

Gastransportleitung AUGUSTA der *bayernets* GmbH

Antragsunterlagen für das Planfeststellungsverfahren
gemäß § 43 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)
im Regierungsbezirk Schwaben

13.1 Bodenschutzkonzept

Tektur Schwarzversion



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

bayernets GmbH
Poccistraße 7
80336 München

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
42.7852	13_0_BSK_Tektur_Schwarzfassung	Schö/Behr	Witten	30.10.2024

WK 51
Gastransportleitung
Wertingen - Kötz
– 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	5
1.3.2 Bodenschutzfachliche Erkundungsbohrungen	6
1.4 Unterlagen	6
2. BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	12
2.1 Untersuchungstrasse und -korridor	12
2.2 Geologie	13
2.3 Landschaft und Vegetation	14
2.4 Bodentypen im Untersuchungskorridor	15
3. VORHABENBESCHREIBUNG UND PLANUNGSVORGABEN	18
3.1 Beschreibung des Vorhabens	18
3.2 Maßnahmen zur Flächenminimierung	21
3.3 Massenbilanz	21
4. BODENBEZOGENE DATENERFASSUNG UND BEWERTUNG	23
4.1 Geländeerhebungen nach KA 5	23
4.1.1 Vorbemerkung	23
4.1.2 Bodentypen laut ÜBK25	23
4.1.3 Bodentypen und Bodeneigenschaften laut eigener Felderhebungen	28
4.2 Bewertung der Geländeerhebungen nach KA 5	35
4.3 Penetrologgeruntersuchungen	39
4.4 Weitergehende Bewertung der Böden	40
4.4.1 Bodenfunktionsbewertung	40
4.4.2 Verdichtungsempfindlichkeit	53
4.4.3 Erosionsempfindlichkeit	59
4.4.4 Schadstoffsituation	61



5. AUSWIRKUNGEN, VORHABENBEZOGENE ZU ERWARTENDE BEEINTRÄCHTIGUNGEN DER BODENQUALITÄT UND DER FUNKTIONSERFÜLLUNG	63
5.1 Wirkfaktoren	63
5.1.1 Baubedingte Wirkfaktoren	64
5.1.2 Anlagenbedingte Wirkfaktoren	66
5.1.3 Betriebsbedingte Wirkfaktoren	67
5.2 Anthropogene und natürliche Böden	68
6. VERMEIDUNGS- UND MINDERUNGSMABNAHMEN MIT KONKRETER BESCHREIBUNG DER GEPLANTEN MAßNAHMENUMSETZUNG	68
6.1 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen in der Bauphase	69
6.2 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die Rekultivierung	75
6.3 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die Zwischenbewirtschaftung	77
6.4 Maßnahmen bei Funktionseinschränkung	78
7. ERLÄUTERUNGEN ZUM BODENSCHUTZPLAN	80
8. VERMITTLUNG VON INFORMATIONEN	84
9. DOKUMENTATION	84
10. FAZIT	86
11. ANLAGEN	
Anlage 1: Lageplan mit Bodentypen (145)	
Anlage 2: Lageplan mit Bodenfunktionen (145)	
Anlage 3: Lageplan mit Verdichtungsempfindlichkeiten (145)	
Anlage 4: Lageplan mit Erosionsempfindlichkeiten (145)	
Anlage 5: Lageplan mit Darstellung der stofflichen Belastung (entfällt)	
Anlage 6: Bodenschutzplan (148)	
Anlage 7: Maßnahmenblätter (35)	
Anlage 8: Mindestdaten für Untersuchungen nach § 2 BBodSchG (55)	
Anlage 9: Ergebnisse Penetrologger (52)	



1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Die bayernets GmbH plant zur Sicherstellung hinreichender Lieferkapazitäten bei steigendem Bedarf an Erdgas und Strom in Süddeutschland und Teilen von Österreich die Neuverlegung einer Gashochdruckleitung, ergänzend zum bereits bestehenden Leitungsnetz von bayernets und Open Grid Europe. Es handelt sich um eine Gasleitung mit einer Nennweite von DN 700 und einem Nenndruck von MOP 100. Die Leitung soll zwischen der Stadt Wertingen und der Gemeinde Kötz verlegt werden und die Planung umfasst weiterhin die Errichtung einer Gasmessanlage am Startpunkt in Wertingen sowie einer Gasdruckregel- und Messanlage (GDRM-Anlage) am Endpunkt in Kötz. Geplant ist ein weitgehend paralleler Verlauf zur bestehender Gasleitung SV50 der bayernets GmbH.

1.2 Auftrag

Mit der Bestellung Nr. 991101247 wurde der Dr. Spang GmbH auf Basis des Angebotes Nr. 42.15523 vom 28.05.2021 von der bayernets GmbH der Auftrag erteilt, für den Bau der geplanten Gastransportleitung ein Bodenschutzkonzept zu erstellen, im Rahmen dessen feldbodenkundliche Untersuchungen nach DIN 19639 durchzuführen waren.

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 Übersichtsbodenkarte 1:25.000 (ÜBK25) in Form von shape-files zu Verfügung [U 9]. Diese enthält



Informationen über vorkommende Bodentypen sowie die Bodenarten und das Ausgangssubstrat, welche sich mithilfe von QGIS mit den Flächen der geplanten Baumaßnahme verschneiden lassen.

Zusätzliche Informationen zu Bodenchemie, Bodenphysik und Bodenfunktionen wurden dem in digitaler Form vorliegenden UmweltAtlas Boden entnommen [U 11]. Auf Basis der entsprechenden Auswertung wurden die zu erwartenden Bodeneigenschaften und Bodenfunktionen ermittelt und bewertet.

1.3.2 Bodenschutzfachliche Erkundungsbohrungen

Zur Beurteilung der bodenkundlichen Verhältnisse wurden insgesamt 52 Sondierungen bis maximal 2 m Tiefe mit der Pürckhauer-Sonde entlang des Untersuchungsbereichs durchgeführt. Hierbei sollen die Bodentypen entsprechend der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 5, [U 1]) systematisch erfasst werden.

Darüber hinaus wurden an den Aufschlusspunkten der Pürckhauer-Sondierungen zusätzliche Messungen mit dem Penetrologger zur Untersuchung des Eindringwiderstandes der Böden durchgeführt. Alle Sondierungspunkte wurden per GPS eingemessen; es ist mit Abweichungen von maximal 3 bis 5 Metern zu rechnen.

Die feldbodenkundliche Erkundung wurde von Mitarbeitern der Dr. Spang GmbH im Zeitraum vom 28. Februar bis 14. März 2022 durchgeführt.

1.4 Unterlagen

Zur Bearbeitung des Projektes wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

[U 1] AD-HOC-AG BODEN (2005): **Bodenkundliche Kartieranleitung (5. verbesserte und erweiterte Auflage)**. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

[U 2] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE (2007): **Bodendenkmal**. Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als WMS-Dienst unter: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas>.



- [U 3] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR DIGITALISIERUNG, BREITBAND UND VERMESSUNG (2011): **Bodenschätzung**. Shape-files verfügbar unter: <https://www.ldbv.bayern.de/produkte/kataster/boden.html>.
- [U 4] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR DIGITALISIERUNG, BREITBAND UND VERMESSUNG (2020): **Digitales Geländemodell 1 m Gitterweite**. Als txt-Datei erhältlich unter: <https://geoportal.bayern.de>.
- [U 5] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2018): **Bodenerosion – Erosionsatlas Bayern**. Zuletzt geprüft am 18.05.2022: <https://www.lfl.bayern.de/iab/boden/029288/index.php>.
- [U 6] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2019): **Bodenerosion - Die Allgemeine Bodenabtragsgleichung – ABAG – Hilfsmittel und Handlungsempfehlung**. 5. veränderte Auflage, Januar 2019: <https://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/040109/index.php>.
- [U 7] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2017): **Geotope**. Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als WMS-Dienst unter: https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/index_wms.htm.
- [U 8] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2020): **Luftbild**. Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als WMS-Server auf: geoportal.bayern.de/bayernatlas.
- [U 9] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2020): **Übersichtsbodenkarte von Bayern 1:25.000 (ÜBK25)**. Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als Shape-Files unter: https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/pretty_downloaddienst.htm?dld=uebk25.
- [U 10] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2021): **Digitale Geologische Karte von Bayern 1:25.000**. Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als WMS-Server auf: geoportal.bayern.de/bayernatlas.



- [U 11] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2022): **UmweltAtlas Boden**. Zuletzt geprüft am 18.05.2022: https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_boden_ftz/index.html?lang=de.
- [U 12] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2022): **UmweltAtlas Natur**. Zuletzt geprüft am 18.05.2022: https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_natur_ftz/index.html?lang=de.
- [U 13] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2003): **Das Schutzgut Boden in der Planung – Bewertung natürlicher Bodenfunktionen und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren**. Februar 2018, Augsburg.
- [U 14] BAYERNETS (2021): **Antragsunterlagen für das Raumordnungsverfahren. Teil A: Allgemeiner und technischer Teil, Erläuterungsbericht. Geplante Gastransportleitung von Wertingen nach Kötz**. München.
- [U 15] BAYERNETS (2021): **Geplante Gastransportleitung AUGUSTA von Wertingen nach Kötz zum Planfeststellungsverfahren (PF-V)**. Revision 05, vom 02.12.2021.
- [U 16] BAYRISCHE STAATSKANZLEI (1999): **Bayrisches Gesetz zur Ausführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (Bayrisches Bodenschutzgesetz – BayBodSchG)**. zuletzt durch Gesetz vom 9. Dezember 2020 (GVBl. S. 640) geändert: <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayBodSchG>.
- [U 17] BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2013): **Bodenpotenziale**. Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als Online-Dienst unter: <https://geoviewer.bgr.de>.
- [U 18] BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2013): **Bodenübersichtskarte 1:1.000.000 (BÜK1.000)**. Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als Online-Dienst unter: <https://geoviewer.bgr.de>.



