

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

Trans Europa Naturgas Pipeline GmbH und Co.KG
Gladbecker Straße 425
45329 Essen

Projekt-Nr.
DP2061 / DP2067

Datum
03.08.2021

TENP III

Mittelbrunn - Klingenmünster

– Bodenschutzkonzept –

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, <https://www.dr-spang.de>
58453 Witten, Rosi-Wolfstein-Straße 6, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Christian Spang, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christoph Spang

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Eberhard-Bauer-Str. 32, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Lyoner Straße 12, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 27, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, muenchen@dr-spang.de
14480 Potsdam, Großbeerenstraße 231, Haus III, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de

Banken: Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDE33HAN33
Stadtsparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN

INHALT	SEITE
1. ALLGEMEINES	5
1.1 Projekt	5
1.2 Auftrag	5
1.3 Verwendete Datengrundlagen	5
1.3.1 Bodenkarten	6
1.3.2 Bodenschutzfachliche Erkundungsbohrungen	6
1.4 Unterlagen	6
2. BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	8
2.1 Untersuchungskorridor und -trasse	8
2.2 Geologie	9
2.3 Landschaft und Vegetation	10
2.4 Bodentypen im Untersuchungskorridor	11
3. VORHABENBESCHREIBUNG UND PLANUNGSVORGABEN	13
3.1 Beschreibung des Vorhabens	13
3.2 Maßnahmen zur Flächenminimierung	17
3.3 Massenbilanz	17
4. BODENBEZOGENE DATENERFASSUNG UND BEWERTUNG	19
4.1 Geländeerhebungen nach KA 5	19
4.1.1 Vorbemerkung	19
4.1.2 Bodentypen laut BK50	20
4.1.3 Bodentypen und Bodeneigenschaften laut eigener Felderhebungen	25
4.2 Repräsentativität der Geländeerhebungen	31
4.3 Penetrologgeruntersuchungen	31
4.4 Weitergehende Bewertung der Böden	34
4.4.1 Bodenfunktionsbewertung	34
4.4.2 Verdichtungsempfindlichkeit	40
4.4.3 Erosionsempfindlichkeit	43
4.4.4 Schadstoffsituation	46
4.4.5 Bodenchemie und Nährstoffe	46

5.	AUSWIRKUNGEN, VORHABENBEZOGENE ZU ERWARTENDE BEEINTRÄCHTIGUNGEN DER BODENQUALITÄT UND DER FUNKTIONSERFÜLLUNG	49
5.1	Wirkfaktoren	49
5.1.1	Baubedingte Wirkfaktoren	49
5.1.2	Anlagenbedingte Wirkfaktoren	50
5.1.3	Betriebsbedingte Wirkfaktoren	52
6.	VERMEIDUNGS- UND MINDERUNGSMAßNAHMEN MIT KONKRETER BESCHREIBUNG DER GEPLANTEN MAßNAHMENUMSETZUNG	52
6.1	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen in der Bauphase	52
6.2	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die Rekultivierung	56
6.3	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die Zwischenbewirtschaftung	58
6.4	Maßnahmen bei Funktionseinschränkung	59
7.	ERLÄUTERUNGEN ZUM BODENSCHUTZPLAN	60
8.	VERMITTLUNG VON INFORMATIONEN	63
9.	DOKUMENTATION	63
10.	FAZIT	64
11.	ANLAGEN	
Anlage 1:	Lageplan mit Bodentypen (164)	
Anlage 2:	Lageplan mit Bodenfunktionen (163)	
Anlage 3:	Lageplan mit Verdichtungsempfindlichkeiten (entfällt)	
Anlage 4:	Lageplan mit Erosionsempfindlichkeiten (entfällt)	
Anlage 5:	Lageplan mit Darstellung der stofflichen Belastung (entfällt)	
Anlage 6:	Bodenschutzplan (163)	
Anlage 7:	Maßnahmenblätter (31)	
Anlage 8:	Minstdaten für Untersuchungen nach § 2 BBodSchG (41)	
Anlage 9:	Ergebnisse Penetrologger (41)	

- Anlage 10: Auswertung der bodenchemischen Analytik
- Anlage 10.1 Tabellarische Auswertung der bodenchemischen Analytik (1)
- Anlage 10.2 Prüfbericht Nr. 21-06559 der UCL Umwelt Control Labor GmbH (41)
- Anlage 10.3 Protokolle der Analyse des Kalkgehaltes (40)

1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Die Trans-Europa-Naturgas-Pipeline (TENP) GmbH & Co. KG plant die Erneuerung des TENP-Leitungssystems im Leitungsabschnitt zwischen der Verdichterstation Mittelbrunn (Verbandsgemeinde Landstuhl, Landkreis Kaiserslautern) und der Armaturenstation Klingmünster (Verbandsgemeinde Bad Bergzabern, Landkreis Südliche Weinstraße). Die geplante Gasversorgungsleitung (TENP III) soll in weiten Teilen in der bestehenden Trasse der Leitung TENP I (Leitung Nr. 50, DN 900 / DN 1000) verlegt werden, welche in diesem Zuge ausgebaut wird. Die Leitungsbaumaßnahme ist erforderlich, da im Rahmen der regelmäßig durchgeführten Inspektionen Korrosionsschäden an der bestehenden Leitung lokalisiert wurden.

1.2 Auftrag

Die TENP GmbH & Co. KG hat der Dr. Spang GmbH im Rahmen der Bestellung Nr. 801/4510198475/01 am 18.11.2020 den Auftrag erteilt ein Bodenschutzkonzept zu erstellen.

1.3 Verwendete Datengrundlagen

Als relevante Informationsquellen wurden auch die wesentlichen Datengrundlagen laut DIN 19639 in Abhängigkeit des Planungsstandes sowie eigene Erkundungen herangezogen. Von besonderer Bedeutung sind:

1.3.1 Bodenkarten

Als flächendeckende Grundlage zur Erfassung und Bewertung des Schutzgutes Boden steht die Bodenkarte 1:50.000 (BK50) [U 4] in elektronischer Form und blattschnittfrei zu Verfügung. Auf Basis der zur Verfügung gestellten Daten des LGB Rheinland-Pfalz werden die zu erwartenden Bodeneigenschaften und Bodenfunktionen ermittelt und bewertet.

1.3.2 Bodenschutzfachliche Erkundungsbohrungen

Zwischen dem 19.01. und dem 09.02.2021 wurden zur Beurteilung der bodenkundlichen Verhältnisse insgesamt 41 Sondierungen mit der Pürckhauer-Sonde entlang des Trassenabschnittes durchgeführt. Mit 31 Sondierungen sollten alle Bodentypen nach BK50 entlang der Leitungstrasse der TENP I, entsprechend der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 5, [U 5]), systematisch erfasst werden. Weitere 10 Sondierungen (ebenfalls durchgeführt nach KA 5) wurden zur Beurteilung der gestörten Bodenverhältnisse im Nahbereich des ehemaligen Rohrgrabens der TENP I durchgeführt.

Darüber hinaus wurden an allen Aufschlusspunkten Messungen mit dem Penetrologger durchgeführt, um Kenntnisse über die Lagerungsdichte, bzw. die Zustandsform der Böden zu erlangen. Alle Aufschlusspunkte wurden per GPS eingemessen (Genauigkeit $\pm 4,0$ m).

1.4 Unterlagen

Zur Bearbeitung des Projektes wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

[U 1] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU (LGB), Rheinland-Pfalz: **Geologische Übersichtskarte 1 : 300.000 (GÜK300)**; <https://mapclient.lgb-rlp.de/> (abgerufen im April 2021).

[U 2] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU (LGB), Rheinland-Pfalz: **Geologische Karte von Rheinland-Pfalz, 1 : 25.000; Blatt CC 6711, Pirmasens-Nord**, Mainz, 1974.

- [U 3] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU (LGB), Rheinland-Pfalz: **Bodenübersichtskarte 1 : 200.000 (BÜK200)**; <https://mapclient.lgb-rlp.de/> (abgerufen im April 2021).
- [U 4] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU (LGB), Rheinland-Pfalz: **Bodenkarte 1 : 50.000 (BK50)**; <https://mapclient.lgb-rlp.de/> (abgerufen im April 2021).
- [U 5] AD-HOC-AG BODEN: **Bodenkundliche Kartieranleitung 2005 (5. verbesserte und erweiterte Auflage)**. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- [U 6] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU (LGB), Rheinland-Pfalz: **Bodenflächendaten 1 : 5.000 (BFD5L)**; <https://mapclient.lgb-rlp.de/> (abgerufen im April 2021).
- [U 7] EIJKELKAMP AGRISEARCH EQUIPMENT **Gebrauchsanweisung Penetrologger 06.15.31.**; 2013.
- [U 8] OPEN GRID EUROPE GMBH: **Trassierungsplan, 1 : 1.000**; Blätter G 3107 bis G 3244, Netzausbau TENP III Mittelbrunn – Klingenmünster.
- [U 9] E.ON RUHRGAS AG, Essen: **RN 268–022: TVB** – Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Gasleitungen aus Stahlrohren – Werksnorm, Stand Juni 2010.
- [U 10] HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE: **Bodenfunktionsbewertung für die Raum- und Bauleitplanung in Hessen und Rheinland-Pfalz**, Wiesbaden, Juni 2012.
- [U 11] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU (LGB), RHEINLAND-PFALZ: **Themenhefte Vorsorgender Bodenschutz, Heft 1: Bodenfunktionsbewertung für die Planungspraxis**, Mainz, April 2016.
- [U 12] GEOLOGISCHER DIENST NORDRHEIN-WESTFALEN - LANDESBETRIEB: **Verdichtungsempfindlichkeit**; https://www.gd.nrw.de/wms_html/bk50_wms/pdf/VER.pdf (abgerufen im April 2021).

[U 13] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU (LGB), Rheinland-Pfalz: **Standortprofildaten (tabellarisch) für den Untersuchungsbereich**, übergeben im Mai 2021.

[U 14] UMWELTBUNDESAMT (UBA): **Bodenerosion durch Wind - Sachstand und Handlungsempfehlungen zur Gefahrenabwehr**. März 2017, Dessau-Roßlau.

[U 15] EUROPÄISCHE UMWELTAGENTUR (EUA) (23.11.2020): **Boden, Land und Klimawandel**; <https://www.eea.europa.eu/de/signale/eua-signale-2019/artikel/boden-land-und-klimawandel> (zuletzt geprüft 03.05.2021).

[U 16] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU (LGB), Rheinland-Pfalz: **Bodenerosion (ABAG) 1 : 5.000**; <https://mapclient.lgb-rlp.de/> (abgerufen im Juni 2021).

2. BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

2.1 Untersuchungskorridor und -trasse

Die Trassenführung beginnt an der Verdichterstation Mittelbrunn (LK Kaiserslautern) im Norden der Sickinger Höhe (Pfälzisch-Saarländisches Muschelkalkgebiet) und verläuft weiter in südlicher bis südöstlicher Richtung. Das Gebiet ist geprägt durch Hochebenen mit Geländehöhen um +400,00 m NHN und mehreren ca. 150 m tief eingeschnittenen Kerbtälern (Arnbach, Schauerbach). Die Hochflächen werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Im Bereich der Steilhänge wird Forstwirtschaft betrieben.

Im Bereich der Station Höheinöd (LK Südwestpfalz) verläuft die Trasse weiter in östlicher bis südöstlicher Richtung durch das östliche Westrichtland (Pfälzisch-Saarländisches Muschelkalkgebiet). Hier geht das Muschelkalkplateau in den Buntsandstein über. Auch dieses Gebiet ist geprägt von landwirtschaftlich genutzten Hochebenen und dem Kerbtal des Schwarzbachs mit forstwirtschaftlich genutzten Hängen.

Zwischen den Orten Clausen und Merzalben (LK Südwestpfalz) beginnt der westliche Pfälzer Wald (Haardtgebirge), der deutlich überwiegend forstwirtschaftlich genutzt wird. Das Gebiet ist gekennzeichnet durch ein ausgeprägtes Relief und tief eingeschnittene Kerbtäler. Die Vegetation wird durch Misch- und Nadelwald bestimmt. Hier treten teilweise Moose, Heidekraut, und auch Flechten auf. An den Hängen der Taleinschnitte ist häufig triassisches Deckgebirge vegetationsfrei aufgeschlossen.

Ausgehend von der Schieberstation Merzalben verläuft die Leitungstrasse in östlicher bis südöstlicher Richtung durch die Verbandsgemeinde Hauenstein im Landkreis Südwestpfalz, über die Station Schwanheim bis zur Gemeinde Klingenmünster, die dem Landkreis „Südliche Weinstraße“ angehört. Die Gemeinde Klingenmünster ist Teil des Oberrheinischen Tieflandes und liegt an der Grenze zum Pfälzerwald in der Vorbergzone. Für dieses Gebiet sind landwirtschaftlich genutzte Hügellandschaften charakteristisch. Der Untersuchungskorridor liegt hier innerhalb eines Weinanbaugebietes.

Die Leitungstrasse verläuft durch einen Naturpark, ein FFH-Gebiet, ein Naturschutzgebiet sowie ein Vogelschutzgebiet (siehe Tabelle 2.3-1). Die Lage der Schutzgebiete ist in den Planungsunterlagen enthalten.

Schutzgebiet	Amtliche Kennzahl
Naturpark Pfälzerwald - Pflegezone - Merzalben Naturpark Pfälzerwald - Kernzone - Quellgebiet der Wieslauter	07-NTP-073-000
FFH „Biosphärenreservat Pfälzerwald“	6812-301
NSG „Falkenburg-Tiergarten“	NSG-7340-062
VSG „Pfälzerwald“	6812-401

Tabelle 2.1-1: Schutzgebiete im Trassenverlauf

2.2 Geologie

Gemäß der **Geologischen Karte** [U 1] befindet sich der Trassenabschnitt zwischen Mittelbrunn und Waldfishbach-Burgalben im Pfälzisch-Saarländischen Muschelkalkgebiet (Trias), dem sich in westlicher Richtung der Pfälzerwald anschließt. Oberflächennah steht überwiegend Buntsandstein

aus der mittleren und oberen Buntsandsteinschicht der Pfalz (Trias) an. Dabei handelt es sich um Mittel- bis Grobsandsteine, welche z.T. konglomeratisch sind und Glimmer führen. Im oberen Bereich ist der Sandstein tonig gebunden, an der Basis hingegen quarzitisch (Karlstal Felszone). Die oberflächennahen Schichten werden unterlagert von Oberrotliegendem (Perm) in Form von Fanglomeraten, Arkosen und Tonsteinen.

Im Trassenabschnitt zwischen Merzalben und Schwanheim stehen gemäß [U 1] großflächig die Sedimentgesteine des Unteren Buntsandsteins der Pfalz (Rehberg- und Schlossberg-Schichten, Trias) an. Teilweise werden diese Schichten vom Mittleren und Oberen Buntsandstein der Pfalz überlagert. Im Bereich der Fließgewässer sind an der Geländeoberfläche fluviatile Sedimente des Holozäns vorzufinden. In den Talauen bei Merzalben können zudem lokale Moorbildungen angetroffen werden. Nahe Schwanheim sind oberflächennah vermehrt die klippen-/härtingsbildenden Trifels-Schichten aufgeschlossen, bei denen es sich ebenfalls um Schichten des Buntsandsteins der Pfalz handelt.

Zwischen Schwanheim und Klingenmünster verläuft die Trasse durch Sedimente und vulkanische Ablagerungen des Perms. Hier ist großflächig der Obere Zechstein (Annweiler- und Speyerbach-Schichten) vertreten. Lokal wird dieser von Buntsandsteinschichten der Pfalz überlagert. Nahe Klingenmünster stehen auch der Untere Zechstein mit den Queich- und Rothenberg-Schichten, sowie Rotliegend-Schichten des Permokarbons an.

2.3 Landschaft und Vegetation

Zwischen den Ortschaften Mittelbrunn und Clausen ist das Gebiet durch eine weitläufige Hügellandschaft gekennzeichnet. Die Flächen in diesem Bereich werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Die Vegetation besteht im Wesentlichen aus Gräsern, Moosen und Laubbäumen. Zwischen den Ortschaften Clausen und Klingenmünster durchläuft die Leitungsstrasse den Pfälzerwald. Das Gebiet ist durch bewaldete Steilhänge und Kerbtäler geprägt. Die Vegetation besteht aus Gräsern, Moosen und Flechten sowie Mischwald mit einer deutlichen Tendenz zu Nadelbäumen.

2.4 Bodentypen im Untersuchungskorridor

Der Untersuchungskorridor des Vorhabengebietes erstreckt sich zwischen Mittelbrunn im Nordwesten und Klingenstein im Südosten, und liegt damit zu einem großen Teil in der Bodengroßlandschaft 9.1 [U 3]. Diese ist ausgezeichnet durch Böden, die sich vorwiegend aus Wechsellagerungen von Sandsteinen und Konglomeraten mit Löss gebildet haben, und häufig in der stratigraphischen Einheit des Oberrotliegend und Buntsandsteins im Gebiet des Pfälzer Waldes und der Sickinger Höhe anzutreffen sind. Im westlichen Bereich schneidet das Vorhabengebiet die nördlichsten Ausläufer der Bodengroßlandschaft 7.1, die vorwiegend im Westrich ansteht [U 3]. Das Ausgangsgestein der hier gebildeten Böden weist einen hohen Anteil an Carbonaten auf. Im Südosten endet der Untersuchungskorridor in der Bodengroßlandschaft 6.3, die von Böden der Lösslandschaften des Berglandes und der Hügelländer geprägt ist. Diese bedecken weite Teile des Kraichgaus, der Vorderpfalz und des Kreises Bergstraße [U 3].

Folgt man dem Untersuchungskorridor von Mittelbrunn in Richtung Klingenstein, finden sich als dominanter Bodentyp zunächst Regosole, die aus holozänen Lössablagerungen entstanden sind, welche zumeist auf den stratigraphischen Einheiten der Germanischen Trias liegen (vorwiegend Buntsandstein und Muschelkalk). Das vereinzelt Auftreten von Gesteinen des Muschelkalks kann als Hinweis darauf gewertet werden, dass hier der Untersuchungskorridor die nördlichen Ausläufer der Bodengroßlandschaft 7.1 streift, für welche diese Gesteine als Bodenausgangsgestein infrage kommen [U 3]. Im Wechsel mit diesen Regosolen treten mit untergeordneter Häufigkeit podsolige Braunerden auf, die aus teils grobbodenreichen Sanden aus den stratigraphischen Einheiten des Buntsandsteins entstanden sind. Dem zwischengeschaltet sind gelegentliche, schmale Streifen von Kolluvisolen, die aus grobbodenreichen holozänen Sanden entstanden und über tieferen Schichten des Buntsandsteins abgelagert sind. In Verbindung mit Fließgewässern lassen sich grundwassergeprägte Bodentypen wie Gley-Vega, Gley-Kolluvisol oder Gley antreffen.

Dem Untersuchungskorridor folgend setzt sich diese Bodenvergesellschaftung bis etwa zur Grenze zwischen den Gemeinden Clausens und Münchweiler a. d. Rodalb fort. Ab dort wird podsolige Braunerde aus schuttführendem Sand zum dominierenden Boden, der über dem tiefen Schuttsand aus den Sandsteinen des Buntsandsteins abgelagert ist. Dieser Wechsel scheint sich auf der Bodenübersichtskarte 1 : 200 000 des Blattes Mannheim (Nr. CC 7110) mit dem Wechsel der Bodenvergesellschaftung 75 zur Bodenvergesellschaftung 72 innerhalb der Bodengroßlandschaft 9.1 zu decken [U 3].

