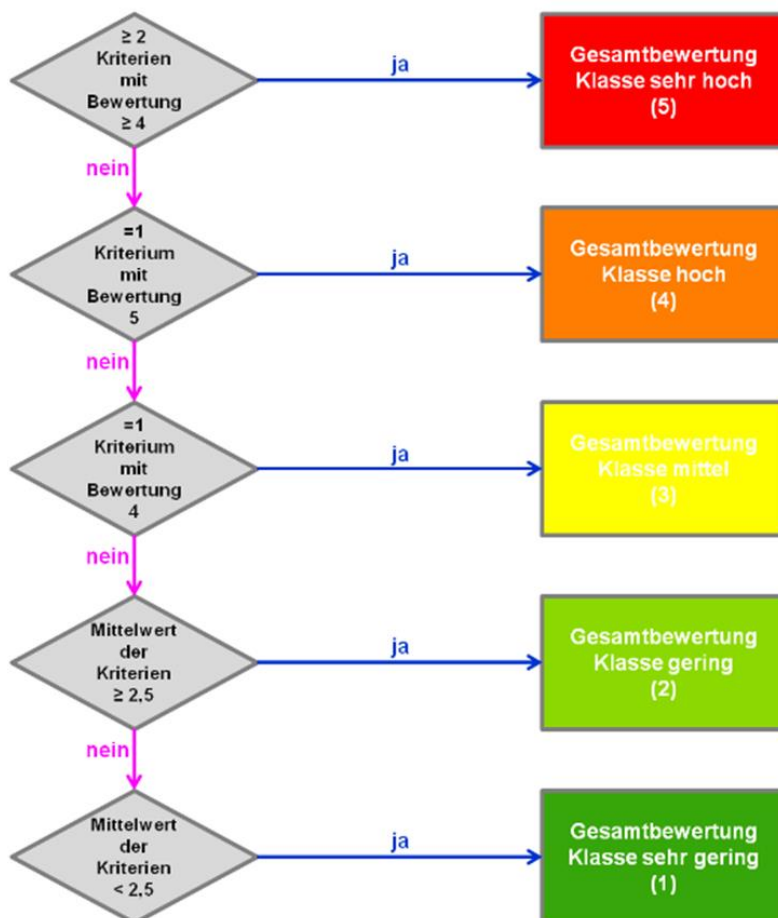


Abbildung 6: Schema der Gesamtbewertung Bodenfunktionen (HNLUG 2019).

Zusammenfassend ergibt sich aus den Bewertungen der Bodenfunktionen nach § 2 BBODSCHG, dass alle im Vorhabenbereich vorkommenden Böden einen **hohen bis sehr hohen Gesamtwert** aufweisen.

Tabelle 3: Bewertung der Bodenfunktionen nach § 2 BBodSchG für die Sondierungspunkte im Vorhabenbereich.

Standort und Bodeneinheit	Bedeutung				
	Biotopentwicklungs- potenzial	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhalte- vermögen	Gesamt
S 1, Pseudogley-Kolluvisol	Mittel (3)	Sehr hoch (5)	Hoch (4)	Hoch (4)	Sehr hoch (5)
S 2, Pseudogley-Braunerde	Mittel (3)	Sehr hoch (5)	Hoch (4)	Hoch (4)	Sehr hoch (5)
S 3, Kolluvisol	Mittel (3)	Sehr hoch (5)	Mittel (3)	Mittel (3)	Hoch (4)
S 4, Pseudogley-Braunerde	Mittel (3)	Sehr hoch (5)	Hoch (4)	Hoch (4)	Sehr hoch (5)
S 5, Braunerde	Mittel (3)	Sehr hoch (5)	Mittel (3)	Mittel (3)	Hoch (4)

4. Auswirkungen des Vorhabens auf den Boden

4.1 Ableitung der Wirkfaktoren

Ausgehend von der Vorhabenplanung sind die in Tabelle 4 dargestellten Wirkfaktoren des Vorhabens auf das Schutzgut Boden zu betrachten.

Tabelle 4: Wirkfaktoren des Vorhabens auf das Schutzgut Boden.

Wirkfaktor gem. HLNUG 2018	Kategorie gem. HLNUG 2018	Potenzielle Auswirkungen
Baubedingte Wirkfaktoren		
Verdichtung	Physikalischer Wirkfaktor	Beeinträchtigung des Biotopentwicklungspotenzials, des Ertragspotenzials, der Feldkapazität und des Nitratrückhaltevermögens
Erosion	Physikalischer Wirkfaktor	Verlust von Bodenmaterial
Stoffeintrag bzw. -austrag mit boden-chemischer Wirkung	Chemischer Wirkfaktor	Bodenfunktionsverlust oder -reduzierung auf nicht dauerhaft vollversiegelten Flächen
Abgrabung/ Bodenabtrag	Physikalischer Wirkfaktor	Je nach Ausmaß vollständiger Funktionsverlust (Biotopentwicklung, Ertragspotenzial, Feldkapazität, Nitratrückhaltevermögen)
Anlagebedingte Wirkfaktoren		
Ein- und Ablagerung von Material unterhalb/ohne eine/r durchwurzelbaren Bodenschicht	Physikalischer Faktor	Beeinträchtigung des Biotopentwicklungspotenzials, des Ertragspotenzials, der Feldkapazität und des Nitratrückhaltevermögens
Versiegelung	Physikalischer Faktor	Vollständiger Funktionsverlust (Biotopentwicklung, Ertragspotenzial, Feldkapazität, Nitratrückhaltevermögen)
Betriebsbedingte Wirkfaktoren		
Betrieb der Erdkabelleitung	Physikalischer Faktor	Wärmeeintrag in der Umgebung des Erdkabels

Das Schutzgut Boden betreffende, baubedingte und anlagenbedingte Wirkfaktoren sowie potenzielle Umweltauswirkungen wurden ausführlicher im LBP beschrieben und diskutiert (LBP, TNL 2023). Die Kompensationsermittlung ist bereits im LBP erfolgt (LBP, TNL 2023).