- [U 19] BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2013): **Potentielle Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wasser in Deutschland 1: 1.000.000.** Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als georeferenzierte TIFF-Datei unter: <https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/Start.do>.
- [U 20] BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2013): **Potentielle Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wind in Deutschland 1: 1.000.000.** Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als georeferenzierte TIFF-Datei unter: <https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/Start.do>.
- [U 21] BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2013): **Zusammensetzung und Eigenschaften der Böden.** Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als online-Dienst unter: <https://geoviewer.bgr.de>.
- [U 22] BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2014): **Hintergrundwerte von Spurenelementen in Böden Deutschlands 1:1.000.000 (HGW1000).** Zuletzt geprüft am 01.03.2022. Als online-Dienst unter: <https://geoviewer.bgr.de>.
- [U 23] BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2015): **Austauschhäufigkeit des Bodenwassers in landwirtschaftlich genutzten Böden Deutschlands.** Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als georeferenzierte TIFF-Datei unter: <https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/Start.do>.
- [U 24] BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2015): **Potentielle Verdichtungsempfindlichkeit der Böden in Deutschland.** Zuletzt geprüft am 18.05.2022. Als georeferenzierte TIFF-Datei unter: <https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/Start.do>.
- [U 25] BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (1960): **Baugesetzbuch (BauGB).** Zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16.6.2021 geändert: <https://www.gesetze-im-internet.de/bbaug/BauGB.pdf>.
- [U 26] BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (1998): **Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz –**



BBodSchG). Zuletzt durch Artikel 3 Absatz 3 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert: <https://www.gesetze-im-internet.de/bbodschg/>.

[U 27] BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (2009): **Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG)**. Zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 25.6.2021 geändert: https://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg_2009/BNatSchG.pdf.

[U 28] BÜRO FÜR ARCHÄOLOGIE NEUPERT, KOZIK & SIMM (2022): **Informationen für Bauherren**: <https://grabungsfirma-bayern.de/informationen-fuer-bauherren/>.

[U 29] BÜRO FÜR BODENKUNDE UND GEOARCHÄOLOGIE (2019): **Gesamtbericht zur geoarchäologisch-bodenkundlichen Betreuung der BF 66 GAS- Monaco 2016/2017**. Karlshuld, Juni 2019.

[U 30] DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES (DVGW) (2016): **Bodenschutz bei Planung und Errichtung von Gastransportleitungen**. Technischer Hinweis – Merkblatt DVGW G 451 (M). September 2016.

[U 31] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (1998): **DIN 19731: Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial**, Beuth Verlag, Berlin, Mai 1998.

[U 32] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2019): **DIN 19639: Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben**, Beuth Verlag, Berlin, September 2019.

[U 33] DIERSEN, K. UND DIERSEN, B. (2001): **Moore**. In: **Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht**. Stuttgart.

[U 34] DR. SCHOBER GESELLSCHAFT FÜR LANDSCHAFTSPLANUNG MBH (2021): **Raumordnung – Gastransportleitung Wertingen – Kötz – Teil B: UVP-Bericht**. Freising, Erstfassung 2020, zuletzt aktualisiert am 30.07.2021.

[U 35] DR. SPANG GMBH: **WK 51 – GASTRANSPORTLEITUNG WERTINGEN - KÖTZ, STRECKENGUTACHTEN – Geotechnisches Gutachten**. Stand 17.05.2022, Witten.



- [U 36] EIJKELKAMP AGRISEARCH EQUIPMENT (2013): **Gebrauchsanweisung Penetrologger 06.15.31.**
- [U 37] EUROPÄISCHE UMWELTAGENTUR (EUA) (2019): **Boden, Land und Klimawandel.**
13.11.2019: <https://www.eea.europa.eu/de/signale/eua-signale-2019/artikel/boden-land-und-klimawandel>.
- [U 38] GEOLOGISCHER DIENST NORDRHEIN-WESTFALEN (2019): **Verdichtungsempfindlichkeit.** Februar 2019, Krefeld: https://www.gd.nrw.de/wms_html/bk50_wms/pdf/VER.pdf.
- [U 39] LORENZ ET AL. (2016): **Anpassung der Lasteinträge landwirtschaftlicher Maschinen an die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens – Grundlagen für ein bodenschonendes Befahren von Ackerland.** Landbauforschung – Applied agricultural and forestry research, 66, S. 101-144.
- [U 40] NIEDERSÄCHSISCHE GESELLSCHAFT ZUR ENDABLAGERUNG VON SONDERABFALL MBH (2020): **Übersicht über die Zuordnungswerte TR Boden der LAGA M20 Deponieverordnung:** <https://www.ngsmbh.de/bin/pdfs/Zuordnungswerte.pdf>.
- [U 41] UMWELTBUNDESAMT (2010): **Entwicklung eines Prüfkonzepthes zur Erfassung der tatsächlichen Verdichtungsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden.** UBA-Texte 51/2010, Oktober 2010, Dessau-Roßlau.
- [U 42] UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2017): **Bodenerosion durch Wind - Sachstand und Handlungsempfehlungen zur Gefahrenabwehr,** März 2017, Dessau-Roßlau.
- [U 43] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR DIGITALISIERUNG, BREITBAND UND VERMESSUNG (2022): **Digitales Geländemodell 1 m Gitterweite.** Im Format GeoTIFF erhältlich unter: <https://geodaten.bayern.de/opengeodata/>.



2. BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

2.1 Untersuchungstrasse und -korridor

Die geplante Gasleitung „Augusta“ beginnt an der Verdichterstation Wertingen, im Nordosten und verläuft im Allgemeinen nach Südwesten durch die Landkreise Dillingen und Günzburg nach Kötz und endet dort an der Station Kötz. Im Verlauf werden mehrere Staatsstraßen, Gewässer, eine Bundesstraße und eine Autobahn, sowie zwei Bahnlinien geschlossen gequert. Die Trasse verläuft überwiegend durch landwirtschaftlich genutztes Gelände, welches durch eine hügelige Morphologie geprägt ist. Im Verlauf liegen eine Vielzahl kleinerer Ortschaften, welche jedoch vom Trassenverlauf i. d. R. nicht berührt werden, sowie einige Waldflächen.

Beginnend im Nordosten verläuft die Leitungstrasse überwiegend in Richtung Westen und in Parallellage mit der Bestandsleitung SV 50. Die Bestandsleitung wird im Trassenverlauf mehrfach gekreuzt. Im Bereich Prettelshofen wird die erste Staatsstraße, die ST 2033 gequert. Nordöstlich von der Ortschaft Laugna wird der Fluss Laugna gekreuzt. Auf Höhe von Laugna wird die ST 2036 gekreuzt. Die Trasse liegt außerdem in Parallellage mit einer Amprion – Hochspannungsleitung. Weiter verläuft die Trasse nördlich der Gemeinde Zusamaltheim und kreuzt dort die St 2027 sowie die Zusam, ein Gewässer 2. Ordnung.

In der Gemeinde Zusamaltheim ändert der Trassenverlauf die Richtung nach Südwesten. Kurz darauf passiert die Trasse die DLG 2. Zwischen der Gemarkung Riedsend und Wengen kreuzt die Trasse die DLG 30. Südöstlich der Gemeinde Holzheim verläuft die Trassenführung über das Gestüt Wagner sowie die ST 2032.

Im weiteren Verlauf passiert die Trasse südlich der Ortschaft Altenbaindt. Dort endet der Parallelverlauf zur Amprion – Hochspannungsleitung, die weiter in Richtung Westen verläuft. Südlich der Gemeinde Glött, nahe der Gemarkung Heudorf, wird die DLG 8 sowie ein weiteres Gewässer 2. Ordnung, die Glött, gequert.

Zwischen der Gemarkung Waldkirch und der Gemarkung Mönstetten liegen größtenteils Wald und forstwirtschaftlich genutzte Flächen. In diesem Bereich wird der Flosserlohbach, ein Gewässer 3. Ordnung, und die GZ 11 gekreuzt.



Südwestlich von Dürrlauingen werden auf eine Distanz von ca. 1,2 km die ST 2025, die Bahnstrecke Ulm – Augsburg, die GZ 11 sowie die Mindel, Gewässer 1. Ordnung gequert. Wenige Meter nördlich der geplanten Mindelquerung liegt das Mindelkraftwerk.

Südöstlich der Gemarkung Remshart liegen die geplanten Querungen der GZ 31, ST 2024 sowie der Kammel, Gewässer 2. Ordnung. Weiterhin verläuft ab hier eine Hochspannungsleitung der LEW in Parallellage zur Trassenführung.

Im Nordosten der Gemarkung Großanhausen, Gemeinde Burgau, verläuft die Trasse über die ST 2510, um dann im Nordosten der Gemarkung Limbach die Bundeautobahn 8 zu queren. Südlich von Limbach wird die GZ 15 gequert.

Im letzten Bereich verläuft die Trassierung südlich der Gemarkung Kleinkötz über die Bundesstraße B 16, um weiter westlich die Bahnstrecke Kleinkötz – Ichenhausen sowie die Günz, ein Gewässer 1. Ordnung, zu kreuzen. Das Ende der Trasse bildet die Station Kötz der Firma Bayernets südlich von Kötz.