Daneben am häufigsten sind in diesem Gebietsabschnitt Podsol-Braunerden aus demselben Ausgangsmaterial vertreten. Gelegentlich sind Kolluvisole aus holozänem Kolluvialsand zwischengeschaltet. Im Gebiet der Gemeinde Merzalben liegen großflächige Pseudovergleyungen von Braunerden vor und wie bereits im vorhergegangenen Abschnitt des Untersuchungskorridors befinden sich im Bereich von Fließgewässern lokal grundwasserbeeinflusste Bodentypen.

In der Gemeinde Wilgartswiesen durchläuft der Untersuchungskorridor ein stark durch Vernässung geprägtes Gebiet, in dem Pseudogley-Braunerde und teils podsolige Braunerden aus Zechstein-Sanden mit Gleyen und Kolluvisolen aus quartären Ablagerungen vergesellschaftet sind.

Ab der Grenze zur Gemeinde Hauenstein bis zur Gemeinde Münchweiler am Klingbach lässt sich eine starke Dominanz der Braunerde feststellen. Am häufigsten tritt hierbei eine podsolige Braunerde aus schuttführendem Sand über Sandsteinen aus dem Zechstein auf. Teils ebenfalls podsolige Braunerden aus anderen Ausgangsgesteinen aus Zechstein und Buntsandstein sind damit vergesellschaftet. Gelegentlich tritt weiterhin podsoliger Kolluvisol aus holozänem Kolluvialsand auf, welcher Fragmente aus Zechstein und Buntsandstein vereint. Im Umkreis von Fließgewässern und Gräben ist in diesem Abschnitt häufig Gley aus holozänen kiesführenden Kolluvialsanden anzutreffen, der teilweise über längere Strecken im Bereich des Untersuchungskorridors liegt.

Im Bereich nach der Gemeinde Münchweiler am Klingbach setzt sich zwar die Dominanz des Bodentyps Braunerde fort, jedoch liegt der Ursprung des Ausgangsgesteins hier wieder im Buntsandstein anstatt im Zechstein. Podsol-Braunerden, die auch im Gebiet zwischen den Gemeinden Münchweiler a. d. Rodalb und Wilgartswiesen angetroffen werden, sind hier häufig mit den Braunerden vergesellschaftet.

Der Untersuchungskorridor endet in Klingenstein mit einem großflächigen Rigosol-Braunerde-Vorkommen, welche aus Flugsanden über pleistozänem Fluvialkiessand gebildet wurde. Dieser rasche Wechsel in der Herkunft des Ausgangsmaterials von Buntsandstein zu Pleistozän kann als Hinweis auf die Grenze zwischen den Bodengroßlandschaften 9.1 und 6.3 gedeutet werden [U 3].

3. VORHABENBESCHREIBUNG UND PLANUNGSVORGABEN

3.1 Beschreibung des Vorhabens

Zwischen Mittelbrunn und Waldfischbach-Burgalben verläuft die Trasse nahezu ausschließlich durch landwirtschaftlich genutzte Gebiete, die sich morphologisch als eben bis hügelig beschreiben lassen. Zwischen Waldfischbach-Burgalben und Klingenstein wird die bestehende Trasse durch den Pfälzerwald geführt, der sich durch z.T. stark geneigte Hochflächen und Hänge auszeichnet. Die Flächen in diesem Bereich werden überwiegend forstwirtschaftlich genutzt. Klingenstein liegt im Übergangsbereich zwischen dem Pfälzerwald und der Oberrheinischen Tiefebene (Vorbergzone). Daher sind die Randbereiche des Ortes durch mehr oder minder steile Berghänge gekennzeichnet. Die Hänge werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt (Weinanbau und andere Sonderkulturen). Die morphologisch eher flachen und ebenen Flächen im östlichen Teil der Ortschaft werden überwiegend als Ackerland genutzt.

Die geplante Leitungstrasse TENP III wird die Leitung-Nr. 50 (TENP I) ersetzen und soll weitestgehend trassengleich verlegt werden. Die geplante Ferngasleitung verläuft weitestgehend parallel zur Ferngasleitung TENP II (LNr. 450, DN 1.000) mit einem regulären Achsabstand von 5 m. Es werden sowohl Kreis- und Bundesstraßen, eine Autobahn, zwei Bahnstrecken, sowie ein Gewässer 2. Ordnung (Schwarzach), und 15 Gewässer 3. Ordnung gequert.

Die Mindestüberdeckung für Ferngasleitungen beträgt 1,0 m. Die Überdeckung der geplanten Leitung soll sich an der Überdeckung der parallel geführten TENP II orientieren und diese i.d.R. nicht unterschreiten. Werden Fremdleitungen, Gewässer, und Sonderbauwerke gequert, ist die Leitung ggf. entsprechend tiefer zu führen und ggf. in geschlossener Bauweise zu verlegen.

Die Verlegung der geplanten Ferngasleitung erfolgt planmäßig in folgenden Ausführungsschritten (siehe auch Kapitel 6.1):

1. Der Oberboden wird über die gesamte Breite des Arbeitsstreifens abgetragen und seitlich in Form von fachgerecht hergestellten Mieten gelagert.
2. Nach dem Räumen der Trasse, also dem Entfernen von z. B. Zäunen und sonstigen Gegenständen im Trassenbereich, wird zunächst das derzeit parallel zur TENP I geführte Kabelschutzrohr (KSR) mit Lichtwellenleitern der GasLINE neu im Schutzstreifen der TENP II verlegt. Dies geschieht grundsätzlich durch Einpflügen und ist erforderlich, da

Beschädigungen am KSR beim Aus- und Einbau der Rohre nicht verhindert werden können. In Bereichen von Kreuzungen mit Straßen oder Bachläufen wird das KSR durch ein HDD eingebracht.

3. In zuvor festgelegten Bereichen werden Baustraßen hergestellt.
4. In Bereichen mit geringem Grundwasserflurabstand werden Anlagen für die Wasserhaltung installiert. Die Anlagen für die Wasserhaltung werden ca. 5 bis 7 Tage vor Beginn des Grabenaushubs in Betrieb genommen.
5. Zur Sicherung des Rohrgrabens wird, je nach Erfordernis, ein Verbau hergestellt.
6. Ausbau TENP I: Zum Ausbau der TENP I wird der Rohrgraben bis zur Oberkante der Leitung ausgehoben. In Bereichen, in denen die Leitung getrennt wird, wird der Rohrgraben auch seitlich der Rohrleitung hergestellt (Kopflöcher). Hierbei werden die Böden des B-Horizonts und des C-Horizonts (Unterboden), soweit möglich, separiert und seitlich gelagert.
7. Die Leitung wird mittels Schneidbrenner oder durch Kaltschnitt (Sägen, Fräsen o.ä.) in Rohrsegmente geteilt, welche daraufhin ausgebaut und abgefahren werden.
8. Wo möglich, kann die Leitung auch von mehreren Hebegeräten angehoben und dann schwebend in Längen von ca. 18 m aufgetrennt werden (maximal transportierbare Länge).
9. Der Rohrgraben wird i. d. R. im Anschluss wieder provisorisch verfüllt. Das Material wird lagenweise eingebracht und verdichtet. Im Bereich des Rohrgrabens wird der C-Horizont vor Einbau des B-Horizonts und des Mutterbodens nivelliert und so das fehlende Rohrvolumen ausgeglichen. (In Bereichen von kürzeren Sonderstrecken ist auch der direkte Einbau des neuen Rohres vorgesehen. Dabei erfolgen zunächst die Profilierung und Vorbereitung der Sohle des Rohrgrabens, wie weiter unten beschrieben, ggf. mit Hilfe eines Schreitbaggers.)
10. Die neu zu verlegenden Rohre werden ausgefahren und daraufhin zu Strängen verschweißt.
11. Der Rohrgraben wird erneut ausgehoben und profiliert und ist mit einer mindestens 0,2 m mächtigen Bettung aus gesiebttem Bodenmaterial zu versehen. Das ggf. durch abgeplatzte Umhüllungsstücke verunreinigte Bettungsmaterial wird zur Aufbereitung oder fachgerechten Entsorgung abgefahren. Sollte der Bodenaushub zur Herstellung der Bettung nicht geeignet sein, wird dieser aufbereitet oder geeignetes Fremdmaterial (Sand) verwendet.
12. Die Rohrstränge werden mit Seitenbaum-Kränen / Rohrlegern in den Rohrgraben abgesenkt.
13. Die abgesenkten Rohrstränge werden in den Kopflöchern des Rohrgrabens miteinander verschweißt.
14. Der Rohrgraben wird schichtenweise verfüllt. Eventuell beschädigte Drainageleitungen werden im Zuge der Wiederverfüllung instandgesetzt. In Hanglagen werden zur Verhinderung von Längsläufigkeit im Rohrgraben Tonriegel eingebaut.

15. Der ggf. vorhandene Grabenverbau wird zurückgebaut.
16. Die Wasserhaltungsmaßnahmen werden eingestellt.
17. Die verlegte Leitung wird einer Wasserdruckprüfung unterzogen.
18. Der Oberboden wird wieder aufgetragen und ggf. weitere Rekultivierungsmaßnahmen eingeleitet.

Bei der **offenen Querung von Gewässern** ergeben sich folgende Zusatzmaßnahmen:

Es ist eine Wasserhaltung zu installieren. Auf der restlichen Trasse sind nur vereinzelt, vor allem im Bereich von Gewässerquerungen, Schicht- bzw. Grundwasserkörper angetroffen worden. In den bindigen Böden (vorrangig im Streckenabschnitt Mittelbrunn – Clausen) muss die Entwässerung mit **Vakuumpflanzen** erfolgen. Ggf. sind bei größeren Baugrubentiefen **Vakuumentiefbrunnen** erforderlich. Unmittelbar im Bereich des Fließgewässers sind häufig zudem durchlässige Böden vorhanden. Hier muss **ggf. das Fließgewässer durch Verdohlung o.ä. gefasst** und überführt werden sowie, falls erforderlich, eine **ergänzende Schwerkraftentwässerung** (Schwerkraft- bzw. Schwerkrafttiefbrunnen) der Randbereiche erfolgen.

Häufig ist die Errichtung eines Absetzbeckens (Stroh-/Vliesbarrieren) zur Vermeidung von Schwebstoffeintrag in das zu kreuzende Gewässer erforderlich. Verunreinigungen jeglicher Art sind zu vermeiden. Der Querungsbereich ist mit einem geeigneten Verbau zu sichern. Die Wasserhaltung ist unmittelbar nach Verlegung des Dükers abzustellen. Anschließend ist die Gewässerböschung wiederherzustellen.

Bei der **Querung von Straßen und / oder Gewässern in geschlossener Bauweise** ergeben sich folgende Zusatzmaßnahmen:

Nach Inbetriebnahme der Wasserhaltung sind die Start- und Zielgrube auszuheben. Im Anschluss ist die Pressvorrichtung in der Startgrube aufzubauen. Die erforderliche Mindestüberdeckung unterhalb des Querungsobjektes ist unbedingt einzuhalten. Nach dem Pressen/Bohren sind die Anschlussstellen mit den ankommenden und abgehenden Rohrsträngen zu verschweißen. Anschließend erfolgt die Verfüllung der Baugrube und der Rückbau des Verbaus. Zuletzt werden die Wasserhaltungsmaßnahmen eingestellt.

In den Hangbereichen mit besonders ausgeprägter Neigung (> 30°) wird der natürliche Reibungswinkel rolliger Böden überschritten, sodass die vorgesehene Einsandung des

Rohrstranges nicht möglich ist. In diesen Bereichen wird die Leitung entweder auf Beton oder auf Sandsäcken aufgelagert, die nach Einbau der Freispülsicherungen aufgeschlitzt werden müssen. Beim Verfüllen dieser Abschnitte ist darauf zu achten, dass die Freiräume zwischen den Sandsäcken sorgfältig ausgefüllt werden.

Der **Rohrgraben** wird lageweise verfüllt und verdichtet. Zuerst werden ca. 0,5 m Material aufgeschüttet und statisch verdichtet. Alle folgenden Lagen werden mit einer maximalen Mächtigkeit von ca. 0,3 m eingebaut und dynamisch verdichtet, sofern die Korngrößenverteilung des Bodens es zulässt. Bei Böden mit hohem Feinkornanteil (Schluff, Ton) wird von dynamischen Verdichtungsmaßnahmen zumeist abgesehen. Für die Wiederverfüllung des Rohrgrabens wird das zuvor nach Horizonten separierte Aushubmaterial verwendet. Bei der Wiederverfüllung ist die korrekte Reihenfolge der Horizonte zu beachten (erst das Ausgangsgestein, dann der Unterboden. Der Oberboden wird später separat aufgetragen). Das Aushubmaterial wird planmäßig mit einem Verdichtungsgrad von 95 % der Proctordichte (D_{Pr}) eingebaut, sofern es überwiegend Feinkorn enthält. Böden mit einem hohen Anteil an Grobkorn (Sand, Kies, Grus) werden planmäßig mit einem Verdichtungsgrad von 97 % der Proctordichte (D_{Pr}) eingebaut. Böden mit hohem Skelettanteil werden für den Einbau in der Leitungszone mit Hilfe eines Sieblöffelbaggers von Überkorn (> 20 mm) befreit. Alternativ wird die Leitung mit Fremdmaterial eingesandet, wobei der Überschussboden abgefahren wird.

Feinkornhaltige Böden sind vor Niederschlägen ebenso wie vor Austrocknung zu schützen. Bindige Böden werden i. d. R. mit Folie abgedeckt, da diese bei Wassersättigung von der Bodenklasse 4 in die Bodenklasse 2 nach DIN 18 300: 2012 übergehen können und damit aus bodenmechanischer Sicht ihre Wiedereinbaufähigkeit verlieren. Grundsätzlich sind die Oberbodenmieten bei einer Lagerungsdauer von mehr als zwei Monaten direkt nach Herstellung mit einer Zwischenbegrünung einzusäen.

Im Zuge der Verlegung anfallender Überschussboden wird üblicherweise im Bereich des Arbeitsstreifens flächig aufgebracht, solange sein Volumen ein Maß von ca. 0,79 m³ je lfd. Meter Trasse nicht maßgeblich überschreitet. Die daraus resultierende Erhöhung des Geländes liegt im Bereich von wenigen Zentimetern (2 – 3 cm). Sollte dies nicht möglich sein, wird der Boden abgefahren und fachgerecht entsorgt.

Vor dem Aufbringen des Oberbodens ist eine Lockerung des (durch Befahren) verdichteten Planums bis zu einer Tiefe $\geq 0,5$ m vorgesehen. Hierfür werden üblicherweise Spatenlockerer oder Wippscharlockerer eingesetzt. Bereichsweise kann auch eine Tiefenlockerung erforderlich sein. Die Lockerungsarbeiten werden üblicherweise bei trockener Witterung und günstigen Wassergehalten der betroffenen Böden durchgeführt, da der Boden anderenfalls noch zusätzlich verdichtet wird.

3.2 Maßnahmen zur Flächenminimierung

Durch den nahezu vollständigen Austausch der TENP I durch die TENP III innerhalb der bestehenden Trasse, ist die Trasse der TENP III bereits größtenteils vorgegeben. Die Nutzung der bisherigen Trasse hat den Vorteil, dass kaum in unbeeinträchtigte Böden eingegriffen wird. Die Böden des Rohrgrabens der TENP III sind bereits durch den Bau der TENP I stark anthropogen überprägt worden. Auch der Arbeitsstreifen wurde schon zwei Mal, für den Bau der TENP I und der TENP II, genutzt. Insofern stellt die Nutzung der bisherigen Trasse eine ideale Möglichkeit dar, den Eingriff in besonders schutzwürdige oder empfindliche Böden zu verringern.

Der Arbeitsstreifen hat auf freier Strecke, je nach Tiefenlage der Leitung, eine Breite von 34 bis 36 m. Diese kann nicht großflächig verringert werden, da Fläche für den Rohrgraben, die Befahrung (z. T. Baustraßen) und die ordnungsgemäße Lagerung des Bodenaushubs benötigt wird. Dennoch wird der Arbeitsstreifen stellenweise eingeeengt, etwa um Gehölzbestände oder Gräben sowie die entsprechenden Bodenbereiche zu schonen. Im Bereich von Wäldern wird die Arbeitsstreifenbreite teilweise, angepasst an den Altbestand und vorhandene Waldränder, auf bis zu 21 m reduziert.

3.3 Massenbilanz

Die Anforderungen an die Herstellung des Rohrgrabens sowie die anfallenden Aushubmassen wurden anhand der Ergebnisse der geotechnischen Erkundung des Vorhabenbereichs abgeleitet.

Abschnitt Mittelbrunn - Merzalben

In der nachfolgenden Tabelle 3.3-1 sind die Aushubmassen zusammengestellt, ohne Berücksichtigung von möglichen Tieferführungen aufgrund von Leitungen oder Sonderbauwerken.

Je 0,1 m Übertiefe vergrößert sich das Volumen des Aushubs um ca. 0,14 m³ je lfd. Meter Rohrgraben. Die Aushubmassen basieren auf den über die Trassenabschnittslänge von 22,7 km bezogenen Aushubmassen nach Abzug des Oberbodens. Dabei wurde das Volumen der bereits vorhandenen TENP I mit einem Nenndurchmesser von DN 1.000 nicht beachtet. Aufgrund des unbekanntem verwendeten Böschungswinkels beim Bau der TENP I, können sich die Aushubmassen des Fels bei einem Böschungswinkel von 45° über die gesamte Trassenlänge erhöhen.

Verlegungsart	Material	Böschungswinkel [°]	Aushub [m ³ /m]	Aushub [m ³]
im Regelfall	Gesamtaushub	60	ca. 6,0	134.400
	Lockergestein		ca. 5,8	130.600
	Fels		ca. 0,2	3.800
bei Sandböden	Gesamtaushub	45	ca. 8,0	181.600
	Lockergestein		ca. 7,8	176.800
	Fels		ca. 0,2	4.800
im Fels	Gesamtaushub	80	ca. 3,9	89.500
	Lockergestein		ca. 3,8	86.700
	Fels		ca. 0,1	2.800

Tabelle 3.3-1: Trassenbezogene Aushubmassen

Abschnitt Merzalben - Klängenmünster

Für die Rohrgrabensohle wurde in Abhängigkeit der Überdeckungshöhe eine überschlägig gemittelte Tiefe von 2,2 m unter GOK angesetzt. Zur Berechnung der Aushubmassen wurde die Rohrgrabensohle der TENP I hinzugezogen. Die in der Tabelle 3.3-2 aufgeführten Aushubmassen basieren abschätzend auf den, auf die Trassenlänge bezogenen Aushubmassen zweier benachbarter Bohrungen der geotechnischen Erkundung. Hierbei wurde von einer Verlegung der Leitung in einer neuen Trasse ausgegangen.

Nicht berücksichtigt in den Massen sind der Mehraushub für Tieferführungen und für den Böschungsaushub.