5. Berechnung anfallender Bodenmassen

Im Rahmen des Vorhabens wird ein offener Kabelgraben in zwei verschiedenen Regelprofilen angelegt, wobei die Profilbreite 2,16 m und die Profiltiefe 2,00 m beträgt. Der Wiedereinbau des Bodens beschränkt sich auf 1,20 m oberhalb des Bettungskörpers. Dadurch fallen circa 41.600 m³ Bodenmaterial an, wobei nur ca. 25.000 m³ wieder eingebaut werden. Die verbliebenen 16.600 m³ Bodenmaterial müssen nach Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) und ErsatzbaustoffV (Art.1, MantelV) fachgerecht verwertet oder entsorgt werden. Eine Nutzung des verbliebenen Bodenmaterials auf hochwertigen Ackerflächen ist ausgeschlossen, da diese nicht zu einer Verbesserung des Bodenzustandes an dieser Stelle beitragen (vgl. BBODSCHV).

Die davon anfallenden Aushubmassen im Bereich der versiegelten Straßen sind nach verwertbarem und zu entsorgenden Material gemäß geltenden Vorschriften zu trennen, verwenden beziehungsweise zu entsorgen (ERSATZBAUSTOFFV 2021). Das durch das Mikrotunnelverfahren anfallende Bohrgut ist ebenfalls einer geeigneten Verwertung oder Entsorgung zuzuführen.

Die eingeplanten Lagerflächen für Bodenaushub mit einer Fläche von rund 76.500 m² reichen aus, um die anfallenden Bodenmassen sachgerecht zu lagern. Es ist zu beachten, dass durch den Bodenaushub eine Auflockerung des Bodens stattfindet, wodurch das Volumen des Aushubs größer ist als das Volumen in natürlicher Lagerung. Im Allgemeinen wird ein konservativer Lockerungsfaktor von ungelöstem zu gelöstem Boden von ca. 1,3 angenommen. Das Volumen sowie der Flächenbedarf für das anfallende sowie zu lagernde Bodenmaterial und die Anlage der Mieten ist in Tabelle 5 aufgeführt. Auf Basis der Kartierung wird davon ausgegangen, dass im Regelfall eine Trennung von 3 Bodenmieten ausreichend ist. Die Bodenmiete A ist für das Oberbodenmaterial vorzusehen, welches sich im Regelfall von einer Tiefe von 0-30 cm erstreckt. Die Bodenmiete B ist für das Unterbodenmaterial vorzusehen, welches sich im Schnitt zwischen 30 cm und 100 cm Tiefe befindet. Eine Trennung der Unterbodenhorizonte ist nicht zwingend nötig, da sich die Horizonte in ihren Eigenschaften nicht deutlich unterscheiden. Sollte sich die Notwendigkeit bei der Umsetzung an einigen Stellen doch ergeben, ist dies mit der Bodenkundlichen Baubegleitung abzustimmen. Die Bodenmiete C ist für das Untergrundmaterial vorgesehen, welches sich im Regelfall ab einer Tiefe von ca. 100 cm anschließt. Als Kalkulationsgrundlage wird angenommen, dass 3 gleichgroße Mieten mit einer Breite von 5 m, einer Höhe von 2 m und mit einem Böschungswinkel von 60° angelegt werden. In der Umsetzung können die Mietenbreiten an die tatsächlich anfallenden Bodenmassen angepasst und die Mietenhöhe gemäß den Vorgaben der DIN 19639 (Oberboden max. 2 m, Unterboden max. 3 m Höhe) unter Berücksichtigung des Bodenmaterials angepasst werden.

Tabelle 5: Übersicht über die anfallenden Bodenmassen.

	Gesamtmenge			
	Anfallende Bodenmassen (inkl. Lockerungsfaktor)	Einzubauende Bodenmassen (inkl. Lockerungsfaktor)	Benötigte Lagerfläche	
			Anfallendes Material	Einzubauendes Material
Bodenmiete A	8.000 m³	8.000 m³	5.800 m²	5.800 m²
Bodenmiete B	18.700 m³	18.700 m³	13.600 m²	13.600 m²
Bodenmiete C	26.700 m³	5.400 m³	19.500 m²	3.900 m²
gesamt	53.400 m³	32.000 m³	39.000 m²	23.400 m²
	Vorhandene Lagerfläche:		76.600 m²	
	Laufender Meter			
Bodenmiete A	1,6 m³	1,6 m³	5 m²	
Bodenmiete B	3,7 m³	3,7 m³	5 m²	
Bodenmiete C	5,3 m³	1,1 m³	5 m²	
gesamt	10,7 m³	6,4 m³	15 m²	
	Vorhandene Lagerfläche:		15,3 m²	

6. Maßnahmen zur Vermeidung und Minimierung sowie zum Ausgleich von Beeinträchtigungen

Laut DIN 19639 (2019) handelt es sich bei Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen um Maßnahmen zum Bodenschutz, die im Bodenschutzkonzept für die Bauausführung, Rekultivierung und ggf. Zwischenbewirtschaftung geplant und umgesetzt werden. Der Umfang eines Vorhabens und die Leistungsfähigkeit der betroffenen Böden bestimmen wesentlich die Größe des Kompensationsbedarfs. Zur Vermeidung und Minimierung tragen daher eine möglichst geringe Flächeninanspruchnahme sowie die Lenkung von Eingriffen auf Flächen mit Böden geringerer Leistungsfähigkeit bei. Vermeidung bzw. Minimierung von Eingriffen in das Schutzgut Boden werden durch folgende Maßnahmen erreicht:

V1 – Bodenkundliche Baubegleitung

Die Maßnahme betrifft den gesamten Vorhabenbereich.

Das Vorhaben ist durch eine zertifizierte Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) zu begleiten. Die Bauleitung sowie die am Bau Beschäftigten werden über die Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen zum Boden aufgeklärt. Um eine erfolgreiche Bodenkundliche Baubegleitung gewährleisten zu können, sollte deren frühzeitige Einbindung beim Bauvorhaben und Bauvorbereitung sichergestellt werden. Hierzu gehört auch die regelmäßige Teilnahme an den Baubesprechungen.

Zur Dokumentation der Ausführung der baulichen Tätigkeiten auf Übereinstimmung mit bodenfachlichen Auflagen der Genehmigung, Ausführungsplänen, Baubeschreibung, Leistungsbeschreibung sowie auch entsprechenden Verordnungen, Vorschriften und anerkannten Regeln der Technik sollten regelmäßige Begehungen der Baustelle durchgeführt werden.

Die Einhaltung aller genehmigten Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen im Zusammenhang mit Bodenschutz sind sicherzustellen sowie, falls im Genehmigungsverfahren nicht berücksichtigt, Ergänzungen in Plan und Ausführung durchzuführen.