2.2 Geologie

Die digitale Geologische Karte von Bayern 1:25.000 gibt für das Vorhabengebiet känozoische Ablagerungen an. Es finden sich sowohl eiszeitlich geprägte miozäne und pleistozäne Ablagerungen als auch jüngere, holozäne Auenablagerungen und Torfe. Die Verteilung der einzelnen Einheiten folgt dabei den Verläufen der Fließgewässer beziehungsweise dementsprechend der Geländemorphologie [U 10].

Im direkten Anschluss an die Flüsse finden sich meist holozäne bis pleistozäne Bach- und Flussablagerungen sowie teils polygenetische Talfüllungen. Erstere bestehen meist aus Sand und Kies, sind jedoch oft von Flusslehm überlagert, während letztere aus teils kiesigen Lehmen oder Sanden bestehen. Teilweise sind auch Schmelzwasserschotter sowie vereinzelt holozäne Niedermoortorfe im direkten Umfeld der Flüsse anzutreffen [U 10].

Im direkten Anschluss an die Fluss- und Bachtäler findet sich zumeist die in verschiedene Einzeleinheiten unterteilte Obere Süßwassermolasse, welche aus dem Miozän stammt und meist



aus Ton, Schluff, Mergel und Sand besteht. Im Hangbereich werden oft Produkte quartärer Umlagerungsprozesse ausgewiesen; darunter vor allem Frostbodenbildungen, Hanglehme oder Abschwemmmassen. Auch pleistozäner, donauzeitlicher „Älterer Deckenschotter“ findet sich stellenweise in Hanglage [U 10].

Besonders auf den Hügelkuppen tritt Löß in den Vordergrund. Dieser besteht meist aus schluffigen Substraten und ist in seiner Ausgangsform deutlich carbonatisch, liegt im Vorhabengebiet jedoch in unterschiedlichen Stufen der Verlehmung und Entkalkung vor [U 10].

2.3 Landschaft und Vegetation

Naturräumlich gehört das Vorhabengebiet zum Nördlichen Alpenvorland. Es liegt an der Nordkante der dazugehörigen Iller-Lech-Schotterplatte, welche nach Norden hin unmittelbar an das Donauried angrenzt [U 14]. Das Donauried selbst ist im Umfeld des Planungsgebietes als Ebene zu charakterisieren, welche durch Kiesabbau und daraus entstehende Baggerseen geprägt ist. Südlich anschließend steigt das Gelände zur Iller-Lech-Schotterplatte bzw. zu einer hügeligen Landschaft hin an, deren nach Norden ausgerichtete Täler in die Donau entwässern. In Tallagen befinden sich Niedermoore, die jedoch aktuell größtenteils entwässert und landwirtschaftlich genutzt sind [U 14].

Der weitaus überwiegende Teil des Vorhabengebietes wird landwirtschaftlich genutzt, wobei vorrangig Ackerbau, jedoch auch stellenweise Grünland vorliegen. Von Wald geprägte Bereiche werden weitestgehend umgangen oder allenfalls über kurze Strecken von wenigen Metern gekreuzt. Die geplante Gasleitung kreuzt zahlreiche Straßen und Wirtschaftswege, prominent darunter die Autobahn A 8 östlich von Limbach; die bestehende Bebauung wird von ihrem Verlauf weitestgehend nicht berührt [U 8].

Insgesamt kreuzt der Trassenverlauf fünf Fließgewässer erster (Mindel und Günz) oder zweiter Ordnung (Zusam, Glött und Kammel) [U 14].

Das Vorhabengebiet liegt östlich von Burgau im Naturpark „Augsburg – Westliche Wälder“ (NP-00006) sowie zu weiten Teilen im gleichnamigen lückenhaft ausgewiesenen Landschaftsschutzgebiet (LSG-00417.01). Weiterhin finden sich zahlreiche kleinere Gebiete, die als schützenswerte Biotope ausgewiesen sind [U 12].



2.4 Bodentypen im Untersuchungskorridor

Das Vorhabengebiet liegt in der Bodengroßlandschaft 5.1 „Deckenschotterplatten im Alpenvorland“ und grenzt nach Norden hin teilweise an die Bodengroßlandschaft 8 der „Auen und Niederterrassen“ der Donau [U 18]. Der Trassenverlauf quert die Bodeneinheiten 42 (Parabraunerde, Fahlerde und Pseudogley aus Löß oder Lößlehm über verschiedenen Gesteinen), 16 (Podsol-Braunerde aus sandigen Terrassenablagerungen), 18 (Braunerde, Parabraunerde und Pararendzina aus lößvermischten Tertiärablagerungen) und 6 (Niedermoorboden), wobei die Bodeneinheit 16 lediglich im Nordosten des Gebietes um Wertingen vorkommt und die Bodeneinheit 6 in den orthogonal zum Trassenverlauf liegenden Flussläufen der Flüsse Mindel und Günz folgt, und damit den Trassenverlauf zweimal kreuzt. Die Bodeneinheiten 42 und 18 nehmen über den Trassenverlauf verteilt den größten Teil des Vorhabengebietes ein. Die Bodeneinheit 48 (Pseudogley, Braunerde und Parabraunerde aus Löß oder Lößlehm) grenzt südlich von Heudorf in an das Vorhabengebiet, ohne es zu streifen [U 18].

Die Übersichtsbodenkarte 1:25.000 (ÜBK25) [U 9] ermöglicht eine detaillierte Betrachtung der den im Trassenverlauf vorhandenen Bodentypen. Der Trassenbereich ist vorrangig durch von Braunerden und besonders im Nordosten des Vorhabengebietes Parabraunerden dominierte Bodeneinheiten geprägt, die im Bereich von Bach- und Flussläufen häufig von grundwasserbeeinflussten Böden verschiedener Art unterbrochen werden. Die Braunerden weisen über das Vorhabengebiet verteilt vereinzelt in unterschiedlichem Maße Vergleyungen und Pseudovergleyungen auf. Besonders die stark von Grundwasser geprägten Bereiche schließen oft an kleinere Flächen aus Kolluvisolen an, die ihrerseits von Braunerden umgeben sind [U 9]. Im Bereich um und westlich von Zusamaltheim werden die Parabraunerden und Braunerden als dominierende Bodenart kurzzeitig von Pararendzinen abgelöst, die nach Südwesten hin wieder vermehrt in Parabraunerden und Braunerden übergehen, wobei der Anteil der Parabraunerden nach Südwesten hin abnimmt [U 9]. Nordöstlich von Laugna findet sich ein kleiner Bereich aus Pelosol-Braunerden und Braunerde-Pelosolen und direkt nördlich von Hettlingen können die Braunerden über wenige Meter des Trassenverlaufes unter Wald Podsolierungen aufweisen [U 9], [U 8].

Bei den grundwassergeprägten Böden, die den Fluss- und Bachläufen folgen, handelt es sich im größten Teil des Gebietes um eine als Bodenkomplex aus Gleyen und anderen grundwasserbeeinflussten Böden angesprochene Bodeneinheit, welche den Trassenverlauf etwa an zwölf Stellen kreuzt. Besonders markant darunter sind die Fließgewässer Laugna und Glött sowie der Fluss



Zusam, um welchen ein etwa 1 km breiter Streifen den prominentesten Abschnitt dieser Bodeneinheit einnimmt [U 9].

Im südwestlichsten Teil des Trassenabschnittes treten verstärkt verschiedene grundwassergeprägten Bodeneinheiten auf: Im Bereich von Riedmühle findet sich über eine Breite von knapp 2 km ein von Gleyen dominierter Streifen im Bereich der Fließgewässer Mindel und Erlenbach sowie einiger Teiche. Randlich ist dieser von Niedermooren umgeben. Im südwestlichsten Teil wird der Trassenverlauf im Bereich des Flusses Günz von einem gut 500 m breiten Streifen aus Gley-Vega und Vega-Gley unterbrochen, an den randlich jeweils Streifen aus von Anmoor-, Niedermoor- und Nassgleyen bzw. von Nieder- und Übergangsmooren geprägten Bereichen grenzen [U 9].

Im nördlichen Bereich des Gebietes zeigen die weitflächig vorkommenden Braunerden und Parabraunerden eine feine Körnung im Bereich von Schluff bis Schluffton und weisen im Untergrund Carbonat auf. Vereinzelt kommen darin Inseln mit grobkörnigeren Braunerden aus Kiessand bzw. Kieslehm bis Lehm Kies vor, die carbonatfrei sind. Die zwischengeschalteten grundwasserbeeinflussten Böden bestehen vor allem aus teilweise skelettführendem Schluff bis Lehm, sowie vereinzelt aus Ton, die daran angrenzenden Kolluvisole aus Schluff bis Lehm [U 9].

Die westlich davon dominante Pararendzina besteht fast ausschließlich aus Carbonatschluff und ist den auch östlich davon vorkommenden, feinkörnigen Braunerden und Parabraunerden zwischengeschaltet. Die südwestlich davon vorkommenden Braunerden zeigen in ihrer Korngrößenverteilung ein heterogenes Muster, das etwa von Schluffton bis Lehm Kies variiert; darunter sind häufig Lehm- bzw. Sandböden [U 9].

Die grundwassergeprägten Böden bei Riedmühle bestehen meist aus Lehmsand bis Lehm und sind im Untergrund carbonatig. Die westlich daran anschließenden Böden sind zum großen Teil feinkörnig im Bereich von Schluff bis Schluffton, jedoch nach wie vor von gröberen Bereichen durchzogen. Die Aueböden um den Fluss Günz bestehen hauptsächlich aus Schluff über Carbonatschluff. Auch die daran angrenzende von Anmoorgleyen dominierte Bodeneinheit ist im Untergrund carbonatisch, während darüber carbonatfreier Lehmsand bis Lehm ansteht [U 9].