Bodenart	Schicht-Nr.	Aushub [%]	Aushub nach RAA zur AVB [m3]
Oberboden	1.1	8,8	9.912
Auffüllungen	1.2	4,8	5.406
bindige Böden	2.1, 2.2	13,7	15.432
gemischtkörnige Böden	2.1, 2.2, 3	23,3	26.245
Rollige Böden	3	26,8	30.188
Fels	4	22,6	25.457
Summen		100	112.640

Tabelle 3.3-2: Trassenbezogene Aushubmassen, schichtenabhängig

4. BODENBEZOGENE DATENERFASSUNG UND BEWERTUNG

4.1 Geländeerhebungen nach KA 5

4.1.1 Vorbemerkung

Die Basis der flächenhaften Auswertungen bildet der für die Trasse je nach Tiefenlage geplante Regelarbeitsstreifen von 34 bis 36 m Breite auf freier Flur. Ergänzt wurden die Erhebungen durch eigene Felduntersuchungen (s. Kapitel 4.1.3), die nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA5 [U 5] durchgeführt wurden. Die Bodenfunktionen wurden im Wesentlichen auf Grundlage der Bodenflächendaten 1:5.000 (BFD5 L) in ihrer digitalen Form [U 4] ermittelt.

4.1.2 Bodentypen laut BK50

In Tabelle 4.1.2-1 sind alle nach [U 4] ausgewiesenen Bodentypen im Trassenbereich (ohne Rohrlagerplätze) und der näheren Umgebung zusammengestellt. Zudem ist die Hauptnutzungsart des jeweiligen Bodentyps nach BK50 angegeben. Nicht alle der angegebenen Bodentypen werden durch das Vorhaben direkt beansprucht, manche liegen einige Meter von dem geplanten Baufeld entfernt und werden nur der Vollständigkeit halber aufgelistet.

Hinweis: Die Bodentypen laut Tabelle 4.1.2-1 sind in allen Bodenkarten der Anlage 1 (Maßstab 1:1.000) ausgewiesen.

Bodentyp nach BK50	Kürzel nach BK50	Hauptnutzungsart
Braunerde, podsolig, aus lössarmem, schutführendem Sand (Hauptlage) über Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	1	F
Braunerde, podsolig, aus schutführendem Sand (Hauptlage) über Schuttsand (Basislage) über tiefem Schuttsand aus konglomeratischem Sandstein (Buntsandstein)	10	F
Kolluvisol, vergleht, aus lössreichem Kolluvialschluff (Holozän) mit Siltstein (Rotliegend)	1001	G
Braunerde, podsolig, aus schutführendem Sand (Hauptlage) über Schuttsand (Basislage) über tiefem Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	11	F
Pseudogley-Braunerde, podsolig, aus lössarmem, kiesführendem Sand (Hauptlage) über lössarmem, kiesführendem Lehm (Mittellage) über sehr tiefem Schuttsand aus konglomeratischem Sandstein (Zechstein bis Buntsandstein)	13	F
Braunerde, pseudovergleht, aus löss- und grusführendem Sand (Hauptlage) über löss- und grusführendem Lehm (Mittellage) über tiefem Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	14	A
Podsol-Braunerde aus schutführendem Sand (flache Ober- über Hauptlage) über Schuttsand (Basislage) über tiefem Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	17	F

Bodentyp nach BK50	Kürzel nach BK50	Hauptnutzungsart
Braunerde, podsolig, aus schutführendem Sand (Hauptlage) über Schutt aus Sandstein (Zechstein)	1707	F
Braunerde aus lössarmem, grusführendem Sand (flache Haupt- über Mittellage) über Schutt aus Sandstein (Zechstein)	1708	G
Braunerde, podsolig, aus schutführendem Sand (Hauptlage) über Schuttsand (Basislage) über tiefem Schutt aus Sandstein (Zechstein)	1709	F
Braunerde-Podsol aus schutführendem Sand (Hauptlage) über Schutt aus Sandstein (Buntsandstein)	18	F
Braunerde aus flachem löss- und grusführendem Schluff (Hauptlage) über schutführendem Schluff (Basislage) über Schuttschluff aus Silt- bis Tonstein (Rotliegend)	24	F
Kolluvisol, podsolig, aus grusführendem Kolluvialsand (Holozän) über sehr tiefem Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	31	F
Gley aus kiesführendem Kolluvial- oder Fluvialsand (Quartär) aus Sandstein (Buntsandstein)	35	F
Gley aus kiesführendem Kolluvialsand (Quartär) aus Sandstein (Zechstein bis Buntsandstein)	36	G
Braunerde, podsolig, aus schutführendem Sand (Hauptlage) über Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	4	F
Pararendzina aus flachem lössarmem, grusführendem Schluffmergel (Holozän) über Grusschluffmergel (Basislage) über tiefem Grusschluffmergel aus Dolomitsandmergelstein (Muschelkalk)	40	A
Regosol aus flachem lössarmem, grusführendem Schluff (Holozän) über grusführendem Ton (Basislage) über tiefem entkalktem Sand- bis Tonmergelstein (Muschelkalk)	45	A
Pseudogley aus lössarmem, grusführendem Schluff (Hauptlage) über grusführendem Lehm (Basislage) aus Ton- und Sandstein (Buntsandstein bis Muschelkalk) über tiefem Schluffton (Tertiär) aus Tonstein (Buntsandstein)	48	G
Braunerde, podsolig, aus kiesführendem Sand (Hauptlage) über Schuttsand aus konglomeratischem Sandstein (Buntsandstein)	5	F

Bodentyp nach BK50	Kürzel nach BK50	Hauptnutzungsart
Regosol aus flachem lössarmem, grusführendem Sand (Holozän) über Schuttsand (Basislage) über Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	51	G
Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand (Hauptlage) über Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	52	F
Rigosol aus lössarmem Lehmmergel (Holozän) über Tonmergel (Basislage) über tiefem Schutt aus Kalkstein oder Dolomit (Keuper)	520	S
Terrae calcis-Rigosol aus schuttführendem Tonmergel (Holozän) über schuttführendem Tonmergel (Basislage) aus Kalkstein (Tertiär) und Kalkstein-Residualton (Tertiär)	521	S
Regosol aus flachem lössarmem, grusführendem Lehm (Holozän) über grusführendem Lehm (Basislage) aus Ton- und Sandstein (Buntsandstein) über Ton (Tertiär) aus Tonstein (Buntsandstein)	53	A
Braunerde-Rigosol aus Kiessand (Holozän) über Fluvialkiessand (Tertiär bis Pleistozän)	537	S
Rigosol-Braunerde aus Flugsand (Hauptlage) über Fluvialkiessand (Pleistozän)	539	S
Bänderparabraunerde aus Flug-/Schwemmsand (Quartär) über tiefem Sand (Tertiär)	544	A
Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand (Hauptlage) über Schuttsand (Basislage) über tiefem Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	56	F
Braunerde aus kiesführendem Sand (Hauptlage) über Grussand (Basislage) über tiefem Schuttsand aus Konglomerat (Buntsandstein)	57	F
Braunerde, podsolig, aus flachem grusführendem Sand (Hauptlage) über Grussand (Mittellage) über Schuttsand (Basislage) über tiefem Schuttsand aus Konglomerat und Sandstein (Buntsandstein)	58	F
Braunerde, podsolig, aus lössarmem, kiesführendem Sand (Hauptlage) über Schuttsand (Basislage) über tiefem Schuttsand aus Konglomerat (Buntsandstein)	59	F
Kolluvisol aus schuttführendem Kolluvialsand (Holozän) über tiefem Schuttsand (Basislage oder Tertiär) aus Sandstein (Buntsandstein)	62	F

Bodentyp nach BK50	Kürzel nach BK50	Hauptnutzungsart
Kolluvisol aus lössarmem, grusführendem Kolluvialsand (Holozän) über tiefem Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	63	G
Gley-Kolluvisol aus Kolluvialsand (Holozän) über sehr tiefem Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	64	G
Braunerde, podsolig, aus löss- und grusführendem Sand (Hauptlage) über löss- und grusführendem Lehm (Mittellage) über tiefem Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	66	F
Braunerde, podsolig, aus lössarmem, grusführendem Sand (Hauptlage) über Grussand (Basislage) über tiefem Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	71	F
Braunerde, podsolig, aus kiesführendem Sand (Hauptlage) über Fluvialkiessand (Quartär) über sehr tiefem Schuttsand aus z.T. konglomeratischem Sandstein (Buntsandstein)	72	F
Gley-Vega aus Auenlehm (Holozän)	77	G
Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand (Hauptlage) über Schuttsand (Basislage) über tiefem Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	9	F
Auengley aus Auensand (Holozän)	982	G
Kolluvisol aus grusführendem Kolluvialsand (Holozän) über Schuttsand (Basislage) über tiefem Schuttsand aus Sandstein (Buntsandstein)	983	F
Kolluvisol, podsolig, aus kiesführendem Kolluvialsand (Holozän) über sehr tiefem Schuttsand aus konglomeratischem Sandstein (Zechstein bis Buntsandstein)	986	F

Hauptnutzungsart:
A = Acker
F = Forst
G = Grünland
S = Sonderkultur

Tabelle 4.1.2-1: Darstellung der Bodentypen nach BK50 im Untersuchungsgebiet

In Tabelle 4.1.2-2 sind die prozentualen Anteile der Bodentypen an der Gesamtfläche innerhalb des geplanten Arbeitsstreifens der Baumaßnahme zusammengestellt. Die bereits gestörten Böden in den Leitungsrinnen der bestehenden TENP I und TENP II wurden für die Flächenbilanzierung der

einzelnen Bodentypen nicht berücksichtigt, da der ursprüngliche Bodentyp durch die anthropogene Umlagerung dort nicht mehr zu erwarten ist. Mit einer angenommenen Breite an der Oberkante des Rohrgrabens der bestehenden Gasversorgungsleitungen von ca. 4,0 m betrifft dies eine Gesamtfläche innerhalb des Arbeitsstreifens von ca. 406.180 m².

Bodentyp	%-Anteil an der beanspruchten Fläche	Betroffene Fläche in m ²
Braunerde (häufig podsolig)	48,4	527.137
Regosol	31,2	338.980
Kolluvisol	6,4	70.046
Podsol-Braunerde	5,1	55.450
Gley/Auengley	3,5	38.595
Rigosol-Braunerde	1,6	17.619
Pseudogley-Braunerde	1,3	13.791
Braunerde-Podsol	0,7	7.460
Gley-Kolluvisol	0,5	5.576
Gley-Vega	0,4	4.715
Pararendzina	0,4	4.512
Pseudogley	0,4	4.323
Braunerde-Rigosol	< 0,1	142
Summe	100,0	1.088.346

Tabelle 4.1.2-2: Darstellung der vorhabenbedingten Betroffenheit der einzelnen Bodentypen innerhalb des geplanten Arbeitsstreifens der Gasversorgungsleitung

Den Hauptanteil der im Vorhabenbereich auftretenden Bodentypen nehmen die Braunerden mit insgesamt ca. 48 % ein. Hinzu kommen Übergangsbodentypen, bei denen die Braunerde dominiert (z. B. Podsol-Braunerde mit ca. 5 % und weitere). Ebenfalls häufig sind Regosole mit etwa 31 % Flächenanteil. Alle weiteren Bodentypen kommen deutlich seltener vor. Kolluvisole nehmen einen Flächenanteil von etwa 6 %, Gleye bzw. Auengleye einen Anteil von 3,5 % ein. Die restlichen Bodentypen kommen mit einem Flächenanteil von jeweils unter 1 % vor.

Gemäß den aktuellen Planungsunterlagen werden neben den betroffenen Flächen für den Arbeitsstreifen auch Baubedarfsflächen für die Nutzung als Rohrlagerplätze benötigt. In

nachfolgender Tabelle 4.1.2-3 sind die prozentualen Anteile der Bodentypen an der Gesamtfläche der geplanten Rohrlagerplätze zusammengestellt.

Bodentyp	%-Anteil an der beanspruchten Fläche	Betroffene Fläche in m²
Braunerde (häufig podsolig)	47,9	63.815
Regosol	39,5	52.593
Tschernosem-Parabraunerde	11,4	15.232
Gley	0,6	862
Kolluvisol	0,5	652
Pseudogley	< 0,1	56
Summe	100,0	133.210

Tabelle 4.1.2-3: Darstellung der vorhabenbedingten Betroffenheit der einzelnen Bodentypen innerhalb der geplanten Baubedarfsflächen für Rohrlagerplätze

Ein Großteil der geplanten Rohrlagerplätze liegt mit knapp 48 % im Bereich der Braunerden. Auch Regosole machen mit ca. 39 % einen großen Anteil der beanspruchten Bodentypen aus. Auf ca. 11 % der Fläche wird Tschernosem-Parabraunerde beansprucht. Dieser Bodentyp ist lediglich auf einem Rohrlagerplatz östlich von Klingenmünster, abseits der eigentlichen Trasse im Bereich des Oberrheingrabens betroffen. Zwischen Pfälzer Wald und Rhein kommt dieser Bodentyp sehr häufig vor. Die weiteren Bodentypen werden auf weniger als 1 % der Fläche beansprucht.

Die Gesamtbedarfsfläche der Böden (Arbeitsstreifen, Rohrlagerplätze, bestehende Rohrgräben der TENP I und TENP II) zur Herstellung des Leitungsgrabens der TENP III beträgt ca. 1.627.736 m².

4.1.3 Bodentypen und Bodeneigenschaften laut eigener Felderhebungen

In der nachfolgenden Tabelle 4.1.3-1 sind die in der Bodenkarte von Rheinland-Pfalz [U 4] ausgewiesenen Bodentypen den Bodentypen gegenübergestellt, die im Rahmen der feldbodenkundlichen Kartierung angetroffen wurden. Sondierpunkte, die im Nahbereich der bereits bestehenden Gasversorgungsleitung TENP I ausgeführt wurden, sind mit einem „g“ versehen. Sie wurden als Doppelpunkt in unmittelbarer Nähe zu einer Sondierung außerhalb des Bereichs der bestehenden Leitung ausgeführt. Diese Punkte gehören demnach räumlich immer zum in der

Tabelle vorangestellten Bohrpunkt (z.B. BP 4 und BP 5g). Im Bereich der mit einem „g“ versehenen Bohrpunkte waren daher immer anthropogen gestörte Böden zu erwarten.

Sondierpunkt	Bodentyp nach BK50	Erkundeter Bodentyp nach KA5
BP 1	Regosol aus flachem, lössarmem, grusführendem Lehm (Holozän)	Regosol
BP 2g	Regosol aus flachem, lössarmem, grusführendem Lehm (Holozän)	anthropogener Kolluvisol
BP 3	Regosol aus flachem lössarmem, grusführendem Sand (Holozän)	Kolluvisol
BP 4	Regosol aus flachem, lössarmem, grusführendem Lehm (Holozän)	Normbraunerde
BP 5g	Regosol aus flachem, lössarmem, grusführendem Lehm (Holozän)	anthropogener Braunerde-Kolluvisol
BP 6	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	Braunerde-Kolluvisol
BP 7	Regosol aus flachem, lössarmem, grusführendem Schluff (Holozän)	Pseudogley-Braunerde
BP 8g	Regosol aus flachem, lössarmem, grusführendem Schluff (Holozän)	anthropogene Pseudogley-Braunerde
BP 9	Regosol aus flachem lössarmem, grusführendem Lehm (Holozän)	Humusbraunerde
BP 10	Regosol aus flachem lössarmem, grusführendem Sand (Holozän)	Kolluvisol
BP 11	Regosol aus flachem lössarmem, grusführendem Schluff (Holozän)	Humusbraunerde
BP 12	Regosol aus flachem lössarmem, grusführendem Lehm (Holozän)	Pseudogley-Braunerde
BP 13	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	Braunerde-Podsol
BP 14	Gley-Vega aus Auenlehm (Holozän)	Normvega
BP 15g	Gley-Vega aus Auenlehm (Holozän)	anthropogene Normvega

Sondierpunkt	Bodentyp nach BK50	Erkundeter Bodentyp nach KA5
BP 16	Regosol aus flachem lössarmem, grusführendem Lehm (Holozän)	Pseudogley-Braunerde
BP 17	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	anthropogene Braunerde
BP 18	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	Braunerde-Podsol
BP 19	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	Braunerde-Podsol
BP 20g	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	anthropogene Podsol-Braunerde
BP 21	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	anthr. überprägter Podsol-Kolluvisol
BP 22	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	podsolige Braunerde
BP 23	Podsol-Braunerde aus schuttführendem Sand	anthr. überprägte Podsol-Braunerde (mit Tendenz zur anthr. podsolierten Kolluvium-Braunerde)
BP 24	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	anthr. überprägter Podsol (mit Tendenz zum anthr. Kolluvium-Podsol)
BP 25	Podsol-Braunerde aus schuttführendem Sand	anthr. überprägter Braunerde-Podsol
BP 26	Braunerde, podsolig, aus kiesführendem Sand	Humusbraunerde
BP 27g	Braunerde, podsolig, aus kiesführendem Sand	anthropogene Humusbraunerde
BP 28	Gley aus kiesführendem Kolluvialsand (Quartär)	Normvega
BP 29	Braunerde, podsolig aus schuttführendem Sand bzw. Kolluvisol, podsolig, aus kiesführendem Kolluvialsand	anthropogene Humusbraunerde

Sondierpunkt	Bodentyp nach BK50	Erkundeter Bodentyp nach KA5
BP 30g	Braunerde, podsolig aus schuttführendem Sand bzw. Kolluvisol, podsolig, aus kiesführendem Kolluvialsand	anthropogene Humusbraunerde
BP 31	Braunerde, podsolig aus schuttführendem Sand bzw. Kolluvisol, podsolig, aus kiesführendem Kolluvialsand	Humusbraunerde
BP 32g	Braunerde, podsolig aus schuttführendem Sand bzw. Kolluvisol, podsolig, aus kiesführendem Kolluvialsand	anthropogene Humusbraunerde
BP 33	Gley aus kiesführendem Kolluvialsand (Quartär)	Normbraunerde
BP 34	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	Humusbraunerde
BP 35	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	Humusbraunerde
BP 36	Braunerde aus flachem Löss und grusführendem Schluff	Braunerde-Regosol
BP 37g	Braunerde aus flachem Löss und grusführendem Schluff	anthropogener Braunerde-Regosol
BP 38	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	anthropogener Braunerde-Podsol
BP 39	Braunerde, podsolig, aus schuttführendem Sand	Braunerde-Podsol
BP 40	Rigosol-Braunerde aus Flugsand	Braunerde-Rigosol
BP 41g	Rigosol-Braunerde aus Flugsand	anthropogener Braunerde-Rigosol

Tabelle 4.1.3-1: Gegenüberstellung der nach [U 4] ausgewiesenen Bodentypen und der Ergebnisse der feldbodenkundlichen Kartierung

Von den 41 erkundeten Bodentypen weichen 39 mehr oder weniger stark von dem zu erwartenden Bodentyp nach BK50 ab. Häufig handelt es sich bei den Abweichungen um geringfügige Unterschiede auf der Ebene der Varietäten oder um eine alternative Typenreihenfolge. In einigen

Fällen weichen die erkundeten Profile jedoch deutlich von den nach BK50 ausgewiesenen Bodentypen ab. Besonders deutlich sind die Abweichungen im nördlichen Abschnitt der Leitungstrasse, zwischen den Orten Mittelbrunn und Clausen (Sondierpunkte BP 1 bis BP 16). Hier sind nach BK50 überwiegend Regosole zu erwarten. Jedoch konnte ausschließlich am Sondierpunkt BP 1 der Bodentyp Regosol in „Reinform“ bestimmt werden. In diesem Abschnitt wurden hauptsächlich Kolluvisole, Braunerde-Kolluvisole und Pseudogley-Braunerden erkundet. Untergeordnet wurden auch Humusbraunerden und Normbraunerden angetroffen. Die Kolluvisole sind teilweise durch die Wiederverfüllung des Rohrgrabens nach der Verlegung der Ferngasleitung TENP I entstanden. Eine horizontgerechte Verfüllung ist in diesen Fällen nicht erfolgt. Eine weitere Ursache für Abweichungen ist erfahrungsgemäß der Kartiermaßstab der Bodenkarte von 1 : 50.000. Der Datensatz der Bodenkarte BK50 basiert auf stichprobenartig verteilten Sondierungen, zwischen denen die Bodentypen unter Zuhilfenahme geologischer Kartenwerke interpoliert werden. Mit dem angegebenen Hauptbodentyp vergesellschaftete Bodentypen oder feine geomorphologische Unterschiede bezüglich der Bodentypen werden nicht erfasst.