Die Einhaltung der Vorgaben zu der Bearbeitbarkeit von Böden z. B. Einstellung der Arbeiten bei feuchten Bodenverhältnissen bzw. Einsetzen geeigneter Schutzmaßnahmen, der DIN 19639 und Maßnahmen zum Erosionsschutz sollten sichergestellt werden.

Die Bodenkundliche Baubegleitung dokumentiert bzw. bewertet Schäden an Böden und überwacht die Beseitigung festgestellter Beeinträchtigungen des Bodens. Der Zustand des Bodens wird ggf. im Zuge eines Beweissicherungsverfahrens und falls erforderlich unter Hinzuziehen eines Umweltlabors festgestellt (DIN19639).

V2 – Minimierung der Flächennutzung

Die Maßnahme betrifft den gesamten Vorhabenbereich.

Der Vorhabenbereich erstreckt sich ausschließlich auf die in den Unterlagen festgelegten Flächen. Eine Befahrung oder Benutzung von Flächen, insbesondere von landwirtschaftlichen Flächen und Landschaftsschutzgebieten, außerhalb des Vorhabenbereiches sollte nicht erfolgen. Die festgelegten Tabuflächen sind dementsprechend optisch abzugrenzen (z.B. durch Flatterband), um eine eindeutige Lokalisierung des Vorhabenbereiches zu ermöglichen. Generell ist die Inanspruchnahme des Bodens auf das nötige Minimum zu reduzieren. Abweichungen von den geplanten Flächennutzungen sind mit der Bodenkundlichen Baubegleitung abzustimmen (DIN 19639).

V3 – Minderung der Bodenverdichtung sowie lastenverteilende Maßnahmen

Die Maßnahme betrifft den gesamten Vorhabenbereich.

Die Bodenbearbeitung und das Befahren von Boden ohne Schutzmaßnahmen sollten nur bei ausreichend trockener Witterung geschehen. Böden, die einen Konsistenzbereich ko1 (fest) und ko2 (halbfest) aufweisen, können ohne Einschränkung bearbeitet werden. Bei einem Konsistenzbereich von ko3 (steif-plastisch) sollte bei einer Befahrung des Bodens der Maschineneinsatz, insbesondere deren Einsatzgewichte und Kontaktflächendrücke berücksichtigt werden (Vergleich V6 - Maschineneinsatz). Eine Bodenbearbeitung ist akzeptabel, solange der Boden in der Baggerschaufel noch rieselfähig ist. Böden, die im Konsistenzbereich ko4 (weich-plastisch) liegen sollte von einer Bodenbearbeitung und von einer Befahrung des Bodens ohne Schutzmaßnahmen abgesehen werden, da es sonst zu Bodenverdichtungen kommen kann (DIN 19639, BUNDESVERBAND BODEN 2013). Die witterungsbedingte Befahrbarkeit wird ggf. von der Bodenkundlichen Baubegleitung beurteilt und standortbezogen freigegeben (siehe Tabelle 6).

Die Baustelleneinrichtungsflächen sind mit lastverteilenden Platten auszulegen, um Bodenverdichtungen vorzubeugen. Hierfür eignen sich Platten aus Stahl, Aluminium oder Holz. Die Platten sind vor Kopf auszulegen, ohne den ungeschützten Boden zu befahren. Die Entnahme der Platten nach Bauabschluss erfolgt rückschreitend und restlos von der Fläche. Die Platten werden direkt auf dem Oberboden ausgelegt, um eine Verdichtung des oftmals verdichtungsempfindlicheren und schwer rekultivierbaren Unterbodens zu vermeiden (BUNDESVERBAND BODEN 2013, RUNGE ET AL. 2021). Ein Abtrag von Oberboden und die anschließende Auslage von lastverteilenden Platten auf dem Unterboden kann im Einzelfall jedoch empfehlenswert sein. Ebenso sollte die Dauer der Auslage von lastverteilenden Platten auf dem Oberboden sechs Monate nicht überschreiten (DIN 19639). Ebenso ist eine Lastenverteilung mittels mineralischer Schüttung möglich. Hierbei ist darauf zu achten, dass vor Schüttung ein reißfestes Geotextil oder Geovlies mit einem seitlichen Überstand von mind.

50 cm ausgelegt wird, um eine Vermischung der mineralischen Schüttung mit dem Bodenmaterial bestmöglich zu vermeiden. Die Mächtigkeit dieser Schüttung ist in Abhängigkeit von der Bodenart, den zu erwartenden Lasten und Witterungsverhältnissen zu wählen. Die Bodenkundliche Baubegleitung hat eine Abweichung auf Sinnhaftigkeit zur Minimierung von schadhaftem Einwirken auf den Boden zu prüfen.

In besonders verdichtungsempfindlichen Bereichen kann eine doppelte Auslage von lastverteilenden Platten nötig werden. Die Umsetzung ist in Abstimmung mit der Bodenkundlichen Baubegleitung durchzuführen. Die Anlage der Baustraße ist ebenfalls mit Fahrbohlen aus Stahl, Aluminium oder Holz anzulegen, sofern diese nicht auf bereits befestigten Wegen verläuft. Es empfiehlt sich insbesondere bei verdichtungsempfindlichen Böden die lastverteilenden Platten quer zur Fahrtrichtung auszulegen, um eine ausreichende Lastverteilung zu erreichen. Bei einer Auslegung der Platten längs der Fahrtrichtung kann es bei feuchten Bodenbedingungen zu einer Verschiebung oder zu einem Einsinken der Platten kommen, was eine unzureichende Lastverteilung und schadhafte Bodenverdichtungen mit sich ziehen kann (RUNGE ET AL. 2021). Zudem ist es empfehlenswert, vor allem für die Bauweise der *grünen Baustraße*, mindestens 9 - 6 Monate vor Planfeststellungsbeschluss die angesprochenen Flächen zu begrünen, sofern diese nicht bereits begrünt sind. Eine Begrünung der Fahrtrasse und der Baueinrichtungsfläche hat den Vorteil, dass die Vegetation den Boden durch die Wurzelstruktur zusätzlich vor Verdichtungen schützt (BUNDESVERBAND BODEN 2013).

Tabelle 6: Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereich und Bodenfeuchte (verändert nach DIN 19639,2019).