Als geologisches Ausgangsgestein werden meist eiszeitliche Ablagerungen angegeben, häufig darunter besonders Löß und Molasse, wobei auch Decken- und Hochterrassenschotter vorkommen.



Im Bereich der grundwassergeprägten Böden liegen vor allem Talsedimente und im Bereich um die Günz auch Auensedimente vor. Die moorigen Bereiche werden von Torfen gebildet, unter denen Substrate unterschiedlicher Herkunft und Bodenart vorkommen können [U 9].

Das im bayerischen UmweltAtlas Boden [U 11] zusammengestellte Kartenmaterial erlaubt eine detailliertere Betrachtung zu den Eigenschaften der anstehenden Böden:

Der Humusgehalt des Oberbodens liegt in den Klassen h3 bis h7 (mittel humos bis organisch) vor. Die Klasse h3 überwiegt im Trassenverlauf; jedoch treten besonders im Bereich von Fließgewässern auch die Klassen h4 und h5 häufiger auf. Besonders zwischen Heudorf und Ellerbach, aber auch als kleinere Inseln im gesamten Trassenverlauf treten auch unabhängig von den Flussläufen Gebiete höheren Humusgehaltes, vereinzelt bis hin zu Klassen von h6 auf, wobei besonders die Bereiche des Bodentyps Anmoor-, Niedermoor- und Nassgley hohe Humusgehalte zeigen. Die Humusgehaltsklasse h7 tritt ausschließlich in den Bereichen, in denen als Bodentyp Nieder- und Übergangsmoore vorliegen, auf. Im Unterboden liegt der Humusgehalt meist in der Klasse h1 vor, vereinzelt Inseln sind im Untergrund auch humusfrei. Im Bereich der Flussläufe liegen die Gehalte auch im Unterboden teils bei h2 bis h3. Lediglich die Moore weisen auch bis in tiefere Bereiche hinein Humusgehalte von h7 auf. Für die Pararendzina lässt sich aufgrund von mangelnder Tiefgründigkeit keine Aussage zum Unterboden treffen [U 11].

Im größten Teil des Vorhabengebietes weist der Oberboden kein Carbonat bzw. Carbonat nur in der Gehaltsklasse c1 und nur in vereinzelt Inseln auf. Im äußersten Nordosten des Gebietes, südlich von Wertingen, liegen stellenweise höhere Carbonatgehalte vor, häufig ist hier neben der Klasse c0 auch etwa im gleichen Maße die Klasse c1 sowie vereinzelt die Klassen c3 und c4. Westlich des carbonatfreien Laufes des Flusses Zusam liegen etwa deckungsgleich mit dem Bodentyp Pararendzina Carbonatgehalte der Klasse c3 (vereinzelt auch c1 und c4) im Oberboden vor. Der Flusslauf der Mindel ist im Oberboden frei von Carbonat, um den Flusslauf der Günz liegen jedoch Carbonatgehalte der Klasse c4 im Oberboden vor. Im Unterboden zeichnet sich grundsätzlich ein ähnliches Bild ab. Einzig um den Flusslauf der Mindel ist eine signifikante Abweichung zu verzeichnen: Während der Oberboden carbonatfrei ist, liegt der Carbonatgehalt im Unterboden in Gehaltsklassen von c2 bis c4 vor. Für die Pararendzina lässt sich aufgrund von mangelnder Tiefgründigkeit auch bezüglich dieses Parameters keine Aussage zum Unterboden treffen [U 11].



Das Grundwasser steht außerhalb der als grundwassergeprägte Böden eingeordneten Bereiche meist unterhalb von 200 cm u. GOK an. Nahe der Fließgewässer tritt es meist auf 40 bis 80 cm an die Oberfläche heran, wobei auch Bereiche mit einem mittleren Flurabstand von 130 cm häufig sind. In beiden Fällen können örtlich deutlich geringere Flurabstände auftreten. Im Bereich der Niedermoore finden sich oberflächennahe bis teilweise über die Geländeoberkante hinaustretende Grundwasserstände (Überflutungen sind in Zeiten von erhöhten Niederschlägen möglich) [U 11]. Der größte Teil des Vorhabengebietes ist entweder frei von Stau- oder Haftnässe oder weist nur örtlich auftretende geringe oder unterhalb von 80 cm vorkommende Stau- und Haftnässe auf. Im Westen des Trassenverlaufes nimmt die Staunässe besonders südlich von Günzburg leicht zu, Bereiche mit einem Staunässeabstand zur Geländeoberkante von unter 40 cm werden jedoch nur sehr vereinzelt angetroffen [U 11].

Die Grobbodengehalte sind im Untersuchungsgebiet meist als gering einzuordnen (<10 Vol.-%). Lediglich in Bereichen steilerer Hanglagen nehmen sie teilweise bis knapp unter 50 Vol.-% zu. Im Unterboden liegt bei identischem Trend geringfügig mehr Grobboden vor, doch auch hier überwiegen Werte unter 10 Vol.-% [U 11].

3. VORHABENBESCHREIBUNG UND PLANUNGSVORGABEN

3.1 Beschreibung des Vorhabens

Das Vorhaben umfasst die Verlegung einer Gashochdruckleitung über eine Strecke von ca. 40,5 km durch die bayernets GmbH, ergänzend zu bereits bestehenden Leitungen von bayernets und OGE zur Sicherstellung hinreichender Lieferkapazitäten bei steigendem Bedarf an Erdgas und Strom in Süddeutschland und Teilen von Österreich [U 14]. Es handelt sich um eine Gasleitung mit einer Nennweite von DN 700 und einem Nenndruck von MOP 100. Die Leitung soll zwischen den Städten Wertingen und Kötz verlegt werden, wobei die bayrischen Landkreise Dillingen a. d. Donau und Günzburg gequert werden. Gekreuzt werden dabei fünf Gewässer erster oder zweiter Ordnung sowie mehrere Verkehrswege, prominent darunter die A 8 östlich von Limbach. Geplant ist ein weitgehend paralleler Verlauf zur bestehender Gasleitung SV50, der jedoch aufgrund von Veränderungen in Landschaft, Infrastruktur und Gesetzeslage einigen Abweichungen unterliegt



[U 34]. Der Achsenabstand zur parallel verlaufenden SV50 soll in allen Punkten bei ≥ 9 m liegen. Der Bau wird planmäßig etwa ein Jahr in Anspruch nehmen [U 14].

Die Gastransportleitung soll von einem 10 m breiten Schutzstreifen gesäumt werden (5 m zu jeder Seite), und auf je 2,5 m Entfernung von der Außenkante des Rohres soll ein bestockungsfreier Streifen gewährleistet werden (5,7 m inkl. Rohrdurchmesser) [U 14].

Weitere Flächen werden durch alle 10 bis 18 km entlang der Trasse geplante Streckenabsperrestationen in Anspruch genommen. Die Flächeninanspruchnahme beträgt ohne Abzweigung etwa 1.000 m² pro Station, davon etwa 300 m² befestigt aber nicht versiegelt; mit Abzweigung liegt die Flächenbeanspruchung zwischen ca. 505 m² und 866 m², bzw. 380 m². Am Anfangspunkt in Wertingen soll weiterhin eine Gasmessanlage sowie eine Einrichtung für das Molchen (interne Inspektion) errichtet werden, am Endpunkt in Kötz eine Gasdruckregel- und Messanlage (GDRM-Anlage) sowie ebenfalls eine Einrichtung für das Molchen. Der Flächenverbrauch wird auf etwa 6.000 - 8.000 m² geschätzt, wovon etwa 351 m² von Gebäuden eingenommen und damit versiegelt werden, während die übrige Fläche meist geschottert wird [U 14].

Es ist eine Mindestüberdeckung des Rohres von 1,0 m geplant, was in einer Tiefe der Bettungssohle von etwa 1,9 m unter GOK resultiert. Aus baupraktischer Sicht wird lokal aufgrund einzuplanender Betonreiter oder aufgrund von Hanglagen durch die Planung eine Überdeckung von 1,5 m vorgesehen. In diesen Bereichen liegt die Sohle bei 2,2 bis 2,4 m unter GOK. Nicht bindige Böden dürfen mit 45° geböschet werden, bindige Böden bis zu 60°. Lokal wird eine Wasserhaltung notwendig. Lokal können größere Tiefen nötig werden, etwa bei der Querung von Gewässern. Zum sicheren Betrieb notwendige Steuer- und Kommunikationskabel (Lichtwellenleiter) werden im selben Graben mitverlegt [U 14].

Die geplante Breite des Arbeitsstreifens beträgt 31 m, bzw. 23 m in ökologisch sensiblen Gebieten und im Wald. Im Einzelfall kann eine Einengung auf bis zu 12 m möglich sein, jedoch ist hierbei zu beachten, dass eine Begrenzung des Arbeitsstreifens die gesamt in Anspruch genommene Fläche meist nur verschiebt, oder im andern Fall zu einer stärkeren Beanspruchung des schmaleren Abschnittes führt. Die temporäre Flächenbeanspruchung betrifft weiterhin etwa 5.000 bis 10.000 m² für Rohrlagerplätze [U 14].