Die Sondierungen BP 17 bis BP 39 wurden im Naturpark Pfälzerwald ausgeführt. Nach BK50 sind in diesem Abschnitt der Leitungstrasse überwiegend podsolige Braunerden anzutreffen. Nach [U 5] wurden hier am häufigsten Braunerde-Podsole und Humusbraunerden erkundet. Untergeordnet konnten auch Podsol-Braunerde, Podsol, Podsol-Kolluvisol, Normbraunerde und Braunerde-Regosol bestimmt werden.

Die Sondierungen BP 40 und BP 41g wurden in Klingenmünster, in der Vorbergzone des Pfälzerwald, ausgeführt. In diesem Gebiet ist nach BK50 von einer großflächigen Verbreitung des Bodentyps Braunerde-Rigosol auszugehen. Die Tatsache, dass die Böden im weiten Umfeld der Sondierpunkte für den Anbau von Wein genutzt werden, bestätigen diese Angabe. Tatsächlich wurde hier im Rahmen der Felduntersuchungen Rigosol-Braunerde erkundet.

Sowohl im nördlichen Abschnitt der Leitungstrasse als auch im südöstlichen Abschnitt durch den Pfälzerwald wurde an je einem Standort Auenboden aufgeschlossen. Nach BK50 wird am Sondierpunkt BP 14 Gley-Vega, und am Sondierpunkt BP 28 Gley ausgewiesen. In beiden Fällen wurde bei den Felduntersuchungen eine Normvega bestimmt.

Neben den zehn Profilen, die im Bereich des ehemaligen Rohrgrabens der Leitung TENP I erkundet wurden, sind zusätzlich bei sieben weiteren Profilen anthropogene Veränderungen der

Horizontabfolge und Zusammensetzung festgestellt worden. Die Störung der natürlichen Lagerung ist überwiegend auf die Wiederverfüllung des Rohrgrabens nach durchgeführten Erdbaumaßnahmen zurückzuführen. Hierfür kommen neben der Leitungsbaumaßnahme selbst häufig auch Wegebaumaßnahmen als Ursache in Betracht. Annähernd 42 % aller selbst untersuchten Profile im Bereich des geplanten Arbeitsstreifens für die Verlegung der Leitung TENP III sind damit anthropogen verändert oder anthropogen überprägt. Diese sind entsprechend mit der Zusatzbezeichnung „anthropogen“ gekennzeichnet.

Als Ausgangsgestein sind hauptsächlich Sand- und Tonsteine des Buntsandsteins zu benennen. Vereinzelt liegen auch Sandsteine des Zechsteins vor. An den Sondierpunkten BP 7 und BP 11 bilden entkalkte Sand- bis Tonmergelsteine des Muschelkalks das Ausgangssubstrat. Im Bereich des Oberrheingrabens bei Klingemünster sind äolische Sedimente verbreitet.

Im nördlichen Abschnitt der Leitungstrasse weist der Feinboden in den meisten Profilen mittlere bis hohe Ton- und Schluffgehalte bei mittleren bis niedrigen Sandgehalten auf. Besonders verbreitet sind in diesem Abschnitt schluffiger Lehm (Lu), schwach toniger Schluff (Ut2) und mittel toniger Lehm (Lt3). Überwiegend sandige Böden wurden in diesem Bereich sehr selten angetroffen. In südöstlicher Richtung nehmen die Sandgehalte der Böden zu. Im Pfälzerwald sind überwiegend sandige Böden mit mittleren Schluffgehalten und niedrigen Tongehalten verbreitet. Besonders hervorzuheben sind hier schwach schluffiger Sand (Su2), mittel schluffiger Sand (Su3) und stark schluffiger Sand (Su4). Auch sandiger Schluff (Us) und reiner Sand (Ss) wurden bei den Felduntersuchungen im Pfälzerwald häufig angetroffen. Die Vegen weisen ebenfalls hohe Sand- und Schluffgehalte auf und liegen im Bereich der Bodenarten Su3 (mittel schluffiger Sand), Slu (schluffig lehmiger Sand) und Ls3 (mittel lehmiger Sand).

Etwa 17 % aller untersuchten Bodenprofile sind nahezu frei von Grobboden. Die Mehrheit der Profile weist Grobbodenanteile auf, die vertikal sehr unterschiedlich verteilt sind. Auch quantitativ unterscheiden sich die Grobbodenanteile der Profile z.T. stark voneinander. In den natürlichen Böden ist Grobboden überwiegend in Form von Kies enthalten, während die anthropogenen Böden tendenziell mehr Grus aufweisen.

Der Oberboden (Ah- bzw. Ap-Horizont) ist zumeist mittel humos (h3) und selten schwach humos (h2). Stark humose (h4) Oberböden wurden selten erkundet und befanden sich ausschließlich im Bereich des Pfälzerwaldes. Nach unten nimmt der Humusgehalt meist bis auf h1 (sehr schwach

humos) oder h0 (humusfrei) ab. Die Ausnahmen bilden hier die Kolluvisole und die erkundeten Normvegen, da der Humusgehalt in den M-Horizonten z.T. noch schwach bis mittelstark ausgeprägt ist.

Die natürlichen Böden im Bereich der Leitungstrasse, die feldbodenkundlich untersucht wurden, zeigten beim Kontakt mit Salzsäure keine Reaktion und können daher als weitgehend karbonatfrei klassifiziert werden. In den anthropogen beeinflussten Profilen der Sondierungen BP 17 und BP 29 erwiesen sich die Böden des B-Horizonts und des C-Horizonts als mittelstark (c3.3) bis sehr karbonatreich (c5). Der Karbonatgehalt ist auf Fremdbestandteile zurückzuführen, die durch Erdarbeiten in den Boden eingebracht wurden.

4.2 Repräsentativität der Geländeerhebungen

Grundsätzlich ist bei den Ergebnissen der Sondierungen zu beachten, dass diese nur für den konkreten Sondierpunkt und maximal die nähere Umgebung gelten können. Die Bodentypen und Bodeneigenschaften können sich kleinräumig stark ändern, sodass konkrete Aussagen über die Böden in einiger Entfernung kaum zu treffen sind. Eine Interpolation zwischen zwei Sondierpunkten ist nicht sinnvoll, da diese weit auseinander liegen (41 Sondierpunkte auf ca. 51 km Länge, davon 10 „Doppelpunkte“). Daher können die Ergebnisse der Sondierungen auch nicht als Grundlage für die Erstellung einer projektbezogenen Bodenkarte verwendet werden. Mit Hilfe der Sondierungen sollen die Angaben der Bodenkarte 1 : 50.000 von Rheinland-Pfalz in Bezug den Vorhabenbereich überprüft werden, und die Ableitung allgemeiner Aussagen über die Böden in diesem Bereich ermöglicht werden.

Da die Sondierungen naturgemäß punktuelle Daten liefern und die Bodentypen nicht in der Fläche bestimmt werden können, wurden für die Bewertung der Empfindlichkeit der Böden (Verdichtungsempfindlichkeit, Erosionsempfindlichkeit) und für die Bestimmung der Bodenfunktionen (welche die Schutzwürdigkeit bedingen) die Daten aus der BFD5 L [U 6] und der BK50 [U 4] angewendet. Die Bewertungen wurden jedoch anhand der eigenen Sondierungen auf Plausibilität geprüft. Die Empfindlichkeit der Böden und die Bodenfunktionen werden in Kapitel 4.4 beschrieben.

4.3 Penetrologgeruntersuchungen

Mit dem Penetrologger wurde der spezifische Eindringwiderstand der anstehenden Böden bis in eine Bodentiefe von maximal 80 cm ermittelt. An jedem Aufschlusspunkt der Pürckhauer-Sondierungen wurden hierbei drei Messungen mit dem Penetrologger durchgeführt. Für jeden Aufschlusspunkt sind die Ergebnisse der drei Einzelmessungen und das berechnete arithmetische Mittel graphisch dargestellt und können der Anlage 9 entnommen werden.

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte unter Berücksichtigung des jeweiligen Bodentyps. Die ermittelten Eindringwiderstände innerhalb der anthropogen beeinflussten Bodenbereiche der bereits bestehenden TENP I (Sonderprofile, mit „g“ gekennzeichnet) weichen im Vergleich zu denen der für den Rohrgraben nicht genutzten Bodenbereiche geringfügig ab. Bei drei von zehn Sonderprofilen sind die gemessenen Eindringwiderstände der anthropogen beeinflussten Bereiche insgesamt geringer als die des unbeeinflussten Vergleichsprofils. Bei diesen Profilen handelt es sich um eine Ackerfläche (BP 1/BP 2g) und zwei Bereiche im forstwirtschaftlich genutzten Umfeld (BP 26/BP 27g und BP 36/BP 37g). Bei zwei Sonderprofilen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen (BP 7/ BP 8g und BP 14/ BP 15g) waren keine wesentlichen Abweichungen der Eindringwiderstände festzustellen. Die übrigen fünf anthropogen beeinflussten Sonderprofile weisen höhere Eindringwiderstände auf als ihre unbeeinflussten Vergleichsprofile. Eines dieser Profile wurde im Bereich einer landwirtschaftlich genutzten Fläche erkundet (BP4/BP 5g), die übrigen wurden in forstwirtschaftlich genutzten Bereichen untersucht. Von einer Bodenveränderung durch flächendeckende Verdichtungen im Zuge der Leitungsbaumaßnahmen für die Verlegung der TENP I sind nach den Messergebnissen eher Böden in den forstwirtschaftlich geprägten Bereichen des Pfälzerwaldes betroffen. Ein möglicher Grund hierfür ist das Ausbleiben von Lockerungsarbeiten im Anschluss an die Baumaßnahme, wie sie auf landwirtschaftlich genutzten Flächen üblicherweise erfolgen.

Die in den feldbodenkundlichen Profilaufnahmen festgestellten Heterogenitäten (z.B. in Bezug auf die Korngrößenzusammensetzung oder die Farbe) innerhalb der untersuchten Bodenbereiche der bestehenden Leitungstrasse der TENP I können anhand der Messungen mit dem Penetrologger grundsätzlich nachvollzogen werden. Zur korrekten Interpretation der Messergebnisse ist die Kenntnis der Profilaufnahmen jedoch zwingend erforderlich, da auch die natürlichen Böden im Untersuchungsbereich lokal auftretende Heterogenitäten (z.B. hinsichtlich der Korngrößenzusammensetzung) aufweisen. Die Ursache dieser Heterogenitäten stellt die Substratgenese der natürlichen Böden dar. Die Hänge des Pfälzerwalds lagen während der pleistozänen Kaltzeiten in der periglazialen Zone, weswegen die Böden temporär auftauten. Die

Folge waren wassergesättigte Böden die fließfähig wurden und sich hangabwärts bewegten. Hierbei wurden Gesteinsbruchstücke verschiedener geologischer Schichtbereiche talwärts transportiert (Hangschutt). Die Verwitterungsprozesse, welche die Pedogenese in Gang setzen, haben sich unterschiedlich stark auf die verschiedenen Bestandteile des Solifluktionsschutts ausgewirkt, da dieser sowohl Tonstein und tonig gebundenen Sandstein, als auch quarzitisches gebundenen Sandstein enthielt. Höhere Eindringwiderstände und der frühzeitige Abbruch der Messungen lassen daher in natürlichen Böden auf eventuelle Einlagerungen von quarzitischem gebundenen Sandsteinstücken schließen, die durch die feldbodenkundliche Profilaufnahme nach KA 5 [U 5] bestätigt wurden.

Die Variabilität der ermittelten Eindringwiderstände ist überwiegend auf die Heterogenität des Bodenkörpers, den Feuchtezustand sowie auch auf örtliche Vorbelastungen (z.B. infolge landwirtschaftlicher Nutzung) zurückzuführen.

Für die Bewertung der ermittelten Eindringwiderstände wird hinsichtlich der Bewurzelbarkeit des Bodenkörpers eine Maximalkraft des Wurzeldruck von 1 MPa angenommen. Da infolge der rein vertikalen Einstichmessung mit dem Penetrologger vorhandene Makroporen und Risse im Bodengefüge unberücksichtigt bleiben, liegt die kritische Grenze für mögliches Wurzelwachstum entsprechend höher. Als oberster Grenzwert für ein ungestörtes Wachstum der Wurzeln gelten 3 MPa [U 6]. Die Messergebnisse für den Hauptwurzelbereich in den oberen 40 cm der Böden der untersuchten Flächen zeigen, dass kritische Überschreitungen der gemessenen Widerstandskräfte nicht notwendigerweise auf die Leitungsbaumaßnahmen im Zuge der Verlegung der TENP I zurückzuführen sind. Zumeist weisen die nicht anthropogen beeinflussten Vergleichsprofile in einer Tiefe bis 40 cm ähnlich hohe Eindringwiderstände auf, wie die anthropogen beeinflussten Profile. Zwar kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass die Verdichtung der Böden auf das Befahren mit schweren Arbeitsgeräten während der Bauphase zurückzuführen ist, es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass die Ursache für die höheren Eindringwiderstände, die im Rahmen der Felduntersuchungen gemessen wurden, das Befahren der Böden mit landwirtschaftlichen Arbeitsgeräten ist.

Zu einem frühzeitigen Abbruch einiger Einzelmessungen vor Erreichen der Endteufe von 80 cm haben größtenteils Grobbodenanteile geführt. Auch durch ein mehrfaches Umsetzen des Penetrologgers konnten die im Untersuchungsgebiet teilweise verbreiteten quarzitisches gebundenen Sandsteine häufig nicht durchdrungen werden. In diesem Zusammenhang sind auch aufgezeichnete

Einzelmessungen, die den Grenzwert des Eindringwiderstands von 3 MPa überschreiten und zum Abbruch der Messung geführt haben, nicht auf eine übermäßige Verdichtung bzw. Lagerungsdichte des Bodens, sondern vielmehr auf das Auftreffen der Sondierspitze des Penetrologgers auf ein Sondierhindernis zurückzuführen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Auswirkungen der Leitungsbaumaßnahmen zur Verlegung der TENP I im Hinblick auf die Änderung der Zustandsform oder der Bodenartzusammensetzung der im Trassenbereich anstehenden Böden allein durch die Messergebnisse aus der Untersuchung mit dem Penetrologger nicht dargestellt werden können. Ergänzend zu den feldbodenkundlichen Profilaufnahmen interpretiert, lassen die graphischen Auswertungen der Messungen jedoch Rückschlüsse auf die anthropogene Beeinflussung der untersuchten Böden zu.

4.4 Weitergehende Bewertung der Böden

4.4.1 Bodenfunktionsbewertung

4.4.1.1 Grundlagen der Bodenfunktionsbewertung

In Rheinland-Pfalz wird der Boden rechtlich durch das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) sowie das Landesbodenschutzgesetz (LBodSchG) geschützt. So sind gemäß § 1 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) die Funktionen des Bodens nachhaltig zu sichern oder wiederherzustellen. „Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte“ sollen bei Einwirkungen auf den Boden soweit wie möglich vermieden werden (vgl. § 1 Satz 3 BBodSchG).

Zudem ist der Boden als ein Bestandteil des Naturhaushaltes ein Schutzgut im Sinne des Naturschutzes. Entsprechend Bundesnaturschutzgesetz sind zur dauerhaften Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit die Böden so zu erhalten, dass sie ihre Funktionen im Naturhaushalt erfüllen können. Ungenutzte versiegelte Flächen sind zu renaturieren, oder, bei einer nicht zumutbaren oder nicht möglichen Entsiegelung, der natürlichen Entwicklung zu überlassen (§ 1 Abs. 3 Nr. 2 Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG).

Folglich sind die Belange des Bodens in Verfahren, in denen die Umweltaspekte von Planungen geprüft werden (z. B. Umweltverträglichkeitsprüfung, Strategischer Umweltprüfung, Landschaftspflegerischer Begleitplanung und sonstige Eingriffsbewertungen) zu berücksichtigen.

Auch in der Bauleitplanung sind die Belange des Umweltschutzes (darunter auch diejenigen des Bodenschutzes) zu berücksichtigen (vgl. § 1 Abs. 6 Nr. 7a Baugesetzbuch – BauGB). Beispielsweise wird hier der sparsame und schonende Umgang mit dem Boden und die Minimierung von Bodenversiegelungen gefordert (§ 1a Abs. 2 BauGB).

Um dem Auftrag des Bodenschutzes gerecht zu werden, sind einerseits Kenntnisse über die Ausprägung der natürlichen Bodenfunktionen und der Archiefunktionen im Vorhabenbereich sowie andererseits Informationen über die vorhabenspezifischen Empfindlichkeiten der Böden zwingend erforderlich.

Die Bodenfunktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 2 BBodSchG können in Bodenteilfunktionen differenziert werden. Diese wiederum können mithilfe von bodenphysikalischen und bodenchemischen Kriterien erfasst und bewertet werden. Im Bodenschutzvollzug wird vereinfachend von Bodenfunktionen gesprochen, auch wenn Bodenteilfunktionen oder Kriterien gemeint sind:

Folgende Bodenteilfunktionen werden derzeit zur Charakterisierung von Böden in Rheinland-Pfalz herangezogen [U 10] [U 11]:

- Lebensraum für Pflanzen
- Funktion des Bodens im Wasserhaushalt
- Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium

Die einzelnen Bodenteilfunktionen werden im Folgenden näher beschrieben.

4.4.1.2 Lebensraum für Pflanzen

Da Böden mit extremen Wasserverhältnissen (sehr nass, sehr wechselfeucht oder sehr trocken) ein hohes bodenbürtiges Potenzial zur Entwicklung wertvoller und schützenswerter Pflanzenbestände aufweisen, wird Flächen, die potenziell über extreme Standortbedingungen im Hinblick auf den Bodenwasserhaushalt verfügen, nach [U 11] ein hohes standörtliches Biotopentwicklungspotenzial zugeschrieben. Bei der BFD5L-Methode „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ werden für Flächen mit bestimmten Merkmalen aus der Bodenschätzung insgesamt sechs Standorttypen für die Biotopentwicklung abgeleitet. Die Standorttypisierung bildet die Bewertungsgrundlage für den Erfüllungsgrad dieser Bodenfunktion, so dass ausschließlich Flächen mit einer Standorttypisierung spezifisch bewertet werden können. Alle anderen Flächen erhalten die Klasse 3, was einem mittleren Erfüllungsgrad der Bodenfunktion entspricht. Der nachfolgenden Tabelle 4.4.1.2-1 können die Klassen des Erfüllungsgrades der Bodenfunktion [U 11] in Bezug auf das Kriterium „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ entnommen werden.