Bodenfeuchtezustand		Befahrbarkeit	Bearbeitbarkeit	Verdichtungs-empfindlichkeit
Konsistenzbereich	Feuchtstufe			
ko1 fest	trocken	optimal	Bindige Böden: mittel bis ungünstig Nicht bindige Böden: optimal	gering
ko 2 halbfest	schwach feucht	gegeben	optimal	mittel
ko 3 steif-plastisch	feucht	Eingeschränkt, nach Nomogramm	eingeschränkt	hoch
ko 4 weich-plastisch	sehr feucht	Nur auf befestigten Baustraßen	Nicht bearbeitbar, unzulässig	hoch
ko 5 breiig-plastisch	nass	Nur auf befestigten Baustraßen	Nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem

V4 – Umgang mit Bodenaushub/Bodenmieten

Die Maßnahme betrifft den gesamten Vorhabenbereich.

Abtrag:

Oberbodenmaterial ist von der Baustraße aus oder rückschreitend auf dem Oberboden mittels Bagger abzutragen. Der Einsatz von Planierraupen ist für bodenschonende Arbeiten nicht geeignet. Unterbodenmaterial und Untergrundmaterial sind, sofern technisch umsetzbar, von der Baustraße aus abzutragen. Sollte der Unterboden für die Abtragung befahren werden müssen, ist die Befahrung so gering wie möglich zu halten und es sind geeignete Fahrzeuge mit möglichst geringem Kontaktflächendruck einzusetzen (GEBHARDT & ZINK 2020). Die Grenzen der Befahrbarkeit der Bodenhorizonte sind durch die Bodenkundliche Baubegleitung festzulegen.

Für die Errichtung der Kabelschutzrohranlage (siehe Regelgrabenprofil Abb. 2, AMPRION 2023) sollte der Oberboden nur oberhalb des Kabelgrabens ausgehoben werden. Auf der restlichen Baubedarfsfläche entlang der Trasse (ca. 30 m) sollte der Oberboden nicht abgezogen werden, sondern lastenverteilende Maßnahmen, wie bei V3 beschrieben, ausgebracht werden. Die Platten werden direkt auf dem Oberboden ausgelegt, um eine Verdichtung des oftmals verdichtungsempfindlicheren und schwer rekultivierbaren Unterbodens zu vermeiden (BUNDESVERBAND BODEN 2013, RUNGE ET AL. 2021).

Lagerung:

Die temporäre Lagerung von Bodenmaterial wird nur auf den dafür vorgesehenen Flächen umgesetzt und ist auf das nötige Minimum zu beschränken. Sollte eine temporäre Lagerung nicht möglich sein, ist das Material abzufahren. Ebenso ist Bodenmaterial gemäß geltenden Richtlinien abzufahren (ERSATZBAUSTOFFV 2021), sofern es nicht wieder eingebaut werden kann. Gemäß dem Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ (2018) ist für die kurzzeitige Lagerung bis zum Abtransport von Bauabfällen am Entstehungsort, d.h. auf dem Baugelände, keine Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz erforderlich. Sofern die jeweiligen Abfälle am Anfallort länger als ein Jahr gelagert werden, ist eine Genehmigung nach Nr. 8.14 der 4. BImSchV erforderlich. Stofflich belasteter Bodenaushub darf nur am unmittelbaren Aushubort wieder eingebaut werden, wenn keine Gefahren im Sinne des Bodenschutzes ausgelöst werden. Das Abfallrecht findet dabei keine Anwendung (§ 2 Abs. 2 Nr. 11 KrWG). Überschüssiger Bodenaushub mit erhöhten Schadstoffgehalten darf nur nach den Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes, insbesondere geregelt in § 12 BBodSchV, verwertet oder entsprechend abfallrechtlicher Anforderungen entsorgt werden. Eine analytische Untersuchung wird nach Vorgaben der MantelV durchgeführt, um eine tatsächliche Belastung des Bodenmaterials zu klären. Der weitere Umgang des Bodenmaterials erfolgt in Absprache mit der Bodenkundlichen Baubegleitung, der zuständigen Bodenschutzbehörde und ggf. der zuständigen Abfallbehörde.

Oberbodenmaterial und Unterbodenmaterial sind getrennt voneinander in Mieten zu lagern. Eine Substratmischung ist unbedingt zu vermeiden. Sofern deutliche Unterschiede im Unterbodenmaterial vorhanden sind, ist der Unterboden separat nach den entsprechenden Bodenhorizonten zu lagern. Die Oberbodenmiete soll eine maximale Höhe von 2 m und die Unterbodenmiete eine maximale Höhe von 3 m nicht überschreiten (DIN 19639). Die Mieten sind trapezförmig anzulegen und die Flächen sind mit der Baggerschaufel zu profilieren, jedoch nicht fest anzudrücken, da sonst Bodenverdichtungen verursacht werden können. Die

Lagerung der Bodenmieten hat auf einem wasserdurchlässigen Geotextil zu erfolgen, um eine potenzielle Vernässung des Bodens zu vermeiden. Die Mieten sind nicht in Senken anzulegen. Außerdem sollte ausreichend Platz an den Mietfüßen eingeplant werden, so dass Niederschlagswasser abfließen kann.

Bei einer Lagerung von über zwei Monaten sind die Mieten direkt nach Ablagerung zu begrünen. Diese Maßnahme entzieht dem Bodenmaterial Wasser und trägt zur Stabilität, zur Gefügebildung und zum Erosionsschutz bei (KREBS ET AL. 2017). Die Einsaat sollte in Abstimmung mit der BBB, ÖBB sowie dem Flächennutzer erfolgen. Eine Befahrung der Bodenmieten oder eine Nutzung dieser als Lagerfläche ist nicht gestattet, da dies eine schadhafte Bodenverdichtung zur Folge haben könnte (GEBHARDT & ZINK 2020).