Vom Vorhabenträger ist eine bodenkundliche Baubegleitung zur Betrachtung der Belange des Bodenschutzes geplant, einige Maßnahmen des Bodenschutzes sind jedoch bereits Teil des Erläuterungsberichtes [U 14]. Darunter sind das Errichten von den Ansprüchen des Bodenschutzes genügenden Baustraßen (siehe Maßnahme Nr. M7, Anlage 7), die Vermeidung einer leitungsp parallelen Drainagewirkung im Hangbereich mithilfe von Tonriegeln sowie nach Möglichkeit die Meidung von Altlastenflächen genannt. Im Bereich um die Kreuzungen der Trasse mit den Flüssen Günz und Mindel sowie um das Wasserkraftwerk Riedmühle ist das Antreffen von Torfhorizonten bzw. Überresten von Moorböden nicht völlig auszuschließen. Hier sind gegebenenfalls besondere Maßnahmen zum Schutz vor schädlichen Bodenverdichtungen und die Vermeidung des Trockenfallens des Bodenaushubes vorgesehen [U 14].

Die Durchführung der Bauarbeiten soll nach folgendem Ablauf erfolgen [U 14]:

1. Entfernung von Bewuchs und Wurzelstöcken im gesamten Arbeitsstreifen
2. Aushub und seitliche Aufhäufung des Oberbodens im gesamten Arbeitsstreifen, im direkten Rohrgrabenbereich auch Entfernung des Wurzelwerkes
3. Errichten von Baustraßen auf nicht tragfähigem Untergrund
4. Rohrausfuhr vom Rohrlagerplatz auf die Trasse
5. Verschweißen der Rohre zu vorgefertigten Rohrsträngen (bis zu mehreren 100 m am Stück)
6. Einsatz einer geeigneten Wasserhaltung, um so weit wie möglich einen trockenen Rohrgraben zu gewährleisten
7. Aushub des Rohrgrabens unter Vermeidung einer Vermischung mit dem Oberbodenmaterial; Trennung relevanter Bodenhorizonte
8. Querung größerer Straßen ggf. in geschlossener Bauweise
9. geschlossene Querung von Gewässern 1. und 2. Ordnung sowie einiger Gewässer 3. Ordnung
10. Absenken des Rohrstranges in den Rohrgraben
11. Exakte Vermessung des Rohres
12. Verfüllung des Rohrgrabens; wo erforderlich Einsandung des Rohres und anschließende Verdichtung
13. Verlegung der Betriebs- und Kommunikationskabel in 10 Uhr Position zum Rohr nach erfolgter Teilverfüllung des Rohrgrabens
14. Druckprüfung der Gasleitung
15. Rekultivierung mit Tiefenlockerung des Unterbodens und schonendem Wiederauftrag des Oberbodens zur Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen



3.2 Maßnahmen zur Flächenminimierung

Durch eine möglichst gradlinige Trassierung zwischen Wertigen und Kötz, die nur landschaftlichen und infrastrukturellen Zwangspunkten ausweicht, wird die insgesamt in Anspruch genommene Fläche auf das technisch notwendige Maß reduziert. Die Parallelführung der geplanten Trasse mit der bereits bestehenden SV50 dient weiterhin der Reduzierung der Inanspruchnahme von unbeeinflussten Flächen; da eine Überlappung der Schutzstreifen jedoch nicht zulässig ist, betrifft dies in erster Linie die temporäre Flächeninanspruchnahme während der Baumaßnahme, da so der Arbeitsstreifen zur Errichtung der neuen Gasleitung dem damaligen Arbeitsstreifen teilweise entsprechen kann [U 14].

Die geplante Breite des Arbeitsstreifens wird in Kapitel 3.1 beschrieben. Durch die Beschränkung des Arbeitsstreifens auf das technisch notwendige Maß wird eine unnötige Beanspruchung der umgebenden Böden vermieden.

Die dauerhaft beanspruchten Flächen der Streckenabsperstationen sowie der Gasmessanlagen an Start- und Endpunkt der Trasse werden nach Möglichkeit ohne unnötige Flächenversiegelungen errichtet, indem die nicht bebaute Fläche lediglich bei Bedarf geschottert oder mit wasserdurchlässigen Rasengittersteinen bedeckt wird. Sowohl für diese Anlagen als auch für die Rohrlagerplätze werden Flächen mit bereits bestehender Anbindung an das Verkehrsnetz gewählt, sodass zusätzliche Beeinträchtigungen von temporären Zufahrten nach Möglichkeit reduziert werden [U 14].

3.3 Massenbilanz

Bei der hier dargestellten Rechnung handelt es sich um eine überschlägige Abschätzung der anfallenden Bodenmassen, welche auf den im Folgenden beschriebenen Vereinfachungen beruht (es wurde auf die in [U 14] vermittelten Grunddaten zum Aufbau des Rohrgrabens zurückgegriffen): Für die Rohrgrabensohle wurde eine Tiefe von 2,1 m unter GOK angenommen, die Grabenbreite wurde im Bereich der Sohle auf 1,2 m und im Bereich der GOK auf 3,5 m angesetzt, wobei der Querschnitt vereinfacht als Trapez betrachtet wurde. Für die Länge des Rohrgrabens wurde überschlägig auf die Gesamtlänge der Trasse (etwa 40,5 km) zurückgegriffen. Es wurde vereinfacht von einer durchgängigen Oberbodenmächtigkeit von 30 cm ausgegangen. Zwischen Aushubmassen des Unterbodens und des Ausgangsgesteins wird in dieser Abschätzung aufgrund



der variierenden Mächtigkeit des Unterbodens nicht näher unterschieden. Auch ggf. separat zu lagernde fossile Torfhorizonte können zu Abweichungen führen.

Wo im Arbeitsstreifen ein Oberbodenaushub erfolgen soll, ist noch festzulegen. In der folgenden Abschätzung wird vom Extremfall ausgegangen, welcher einen Oberbodenabtrag über den gesamten Arbeitsstreifen hinweg bedeuten würde, sodass als Abschätzung die Gesamtfläche des Arbeitsstreifens abzüglich der Fläche des Rohrgrabens herangezogen wurde. Aufgrund der zahlreichen grundwasserbeeinflussten Böden sowie aufgrund zu erwartender Bodendenkmäler ist jedoch davon auszugehen, dass ein bedeutender Teil des Oberbodens während der Baumaßnahmen auf der Fläche verbleiben und anderweitig gegen Verdichtung geschützt werden soll, sodass die in Tabelle 3.3-1 dargestellten Mengen die tatsächlich anfallenden Bodenmassen deutlich überschreiten können.

	Oberboden	Unterboden bzw. Untergrund
Rohrgraben	81.127,91 m ³	318.952,54 m ³
Arbeitsstreifen	415.060,05 m ³	/
Lagerplätze	9.478,80 m ³	/

Tabelle 3.3-1: Abschätzung der anfallenden Bodenmassen im Rohrgraben bzw. auf Arbeitsstreifen und Lagerplätzen

Insgesamt muss darauf hingewiesen werden, dass diese Aufstellung lediglich einer groben Einschätzung der benötigten Mietenfläche dient. Lokale Abweichungen wie eine Tieferlegung der Leitung oder Variationen in der Bodenhorizontierung können nicht berücksichtigt werden.



4. BODENBEZOGENE DATENERFASSUNG UND BEWERTUNG

4.1 Geländeerhebungen nach KA 5

4.1.1 Vorbemerkung

Die Bodenfunktionen wurden im Wesentlichen auf Grundlage der Übersichtsbodenkarte im Maßstab 1 : 25.000 (ÜBK25) in ihrer digitalen Form [U 9] und weiterer online verfügbarer Bodenkarten des Kartendienstservers UmweltAtlas Boden [U 11] sowie auf den als shape-files verfügbaren Daten zur Bodenschätzung [U 3] ermittelt. Basis der flächenhaften Auswertungen ist der aktuelle Planungsstand des Arbeitsstreifens [U 15]. Ergänzt wurden die Erhebungen durch eigene Felduntersuchungen (s. Kapitel 4.1.3).

Die Felduntersuchungen der im Vorhabenbereich auftretenden Bodentypen erfolgten nach Bodenkundlicher Kartieranleitung KA 5 [U 1].

4.1.2 Bodentypen laut ÜBK25

In Tabelle 4.1.2-1 sind alle nach [U 9] ausgewiesenen Bodeneinheiten innerhalb des geplanten Trassenbereichs und der Umgebung der Baumaßnahme zusammengestellt. Diejenigen Böden, die nicht innerhalb des Arbeitsstreifens liegen, sind kursiv dargestellt.