Standorttypen für die Biotopentwicklung	Erfüllungsgrad der Bodenfunktion
Trockenstandort (Ackerland)	4 (hoch)
Trockenstandort (Grünland)	5 (sehr hoch)
Nassstandort (Moorsubstrate)	5 (sehr hoch)
Potenzieller Nassstandort (Moorsubstrate)	4 (hoch)
Nassstandort (Grünland)	5 (sehr hoch)
Hutung mit potenziell extensiver Nutzung	4 (hoch)
alle übrigen Flächen	3 (mittel)

Tabelle 4.4.1.2-1: Zuordnung des Erfüllungsgrades der Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ über das Kriterium „Standorttypisierung für Biotopentwicklung“

Der Erfüllungsgrad der Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ wird zusätzlich hinsichtlich des Kriteriums „Ertragspotenzial des Bodens“ [U 10][U 11] bewertet. Dieses Kriterium wird durch das pflanzenverfügbare Wasser im Boden, die nutzbare Feldkapazität (nFK), bestimmt. Im Hinblick auf dieses Kriterium bleiben in der Bodenschätzung alle Flächen unberücksichtigt, die als Hutungen, Streuwiesen und Moorböden gekennzeichnet sind. Grünlandflächen die laut Bodenschätzung über ungünstigere Wasserverhältnisse verfügen, werden mit einem Abschlag um eine nFK- bzw.

Ertragspotenzialklasse eingestuft. In der nachfolgenden Tabelle 4.4.1.2-2 sind die Klassen des Erfüllungsgrades der Bodenfunktion [U 11] über das Kriterium „Ertragspotenzial des Bodens“ dargestellt.

Werte der BFD5 L: Nutzbare Feldkapazität (nFK)	Ertragspotential des Bodens (Erfüllungsgrad der Bodenfunktion)
≤ 50 mm	sehr gering (1)
> 50 bis ≤ 90 mm	gering (2)
> 90 bis ≤ 140 mm	mittel (3)
> 140 bis ≤ 200 mm	hoch (4)
> 200 mm	sehr hoch (5)

Tabelle 4.4.1.2-2: Zuordnung des Erfüllungsgrades der Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ über das Kriterium „Ertragspotenzial des Bodens“ auf Basis der nFK

4.4.1.3 Funktion des Bodens im Wasserhaushalt

Aufgrund ihrer natürlichen Wasserspeicherfunktion sind Böden wesentlicher Bestandteil des Naturhaushalts mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen. Vor allem Böden mit einem hohen Wasserrückhaltevermögen wirken regulierend auf den regionalen Wasserhaushalt und stellen wichtige Wasserspeicher für die anstehende Vegetation dar. Die Funktion des Bodens im Wasserhaushalt wird daher in den BFD5L [U 6] über das Kriterium „Feldkapazität des Bodens (FK)“ als Kennwert für die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens dargestellt. Die Feldkapazität (FK) bezeichnet dabei den Wassergehalt eines natürlich gelagerten Bodens, der sich an einem Standort zwei bis drei Tage nach voller Wassersättigung gegen die Schwerkraft einstellt [U 11]. Die Feldkapazität FK bezieht auch die Menge an Wasser mit ein, die für Pflanzen nicht verfügbar ist. Es wird hierbei auch von „Totwasser“ gesprochen. Für die Bewertung der Wasserspeicherfähigkeit werden aus den Daten der Bodenschätzung FK-Werte in mm abgeleitet und in fünf Stufen klassifiziert [U 11]. Wie der Tabelle 4.4.1.3-1 zu entnehmen ist, werden diesen Stufen die Klassen des Bodenfunktionserfüllungsgrades zugeordnet [U 11].

Werte der BFD5L: Feldkapazität (FK)	Feldkapazität des Wurzelraums (Erfüllungsgrad der Bodenfunktion)
≤ 130 mm	sehr gering (1)
> 130 bis ≤ 260 mm	gering (2)
> 260 bis ≤ 390 mm	mittel (3)
> 390 bis ≤ 520 mm	hoch (4)
> 520 mm	sehr hoch (5)

Tabelle 4.4.1.3-1: Zuordnung des Erfüllungsgrades der Funktion des Bodens im Wasserhaushalt über das Kriterium „Feldkapazität (FK) des Wurzelraums“

4.4.1.4 Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium

Für die Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium, insbesondere die Funktion als Filter für nicht sorbierbare Stoffe [U 11], bildet das Kriterium „Nitratrückhaltevermögen des Bodens“ die Bewertungsgrundlage. Das Nitratrückhaltevermögen entspricht der umgekehrten Reihung der Nitrataustragsgefährdungsklassen nach BFD5L [U 6]. Als Nitrataustrag wird die Verlagerung des Nitrats mit der Versickerung des überschüssigen Niederschlagswassers in tiefere Bodenschichten bis zum Grundwasser bezeichnet. Bei der Bewertung der Nitrataustragsgefährdung handelt es sich um eine Abschätzung der potenziellen Gefährdung aufgrund verschiedener Standortfaktoren. Die Menge des verlagerten Nitrats ist abhängig von der Sickerwasserrate, welche von der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens sowie den Klimabedingungen beeinflusst wird. Je länger die Verweildauer des Wassers in der Wurzelzone ist, desto größer ist die Menge an Nitrat, die durch Pflanzenwurzeln entzogen werden kann und desto geringer ist die Nitrataustragsgefährdung. In der nachfolgenden Tabelle 4.4.1.4-1 ist das Verhältnis der Klassen der Nitrataustragsgefährdung des Bodens zu den Klassen des Nitratrückhaltevermögens des Bodens dargestellt.

Werte der BFD5L: Nitrataustragsgefährdung des Bodens	Nitratrückhaltevermögen des Bodens (Erfüllungsgrad der Bodenfunktion)
5 (sehr hoch)	sehr gering (1)
4 (hoch)	gering (2)
3 (mittel)	mittel (3)
2 (gering)	hoch (4)
1 (sehr gering)	sehr hoch (5)

Tabelle 4.4.1.4-1: Zuordnung des Erfüllungsgrades der Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium über das Kriterium "Nitratrückhaltevermögen des Bodens"

4.4.1.7 Gesamtbewertung der Bodenfunktionen

Für die Gesamtbewertung der Böden werden, die in den vorangehenden Kapiteln beschriebenen, Bodenteilfunktionen berücksichtigt. Datensätze zu den beschriebenen Kriterien nach BFD5L [U 6] stehen ausschließlich für landwirtschaftlich genutzte Flächen zur Verfügung. Eine Funktionsbewertung liegt demnach für den größten Teil der Flächen innerhalb des Pfälzerwaldes nicht vor, da es sich hierbei um forstwirtschaftlich genutzte Flächen handelt. Auch mit einem flächendeckenden Kartenwerk zur Schutzwürdigkeit der Böden ist laut mündlicher Auskunft des LGB Rheinland-Pfalz erst ab 2022 zu rechnen. Infolgedessen wurde die Funktionsbewertung der Böden in den forstwirtschaftlich genutzten Bereichen auf der Grundlage unserer Expertise sowie der Ergebnisse unserer selbst durchgeführten feldbodenkundlichen Kartierung vorgenommen.

Die Gesamtbewertung der Bodenfunktionen wird in den Lageplänen der Anlage 2 „Lageplan mit Bodenfunktionen“ dargestellt. Sie ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Bewertungsklassen (Erfüllungsgrad 1-5) der betrachteten Bodenteilfunktionen. Die in den Bodenflächendaten nach BFD5 L [U 6] bisher nicht erfassten Flächen wurden für die Gesamtbewertung der Bodenfunktionen in drei Kategorien unterteilt: Es gibt die Böden auf Bergkuppen und -hängen des Pfälzerwaldes mit einer mittleren bis hohen Funktionserfüllung und die Tal- und Auenböden mit einer hohen bis sehr hohen Funktionserfüllung. Für alle übrigen Flächen, bei denen es sich größtenteils um landwirtschaftlich genutzte Flächen außerhalb des Pfälzerwaldes handelt, wurde eine mittlere Funktionserfüllung angenommen. Etwa 40 % der Flächen, die von der geplanten Baumaßnahme

betroffenen sind, werden landwirtschaftlich genutzt. Im Bereich der Trasse der geplanten Gasversorgungsleitung werden folgende Gesamtbewertungen der Böden ausgewiesen:

Im Abschnitt zwischen der Verdichterstation Mittelbrunn und der Ortschaft Merzalben sind die Böden im Umfeld der Leitungstrasse überwiegend mit einer geringen bis mittleren Gesamtbewertung der Bodenfunktionen angegeben (Bewertungsklasse 2 bis 3). Im Bereich der Auen ist die Gesamtbewertung überwiegend mit „sehr hoch“ (Bewertungsklasse 5) angegeben. Häufig sind die Standorttypisierung für die Biotopentwicklung und das Ertragspotenzial der Böden mit Bewertungsklasse 3 bis 4 (mittel bis hoch) angegeben.

Im Trassenabschnitt zwischen Merzalben und Klingenmünster sind nur für wenige kleinflächige Bereiche Datensätze nach BFD5L [U 6] hinterlegt. Eine Bodenfunktionsbewertung nach den geforderten Kriterien ist daher nur begrenzt möglich. Die Flächen, für die eine Bewertung möglich ist, sind landwirtschaftlich genutzte Flächen, die überwiegend im Bereich der Bewertungsklassen 1 bis 3 (sehr gering bis mittel) liegen. Die mittlere bis hohe Gesamtbewertung der Waldböden in Berg- und Hanglage ist vorrangig auf das standortbedingte Potenzial zur Biotopentwicklung zurückzuführen. Der Pfälzerwald ist geologisch durch Sandstein geprägt, der somit auch das Ausgangsgestein der Pedogenese bildet. Mit diesem Porengrundwasserleiter verfügt der Untergrund potenziell über eine hohe Drainageleistung, weswegen er als Trockenstandort klassifiziert werden kann. Auenböden werden auch im Pfälzerwald mit einer hohen bis sehr hohen Gesamtbewertung angegeben, was auf ihren hohen Erfüllungsgrad im Bereich des Ertragspotentials und der Biotopentwicklung zurückzuführen ist. In Klingenmünster verläuft die Leitungstrasse durch Böden aller Bewertungsklassen. Maßgebend für eine hohe bis sehr hohe Gesamtbewertung sind hier die Kriterien „Ertragspotential“, „Nitratrückhaltevermögen“ und „Feldkapazität“.

4.4.2 Verdichtungsempfindlichkeit

Die vorliegende Ableitung der Verdichtungsempfindlichkeiten umfasst die 43 natürlichen beziehungsweise naturnahen Bodentypen, die laut BK50 [U 4] im Streckenverlauf vorkommen. Die zugrundeliegenden Standortprofilaten wurden vom Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB-RLP) zur Verfügung gestellt [U 13]. Die Verdichtungsempfindlichkeit wurde anhand der vom Geologischen Dienst Nordrhein-Westfalens bereitgestellten Methode [U 12] bewertet, da diese sich in der praktischen Anwendung bewährt hat und eine vergleichbare Methode

für Rheinland-Pfalz nicht existiert. Dieses Vorgehen wurde mit dem LGB Rheinland-Pfalz abgestimmt. Die Bewertung ergab für 19 Bodentypen eine geringe, für 14 eine mittlere, für vier eine hohe, für zwei eine sehr hohe und für vier Bodentypen eine extrem hohe Verdichtungsempfindlichkeit.

Die Verdichtungsempfindlichkeit wird von den Parametern Bodenart, Humusanteil und Bodenfeuchte abgeleitet, wobei die Verdichtungsempfindlichkeit mit zunehmender Vernässung, abnehmender Korngröße und zunehmendem Humusgehalt steigt [U 12]. Es ergeben sich aus der Abschätzung sechs Bewertungsstufen zwischen *sehr geringer* und *extrem hoher* Verdichtungsempfindlichkeit. Die Stufe *sehr gering* wird lediglich für Bodentypen mit einem Grobbodenanteil von über 75 Vol-% und anthropogen vorverdichtete Böden vergeben. Die Bewertungsstufe *extrem hoch* wird an solche Bodentypen mit einem Humusgehalt von über 15 Vol-% oder stark bis sehr stark vernässte Bodentypen (hier Grundnässestufe G4 bis G6 oder Staunässestufe S4 bis S6) vergeben. Alle übrigen Bewertungsstufen setzen sich aus der Kombination aus Bodenfeuchte und Korngröße zusammen [U 12].

In allen betrachteten Bodentypen liegt der Volumenanteil des Grobbodens unter 50% und der des Humus' unter 15%. Die Ableitung der Verdichtungsempfindlichkeit erfolgte also über die Bodenart des Feinbodens und die Bodenfeuchte. Auf 35 der betrachteten 43 Bodentypen sollen im Zuge des Bauvorhabens Arbeits- oder Lagerflächen errichtet werden. Diese Bodentypen sollen im Folgenden näher betrachtet werden. Darunter sind 18 mit geringer, neun mit mittlerer, jeweils zwei mit hoher und sehr hoher und vier Bodentypen mit extrem hoher Verdichtungsempfindlichkeit.

An der Gesamtarbeits- beziehungsweise -lagerfläche (inklusive anthropogener Böden) haben Flächen mit geringer Verdichtungsempfindlichkeit einen Anteil von 44%. Es handelt sich bei ihnen vorrangig um podsolige Braunerden, die zumeist aus schutt- oder kiesführenden Sanden des Buntsandsteins oder Zechsteins gebildet wurden. Ebenfalls vertreten sind teils podsolige Kolluvisole aus vergleichbaren Substraten und ein Regosol aus holozänem Sand.

Die Bodentypen mit mittlerer Verdichtungsempfindlichkeit haben an der Gesamtarbeitsfläche einen Anteil von 25%. Es handelt sich bei ihnen um zwei Regosole aus holozänem Lehm, beziehungsweise Schluff, um teils podsolige Braunerden aus Sand oder Schluff, einen Braunerde-Rigosol aus Kies- und eine Rigosol-Braunerde aus Flugsand, eine Pararendzina aus Schluffmergel und einen Kolluvisol aus holozänem Kolluvialsand. Diese Bodentypen unterscheiden sich von jenen

mit geringer Verdichtungsempfindlichkeit lediglich durch die Korngröße ihres Feinbodens; eine Vernässung ist in keinem dieser Bodentypen festzustellen (G0 und S0).

Die erhöhte Feuchte der übrigen Bodentypen führt zu einer erhöhten Verdichtungsempfindlichkeit. Alle betrachteten Bodentypen, denen eine Grundnässestufe von mindestens G1 oder eine Staunässestufe von mindestens S2 zugewiesen werden kann, zeigen eine Verdichtungsempfindlichkeit von *hoch* oder mehr.

Die Bodentypen mit einer hohen Verdichtungsempfindlichkeit haben an der Gesamtarbeits-beziehungsweise -lagerfläche einen Anteil von knapp 2%. Es handelt sich bei ihnen um ein Gley-Kolluvisol aus holozänem Kolluvialsand (64), welcher durch seinen grundnassen Zustand (Grundnässestufe G3) eine hohe Verdichtungsempfindlichkeit aufweist, sowie um eine pseudovergleyte Braunerde aus löss- und grusführendem Sand (14), welche zwar nur schwach staunass, jedoch feinkörniger als der Gley-Kolluvisol ist. Der Gley-Kolluvisol tritt im nordwestlichen Bereich des Untersuchungskorridors an zwei Stellen auf: Zum einen schneidet er den Untersuchungskorridor in der Gemarkung Hettenhausen im Uferbereich des Arnbaches, zum anderen im Uferbereiches des Schauerbaches zwischen den Gemeinden Schauerberg, Höheinöd und Herschberg [U 4]. Er bedeckt dabei 0,3% der Gesamtarbeitsfläche des Untersuchungskorridors. Die pseudovergleyte Braunerde macht im Gebiet der Gemarkung Merzalben einen Abschnitt des Untersuchungskorridors mit einem Anteil von 1,3% der Gesamtarbeitsfläche aus [U 4].

Unter den Bodentypen mit hoher Verdichtungsempfindlichkeit im Umkreis des Bauvorhabens sind weiterhin eine podsolige Braunerde (66) und ein vergleyter Kolluvisol (1001) zu nennen, welchen jedoch keine direkte Arbeitsfläche zugeordnet wird. Die podsolige Braunerde (66) zeigt als einziger Boden eine schwache Staunässe, ohne dass eine Pseudovergleyung vorliegt.

Sehr hohe Verdichtungsempfindlichkeiten treten in der Gemarkung Wilgartswiesen flächenhaft für eine Pseudogley-Braunerde aus lössarmem, kiesführenden Sand (13) und in der Gemarkung Donsieders im Uferbereich des Schwarzbaches für eine Gley-Vega aus Auenlehm (77) auf [U 4]. Beide Bodentypen sind als feinkörnig und mit einer Staunässestufe von S3, beziehungsweise einer Grundnässestufe von G3 als vernässt einzuordnen. An der Gesamtarbeitsfläche nehmen diese beiden Bodentypen einen Anteil von etwa 1% ein.

Bodentypen mit extrem hoher Verdichtungsempfindlichkeit haben an der Gesamtarbeitsfläche insgesamt einen Anteil von knapp 3%. Darunter sind zwei Gleye aus kiesführendem Kolluvial- und teils Fluvialsand (35 und 36), ein Pseudogley aus lössarmem, grusführendem Schluff (48) und ein Auengley aus Auensand (982) zu nennen. In allen Fällen ist die extrem hohe Verdichtungsempfindlichkeit auf ihren stark vernässten Zustand zurückzuführen (Grundbeziehungswise Staunässestufen von 4 bis 5).

Der Bodentyp Auengley liegt im Untersuchungskorridor an zwei Stellen vor: Im Uferbereich der Merzalbe in der gleichnamigen Gemarkung und im Uferbereich des Klingenbaches bei der Gemeinde Silz [U 4]. Den Pseudogley streift der Untersuchungskorridor im Gebiet zwischen den Gemeinden Saalstadt und Schauerberg [U 4]. Der Gley mit Fluvialsand (35) tritt in der Gemeinde Clausen auf und ist in den Uferbereichen der Fließgewässer Wartenbach bei Merzalben und Meißenbach bei Wilgartswiesen zu finden [U 4]. Der Gley aus reinem Kolluvialsand (36) ist in Wilgartswiesen mit der zuvor beschriebenen dortigen Pseudogleybraunerde vergesellschaftet, bildet den Uferbereich der Queich, dem der Untersuchungskorridor im Bereich der Gemeinde Spirkelbach eine Strecke weit folgt, und schneidet den Untersuchungskorridor im Uferbereich mehrerer kleinerer Gewässer, darunter beispielsweise der Lugbach in Schwanheim sowie mehrere Wassergräben in den Gemeinden Völkersweiler und Gossersweiler [U 4]. Er macht mit 2% der Gesamtarbeitsfläche den größten Teil der Bodentypen mit extrem hoher Verdichtungsempfindlichkeit aus.