Wiedereinbau: Der Boden wird nach Fertigstellung der Baumaßnahme mittels Bagger vor Kopf oder von der Baustraße aus horizontweise eingebaut. Laut § 6 Abs. 3 BBodSchV ist „eine schädliche Bodenveränderung im Sinne des Absatzes 2 aufgrund von Schadstoffgehalten nicht zu besorgen, wenn Bodenmaterial oder Baggergut am Herkunftsort oder in dessen räumlichen Umfeld unter vergleichbaren Bodenverhältnissen sowie geologischen und hydrogeologischen Bedingungen umgelagert wird und das Vorliegen einer Altlast oder sonstigen schädlichen Bodenveränderungen aufgrund von Schadstoffgehalten auszuschließen ist.“ Eine Befahrung des eingetragenen Bodens ist zu vermeiden, um eine schadhafte Verdichtung desselben zu verhindern. Der Einbau erfolgt horizontweise mit dem Ziel die natürliche Lagerungsdichte wiederherzustellen. Es empfiehlt sich Bodenlagen von bis zu 30 cm aufzutragen und diese mit der Baggerschaufel leicht anzudrücken. Eine leichte Überhöhung ist tolerierbar und kann potenzielle Sackungsprozesse ausgleichen (GEBHARDT & ZINK 2020). Ein Einsatz von Maschinen zur statischen oder dynamischen Verdichtung, wie zum Beispiel Walzen, ist für den Wiedereinbau von Bodenmaterial ungeeignet und zu unterlassen. Eine Verdichtung über die natürliche Lagerungsdichte hinaus sollte vermieden werden. Eine Bodenverdichtung beim Wiedereinbau verursacht eventuelle Folgeschäden, die zu Stauwasser auf der Oberfläche und Aufwuchsschäden oder Ertragsminderungen führen könnten. Zwischen Ober- und Unterboden ist eine Aufräuhung der Oberfläche zu empfehlen, um eine bessere Verzahnung zu ermöglichen. Von einem schiebenden Wiedereinbau von Bodenmaterial ist abzusehen, da es hierdurch zu Bodenverdichtungen kommen könnte. Bei allen Arbeitsschritten sind die Vorgaben der DIN 19731 (Verwertung von Bodenmaterial), der DIN 18915 (Bodenarbeiten) und der DIN 19639 (Wiedereinbau) einzuhalten.

V5 – Vermeidung von Bodenverunreinigung und Grundwassergefährdung

Diese Maßnahme betrifft den gesamten Eingriffsbereich.

Beeinträchtigungen des Bodens und des Grundwassers durch Schadstoffeinträge im Zuge der Baumaßnahmen beim Umgang mit wasser- und bodengefährdenden Stoffen sollten durch die Verwendung von Maschinen und Geräten nach dem aktuellen Stand der Technik und durch sorgfältigen Umgang mit derartigen Stoffen verhindert werden, so dass für Fließ- und Stillgewässer, Wasserschutzgebiete und Überschwemmungsgebiete ein geringes Risiko besteht. Ferner ist dafür Sorge zu tragen, dass alle Regeln und Vorschriften zum Umgang mit wassergefährdenden Betriebsstoffen eingehalten werden. Zusätzlich sollten Bindemittel und Auffanggefäße auf der Baustelle vorgehalten werden.

Besonders im Bereich des Trinkwasserschutzgebiets sollte darauf geachtet werden, dass sämtliche Bauabfälle ordnungsgemäß entfernt bzw. wiederverwendet werden.

Im Bereich der Baustellenflächen sollten keine Materialien in und auf den Boden aufgebracht werden, die eine Bodenverunreinigung oder Grundwassergefährdung erzeugen. Hierbei sind die Anforderungen des § 12 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), insbesondere Abs. 9, zu berücksichtigen.

Zudem sollte der Einsatz von Verkleidungen („Casing“) im Eintritts- und Austrittsbereich der Bohrung in Betracht gezogen werden, um eine Vermischung der anstehenden Böden mit der Bohrspülung zu vermeiden (RUNGE ET AL. 2021). Die geschlossene Verlegung ist zudem in einer geeigneten Tiefe durchzuführen, um für ausreichende Überdeckung zu sorgen. Der Mindestabstand von 3 m zu einer Gewässersohle darf nicht unterschritten werden.

V6 – Maschineneinsatz

Diese Maßnahme betrifft den gesamten Eingriffsbereich.

Der Maschineneinsatz ist mit der Bodenkundlichen Baubegleitung abzustimmen und sollte unter Berücksichtigung der Empfindlichkeit der betroffenen Böden erfolgen. Die Grenzen der Befahrbarkeit sind nach Nomogramm gemäß DIN 19639 für jede Maschine zu beurteilen und die Maschinen entsprechend ihres möglichen Einsatzes einzuteilen. Es empfiehlt sich eine Einteilung in Maschinen, die nur auf befestigten Baustraßen, die nur bei tragfähigen (mechanisch stabilen) Böden im Konsistenzbereich ko1 bis 2 oder die im Konsistenzbereich ko 1 bis 3 einsetzbar sind (siehe Tabelle 7). Auf dieser Grundlage wird vor Baubeginn ein Maschinenkataster der zum Einsatz kommenden Fahrzeuge und Maschinen erstellt. Generell sind bodenschonende Maschinen (vor allem kettenbetriebene Fahrzeuge) mit möglichst großen Aufstandsflächen, die auch bei hohen Fahrzeuggewichten nur geringe Kontaktflächendrücke aufweisen (GEBHARDT & ZINK 2020), zu bevorzugen.

Tabelle 7: Beispiele für Maschinen-Einsatzgrenze für Raupenbagger und Planierraupen (DIN 19639).

Gerät	Einsatzgewicht [t]	Flächenpressung [kg/cm ²]	Maschinen-Einsatzgrenze [Saugspannung in cbar]
Raupenbagger	10	0,25	< 12,0
	20	0,40	< 12,0
	24,5	0,41	12,6
	30	0,50	18,8
	33,45	0,51	21,3
	40	0,60	30,0
	50	0,75	46,9
	70	0,90	78,8
	80	1,10	110
	20	0,37	< 12,0
Planierraupe	20	0,5	12,5

V7 – Einbau ortsfremden Bodenmaterials

Diese Maßnahme betrifft den gesamten Eingriffsbereich.

Wenn im Zuge der Bautätigkeit ortsfremdes Bodenmaterial (Boden, Füllsand, Bausand, etc.) verwendet wird, müssen entsprechende Eignungszertifikate und Herkunftsnachweise erbracht

werden. Dies betrifft beim Einbau in die durchwurzelbare Bodenschicht und unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht die Vorgaben gemäß BBodSchV. Generell muss Bodenmaterial, welches in oder auf einen Boden eingebracht wird, gleichwertige Eigenschaften aufweisen und darf nicht zu einer Verschlechterung des Bodenzustandes führen. Die Kriterien nach DIN 19731 müssen erfüllt werden. Ausgenommen hiervon sind technisch notwendige Verfüllungen um die Erdkabel im Grabenbett (ZFSV). Hier gelten der Vorschriften gemäß ErsatzbaustoffV.