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

Bodentyp nach ÜBK25 [U 9]	Kürzel nach ÜBK25
Fast ausschließlich Pararendzina aus Carbonatschluff (Löß)	3a
Überwiegend Parabraunerde und verbreitet Braunerde aus Schluff bis Schluffton (Lößlehm) über Carbonatschluff (Löß)	4a
Fast ausschließlich Braunerde aus Schluff bis Schluffton (Lößlehm)	5



Bodentyp nach ÜBK25 [U 9]	Kürzel nach ÜBK25
Überwiegend pseudovergleyte Braunerde, verbreitet Braunerde aus Schluff bis Schluffton (Lößlehm) über Lehm bis Schluffton (Lößlehm, verfestigt)	7
Fast ausschließlich Braunerde aus kiesführendem Lehm (Deckenschotter, Molasse, Lößlehm) über (kiesführendem) Sand bis Lehm (Molasse)	8c
Fast ausschließlich Kolluvisol aus Schluff bis Lehm (Kolluvium)	12a
Überwiegend Pseudogley-Braunerde und verbreitet pseudovergleyte Braunerde aus Schluff bis Schluffton (Lößlehm)	13
<i>Überwiegend Pseudogley und verbreitet Braunerde-Pseudogley aus Schluff bis Lehm über Lehm bis Schluffton (Lößlehm oder Lößlehm mit lehmiger Beimengung unterschiedlicher Herkunft)</i>	16b
Fast ausschließlich Braunerde aus Kieslehm (Verwitterungslehm oder Deckschicht) über Lehmkies (Hochterrassenschotter)	26
Fast ausschließlich Braunerde aus Kiessand bis -lehm bis Lehmkies (Deckenschotter), gering verbreitet mit Deckschicht (Lößlehm oder Flugsand)	27
Fast ausschließlich Braunerde, unter Wald podsolig, aus (kiesführendem) Lehmsand (Molasse)	47
Fast ausschließlich Braunerde aus (kiesführendem) Lehmsand bis Sandlehm (Molasse), verbreitet mit Kryolehm (Lößlehm, Molasse)	48a
Fast ausschließlich Pararendzina aus Schluff bis Schluffton, gering verbreitet Schluffsand (Molasse, glimmerreich)	49a
Fast ausschließlich Braunerde aus Lehm über Lehm bis Tonschluff (Molasse, glimmerreich), verbreitet mit Hauptlage	50a
Vorherrschend Pelosol-Braunerde, gering verbreitet Braunerde-Pelosol (pseudovergleyt) aus Lehm bis Schluffton (Deckschicht) über Lehmtön, selten Pelosol aus Lehmtön (Molasse)	53a



Bodentyp nach ÜBK25 [U 9]	Kürzel nach ÜBK25
<i>Bodenkomplex: Fast ausschließlich Syrosem-Rendzina, (Para-)Rendzina und Braunerde, selten Fels aus verschiedenem Ausgangsmaterial an steilen Talhängen</i>	56a
<i>Bodenkomplex: Hanggleye und Quellgleye aus Substraten unterschiedlicher Herkunft mit weitem Bodenartenspektrum</i>	60
Fast ausschließlich Gley und Braunerde-Gley aus Lehmsand bis Lehm (Talsediment); im Untergrund carbonathaltig	65b
Fast ausschließlich Anmoorgley, Niedermoorgley und Nassgley aus Lehmsand bis Lehm (Talsediment); im Untergrund carbonathaltig	65c
Fast ausschließlich Gley-Braunerde aus (skelettführendem) Schluff bis Lehm, selten aus Ton (Talsediment)	73a
Fast ausschließlich Gley und Braunerde-Gley aus (skelettführendem) Schluff bis Lehm, selten aus Ton (Talsediment)	73b
Bodenkomplex: Gleye und andere grundwasserbeeinflusste Böden aus (skelettführendem) Schluff bis Lehm, selten aus Ton (Talsediment)	76b
Vorherrschend Niedermoor und gering verbreitet Übergangsmoor aus Torf über Substraten unterschiedlicher Herkunft mit weitem Bodenartenspektrum	78
Fast ausschließlich Gley-Vega und Vega-Gley aus Schluff über Carbonatschluff (Auensediment)	91c
Gewässer	998

Tabelle 4.1.2-1: Darstellung der einzelnen Bodentypen im Vorhabenbereich nach ÜBK25 [U 9]

Im Vorhabengebiet und dessen näherer Umgebung treten insgesamt neun, im Arbeitsstreifen selbst sieben verschiedene Bodentypen sowie deren Übergangsformen auf. Die Flächenangaben (Tabelle 4.1.2-2) beziehen sich auf den in den Lageplänen verzeichneten Arbeitsstreifen [U 15]. Versiegelte



Flächen (z. B. Straßen) oder anderweitig anthropogen genutzte Flächen (mit Ausnahme von Ackerflächen) sind im Vorhabengebiet nur so nachrangig vertreten, dass sie bei der Flächenabschätzung vernachlässigt werden können.

Mit knapp 39 % der Gesamtfläche treten nach ÜBK25 [U 9] am häufigsten Bodeneinheiten mit dem Bodenhaupttyp **Braunerde** auf, die vereinzelt pseudovergleyt, in sehr seltenen Fällen podsolig sowie mit den Bodentypen Pseudogley, Gley und Pelosol vergesellschaftet sein können. Entstanden sind diese Böden zumeist aus Lößlehm oder Molasse, jedoch kommen auch Decken- und Terrassenschotter, sowie Deckschicht-Material, Talsediment und Flugsand vor. Die Bodenarten sind ähnlich vielfältig und reichen von Schluff bis Schluffton bis hin zu Kiessand bis -lehm.

Gleye und andere **grundwasserbeeinflusste Böden** machen mit gut 22 % den nächsthäufigen Bodentyp aus, wobei Gleye, Braunerde-Gleye sowie Anmoor-, Niedermoor- und Nassgleye zusammengefasst werden. Diese Bodeneinheiten sind aus Talsediment entstanden, welches meist Schluff oder Lehm und selten Ton und Sand als Feinbodenart aufweist und teilweise skelettführend oder im Untergrund carbonathaltig ist.

Die von **Parabraunerden** dominierte Bodeneinheit 4a macht alleine 16 % der betrachteten Fläche aus. Die Parabraunerden sind mit Braunerden vergesellschaftet und bestehen aus Lößlehm der Bodenart Schluff bis Schluffton über Carbonatschluff aus Löß.

Knapp 14 % des betrachteten Bereiches wird von **Pararendzinen** eingenommen, die sowohl aus Carbonatschluff aus Löß als auch aus Schluffton bis Schluffsand aus glimmerreicher Molasse bestehen können, wobei erstere deutlich überwiegen.

Kolluvisole aus Schluff bis Lehm machen weiterhin etwa 5 % der betrachteten Fläche aus. **Niedermoore** haben einen Anteil von knapp 3 %. Den mit gut 1 % flächenmäßig geringsten Anteil am Vorhabengebiet weist eine Bodeneinheit aus **grundwassergeprägten Auenböden** (genauer Gley-Vegen bzw. Vega-Gleyen) auf, welche aus Auensedimenten aus Schluff über Carbonatschluff entstanden sind.



Bodentyp	Betroffene Fläche in m ²	%-Anteil an der beanspruchten Fläche
Braunerde	591.440	38,8
Grundwasserböden	336.607	22,1
Parabraunerde	247.755	16,2
Pararendzina	209.606	13,7
Kolluvisol	80.636	5,3
Niedermoor	38.599	2,5
Auenböden	20.764	1,4
Siedlungsgebiet	vernachlässigbar	vernachlässigbar
Summe	1.525.407	100,0

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

Gemäß den aktuellen Planungsunterlagen werden neben den betroffenen Flächen für den Arbeitsstreifen auch Lagerflächen benötigt. In nachfolgender Tabelle 4.1.2-3 sind die prozentualen Anteile der Bodentypen an der Gesamtfläche der geplanten Rohrlagerplätze zusammengestellt.

Bodentyp	Betroffene Fläche in m ²	%-Anteil an der beanspruchten Fläche
Braunerden	14.300	45,3
Parabraunerden	8.622	27,3
Grundwasserböden	4.202	13,3
Kolluvisole	2.521	8,0
Pararendzinen	1.950	6,2
Summe	31.595	100,0

Tabelle 4.1.2-3: Darstellung der vorhabenbedingten Betroffenheit der einzelnen Bodentypen innerhalb der geplanten Lagerplätze (Anteile gerundet)

Ein Großteil der geplanten Lagerplätze liegt mit ca. 45 % im Bereich der Braunerden. Gut 27 % der Lagerfläche nehmen Parabraunerden ein und gut 13 % werden von Grundwasserböden



eingenommen, wobei die entsprechende Fläche anhand von Orthophotos bereits vor Baubeginn als anthropogen beeinträchtigt bewertet wird. 8 % der Lagerflächen liegen auf Kolluvisolen, etwa 6 % auf Pararendzinen.

4.1.3 Bodentypen und Bodeneigenschaften laut eigener Felderhebungen

In nachfolgender Tabelle sind die gemäß der Übersichtsbodenkarte 1 : 25.000 Bayern [U 9] ausgewiesenen Bodentypen sowie die im Rahmen der feldbodenkundlichen Kartierung (Erkundungstiefe bis maximal 2 m) bei allen Sondierungen vorgefundenen Bodentypen gegenübergestellt.

Sondierpunkt	Ausgewiesener Bodentyp nach ÜBK25 [U 9]	Erkundeter Bodentyp nach KA 5 [U 1]
BP 01	Parabraunerde, Braunerde	pseudovergleyte Humusbraunerde
BP 02	Braunerde	Normkolluvisol
BP 03	Kolluvisol	pseudovergleyte Humusbraunerde
BP 04	Pelosol-Braunerde, Braunerde-Pelosol, Pelosol	Humusbraunerde
BP 05	Gley, Gley-Braunerde	Gley über Niedermoor
BP 06	Pseudogley-Braunerde, pseudovergleyte Braunerde	Kolluvisol über fossiler Braunerde
BP 07	Braunerde	Normbraunerde
BP 08	Pararendzina	Normkolluvisol
BP 09	Braunerde	Pseudogley-Braunerde
BP 10	Braunerde, teils podsolig	Humusbraunerde
BP 11	Gley-Braunerde	Gley-Humusbraunerde über Anmoor
BP 12	Pararendzina	Humusbraunerde
BP 13	Kolluvisol	Normkolluvisol
BP 14	Pararendzina	Hanggley
BP 15	Parabraunerde, Braunerde	Humusparabraunerde
BP 16	Kolluvisol	Kolluvisol über schwach pseudovergleyter Braunerde