Etwa 25% der Gesamtarbeitsfläche wird von anthropogenen Flächen eingenommen, für die keine Verdichtungsempfindlichkeit ermittelt wurde. Anthropogen vorverdichteten Flächen kann im Allgemeinen eine sehr geringe Verdichtungsempfindlichkeit zugewiesen werden [U 12].

4.4.3 Erosionsempfindlichkeit

Die potenzielle Erodierbarkeit der Böden (K-Faktor) ist für Rheinland-Pfalz über den Kartenserver des Landesamtes für Geologie und Bergbau (LGB) verfügbar. In den 2010 erhobenen Bodenflächendaten BFD5 L [U 6] ist die potenzielle Erodierbarkeit durch Wasser in insgesamt 6 Stufen (sehr gering bis extrem hoch) für Mineralböden unter ackerbaulicher Nutzung angegeben. Es wird darauf hingewiesen, dass bei den gemäß [U 6] ausgewiesenen Erosionsgefährdungen mit gewissen Abweichungen in Bezug auf die derzeitige Landnutzungsverteilung zu rechnen ist. Bewaldeten Gebieten, Grünland und anthropogen veränderten Flächen wird basierend auf der

Bodenabtragungsgleichung (ABAG) [U 16] eine potenzielle Erodierbarkeit zugewiesen. Die Abstufung der potenziellen Erodierbarkeit nach ABAG erfolgt äquivalent zu der Abstufung nach BFD5 L.

Wind- und Wassererosion gelten als natürliche Abtragserscheinungen von Böden, die durch extreme Witterungselemente wie Starkregen oder Starkwinde hervorgerufen, und durch die anthropogene Nutzung von Flächen zudem in großem Maße beeinflusst werden [U 14].

Bodenverlagerungen durch Wind- und Wassererosion haben neben den entstehenden Schäden durch Bodenverdichtung und -verschlammung sowie der Verringerung der Humusvorräte die größten Auswirkungen auf die Ertragsfunktion vor allem landwirtschaftlich genutzter Flächen und beeinflussen auch die übrigen Bodenfunktionen maßgeblich. Landwirtschaftliche Kulturen können darüber hinaus infolge des Windschliffs oder einer kompletten Abdeckung der Nutzpflanzen durch erodiertes Bodenmaterial geschädigt werden.

Während Wassererosion vorrangig an stark geneigten Standorten und an Hängen auftritt, ist die Winderosion auf mittleren und leichten Tieflandstandorten ein großes Gefährdungsrisiko für die Funktionen der Böden [U 14].

Zur Ermittlung der potenziellen Erosionsgefährdung von Böden auf landwirtschaftlich genutzten Flächen durch Wind werden vorrangig die Bodenart des Oberbodens und der Gehalt an organischer Substanz berücksichtigt. Die Ermittlung der potenziellen Erosionsgefährdung durch Wasser erfolgt durch die an deutsche Verhältnisse angepasste allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG).

Böden mit hohem Schluff- und Feinstsandgehalt sowie einer geringen Durchlässigkeit sind stärker erosionsanfällig. Mit zunehmendem Skelett- und Humusgehalt, sowie höheren Anteilen an Ton und Sand (> 0,1mm) und damit einhergehender verbesserter Aggregatstabilität, sinkt die Erosionsdisposition.

Im Zuge der eintretenden Klimaveränderung ist eine Häufung extremer Wettersituationen sowie die Veränderung der Bodenfeuchtesituation zu erwarten (Starkregen, Sturmereignisse mit hohen Windgeschwindigkeiten, Dürre bzw. Trockenperioden im Sommer), die eine Zunahme des Gefährdungspotentials für Erosion besonders für landwirtschaftlich genutzte Böden erwarten lässt [U 15]. Für die nachhaltige Sicherung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes muss die Erosionsgefährdung von Böden zur Vermeidung eines irreversiblen Verlustes natürlicher

Bodenfunktionen in der Landwirtschaft sowie bei baulichen Maßnahmen berücksichtigt und Gegenmaßnahmen ergriffen werden [U 14].

Bei der Erfassung der Erosionsgefährdung der Böden, die durch das Bauvorhaben betroffen sind, wurde auf [U 6] und [U 16] zurückgegriffen. Dargestellt werden die im Vorhabenbereich vorliegenden Erosionsgefährdungen durch Wasser im Bodenschutzplan (Anlage 6).

Die im Umfeld der Verdichterstation Mittelbrunn bis Obernheim-Kirchenarnbach vorkommenden Böden werden gemäß [U 4] mit einer überwiegend geringen bis mittleren potenziellen Erodierbarkeit ausgewiesen.

Die Erosionsgefährdung der Böden im weiteren Verlauf der Trasse von Obernheim-Kirchenarnbach bis Merzalben wird als überwiegend hoch eingestuft. Die im Nahbereich von Fließgewässern vorkommenden Auenböden und Kolluvisole werden z.T. mit einer sehr hohen Erosionsgefährdung bewertet.

Zwischen Merzalben und Hauenstein befinden sich überwiegend Waldgebiete, die aufgrund des ausgeprägten Wurzelwerks grundsätzlich gut gegen Erosion geschützt sind. Den Gebieten innerhalb des Pfälzerwaldes wird überwiegend eine geringe bis mittlere Erodierbarkeit zugewiesen.

Im Bereich um Hauenstein werden die Böden (überwiegend podsolige Braunerden) mit einer überwiegend mittleren Erosionsgefährdung bewertet. Einige Böden in Hanglage oder im Nahbereich von Fließgewässern sind mit einer hohen bis sehr hohen Erosionsgefährdung ausgewiesen.

Für die Böden im Umfeld von Schwanheim (überwiegend podsolige Braunerden) ist eine überwiegend mittlere Erosionsgefährdung angegeben. Die Auenböden in diesem Bereich weisen eine hohe potenzielle Erodierbarkeit auf. Zwischen Schwanheim und Münchweiler am Klingbach wird die Erosionsgefährdung der Böden überwiegend als gering eingestuft. In Hanglage und in Auen wird von einer mittleren bis hohen Erosionsgefährdung ausgegangen. Zwischen Münchweiler am Klingbach und Klingenmünster ist ausschließlich für den Nahbereich um den Klingbach eine mittlere Erosionsgefährdung ausgewiesen.

Die Böden in Klingenmünster werden aufgrund der teilweise starken Hanglage (Weinanbau), sowie der Nähe zum Klingbach mit einer hohen bis extrem hohen Erosionsgefährdung ausgewiesen.

Grundsätzlich können in Bereichen anthropogen veränderter Flächen sowie Ortstagen keine Erosionsgefährdungen ausgewiesen werden, die sich an den Eigenschaften natürlich vorkommender Bodentypen orientieren. Aufgrund von Umlagerungsprozessen, Bodenauftrag, dem Eintrag von Fremdmaterial, Abtragsvorgängen sowie Verdichtungserscheinungen ist mit einer kleinräumigen Heterogenität des Bodenkörpers sowie einer zumindest bereichsweise vollständigen Zerstörung des natürlichen Bodengefüges zu rechnen. Vor diesem Hintergrund ist eine den tatsächlichen Bodenverhältnissen entsprechende Darstellung der Erosionsgefährdung in diesen Bereichen nicht möglich.

Demzufolge sind im Bodenschutzplan (Anlage 6) in den Bereichen der Leitungsräben der bereits bestehenden TENP I und TENP II ebenfalls die entsprechenden Erosionsgefährdungen der anthropogen weitestgehend unveränderten Bodenbereiche dargestellt. Es muss grundsätzlich mit abweichenden Erosionsgefährdungen in den Bereichen der anthropogenen Böden der Leitungsräben gerechnet werden.

4.4.4 Schadstoffsituation

Zur umwelttechnischen Bewertung des anfallenden Aushubs wurden bisher keine Untersuchungen durchgeführt. Es wurden bisher weder bei den feldbodenkundlichen Untersuchungen noch bei den geotechnischen Erkundungsmaßnahmen organoleptische Auffälligkeiten festgestellt. Sollten während der Baumaßnahme entsprechende Auffälligkeiten (Farbe, Geruch) festgestellt werden, sind gemäß Kap. 6.1 zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

4.4.5 Bodenchemie und Nährstoffe

Im Rahmen der feldbodenkundlichen Untersuchungen wurden an den zehn als Doppelpunkt ausgeführten Sondierungen Bodenproben für eine chemische Analyse entnommen. Es wurden folglich je 20 Mischproben aus den Oberböden und den dazugehörigen Unterböden gebildet. Dabei wurden je acht Proben aus landwirtschaftlich genutzten Flächen (Ackerböden) entnommen und je zwölf Proben aus Waldböden, die forstwirtschaftlich genutzt werden. Von den acht beprobten Böden aus dem Bereich der landwirtschaftlichen Nutzung sind vier anthropogen beeinflusst. Von den zwölf Böden aus forstwirtschaftlich genutzten Flächen sind sieben anthropogen beeinflusst. Die

Entnahmetiefe der Bodenproben wurde an den Bodenaufbau des jeweiligen Standortes angepasst. Das Oberbodenmaterial wurde mithilfe eines Spatens aus den oberen 25 cm (ohne Streuauflage) des Bodens entnommen. Das Unterbodenmaterial wurde zumeist aus einer Tiefe zwischen 50 cm und 70 cm ausgehoben.

Die insgesamt 40 Bodenproben wurden auf ihren pH-Wert, den CaCO_3 -Gehalt und den Anteil der verfügbaren Nährelemente Kalium, Phosphor, Magnesium und Stickstoff (Gesamtgehalt) untersucht. Zudem wurde der Anteil an organischem Kohlenstoff ermittelt. Die tabellarische Auswertung der Analyseergebnisse ist der Anlage 10.1 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind in den Anlagen 10.2 und 10.3 dargestellt.

Die pH-Werte der Oberböden von Ackerflächen liegen im arithmetischen Mittel bei 6,2 im Bereich natürlicher Böden und bei 6,3 im Bereich anthropogen beeinflusster Böden. Sie sind damit in der Tendenz sauer bis neutral. Die pH-Werte der Oberböden der untersuchten Waldflächen liegen im arithmetischen Mittel bei 5,0 im Bereich natürlicher Böden und 5,9 im Bereich der anthropogen beeinflussten Böden. Damit sind sie im Durchschnitt saurer als die landwirtschaftlich genutzten Böden. Der pH-Wert der Unterböden liegt meist etwas höher (ca. 0,3 bis 0,5 pH-Einheiten), als der des darüberliegenden Oberbodens. Dies ist auf die in Mitteleuropa vorherrschende Versauerung der Oberböden (natürlich und anthropogen verursacht) zurückzuführen. Für die stärkere Versauerung der Waldböden können geogene (z.B. Sandstein als Ausgangsgestein), aber besonders pedogene und anthropogene Faktoren ursächlich sein.

Die verfügbaren Nährelemente Kalium und Magnesium sind in den natürlichen landwirtschaftlich genutzten Böden im Mittel höher konzentriert als in den natürlichen forstwirtschaftlich genutzten Böden. Ein Grund hierfür ist der höhere pH-Wert der landwirtschaftlich genutzten Böden. Mit steigendem pH-Wert liegen im Boden mehr variable negative Ladungen vor, so dass mehr Kationen (z.B. K^+ oder Mg^{2+}) gebunden werden können. Ein weiterer Grund ist das Zuführen von Nährelementen durch Düngung in den landwirtschaftlich genutzten Bereichen. Auch die im Vergleich zu den Waldböden höhere Konzentration an verfügbarem Phosphor in den Ackerböden ist im Wesentlichen auf Düngung zurückzuführen. Hinsichtlich der Nährelemente Kalium, Phosphor und Magnesium weichen die Konzentrationen der anthropogen beeinflussten Böden z.T. deutlich von den Konzentrationen der natürlichen Vergleichsböden ab. Die Mittelwerte der natürlichen Ackerböden werden hierbei teilweise deutlich unterschritten, während die Mittelwerte der natürlichen Waldböden vereinzelt deutlich überschritten werden. Dies ist vermutlich auf Vermischungen beim

Wiedereinbau der Böden im Rahmen der TENP I-Verlegung zurückzuführen. Die Konzentration der beschriebenen Nährelemente ist in den Unterböden zumeist geringer als in den Oberböden. Eine Ausnahme bildet die Konzentration an Magnesium in den anthropogen beeinflussten Böden im landwirtschaftlich genutzten Untersuchungsbereich. Die Konzentration in den Oberböden ist hier größtenteils ebenso hoch wie die Konzentration in den Unterböden.

Der Anteil an Calciumcarbonat ist in allen untersuchten Böden mit Mittelwerten zwischen 0,27 % und 0,48 % sehr gering. In den meisten Fällen ist die Konzentration in den Unterböden etwas höher als in den Oberböden (natürliche und anthropogene Versauerungsprozesse). Abweichungen gibt es hier jedoch sowohl bei den anthropogen beeinflussten Böden als auch bei den natürlichen Böden. Der insgesamt geringe Anteil an Calciumcarbonat ist auf den ebenfalls sehr geringen Kalkgehalt der Ausgangssubstrate zurückzuführen.

Die Stickstoff-Gesamtkonzentration und der Anteil an organischem Kohlenstoff in den Waldböden sind im Mittel höher als in den Ackerböden. Signifikante Abweichungen zwischen den anthropogen beeinflussten Böden und den natürlichen Böden gibt es dabei nicht. Die Ergebnisse der Auswertung entsprechen hier vollständig den Erwartungswerten, da die Stickstoff-Konzentration direkt von dem Anteil an organischen Bodenbestandteilen, und damit auch dem Anteil an organischem Kohlenstoff, abhängt. Dieser ist in Waldböden naturgemäß höher als in bewirtschafteten Ackerböden, da die Humusanreicherung gegenüber den humuszehrenden Prozessen in bewaldeten Gebieten überwiegt. Der Humusgehalt (siehe Anlage 10.1) wurde überschlägig nach [U 5] durch Multiplikation des Anteils an organischem Kohlenstoff mit dem Faktor 1,72 berechnet. Sehr hohe oder extrem hohe Humusgehalte, wie sie für anmoorige oder Moorböden typisch sind, traten nicht auf.

Im Rahmen der chemischen Analyse konnten einzelne Werte nicht bestimmt werden, da die Konzentration des untersuchten Parameters unterhalb der im Labor bestimmbaren Grenze lag. In diesen Fällen wurden für die Berechnung des arithmetischen Mittels ein für alle nicht bestimmbaren Werte eines Parameter festgesetzter Zahlenwert knapp unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze eingesetzt.

5. AUSWIRKUNGEN, VORHABENBEZOGENE ZU ERWARTENDE BEEINTRÄCHTIGUNGEN DER BODENQUALITÄT UND DER FUNKTIONSERFÜLLUNG

5.1 Wirkfaktoren

5.1.1 Baubedingte Wirkfaktoren

Das Schutzgut Boden kann durch das Bauvorhaben auf mannigfache Weise beeinträchtigt werden.

Erstens kann es baubedingt bei Böden mit einer besonderen Verdichtungsempfindlichkeit (vgl. Kapitel 4.4.2) zu einer unerwünschten **Verdichtung** der Böden kommen. Diese verstärkt Staunässe und den Oberflächenabfluss bei Starkregen und damit die Hochwasserentstehung. Zudem fördert sie die Bodenerosion. Gleichzeitig führt eine erhöhte Bodenverdichtung auch zu einer reduzierten Durchwurzelbarkeit des Bodens und beeinträchtigt somit die (landwirtschaftliche) Nutzbarkeit des Bodens. Solche Bodenverdichtungen sind in erster Linie im Bereich der Fahrwege durch die Befahrung mit Baustellenfahrzeugen oder LKW zu erwarten. Auch die Bodenmieten üben Druck auf den Boden aus, allerdings ist bei Einhaltung der Höhenvorgaben für die Mieten (Oberbodenmieten $\leq 2,0$ m; Unterbodenmieten $\leq 3,0$ m) nicht mit bedeutenden Verdichtungen zu rechnen. Von möglichen Verdichtungen sind vor allem die Böden betroffen, die durch ihre Eigenschaften (abhängig von Bodenart, Bodenfeuchte und weiteren Parametern) eine hohe Verdichtungsempfindlichkeit aufweisen (vgl. Kapitel 4.4.2).

Beim Aushub und der Wiederverfüllung des Rohrgrabens kann es zu einer **Vermischung** von Ober- und Unterboden sowie Ausgangsgestein kommen. Dadurch kann die Durchwurzelbarkeit und die Nährstoffverfügbarkeit für Pflanzen negativ beeinträchtigt werden. Zu beachten ist dabei, dass sich im geplanten Rohrgraben bereits jetzt umgelagertes Material befindet (Bau der TENP I) und der Boden stellenweise deutlich von einer natürlichen Lagerung abweicht.

Die Baumaßnahme kann durch die Bodenumlagerung im Bereich des Rohrgrabens und des Arbeitsstreifens (dort nur Oberboden) außerdem die **Bodeneigenschaften** verändern. Beispielsweise können Bodenwasserhaushalt und Bodenlufthaushalt durch erhöhte oder verminderte Anteile der verschiedenen Porengrößen verändert werden und so z. B. die stauende Wirkung eines Horizontes verloren gehen. Durch Veränderungen der Bodeneigenschaften kann es

auch zu einem Verlust von Bodenfunktionen kommen. Die allgemeine Veränderung von physikalischen Eigenschaften und der Bodenfunktionen des wiedereingebauten Bodens (etwa der Verlust der Porenkontinuität) wird bei getrenntem Wiedereinbau von Ober- und Unterboden sowie Ausgangsgestein und bei der Wiederherstellung einer natürlichen Bodendichte für die meisten Böden gering sein. Auch hier ist zu beachten, dass der Boden in der geplanten Trasse bereits für den Bau der TENP I umgelagert wurde, und der Boden somit bereits jetzt größtenteils andere Eigenschaften aufweist, als der umgebende natürliche Boden. Auch Archivböden sind im Bereich der bisherigen Trasse aus diesem Grund nur sehr untergeordnet zu erwarten und werden somit kaum beeinträchtigt.

Für die Baumaßnahme ist eine bauzeitliche **Entwässerung** vernässter Bereiche notwendig. Die Entwässerung dient der Trockenlegung des Rohrgrabens, wobei die Wirkung über diesen hinausgeht und den gesamten Arbeitsstreifen sowie teilweise auch Flächen außerhalb des Arbeitsstreifens betreffen kann. Sollten solche Entwässerungen über längere Zeit bestehen, kann auch in der Umgebung der Grundwasserspiegel vorübergehend abgesenkt werden. Dies kann in Feuchtbiotopen problematisch für die dortige Vegetation werden, wenn diese auf Grund- oder Stauwasser angewiesen ist. Die Entwässerung hat im Bereich von bindigen Böden, wie sie besonders im Trassenabschnitt zwischen Mittelbrunn und Klingenmünster vorliegen, nur geringe Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel, da die Wasserleitfähigkeit solcher Böden gering ist. Problematisch ist eine Grundwasserabsenkung auch bei organischen Böden wie Moorböden, da die Trockenlegung die Mineralisierung der organischen Substanz beschleunigt. Solche organischen Böden sind im Trassenverlauf jedoch nicht bekannt.