V8 – Umgang mit belastetem Bodenmaterial, Bauschutt sowie Straßenaufbruch

Diese Maßnahme betrifft den gesamten Eingriffsbereich.

Sollte ein Verdacht auf belastetes Bodenmaterial bestehen, ist dieses separat und unbedingt auf einem wasserundurchlässigen Vlies oder Geotextil zu lagern. Eine analytische Untersuchung, entsprechend den Vorgaben der BBODSCHV, wird durchgeführt, um eine tatsächliche Belastung des Bodenmaterials zu klären. Der weitere Umgang des Bodenmaterials erfolgt in Absprache mit der Bodenkundlichen Baubegleitung und der zuständigen Bodenschutzbehörde.

Bauschutt (Bodenmaterial mit mineralischen Fremdbestandteilen von mehr als 10 Vol. %) darf nicht zwischengelagert werden, sondern muss direkt abtransportiert werden. Eine Nutzung dieser Materialien zur Wiederherstellung eines Bodens ist ausgeschlossen. Sollte keine Verwertung des Bauschuttes und Straßenaufbruchs möglich sein, sind diese gemäß geltenden Richtlinien abzufahren (ERSATZBAUSTOFFV 2021) und zu entsorgen.

V9 – Rekultivierung temporär genutzter Flächen

Diese Maßnahme betrifft den gesamten Eingriffsbereich.

Nach erfolgtem Wiedereinbau des Bodens sind die temporär genutzten Flächen sowie die wieder eingebauten Flächen auf schadhafte Bodenveränderungen zu überprüfen. Manchmal ist eine Oberbodenlockerung der Baustraßen-, Baueinrichtungs- und Lagerflächen nötig. Hierfür eignet sich der Einsatz von Kettenfahrzeugen mit sehr niedrigen Kontaktflächendrücken oder landwirtschaftliche Maschinen mit geeigneter Niedrigdruckbereifung. Die Arbeiten sollten nur bei ausreichend trockenen Bodenverhältnissen stattfinden, da sonst mit schadhafte Bodenverdichtungen zu rechnen sein könnte (BUNDESVERBAND BODEN 2013, DIN 19639). Die Bodenlockerung kann mit flach lockernden Geräten (Pflug, Grubber bis 30 cm, etc.) erfolgen und ist mit der Bodenkundlichen Baubegleitung abzustimmen. Sofern sich die Verdichtungen nicht ausschließlich auf den Oberboden reduzieren, ist zu klären, ob eine oberflächliche Lockerung ausreicht, oder ob eine Tiefenlockerung nötig wird.

Eine Zwischenbewirtschaftung ist empfehlenswert, sofern die Bodenbeeinträchtigungen nicht mit einer Lockerung des Oberbodens hinreichend behoben werden können. Die Zwischenbewirtschaftung fördert die Bodenstruktur und trägt zur Lockerung des Bodens bei. Für die Zwischenbewirtschaftung empfiehlt sich bei den Frühjahr- bzw. Vorsommerterminen die Einsaat von Pflanzen, die in der DIN 18915 Anhang E gelistet und durch die Bodenkundliche Baubegleitung in Abstimmung mit dem Flächenbewirtschafter und des Vorhabenträgers als geeignet bewertet worden sind. Eine einjährige Zwischenbewirtschaftung ist generell empfehlenswert, denn sie trägt zur Risikominderung für Bodenabtrag sowie der damit verbundenen Schäden in und außerhalb der Arbeitsflächen bei, und stellt die

Bodenstrukturen nach dem Eingriff wieder her. Bei einer Zwischenbewirtschaftung innerhalb des Schutzstreifens der Erdkabelleitung ist auf die technisch erlaubte Durchwurzelungstiefe zu achten. Eine mögliche Umsetzung und die dazugehörige Dauer einer Zwischenbewirtschaftung ist durch die Bodenkundliche Baubegleitung situativ zu empfehlen.

Die Festlegung einer Folgebewirtschaftung ist abhängig von der Intensität des Eingriffs und der allgemeinen Zielnutzung der Vorhabenfläche. Da der Grabenbereich teilweise weiterhin als Wirtschaftsweg beziehungsweise als Straße genutzt werden soll und alle weiteren Flächen in eine landwirtschaftliche Nutzung zurückgeführt werden, ist unter Berücksichtigung der Vermeidungsmaßnahmen und einer gegebenenfalls einzubeziehenden Zwischenbewirtschaftung keine Regulierung der Folgebewirtschaftung vorgesehen. Abweichungen hiervon können aber im Zweifelsfall nötig werden, wenn eine deutliche Verschlechterung des aktuellen Bodenzustandes zu befürchten ist (GEBHARDT & ZINK 2020).

V10 – Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen

Diese Maßnahme betrifft den gesamten Eingriffsbereich.

Sofern nach Abschluss der Rekultivierung und gegebenenfalls der Zwischenbewirtschaftung noch Beeinträchtigungen der ursprünglichen Bodenfunktionen vorliegen sollte, sind unter Berücksichtigung der standörtlichen Verhältnisse Meliorationen durchzuführen. Die Beeinträchtigung ist genau zu dokumentieren, um geeignete Maßnahmen ergreifen zu können. Es empfiehlt sich in dem Fall eine feldbodenkundliche, bodenphysikalische und gegebenenfalls eine bodenchemische Untersuchung. Bei der Beurteilung sind die gängigen Gesetze und Normen zu berücksichtigen (BBODSCHV, DIN 19639, etc.).

Bei starken Bodenverdichtungen können bei tiefreichenden Verdichtungen Tieflockerungsmaßnahmen, zum Beispiel durch Hublockerungs- oder Abbruchlockerungsverfahren, eingesetzt werden (GEBHARDT & ZINK 2020). Eine dynamische Lockerung des Unterbodens ist starren Verfahren vorzuziehen, da diese oftmals Unterbodenverdichtungen nicht hinreichend beseitigen. Eine zusätzliche, biologische Auflockerung durch die Pflanzung tiefwurzelnder Arten ist an dieser Stelle einzubeziehen, um eventuell vorhandene Verdichtungen zu lockern (LANGE ET AL 2016). Zudem kann je nach Ausgangsverhältnissen durch Kalkung und Zufuhr organischer Substanz eine biologische bzw. chemische Lockerung des Unterbodens gefördert werden.