Sondierpunkt	Ausgewiesener Bodentyp nach ÜBK25 [U 9]	Erkundeter Bodentyp nach KA 5 [U 1]
BP 17	grundwasserbeeinflusste Böden	Erdniedermoor-Gley
BP 18	Pararendzina	pseudovergleyte Braunerde
BP 19	Parabraunerde, Braunerde	Braunerde-Parabraunerde
BP 20	Kolluvisol	vergleyter Kolluvisol
BP 21	Pararendzina	Humusbraunerde
BP 22	Parabraunerde, Braunerde	Normparabraunerde
BP 23	Pararendzina	Normkolluvisol
BP 24	Braunerde	vergleyte Braunerde
BP 25	grundwasserbeeinflusste Böden	Humusgley
BP 26	Braunerde, oft pseudovergleyt	Parabraunerde-Braunerde über Braunerde-Parabraunerde
BP 27	Braunerde, oft pseudovergleyt	Normbraunerde
BP 28	Braunerde	Pseudogley-Braunerde
BP 29	Braunerde	Normbraunerde
BP 30	grundwasserbeeinflusste Böden	Kolluvisol über Moorgley
BP 31	Kolluvisol	Kolluvisol über Gley
BP 32	Braunerde	Normbraunerde
BP 33	Parabraunerde, Braunerde	Normbraunerde
BP 34	Pararendzina	Sauerpararendzina
BP 35	Niedermoor, Übergangsmoor	Gley-Kolluvisol über Moorgley
BP 36	Niedermoor, Übergangsmoor	Normniedermoor
BP 37	Gley, Braunerde-Gley	Mulmniedermoor
BP 38	Gley, Braunerde-Gley	Normgley
BP 39	Niedermoor, Übergangsmoor	Mulmniedermoor
BP 40	Niedermoor, Übergangsmoor	Mulmniedermoor
BP 41	Anmoorgley, Niedermoorgley, Nassgley	Kolluvisol über Niedermoorgley
BP 42	Braunerde	Pseudogley-Braunerde
BP 43	grundwasserbeeinflusste Böden	Braunerde-Hanggley
BP 44	Braunerde	Pseudogley-Braunerde



Sondierpunkt	Ausgewiesener Bodentyp nach ÜBK25 [U 9]	Erkundeter Bodentyp nach KA 5 [U 1]
BP 45	Braunerde	Humusbraunerde
BP 46	Braunerde	Humusbraunerde
BP 47	Braunerde	Normbraunerde
BP 48	Braunerde	(Normbraunerde)
BP 49	Niedermoor, Übergangsmoor	Vega-Niedermoor
BP 50	Gley-Vega, Vega-Gley	Vega über Anmoorgley
BP 51	Anmoorgley, Niedermoorgley, Nassgley	Normniedermoor
BP 52	Braunerde	Pseudogley-Braunerde

Tabelle 4.1.3-1: Übersicht der nach [U 9] ausgewiesenen Bodentypen sowie der Ergebnisse der feldbodenkundlichen Kartierung

Gemäß der vorliegenden Übersichtsbodenkarte ÜBK25 [U 9] wurden an den festgelegten 52 Untersuchungspunkten innerhalb des geplanten Arbeitsstreifens für die Gastransportleitung u. a. die Bodentypen Braunerde, Parabraunerde, Pararendzina, Kolluvisol sowie verschiedene grundwasserbeeinflusste Böden und Moorböden erwartet. Die feldbodenkundliche Erkundung (Mindestdaten nach § 2 BBodSchG, Profilaufnahmebögen siehe Anlage 8.1) hat das Vorkommen von insgesamt deutlich mehr Bodentypen und Übergangsbodentypen gezeigt, die z. T. Abweichungen von den erwarteten Böden und Bodeneigenschaften gemäß der vorliegenden Bodenkarte [U 9] zeigten.

Insgesamt 24 der 52 Bodensondierungen ließen sich dem Hauptbodentyp **Braunerde** zuordnen, davon acht aufgrund von humosen Horizonten oder Übergangshorizonten in mehr als 40 cm Tiefe als **Humusbraunerden**. Drei Profile konnten aufgrund der Tonverlagerung aus dem Oberboden in den Unterboden (*Lessivierung*) und der daraus entstehenden, markanten „schokoladenbraunen“ Bt-Horizonte als **Parabraunerden** identifiziert werden, eine davon als **Humusparabraunerde**. Sowohl eine Braunerde (BP 26) als auch eine Parabraunerde (BP 19) lagen im Übergangsbereich zum jeweils anderen Bodentyp. Ein Boden wurde dem Hauptbodentyp **Pararendzina** zugeordnet, wies also einen geringmächtigen Oberboden und kaum durch bodenbildende Prozesse geprägten Unterboden auf kalkigem Ausgangsmaterial auf.



Elf Bodenprofile konnten dem Hauptbodentyp **Kolluvisol** zugeordnet werden, bestanden also aus verlagertem, humosem Solummaterial, wobei in vielen Fällen die unter dem verlagerten Material begrabenen Bodentypen noch als fossile Böden identifiziert werden konnten; häufig waren darunter vor allem grundwassergeprägte Böden, aber z. T. auch organische Böden.

Grundwassereinflüsse wurden für insgesamt 19 Profile festgestellt. Sieben davon ließen sich dem Hauptbodentyp **Gley** zuordnen, drei konnten als **Niedermoore** identifiziert werden, einer davon mit Einflüssen von Auendynamik (BP 49) bei drei weiteren lag eine so starke anthropogene Überprägung bzw. fortschreitende Entwässerung vor, dass sie als **Mulmniedermoore** angesprochen wurden. Stauwassereinflüsse wurden für insgesamt zehn Böden festgestellt, wobei fünf davon als Pseudogley-Braunerden und fünf als lediglich pseudovergleyt eingeordnet wurden.

Die Verteilung der Böden, in denen Grundwasser angetroffen wurde, entsprach meist den durch die ÜBK 25 [U 9] angegebenen Bereichen. Bodenbildende Grundwasservorkommen im 2-Meter-Raum, die nicht der Bodenkarte entsprachen, wurden lediglich in zwei Profilen (BP 14 und BP 31) angetroffen, wobei BP 31 hinreichend nahe der Grenze zu einer grundwasserbeeinflussten Bodeneinheit lag, um der Unschärfe der Karte zugeschrieben zu werden. BP 20 zeigte weiterhin im tiefen Untergrund einen Go-Horizont, obwohl bei der Kartierung kein Grundwasser festzustellen war. Die angetroffenen Hinweise auf Staunässe zeigten deutlich weniger Korrelation mit den im Kartenserver angegebenen Staunässestufen [U 11]. Aus dieser Beobachtung kann ggf. auf eine recht heterogene Verteilung der Staunäseeinflüsse geschlossen werden. Bei einem Großteil der davon betroffenen Böden handelt es sich um bindige Böden (oft Bodenart Tu4 oder toniger im Untergrund), was die Entstehung von Staunässe begünstigt. Je nach sonstigen, recht kleinräumig bedingten Begebenheiten (Versickerungsrate, Lagerungsdichte etc.) ist also in weiten Teilen des Vorhabengebietes mit Staunässeerscheinungen in unterschiedlicher Ausprägung zu rechnen.

Im Oberboden wurden für 26 der 52 Profile Tonschluffe (Bodenarten Lu und Ut4) und für weitere neun Schlufftone (Bodenarten Lt3, Tu4 und Tu3) festgestellt. Für acht Profile wurden Lehmschluffe (Bodenarten Ut2, Ut3 und Uls) und für ein Profil ein Sandschluff (Bodenart Us) festgestellt. Lehme wurden im Oberboden nur für BP 07 (Bodenart Lt2) und BP 10 (Bodenart Ts3) festgestellt. Bei der räumlichen Verteilung fällt auf, dass die Bindigkeit der mineralischen Oberböden von Nordost nach Südwest hin nachlässt. Der Humusgehalt des Oberbodens lag für den überwiegenden Teil der Profile bei h3, also bei etwa 2 bis 4 Masse-%. Mit BP 34 wies nur ein einziges Profil mit einem Gehalt von h2 (ca. 1 bis < 2 Masse-%) geringere Humusgehalte auf. Höhere Humusgehalte von h4 bis h5



(4 bis < 15 Masse-%) traten besonders in Verbindung mit hoch anstehendem Grundwasser auf. Für fünf Profile (BP 36, BP 37, BP 39, BP 40 und BP 51) wurden organische Oberbodenhorizonte von ≥ 30 Masse-% Humus festgestellt. All diese Profile lagen im Kreuzungsbereich der Trasse mit den Flüssen Mindel oder Günz und wiesen (mit Ausnahme von BP 37) ebenfalls hohe Grundwasserstände auf.