Durch die mit der Baumaßnahme verbundenen Umlagerungsaktivitäten kann es vor allem bezüglich humoser Oberböden zu einer verstärkten **Mineralisierung** und damit Nitratfreisetzung kommen. Diese Wirkung würde im Bereich der Oberbodenmieten entstehen. Da die Humusgehalte, jedoch nicht sonderlich hoch sind, ist dieses Problem hier zu vernachlässigen.

5.1.2 Anlagenbedingte Wirkfaktoren

Versiegelungen sind bei der Verlegung der Gasleitung nur auf geringer Fläche zu erwarten, da die Leitung vollständig unterirdisch verlegt und mit Boden überdeckt wird. Die Versickerungsleistung des Bodens wird durch die Leitung im Untergrund nicht beeinträchtigt. Zudem wird die TENP III

größtenteils die bisherige TENP I ersetzen, sodass alle etwaigen Effekte auch schon vorher bestanden haben. Lediglich für Schutzgehäuse an Erderstandorten und oberirdische Markierungen werden Böden kleinflächig versiegelt.

Mit der Gasleitung wird ein **Baukörper** in den Boden eingebracht. Da die Einbringung jedoch größtenteils im Austausch mit der Leitung TENP I erfolgt, sind hier keine Auswirkungen zu erwarten. Nur in Bereichen, wo die neue Gasleitung den Trassenverlauf der TENP I verlässt, wird ein zusätzlicher Baukörper in den Boden eingebracht. Aufgrund der Verlegetiefe der Gasleitung sind Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum, etwa durch eine Einschränkung des Wurzelraumes jedoch minimal. Auch die Bodenfunktionen werden (bei Einhaltung der Bodenschutzvorgaben) nur gering eingeschränkt, da sich das durch die Trasse verdrängte Bodenvolumen über die Trasse verteilt und der Boden direkt oberhalb der Trasse die Bodenfunktionen durchaus weiter erfüllen kann.

Ein **Eintrag von ortsfremdem Bodenmaterial** ist durch die Herstellung der TENP III nicht oder nur in Ausnahmefällen zu erwarten, da der ausgehobene Boden aus dem Rohrgraben direkt vor Ort wieder eingebaut wird. Lediglich eine Sandbettung wird ggf. zum Schutz der Gasleitung erforderlich, welche die Leitung mit geringer Mächtigkeit umgibt. Da Sand im Vorhabenbereich kaum vorkommt, ist hier von der Nutzung ortsfremden Bodenmaterials auszugehen. Aufgrund der Tiefe der Gasleitung betrifft die Sandbettung nur den unteren Bodenbereich, sodass der Hauptwurzelbereich nicht von der Sandbettung betroffen ist. Schadstoffeinträge durch den Sand sind nicht zu erwarten, da nur umweltchemisch geprüfter Sand eingesetzt wird, der keine hohen Schadstoffgehalte aufweist.

In bindigen Böden kann die Sandbettung des Rohres zu einer dauerhaften erhöhten **Längsläufigkeit des Wassers** entlang des Rohrgrabens führen. Dadurch kann der natürliche Grundwasserfluss gestört werden. In diesem Fall werden Tonriegel zur Rückhaltung des Wassers eingebaut.

Durch die flächenhafte Baumaßnahme kann es ferner vorübergehend, kurz nach der Fertigstellung der Baumaßnahme, im Bereich des Arbeitsstreifens inklusive des Rohrgrabens zu einer verstärkten **Bodenerosion** kommen (Erosion durch Wind und vor allem durch Wasser). Dieses erhöhte Erosionsrisiko besteht prinzipiell so lange, bis sich wieder eine geschlossene Vegetationsdecke

gebildet hat. Das Risiko für Bodenerosion ist abhängig vom K-Faktor (vgl. Kapitel 4.4.3), der Geländeneigung und weiteren Parametern.

5.1.3 Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Betriebsbedingte Wirkungen auf den Boden sind durch die Gasleitung nicht zu erwarten.

6. VERMEIDUNGS- UND MINDERUNGSMAßNAHMEN MIT KONKRETER BESCHREIBUNG DER GEPLANTEN MAßNAHMENUMSETZUNG

6.1 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen in der Bauphase

Im Folgenden werden Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen empfohlen, die während der Bauphase umzusetzen sind. Das Kapitel 6.3 der DIN 19639 listet zahlreiche Maßnahmen für die Bauphase auf, die je nach vorliegenden Empfindlichkeiten und Schutzwürdigkeiten der Böden zur Anwendung kommen können. Die konkrete Auswahl dieser Maßnahmen wurde anhand der Ergebnisse des vorliegenden Gutachtens getroffen und ist somit an die vorliegenden Böden angepasst.

Neben einer fachtechnischen Bauüberwachung ist unbedingt eine **Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)** erforderlich, die kontinuierlich bzw. regelmäßig auf der Baustelle präsent ist. Diese Maßnahme dient der Vermeidung irreparabler Bodenschäden.

Die **aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit** (in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte und Konsistenz) und daraus abgeleitet die **Bearbeitbarkeit und Befahrbarkeit** (außerhalb von befestigten Baustraßen) des Bodens ist regelmäßig von der BBB zu überprüfen. Dabei können entweder die Konsistenzbereiche bzw. die Bodenfeuchte nach Tabelle 2 der DIN 19639 händisch über die Bodenmerkmale bestimmt werden oder die Wasserspannung mittels Tensiometer (nach DIN EN ISO 11276) gemessen werden. Unbefestigte Flächen dürfen ab einer Feuchtestufe von feu4 bzw. einer Konsistenz von ko4 nicht mehr befahren werden. Bei einer Stufe von feu3/ko3 ist eine

Befahrung nur eingeschränkt nach dem Nomogramm in Bild 2 der DIN 19639 zulässig. Eine Befahrung von befestigten Baustraßen ist bei jeder Feuchtigkeits- bzw. Konsistenzstufe erlaubt. Die Bearbeitung (hier v. a. Bodenaushub) ist ebenfalls ab feu4/ko4 unzulässig. Bei feu3/ko3 ist eine Bearbeitung zulässig, wenn der Boden im Löffel rieselfähig ist.

Im Zuge der Vorarbeiten und der Flächenvorbereitung ist zu beachten, dass grundsätzlich ein **Abtrag von Oberboden** zu erfolgen hat, sofern der Unterboden eine deutlich geringere Verdichtungsempfindlichkeit durch z. B. einen höheren Skelettanteil aufweist. Darüber hinaus sind der Abtrag von Oberboden sowie lastverteilende Maßnahmen bei einer Beanspruchungsdauer der Flächen über 6 Monate grundsätzlich vorzusehen. Bei einer kürzeren Beanspruchung der Bodenflächen kann unter Berücksichtigung der Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens gegebenenfalls auf den Abtrag des Oberbodens verzichtet werden.

Sofern der Oberboden in der Baubedarfsfläche verbleibt, ist die **Vegetationsdecke**, insbesondere bei Grünlandflächen, nach Möglichkeit zu erhalten. Für vegetationsarme Standorte und Ackerflächen ist eine aktive Begrünung vor Beginn der Baumaßnahme vorzusehen. Wird Oberboden vor Beginn der Baumaßnahme abgetragen, kann zersetzes oder getrocknetes Mäh- oder Mulchgut auf der Fläche verbleiben, anderenfalls ist es vom Oberboden getrennt zu halten und abzufahren. Bei ökologisch wertvollen Grünlandstandorten ist eine Wiederbegrünung mit zuvor abgetragenen Grassoden oder durch die Aussaat von Regiosaatgut einzuplanen.

Dauerhaft oder stark **vernässte Bereiche** sind aufgrund ihrer hohen Verdichtungsempfindlichkeit nicht für die Anlage von Zwischenmieten oder Baubedarfsflächen geeignet. Bei einer unvermeidbaren Beanspruchung dieser Flächen sind schädliche Bodenverdichtungen durch u. a. eine vorgezogene bauliche Wasserhaltung sowie erhöhte Anforderungen an lastverteilende Maßnahmen zu minimieren.

Organische Böden sowie **Böden mit hohem Humusgehalt** sind nach Möglichkeit von baubedingten Eingriffen auszuschließen. Kann die Beanspruchung als Baubedarfsfläche nicht vermieden werden, ist eine frühzeitige Absenkung des Wasserspiegels durch bautechnische Verfahren oder mittels bestehender Drainagen vorzusehen. In diesem Zusammenhang muss mit ggf. großflächig eintretenden Setzungen gerechnet werden. Die Flächenpressung ist durch Wahl geeigneter Baumaschinen sowie lastverteilender Maßnahmen möglichst gering zu halten. Im Zuge von Bodenaushubmaßnahmen sind trockene, feine Oberschichten von tieferen, nassen Torfschichten sowie von ggf. vorkommenden weiteren Bodenhorizonten mit anderen Eigenschaften

getrennt abzutragen und zu lagern. Überschüssiges Bodenmaterial aus dem Baubereich ist nach Möglichkeit zur Wiederherstellung von Moorböden oder zur Melioration mineralischer Böden zu verwerten. Diese Maßnahmen sind nur dann umzusetzen, falls wider Erwarten und kleinflächig organische Böden vorgefunden werden.

Für die Bauausführung in **Waldgebieten oder Gehölzen** ist ggf. die Entfernung von Bäumen und Wurzelstöcken erforderlich. Diese Maßnahmen haben grundsätzlich bodenschonend zu erfolgen. Die bodengleiche Entfernung von Wurzelstöcken ist gegenüber dem Ziehen mit einem Raupenbagger sowie der Beseitigung mittels Wurzelfräse, Wurzelbohrer oder Stockfräse zu bevorzugen. Grundsätzlich sind Ober- und Unterboden zu trennen. Falls eine Trennung von Ober- und Unterboden (auch anthropogen gestörten Böden) nicht realisierbar ist, können diese gemeinsam abgetragen sowie nach der Zwischenlagerung ohne Trennung wieder auf die Fläche aufgebracht werden. Im Wald wird üblicherweise bei den Unterbodenschichten aus dem Rohrgraben nicht weiter getrennt. Astmaterial ist vor dem Bodenabtrag zu entfernen. Holzschnitzel müssen verbracht werden oder dürfen nur mit Genehmigung des Eigentümers auf dem Grundstück verbleiben. Wurzelstockfräsgut stellt i. d. R. einen geringeren Massenanteil dar und kann auf dem Grundstück verbleiben. Anfallendes, nicht zu vermarktendes Derbholz, Restholz und Astwerk wird Eigentum des Auftragnehmers und muss ordnungsgemäß unter Beachtung der behördlichen Vorschriften und Gesichtspunkten des Forstschutzes entsorgt werden. Es kann bei schriftlich vorliegendem Einverständnis des Eigentümers als Häckselgut auf Waldflächen belassen werden.

In Bereichen, in denen zu erwarten ist, dass unter Berücksichtigung des Witterungsverlaufes die erforderliche Befahrbarkeit bauzeitlich zumindest zeitweise nicht gegeben ist, sind **lastverteilende Maßnahmen** als befestigte Baustraße (mineralische, nicht gebundene Baustraßen auf Geotextil bzw. Vlies, Baustraßen mit gebundenen Tragschichten, Lastverteilungsplatten, Baggermatratzen) in Abhängigkeit der Bodenart, des Bodenzustandes sowie der geplanten Nutzung der Baubedarfsfläche vorzusehen. Die Bodenbereiche innerhalb des geplanten Arbeitsstreifens für die Herstellung der Gasversorgungsleitung, in denen Baustraßen (auch optional) vorzusehen sind, werden im Bodenschutzplan (Anlage 6) dargestellt. Grundsätzlich betrifft dies Bodenbereiche mit einer besonders hohen Verdichtungsempfindlichkeit. Als Basis der **ungebundenen Baustraße** ist ein ausreichend zugfestes **Geotextil** mit einer empfohlenen biaxialen Zugfestigkeit von 100 kN/m² zu verwenden. Die Gesteinsauflage ist den Bodenverhältnissen sowie den zu erwartenden mechanischen Belastungen anzupassen und in einer Mindeststärke von 30 cm (vorhabenbedingt ggf. auch 50 cm und mehr) auszuführen. Mit Radtechnik befahrene und vielbefahrene Flächen sind grundsätzlich durch befestigte Baustraßen zu schützen. Lastverteilende Maßnahmen sind

grundsätzlich so zu wählen, dass der Baustellenverkehr unter Einhaltung der Vorgaben des Bodenschutzes bzw. DIN 19639 zu jeder Zeit gewährleistet ist.

Für **Lagerflächen** (z. B. für Rohre) sowie weitere Baustelleneinrichtungsflächen sind analog die Vorgaben zur Herstellung von Baustraßen zu beachten.

Um vermeidbaren Bodenschadverdichtungen vorzubeugen, ist der maximal zulässige Kontaktflächendruck (Flächenpressung) der eingesetzten **Baumaschinen** hinsichtlich der Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit der Böden stets zu beachten und zu überprüfen. Die Nutzungsmöglichkeiten der Maschinen/Geräte sind in Abhängigkeit definierter Bodenzustände bzw. Konsistenzbereiche z. B. über ein farbiges Ampelsystem zu kennzeichnen. Grundsätzlich sind die Überrollhäufigkeiten auf ein notwendiges Mindestmaß zu beschränken und unnötige Rangierfahrten zu vermeiden.

Der **Bodenabtrag** hat mit Raupenbaggern zu erfolgen. Dies gilt sowohl für den Abtrag des Oberbodens für den Arbeitsstreifen als auch für den Rohrgrabenaushub. Schiebende Fahrzeuge wie Planierraupen sind nicht zulässig. Da der Bodenabtrag noch vor der Herstellung möglicher Baustraßen erfolgt, sind hier die Grenzen für Befahrung und Bearbeitbarkeit (siehe oben) zwingend zu beachten und die Arbeiten notwendigenfalls vorübergehend einzustellen. Sofern bei der Feuchtigkeitsstufe feu3 gearbeitet werden soll, kann eine Befahrbarkeit möglicherweise durch den Einsatz von Maschinen mit geringerem Gewicht und/oder geringerer Flächenpressung weiterhin möglich sein (nach Nomogramm, Bild 2 der DIN 19639).

Beim Bodenaushub des Rohrgrabens und bei der Abtragung des Oberbodens für die Herstellung des Arbeitsstreifens werden **generell Oberboden (A-Horizont) und Unterboden (B-Horizont) sowie Ausgangsgestein (C-Horizont; hier meist Sandstein und Hangschutt) getrennt aufgehäuft und gelagert**, sodass keine Vermischungen oder Beeinträchtigungen stattfinden. Stellenweise wird das Ausgangsgestein durch den Aushub des Rohrgrabens möglicherweise nicht erreicht, sodass dort nur eine Trennung in Oberboden und Unterboden erfolgt. Bei bedeutsamen zusätzlichen Substratwechseln im Unterboden ist u. U. eine zusätzliche Trennung der Substrate sinnvoll (z. B. bei deutlichen Unterschieden bei der Feinbodenart). Die Überwachung und Kontrolle des Bodenaushubs ist eine wesentliche Teilaufgabe im Rahmen der Bodenkundlichen Baubegleitung (BBB). Die Vorgaben des Kapitels 6.3.7 der DIN 19639 für die Zwischenlagerung von Böden sind einzuhalten. Dazu gehört unter anderem die Einhaltung einer Mietenhöhe bei

Oberboden von $\leq 2,0$ m und bei Unterboden bzw. Ausgangsgestein von $\leq 3,0$ m. Die Oberbodenmieten dürfen keinesfalls befahren oder als Lagerfläche genutzt werden. Bei einer Lagerungsdauer von mehr als zwei Monaten ist direkt nach der Herstellung der Mieten eine Zwischenbegrünung einzusäen, um Vernässung, Erosion und unerwünschten Aufwuchs zu verhindern. Bei feinkörnigen Böden kann ein Abdecken der Mieten mit Folie notwendig werden, um diese vor wetterbedingter Austrocknung oder Vernässung zu schützen.

In Hangbereichen sind aufgrund der dortigen hohen Erodierbarkeit des Bodens Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Fläche bzw. zum **Erosionsschutz** vorzusehen (Berücksichtigung von Hangneigung, Hanglänge und bevorzugten Abflussbahnen etc.). Hier kommen etwa eine schnelle Begrünung, biologisch abbaubare Erosionsschutzmatten oder quer zum Hang verlaufende Abflussrinnen in Frage.

Zur Identifizierung möglicher **Archivböden** sollte es den Bodenschutzbehörden ermöglicht werden, den offenen Rohrgraben bodenschutzfachlich zu begutachten. Archivböden sind im Baufeld aufgrund der historischen Vorbelastung (Gasleitungen TENP I und TENPII) allerdings nur sehr untergeordnet zu erwarten.

Der **Wiedereinbau stofflich belasteten Materials** darf nur am unmittelbaren Aushubort geschehen und nur wenn keine Gefährdungen im Sinne des Bodenschutzrechtes vorliegen. Die Verwertung oder Entsorgung überschüssigen Bodenaushubs mit erhöhten Schadstoffgehalten darf nur nach den Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes, insbesondere geregelt in § 12 BBodSchV, bzw. nach der LAGA TR Boden durchgeführt werden (s. a. Kap. 4.4.4).

Die eventuelle Lagerung von **boden- und wassergefährdenden Stoffen** darf nur auf Flächen erfolgen, auf denen Schutzvorkehrungen gegen ein Versickern von grundwassergefährdenden Stoffen getroffen wurden. Schadstoffeinträge sind durch regelmäßige Wartung der Maschinen und Fahrzeuge sowie Vorhaltung ausreichender Mengen ölbindender Stoffe zu vermeiden.

6.2 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die Rekultivierung

Im Zuge der Rekultivierung ist auf temporär genutzten Flächen eine **durchwurzelbare Bodenschicht** wiederherzustellen, ohne eine erhebliche oder dauerhafte Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen zu verursachen.

Der **Wiedereinbau** des Bodens hat **horizont- bzw. schichtgerecht** zu erfolgen. Dabei sind die Bodenbeschaffenheit, die Auftragsmächtigkeiten wie auch der Grad der Verdichtung den ursprünglichen Verhältnissen anzupassen. Über die standörtliche Normalverdichtung hinausgehende Bodenverdichtungen sind grundsätzlich zu vermeiden. I. d. R. wird dies durch einen Verzicht auf dynamische Verdichtung und stattdessen eine lagenweise statische Verdichtung mit der Baggerschaufel erreicht. Wenn in Sonderfällen eine stärkere Verdichtung erwünscht ist, etwa um einen stauenden Horizont wiederherzustellen, kann nach Rücksprache mit der Bodenkundlichen Baubegleitung auch eine dynamische Verdichtung erfolgen (s. Kap. 3.1).

Aufzutragendes Bodenmaterial ist grundsätzlich im Streifenverfahren, ohne ein Befahren des Bodens, aufzubringen. Zur Herstellung des Planums ist der Einsatz schiebender Fahrzeuge (Planiertrauben) im Konsistenzbereich 1 bis 2 zulässig. Wie auch in der Bauphase sind im Zuge der Rekultivierung die Grenzen der Befahrbarkeit und der Bearbeitbarkeit der Böden, die Bodenfeuchtigkeit, als auch die maximal zulässigen Kontaktflächendrücke der eingesetzten Baumaschinen/Geräte gemäß DIN 19639 zu beachten.