Sofern Schotter oder andere Materialien in den Boden eingetragen wurden, sind diese restlos zu entfernen. Setzungen sind durch geeignetes Bodenmaterial auszugleichen. Ebenso sollten im Rahmen der Maßnahme eventuell entstandene Schadstoffbelastungen saniert werden. Der Rekultivierungserfolg sollte in Absprache mit der Bodenkundlichen Baubegleitung beurteilt und gegebenenfalls weitere notwendige Rekultivierungsmaßnahmen besprochen werden.

V11 – Umgang mit vorhandenen Drainagen

Diese Maßnahme betrifft den gesamten Eingriffsbereich.

Der Ausbau des Bodens hat in Bereichen mit vorhandenen Drainagen besonders vorsichtig zu erfolgen. Vorhandene Drainagesysteme sind nach Möglichkeit nicht zu verändern oder zu beschädigen. Sollte durch die Baumaßnahme ein Drainagerohr oder ein Wassersammler zeitweise verändert oder entfernt werden müssen, ist eine fach- und funktionsgerechte Wiederherstellung im Zuge der Grabenrückverfüllung durchzuführen (DIN 19639). Der

gesamte Umgang mit dem jeweiligen Drainagesystem ist zu dokumentieren. Die Einbindung des Eigentümers oder Pächters und der Bodenkundlichen Baubegleitung wird empfohlen.

7. Informationsweitergabe und Dokumentation

7.1 Vermittlung von Informationen

Die Inhalte des Bodenschutzkonzeptes sowie weiterer Auflagen sind in geeigneter Weise an alle am Bau beteiligten Firmen zu vermitteln.

Die Dokumentation soll den Bauablauf, das Rekultivierungsgeschehen sowie etwaig durchgeführte Meliorationsmaßnahmen umfassen. Relevant hierbei sind alle Arbeitsvorgänge und Maßnahmen, die den Boden mechanisch belasten, ihn bewegen, bearbeiten oder meliorativ behandeln.

Die Kommunikationswege und Meldepflichten der baubegleitenden Dokumentation sind im Vorfeld mit den zuständigen Behörden und der Bodenkundlichen Baubegleitung abzustimmen.

7.2 Ausgangszustand

Die Kartierungen nach DIN 19639 wurden bereits im Rahmen der Erstellung dieses Dokuments durchgeführt. Bei Bedarf sind zusätzliche Nachkartierungen durch die Bodenkundliche Baubegleitung durchzuführen.

7.3 Bauphase

Während der Bauphase ist eine regelmäßige vom Bauablauf und von der Witterung, insbesondere der Bodenfeuchteverhältnisse, abhängige Kontrolle vorzusehen. Diese ist durch die Bodenkundliche Baubegleitung durchzuführen. Geeignete Verfahren sind zum Beispiel die Ermittlung des Konsistenzbereichs nach DIN 18915 oder die Messung der Saugspannung mittels Tensiometer. Die Feststellung der Bodenfeuchteverhältnisse ist insbesondere nach stärkeren Regenereignissen zu wiederholen. Bei längeren Trockenphasen kann der Zeitraum des Überprüfungsintervalls nach Absprache mit der Bodenkundlichen Baubegleitung verlängert werden.

Neben der witterungsabhängigen Untersuchung ist das Baugeschehen und die Einhaltung der geforderten Maßnahmen bei Erdarbeiten durch die Bodenkundliche Baubegleitung zu begleiten und zu dokumentieren.

7.4 Abschluss

Nach Fertigstellung der Baumaßnahme und Durchführung der Rekultivierung ist ein Abschlussbericht zu erstellen, der insbesondere die Einhaltung der geforderten Maßnahmen und den zu erwartenden Erfolg der Rekultivierung beinhaltet. Eine Aufwuchsbonitur sowie die Beobachtung der Flächen nach starken Regenereignissen geben oftmals ausreichend Auskunft über den Erfolg der Maßnahmen. Bei Verdacht auf Einschränkungen der ursprünglichen Bodenfunktionen können geeignete Messungen der genutzten Flächen und der direkt angrenzenden Ackerflächen durchgeführt werden, um eine Beeinträchtigung des

Bodens festzustellen. Die Bodenkundliche Baubegleitung kann hierbei unterstützend tätig werden.

8. Bodenschutzplan

Der Bodenschutzplan dient der kartographischen Darstellung des geplanten Vorhabens in Verbindung mit den im Bodenschutzkonzept erarbeiteten Bodenschutzmaßnahmen im Bereich des vorsorgenden Bodenschutzes. Die folgenden Kartenblätter decken den gesamten Vorhabenbereich ab und vermitteln einige der wichtigsten Vermeidungsmaßnahmen im räumlichen Zusammenhang und im Zusammenhang mit der technischen Planung. Der Bodenschutzplan dient als Grundlage für die Ausführungsplanung bzw. Ausführung vor Ort.

Im Anhang 12-3 wird der Bodenschutzplan anhand von 10 Blättern im Maßstab 1: 2500 dargestellt. Es wird insbesondere auf den Kabelgraben, die Baueinrichtungsflächen und die Lagerflächen für Bodenaushub eingegangen.

9. Abschlusserklärung

Es wird versichert, dass die vorliegende Planunterlage gemäß dem aktuellen Kenntnisstand und nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt wurde.



Hungen, den 28.03.2024

Dr. Florian Schneider

10. Quellenverzeichnis

10.1 Gesetze und Verordnungen

BAUGB – BAUGESETZBUCH: Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 03. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I S. 4147) geändert worden ist.

BBODSCHG – GESETZ ZUM SCHUTZ VOR SCHÄDLICHEN BODENVERÄNDERUNGEN UND ZUR SANIERUNG VON ALTLASTEN (BUNDES-BODENSCHUTZGESETZ - BBODSCHG): Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist.

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

BlmSchV – Bunds-Immissionsschutzverordnung: 4. BImSchV, Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1799) geändert worden ist.

BNATSCHG – BUNDESNATURSCHUTZGESETZ: Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3908) geändert worden ist.

DÜV – DÜNGEMITTELVERORDNUNG: Verordnung vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 2. Oktober 2019 (BGBl. I S. 1414) geändert worden ist.

ERSATZBAUSTOFFV – ERSATZBAUSTOFFVERORDNUNG: Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischem Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke vom 09. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 186) geändert worden ist.

HALTBODSCHG – HESSISCHES DENKMALSCHUTZGESETZ: Hessisches Altlasten- und Bodenschutzgesetz vom 28. September 2007 (GVBl. I S. 652) geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 30. September 2021 (GVBl. I S. 602)

HDSCHG – HESSISCHES GESETZ ZUR AUSFÜHRUNG DES BUNDES-BODENSCHUTZGESETZES UND ZUR ALTLASTENSANIERUNG: Hessisches Denkmalschutzgesetz vom 28. November 2016 (GVBl. I S 211)

KRWG – GESETZ ZUR FÖRDERUNG DER KREISLAUFWIRTSCHAFT UND SICHERUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHEN BEWIRTSCHAFTUNG VON ABFÄLLEN (KREISLAUFWIRTSCHAFTSGESETZ): Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 20 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist.

WHG – GESETZ ZUR ORDNUNG DES WASSERHAUSHALTS (WASSERHAUSHALTSGESETZ): Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Juni 2021 (BGBl. I S. 1699) geändert worden ist.

10.2 Literatur

- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (Hg.) (2005). Bodenkundliche Kartieranleitung. Unter Mitarbeit von Herwig Finnern, Walter Grottenthaler, Dieter Kühn und Werner Pälchen. 4., verb. und erw. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland. Schweizerbart'sche. Stuttgart.
- AMELUNG, W., BLUME, H-P., FLEIGE, H., HORN, R. & KANDELER, E., KÖGEL-KNABER, I., KRETZSCHMAR, R., STAHR, K. & WILKE, B-M. (2018): Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde. 17., überarbeitete und ergänzte Auflage 2019.
- BUNDESNETZAGENTUR (2020). Bodenschutz beim Stromnetzausbau, Rahmenpapier. Bonn.
- BUNDESVERBAND BODEN (2013). Bodenkundliche Baubegleitung BBB. Leitfaden für die Praxis. Berlin. Erich Schmidt Verlag (BVB-Merkblatt, 2).
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2017): Auswirkungen der Erdverkabelung auf den Pflanzenbau. Sachstand. Wissenschaftliche Dienste WD 5 – 3000 – 125/16
- DIN 18915:2018-06: Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten
- DIN 19639:2019-09: Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben.
- DIN 19731:2023-10: Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial, 2011.
- DVGW (2013): Technischer Hinweis – Merkblatt DVGW G 451 (M) –Bodenschutz bei Planung und Errichtung von Gastransportleitungen. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.; Bonn
- ENGEL, N. & PRAUSE, D. (2021): Erhalt und Wiederherstellung von Bodenfunktionen in der Planungspraxis. – 12 S., 2 Tab.; Hannover
- GEBHARDT, S. & ZINK, A. (2020): Gutachten zu Leitfaden Bodenschutz auf Linienbaustellen. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein.; Kiel
- HLNUG - HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (2019). Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BAUGB. Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden in Hessen und Rheinland-Pfalz (Umwelt und Geologie. Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 14). Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG). Wiesbaden.
- HMUKLV – HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2012): Bodenschutz in der Bauleitplanung Arbeitshilfe zur Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der Abwägung und der Umweltprüfung nach BauGB in Hessen.
- HMUKLV – HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2014): Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen.
- HMUKLV – HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2017): Rekultivierung von Tagebau- und sonstigen Abgrabungsflächen Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht.

- HMUUKLV – HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2018): Boden - mehr als Baugrund Bodenschutz für Bauausführende.
- HMUUKLV – HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2020): Bodenschutz in Hessen. Arbeitshilfe: Aufbringung von Bodenmaterial zur landwirtschaftlichen oder erwerbsgärtnerischen Bodenverbesserung.
- KREBS, R., EGLI, M., SCHULIN, R. & TOBIAS, S. (HRSG.) (2017): Bodenschutz in der Praxis, 1. Auflage. UTB-Verlag.
- LABO - BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (2002): Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden (§ 12 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung), 11.09.2002.
- LABO - LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODEN (2011): Archivböden. Empfehlungen zur Bewertung und zum Schutz von Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte. Hrgb: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO). Aachen.
- LABO - LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODEN (2018): Checklisten Schutzgut Boden für Planungs- und Zulassungsverfahren Arbeitshilfen für Planungspraxis und Vollzug. Hrgb: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO). Aachen.
- LAGA - LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (2003): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen. Mitteilung der LAGA 20 – Technische Regeln. Endfassung vom 06.11.2003.
- LAGA - LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (2003): Teil II TR Boden: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln für die Verwertung von Boden. Endfassung vom 05.11.2004.
- LANGE, F-M., MOHR, H., LEHMANN, A., HAAFF, J. & STAHR, K. (2016): Bodenmanagement in der Praxis, Vorsorgender und nachsorgender Bodenschutz, Baubegleitung, Bodenschutzrecht. Springer Vieweg, Wiesbaden.
- Regierungspräsidium Darmstadt, Gießen, Kassel (2018): Merkblatt Entsorgung von Bauabfällen, Stand: 01.09.2018.
- RUNGE, K., SCHOMERUS, T., GRONOWSKI, L., MÜLLER, A., RICKERT, C. (2021): Hinweise und Empfehlungen zu Vermeidungsmaßnahmen bei Erdkabelvorhaben. F+E-Vorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplanes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, BfN-Skripten 606.
- STAHR, K., KANDELER, E., HERRMANN, L. & STRECK, T. (2016): Bodenkunde und Standortlehre, 3. Auflage. Eugen Ulmer KG, Stuttgart (Hohenheim).
- ZECH, W., SCHAD, P. & HINTERMAIER-ERHARD, G. (2014): Böden der Welt – Ein Bildatlas. 2. Auflage. Springer-Spektrum, Berlin-Heidelberg.

10.3 Internetquellen

HLNUG – HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (2023a): BodenViewer. Unter: <https://bodenviewer.hessen.de/mapapps/resources/apps/bodenviewer/index.html?lang=de> (abgerufen am 01.12.2023).

HLNUG – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2023b): Geologie-Viewer Hessen. Unter: <https://geologie.hessen.de> (abgerufen am 01.12.2023).

10.4 Unterlagen und Gutachten zum Vorhaben

AMPRION GMBH (2023): Erläuterungsbericht 110-KV-Erdkabel UA Welschgraben (Standort Kriftel) – UA IPH-West. Dortmund. Stand 28.11.2023.

TNL - TNL UMWELTPLANUNG (2023): Netzanschluss Industriepark Höchst (IPH). Bl. 0658 UA Welschgraben – IPH West. Neubau eines 110-kV-Hochspannungskabels. Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP) - Stand Dezember 2023. Hungen.