Schädliche Verdichtungen des Unterbodens (z. B. durch Maschinen oder Geräte) sind durch eine geeignete Tiefenlockerung vor dem Auftrag des Oberbodens zu beseitigen, wobei die Lockerungstiefe nicht die Tiefe der erzeugten Verdichtung überschreiten sollte.

Bestehende **Drainagen** sind im Zuge der Rekultivierung funktionsgerecht wiederherzustellen. Gleichmaßen ist zur Sicherung der natürlichen Bodenfunktionen eine ggf. **dauerhaft entwässernde Wirkung** durch die Leitung bzw. des Bettungsmaterials mit entsprechenden Gegenmaßnahmen (Einbau von Tonriegeln) zu verhindern.

Vor Beginn der Rekultivierung sind alle baubedingten **Fremdstoffe** (Baustraßen, Geotextilien, Schotter, Abfälle u. a.) rückstandsfrei aus dem Baufeld zu entfernen. Steine im A-Horizont, die aus dem Unterboden gefördert wurden (z.B. beim Lockern), sind abzusammeln

Der **Neuaufbau von Böden** hat standortangepasst und unter Beachtung des Rekultivierungsziels zu erfolgen. Vor Wiederherstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht sind zunächst ggf. vorhandene Hohlformen bis etwa 2 m unterhalb der geplanten Geländeoberfläche mit geeignetem Bodenmaterial zu verfüllen. Das entstandene **Rohplanum** ist vor dem Auftrag des Unterbodenmaterials grundsätzlich zu lockern.

Der getrennte Auftrag von Unter- und Oberboden ist beetartig oder streifenweise ohne Verursachung von schädlichen Bodenverdichtungen mittels Raupenbagger auszuführen. Nach dem Wiedereinbau muss die Durchwurzelbarkeit und die Wasserdurchlässigkeit des Bodens gewährleistet sein.

Zur Absicherung der erfolgreichen Rekultivierung ist ggf. eine Zwischenbewirtschaftung (s. Kapitel 6.3) vorzusehen.

6.3 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die Zwischenbewirtschaftung

Zur weitestgehenden Wiederherstellung der Bodenfunktionen und zur Stabilisierung der bodenphysikalischen und bodenchemischen Eigenschaften der Böden ist eine Zwischenbewirtschaftung von großer Bedeutung. Daher wird in Abstimmung mit der bodenkundlichen Baubegleitung nach Abschluss der Baumaßnahme im Rahmen einer Übersichtsbegehung der Zustand der Böden detailliert dokumentiert (auch zur Beweissicherung). Auf dieser Basis werden Maßnahmen der Zwischenbewirtschaftung festgelegt und eine vertragliche Vereinbarung mit dem Zwischenbewirtschafter getroffen. Die Durchführung einer Zwischenbewirtschaftung ist nicht verpflichtend, grundsätzlich besteht aber das Angebot einer zweijährigen Zwischenbewirtschaftung seitens des Vorhabensträgers. Eine gründliche Information der Bewirtschafter ist dabei essentiell. Die Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen für die Zwischenbewirtschaftung können den Maßnahmenblättern der Anlage 7 entnommen werden.

Im Regelfall wird bei bindigen Böden von einer zweijährigen Zwischenbewirtschaftung ausgegangen, damit der frisch aufgetragene Boden optimal erschlossen wird und das Bodengefüge möglichst weitgehend regeneriert wird: Anzuwenden sind Saatgutmischungen mit unterschiedlichen Wurzeltypen und Durchwurzelungstiefen. Beispielsweise können Mischungen aus Luzerne (*Medicago sativa*), Steinklee (*Melilotus officinalis*), Winterweizen (*Triticum aestivum*), Winterroggen (*Secale cereale*), Lupine (Gattung *Lupinus*), Senf (*Sinapis alba*), Rübsen (*Brassica rapa*), Kresse (*Lepidium sativum*), Weidelgras (*Lolium multiflorum*), Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), Rotschwingel

(*Festuca rubra*) und Rohrglanzgras (*Phalaris aruncinacaea*) angewendet werden. So wird auch der Gefahr von Unterbodenverdichtungen nach der Baumaßnahme entgegengewirkt.

Auf sandigen Böden mit Einzelkorngefüge kann der Zwischenbewirtschaftungszeitraum reduziert werden oder sogar vollständig auf eine Zwischenbewirtschaftung verzichtet werden. Näheres ist im Zwischenbewirtschaftungs- und Pflegekonzept zu regeln.

Die Maßnahmen zur Zwischenbewirtschaftung dürfen nur bei ausreichend trockenem und tragfähigem Boden durchgeführt werden. Evtl. sind standortgerechte Kalkungs- oder Düngungsmaßnahmen (Wirtschaftsdünger und Kompost) vorzusehen, eine Verunkrautung ist zu vermeiden. Sinnvoll ist das Mulchen einzelner Schnitte zur Förderung von Humusaufbau und Gefügebildung. Eine intensive Beweidung oder eine andere intensive Nutzungsform ist während der Zwischenbewirtschaftung ausgeschlossen.

Für die Folgenutzungen als Acker oder Wald sind im Zwischenbewirtschaftungskonzept weitergehende bzw. nutzungsorientierte und detaillierte Empfehlungen auszusprechen.

6.4 Maßnahmen bei Funktionseinschränkung

Verbleiben nach Abschluss der Baumaßnahme und erfolgter Zwischenbewirtschaftung erhebliche durch die Baumaßnahme verursachte Funktionseinschränkungen, dann sind geeignete und standortgerechte Maßnahmen zu konzipieren, um diese Beeinträchtigungen zu beseitigen. Zur Beurteilung von erheblichen Bodenschäden werden beispielsweise Setzungen, Fahr- und Erosionsspuren sowie Abweichungen vom (geplanten) Profilaufbau herangezogen. Von besonderer Bedeutung sind Hinweise auf Bodenverdichtungen (z. B. Aufwuchsschäden, Staunässe oder erhebliche Zunahme der Trockendichte), Verschmutzungen und die Vermischung unterschiedlicher Bodenschichten (v. a. Ober- und Unterboden). Auch die Einmischung von Steinen in zuvor steinfreie Schichten und der Ein- bzw. Auftrag standortfremden Bodenmaterials wird berücksichtigt. Als Referenzflächen dienen in der Regel angrenzende bzw. nahe liegende nicht beeinflusste Flächen.

Als Maßnahmen gegen (baubedingte) Funktionseinschränkungen dienen beispielsweise technische Tieflockerungsmaßnahmen (30 cm bis größer 100 cm Tiefe); bei ihrer Durchführung sind Lockerungsfähigkeit und Feuchtezustand des Bodens zu berücksichtigen und für die

Bodenbedingungen geeignete Geräte auszuwählen. In der Regel sind flankierende Zwischenbewirtschaftungsmaßnahmen durchzuführen. Für eine Oberbodenlockerung dagegen kommen alle gängigen landwirtschaftlichen Geräte (Grubber, Pflug, Fräse etc.) in Frage.

Sind trotz der Maßnahmen zum Bodenschutz und zur Sanierung von Verdichtungsschäden erhebliche baubedingte und für die landwirtschaftliche Nutzung schädliche Staunässeerscheinungen vorhanden, so sind im Rahmen der rechtlichen (und auch morphologischen) Möglichkeiten Drainagemaßnahmen durchzuführen.

Bodensackungen werden unter Beachtung der DIN 19731 mit standortgerechtem Bodenmaterial aufgefüllt. Bei dauerhaften Gefügeschäden oder beim Eintrag ungeeigneten Bodenmaterials wird unter Berücksichtigung der DIN 19639 ein Bodenaustausch durchgeführt, um die natürlichen Bodenfunktionen wiederherzustellen. Bei baubedingten Nährstoffmängeln sind Düngungs- oder Kalkungsmaßnahmen zu veranlassen.

Wird der Grobboden- bzw. Steinanteil der ursprünglichen Böden erheblich erhöht, werden (insbesondere im Oberboden) die Steine manuell oder maschinell beseitigt. Auch Erosionsschäden sind zu beseitigen und mit einer unmittelbaren Begrünung zu sichern.

Verluste an organischer Substanz (im Vergleich zu den ursprünglichen Böden) werden unter Berücksichtigung der standörtlichen Verhältnisse und der angestrebten Nutzung ausgeglichen. Dies wird durch organische Düngung sowie durch humusmehrende Kulturen im Rahmen der Zwischenbewirtschaftung möglich. Der Aufwuchs der Zwischenbewirtschaftung sollte gemulcht bzw. eingearbeitet werden.

7. ERLÄUTERUNGEN ZUM BODENSCHUTZPLAN

Der Bodenschutzplan (vgl. Anlage 6) beinhaltet als zeichnerische Darstellung die räumliche Konkretisierung von Bodenschutzmaßnahmen (vgl. Kapitel 6), die in der Bauphase umzusetzen sind. Er wurde aus der räumlichen Überlagerung von Grundlagenkarten entwickelt. Hierbei werden die Karten zur Bewertung der Verdichtungs- und Erosionsempfindlichkeiten mit den Karten des Bauvorhabens mit Baubedarfsflächen und weiteren räumlichen Vorhabensdarstellungen abgeglichen.

Anhand der Überlagerung der Empfindlichkeit des Bodens und den auf ihm durchzuführenden Baumaßnahmen werden den einzelnen Flächen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zum Bodenschutz zugeordnet. Die räumliche Verteilung dieser Maßnahmen bildet den Bodenschutzplan. Hierbei wird darauf geachtet, dass bei der Planung der Baumaßnahmen (soweit technisch möglich) Flächen bevorzugt werden, auf denen Böden mit geringer Schutzwürdigkeit beziehungsweise Empfindlichkeit vorliegen.

Im Bodenschutzplan sind zudem die Bereiche mit Baustraßen (ca. 14,4 km) und optionalen Baustraßen (ca. 10,6 km) gekennzeichnet.

Die im Vorhabengebiet durchzuführenden Maßnahmen sind im Detail in der Anlage 7 beschrieben. In der folgenden Auflistung sollen lediglich die im Bodenschutzplan verwendeten Kürzel nochmals knapp erläutert werden:

Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen während der Bauphase/ im Allgemeinen:

- M1 Berücksichtigung jahreszeitlicher Witterungsbedingungen mit ausreichenden Pufferzeiten bei der Bauzeitenplanung
- M2 Beachtung einer geeigneten Bodenfeuchte bei der Ausführung von Bodenarbeiten
- M3 Vermeidung der Vermischung unterschiedlicher Bodenmaterialien
- M4 Minimierung der Inanspruchnahme von Eingriffsflächen
- M5 Vermeidung von Schad- und Fremdstoffeinträgen in den Boden
- M6 Abtrag von Mutterboden
- M7 Herstellung von Baustraßen
- M8 Herstellung von Bodenmieten
- M9 Böden mit besonderer Funktionserfüllung
- M10 Anforderungen an den Maschineneinsatz
- M11 Baumaßnahmen auf besonderen Standorten
- M12 Archäologische Bodenfunde
- M13 Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Bodenerosion

Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die Rekultivierung:

- R1 Wiederherstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht
- R2 Anforderungen an den Bodenauftrag

Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die Zwischenbewirtschaftung:

- Z1 Übersichtsbegehung nach Abschluss der Baumaßnahme und Pflegekonzept
- Z2 Aussaat einer geeigneten Saatgutmischung und Pflege
- Z3 Standortgerechte Kalkung
- Z4 Standortgerechte Dünung
- Z5 Vermeidung von Verunkrautung
- Z6 Verzicht auf intensive Beweidung oder Nutzungsform während der Zwischenbewirtschaftung
- Z7 Beachtung der ausreichenden Trockenheit und Tragfähigkeit der Böden vor Durchführung der Maßnahmen

Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen:

- F1 Unterbodenlockerung
- F2 Oberbodenlockerung
- F3 Drainagemaßnahmen
- F4 Verfüllung von Bodensackungen
- F5 Bodenaustausch
- F6 Düngung und/oder Kalkung zum Ausgleich baubedingten Nährstoffmangels
- F7 Entsteinung bei erhöhtem Steingehalt
- F8 Beseitigung von Erosions- und Rutschungsschäden
- F9 Ausgleich des baubedingten Verlustes organischer Substanz

Die Maßnahmen M1 bis M13 sind in den in Anlage 6 und Anlage 7 dargestellten Abschnitten der Trasse zu berücksichtigen und umzusetzen. Auf einige Maßnahmen kann ggf. und in Abhängigkeit des Bodenzustands verzichtet werden. Die Notwendigkeit einiger dieser Maßnahmen ist auch standortspezifisch bedingt. Wo die Schutzwürdigkeit beziehungsweise Empfindlichkeit des Bodens konkrete Maßnahmen erfordert, sind im Bodenschutzplan (Anlage 6) entsprechende Kennzeichnungen vorgenommen.

Die Rekultivierungsmaßnahmen R1 und R2 sowie die Maßnahme Z1 werden nach Beendigung der Baumaßnahme zumeist dort durchgeführt, wo die standortspezifische Notwendigkeit zum Schutz des Bodens einen teilweisen oder vollständigen Bodenabtrag erforderte, und erfolgen also im Anschluss an die bauzeitlichen Minderungsmaßnahmen. Je nach Standorteigenschaften und -ansprüchen sind die Maßnahmen zur Zwischenbewirtschaftung Z2 bis Z7 ergänzend und nach Absprache mit den Landwirten durchzuführen. Ein endgültiges Konzept zur

Zwischenbewirtschaftung wird nach Beendigung der Baumaßnahme in Abhängigkeit von der aktuellen Situation aufgestellt. Im vorliegenden Bodenschutzplan sind Maßnahmen zur Zwischenbewirtschaftung nach voraussichtlicher Notwendigkeit dargestellt.

Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen sind im Bodenschutzplan nicht markiert, da sie nur dann zum Zuge kommen, wenn Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen stellenweise keine oder nur eingeschränkte Wirkung zeigen oder wenn es bei der Durchführung dieser Maßnahmen zu erheblichen Fehlern kommen sollte.

8. VERMITTLUNG VON INFORMATIONEN

Die Inhalte des vorliegenden Bodenschutzkonzeptes werden beim Bau der Gasversorgungsleitung in Abhängigkeit der vor Ort zum Bauzeitpunkt vorgefundenen Bedingungen berücksichtigt. Die ausführenden Firmen werden diesbezüglich vertraglich gebunden. Die Überwachung erfolgt durch die Bauleitung des Bauherrn, insbesondere durch die BBB.

9. DOKUMENTATION

Durch die Bodenkundliche Baubegleitung werden die wesentlichen Bauarbeiten kontinuierlich dokumentiert. Dies beinhaltet im Rahmen von regelmäßigen Begehungen Untersuchungen zum Bodenfeuchtezustand und Konsistenzbereich sowie gegebenenfalls zu Wasserspannung, Wetterereignissen und Niederschlagsmengen anhand derer analog zur DIN 19639 (Tabelle 2) Aussagen über die Verdichtungsempfindlichkeit und Befahrbarkeit der Böden getroffen werden können. Diese Untersuchungen finden periodisch bei mindestens wöchentlichen Begehungen statt. Ergänzend werden witterungsabhängige Untersuchungen (detaillierte Erfassung z. B. bei Starkregen, anhaltender Trockenheit etc.) durchgeführt.

Geeignete Untersuchungsmethoden und Prüfverfahren sind z. B. Tensiometer, Matrixpotential-Sensoren, Gipsblockelektroden oder Watermark-Sensoren zur Bestimmung der Saugspannung

und/oder der Bodenfeuchte und TDR- und FDR-Sensoren zur Ermittlung des volumetrischen Wassergehaltes, darunter z. B. ECH₂O-FDR-Sensor oder Fieldscout-TDR-Sensor.

Im Falle von Bodenschäden (z. B. Verdichtungen, Gefügeschäden, Kontaminationen etc.) ist eine Beweissicherung (Fotographische Dokumentation, ggf. organoleptische Ansprache, Probenahme für Schadstoffanalysen etc., Protokollerstellung) durch die BBB durchzuführen.

Gegebenenfalls erforderliche Abweichungen vom Bodenschutzkonzept werden im Rahmen der Dokumentation beschrieben und begründet. Die einzelnen Dokumentationen erfassen kontinuierlich die Bodenzustände und Situationen durch orts- und zeitgenaue Angaben sowie durch aussagekräftige Fotos.

Die einzelnen Dokumentationen werden im Abschlussbericht der Bodenkundlichen Bauüberwachung zusammenfassend dargestellt. Auch unerwartete Funktionsminderungen oder andere schädliche Bodenveränderungen, die noch vor der Baumaßnahme auffallen, sowie Abweichungen, die während der Baumaßnahme auftreten und Funktionsminderungen oder andere schädliche Bodenveränderungen zur Folge haben, werden in den Abschlussbericht aufgenommen. Ein verbesserter Bodenzustand sowie diesbezüglich ggf. entfallende Maßnahmen sind ebenfalls durch die BBB zu dokumentieren.

Sollten im Zuge der Baumaßnahme neue bodenbezogene Techniken erstmalig durchgeführt werden, so werden die Erfahrungen mit diesen Techniken im Abschlussbericht zusätzlich detailliert beschrieben. Der Abschlussbericht wird um eine Reflexion über die Wirksamkeit der ergriffenen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen ergänzt.

Somit wird eine Qualitätskontrolle der gesamten Baumaßnahme ermöglicht.

10. FAZIT

Für das Projekt „TENP III Abschnitt Mittelbrunn - Klingenmünster“ der Trans Europa Naturgas Pipeline GmbH und Co. KG wurde ein Bodenschutzkonzept erstellt. Ausgewertet wurden die vorhandenen digitalen Daten der Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 (BK 50), die Bodenflächendaten im Maßstab 1: 5.000 (BFD5L) und die selbst erhobenen Daten aus den bodenkundlichen

Sondierungen (entsprechend Bodenkundlicher Kartieranleitung – KA 5) entlang des Trassenverlaufs. Auf dieser Basis wurde ein bodenkundliches Kartenwerk im Maßstab 1:1.000 zum Leitungsverlauf erstellt, welches Informationen zu den Bodentypen, zur Verdichtungsempfindlichkeit, zur Erodierbarkeit und zur Funktionserfüllung der Böden enthält.

Es erfolgte eine detaillierte Beschreibung der Ergebnisse der Felderhebungen. Weitere Auswertungen erfolgten z.B. hinsichtlich der Vernässung, des Humusgehaltes und weiterer Parameter. Auf Grundlage der Auswertungen wurden Handlungsempfehlungen und Schutzmaßnahmen abgeleitet, die im Rahmen des Bauvorhabens umzusetzen sind. Überdies werden Maßnahmen zur Rekultivierung und mögliche Maßnahmen zur Zwischenbewirtschaftung beschrieben. Verbleiben nach der Baumaßnahme erhebliche Bodenschäden, sind spezifische Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen durchzuführen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

i. V. (gezeichnet)

Dipl.-Geoök. Dr. Heiko Schönbuchner
(Leiter KC Natur- und Bodenschutz)

i. A.

Annekathrin Hepp
(Projektbearbeiterin)