Die Bodenarten des Unterbodens bzw. Untergrundes waren deutlich heterogener verteilt, wobei auch hier grob eine Abnahme der Bindigkeit von Nordost nach Südwest festgestellt werden konnte. Besonders der östlichste Trassenabschnitt bis etwa Laugna wurde von Profilen mit Schluff- und Lehmtönen im Untergrund dominiert. Eine höhere Variabilität zwischen Schluff- und vereinzelt Lehmtönen bis hin zu Lehm- und Schluffsandem prägte die Bodenarten des Untergrundes zwischen Laugna und Zusamaltheim. Besonders BP 10 fiel mit lehmiger Bodenart und einem Grobbodengehalt von bis zu 40 % im Unterboden auf. Zwischen Zusamaltheim und Holzheim bestanden die Böden in der Zone der Bodenbildung meist aus Schlufftonen und Tonschluffen, während darunter carbonatreiches eICv-Material aus weniger bindigen Lehm- bis Sandschluffen anstand. Dem folgen etwa bis Waldkirch Böden mit stark bindigem Untergrund aus Schluff- bis Lehmtönen. Im Bereich direkt westlich von Waldkirch zeigen die relativ nah beieinanderliegenden Profile BP 30, BP 31 und BP 32 sehr heterogene Untergrundverhältnisse. Besonders BP 32 fällt mit einem sehr hohen Grobbodengehalt im Untergrund von bis zu 70 % auf. Bei Dürrlaingen wurde in den Profilen BP 33 und BP 34 zunächst eine Tonabnahme von Ober- zu Unterboden festgestellt, während tiefer ein sehr toniger Untergrund auftrat. Die stark grundwassergeprägten Böden im Umfeld der Mindel wiesen im Untergrund deutlich weniger bindige, sandige Horizonte auf, die teilweise sehr hohe Grobbodengehalte von bis zu 90 % aufweisen können, was in diesem Bereich in Verbindung mit dem Grundwasser häufig in Kernverlusten resultierte. Südlich davon wurden bis zur Kreuzung der Trasse mit der Günz wieder feinkörnigere Böden kartiert, deren Bodenart meist zwischen Lehmtönen und Lehmschluffen variierte. Auch die grundwassergeprägten Böden im Umfeld der Günz waren deutlich feinkörniger und als die im Umfeld der Mindel, und wiesen zumeist auch im Untergrund noch eine höhere Bindigkeit auf. Auch sie zeigten einen erhöhten Grobbodengehalt, auch wenn dieser mit bis zu etwa 45 % weniger hoch war als der der Böden im Umfeld der Mindel.

Während in der ÜBK 25 [U 9] Moorböden vorrangig im Südwesten des Vorhabengebietes im Kreuzungsbereich der geplanten Trasse mit den Flüssen Mindel und Günz angegeben sind, fanden sich fossile Torfhorizonte im Unterboden auch in anderen grundwassergeprägten Böden über das



Vorhabengebiet verteilt. Torfhorizonte mit einem Humusgehalt von h_7 (≥ 30 Masse-%) fanden sich insgesamt in den Profilen BP 05, BP 17, BP 30, BP 36, BP 37, BP 39, BP 40, BP 41, BP 49 und BP 51. Diese Profile konnten dem Bodentyp Niedermoor und seinen Subtypen zugeordnet werden. Die Böden werden landwirtschaftlich genutzt und es wurden Veränderungen durch Degradierungsprozesse (z. B. Torfzersetzung, Mineralisation) festgestellt [U 1], [U 33]. Bei intakten Moorböden muss die Mächtigkeit aller Torfhorizonte (H-Horizont, ≥ 30 % organisches Material) mindestens 3 dm betragen. In der Torfmasse sollten zudem Reste der moortypischen Pflanzen vorhanden sein. Charakterisiert sind die Torfhorizonte dadurch, dass sie zeitweise (Hw-Horizont) oder dauerhaft wassergefüllt (Hr-Horizont) sind und die Torfart sowie der Zersetzungsgrad der Pflanzenreste noch zu erkennen ist. Intakte Moorböden weisen außerdem kein Bodengefüge auf. Die Prozesse der Degradierung führen zu veränderten Eigenschaften der Moorböden, welche sich in veränderten Bodenhorizonten niederschlagen. Auch bei degradierten Moorböden kann die Mächtigkeit der Torfhorizonte noch 3 dm betragen, allerdings ist ein Teil des Torfes bereits durch sekundäre bodenbildende Prozesse verändert. Infolge von Schrumpfung und teilweiser aerober Zersetzung kommt es zur Aggregation des Torfes (Ha-Horizont). Durch die Prozesse der Mineralisierung und Humifizierung wird der Torf vererdet (Hv-Horizont) und vermulmt (Hm-Horizont). Durch regelmäßige Bodenbearbeitung kommt es zu starkem Torfumsatz durch aerobe Prozesse (Hp-Horizont). Wenn im jeweils untersuchten Bodenprofil die Torfhorizonte in ihrer gesamten Mächtigkeit 3 dm nicht erreichen, liegt kein Moorboden mehr vor. Auch bei der Überlagerung der Torfhorizonte mit humusärmeren Mineralbodenhorizonten ist nicht mehr von naturbelassenen Mooren zu sprechen. Degradierete Moorböden zeigen außerdem nicht mehr die moorspezifische Vegetation [U 1]. Bei längerfristig landwirtschaftlich genutzten Moorböden kann davon ausgegangen werden, dass es in Folge der Entwässerung und Bearbeitung zu einer Degradierung gekommen ist. In BP 37 wurde ein Aggregierungshorizont (Ha) nachgewiesen, in den Profilen BP 37, BP 39 und BP 40 wurden Vermulmungshorizonte (Hm) kartiert, und in den Profilen BP 39, BP 40 und BP 51 wurde ein Hp-Horizont festgestellt. Ein zeitweilig wassererfüllter Torf-Horizont (Hw) wurde in den Profilen BP 05 und BP 36, und vier ständig wassererfüllte Horizonte (Hr) im Profil BP 17 kartiert. Der Hr-Horizont entspricht zwar dem Torferhaltungshorizont, allerdings wurden in BP 17 bereits Vererdungs- und Vermulmungseigenschaften festgestellt und die Torf-Horizonte sind von Mineralbodenhorizonten überdeckt. Auch war nur in einem der vier Hr-Horizonte noch ein deutlicher Anteil unzersetzter Pflanzenreste vorhanden, so dass zumindest in den anderen drei Hr-Horizonten ebenfalls bereits Zersetzung erfolgte. Da die meisten Horizonte der Niedermoorstandorte ständig oder zeitweise aeroben Bedingungen ausgesetzt sind, hat dort bereits sekundäre Torfzersetzung stattgefunden. Insbesondere in den Hp- und Hm-Horizonten sind bereits intensive Mineralisation



und Humifizierung abgelaufen. Aufgrund ihrer (intensiven) landwirtschaftlichen Nutzung und ihrer fehlenden Moorvegetation sind sie nicht mehr als intakte Moorböden einzuordnen.

BP 11, BP 35 und BP 50 zeigten weiterhin für Gh-Horizonte bzw. für fossile Aa-Horizonte im Unterboden hohe Humusgehalte von h5 bis h6 (8 bis < 30 Masse-%); eine Entstehung dieser Böden aus fossilen, aber bereits fortschreitend remineralisierten Torfhorizonten bzw. aus begrabenen anmoorigen Böden ist möglich.

Die torfhaltigen Profile im Bereich von BP 36 bis BP 51 lagen in oder nahe dem von der ÜBK 25 [U 9] angegebenen Gebiet für Moorböden im Bereich der Flüsse Mindel und Günz. Die wenigen Abweichungen können auf die Ungenauigkeit der kleinmaßstäbigen Karte zurückgeführt werden; da im Umfeld beider Flussläufe jedoch vorrangig grundwassergeprägte Böden anstehen, kann auch das unerwartete Antreffen von Torfhorizonten außerhalb der in der Karte beschriebenen Bereiche nicht ausgeschlossen werden.

BP 05 liegt in einer flachen Senke, in welcher Grundwasser in einer Tiefe von vier bis acht Dezimeter unter Geländeoberkante (GOK) angegeben, das gelegentlich auch höher steigen kann. Grundwasser (67 cm unter GOK) wurde während der Kartierungen höher anstehend als die fossilen Torfhorizonte festgestellt. Die Senke wird etwa trassenparallel von dem Vorfluter Laugna sowie einigen diesem zulaufenden Gräben durchflossen, und wirkt in der näheren Umgebung des Profilpunktes homogen, was weitläufig ähnlich hohe Grundwasserstände und damit verbundene Torfhorizonte in diesem Bereich vermuten lässt. Auch BP 17 liegt in einer morphologischen Senke, die jedoch weniger weitläufig und stärker an den Lauf des Fließgewässers Geiselbach gebunden ist. Da dessen Schnittpunkt mit der geplanten Trasse nur eine relativ geringe Fläche umfasst, ist das Antreffen der Torfhorizonte hier wahrscheinlich räumlich deutlich begrenzter als bei BP 05. BP 30 liegt nahe der Mündung eines kleineren Baches in den Flosserlohbach. Auf dem an das untersuchte Areal angrenzenden Flurstück wurde von der Bodenschätzung Lehm und Moor als Bodenart angegeben [U 3], und entlang des Flosserlohbaches bzw. des Weiherbaches schließt sich westlich ein schmaler Bruchwald an. Westlich von BP 30 weicht die Trasse der Senke des Flosserlohbaches nach Norden und der des Weiherbaches nach Süden hin aus, sodass hier allenfalls kleinflächig mit weiteren Torfhorizonten zu rechnen ist. Da die Trasse östlich von BP 30 ein Stück weit parallel zur Senke des Bachlaufes verläuft, ist in direkter Bachnähe das Antreffen von weiteren Torfhorizonten nicht völlig auszuschließen. Anhand der oberflächlichen Landnutzung kann jedoch das Antreffen intakter Moorböden im Arbeitsstreifen als sehr unwahrscheinlich bewertet werden. Um auch die



potenzielle Beeinträchtigung der naturfernen Moorböden zu minimieren ist eine geschlossene Querung des Flosserlohbaches sowie eine Arbeitsstreifenverengung vorgesehen.

Im Vorhabengebiet kamen zwischen carbonatfreien und carbonatreichen Böden alle Carbonatgehalte vor. Besonders die schluffigen Löß-Horizonte im Untergrund zeigten oft hohe Carbonatgehalte. Insgesamt 18 Profile waren vollkommen carbonatfrei.

Die Bodenausgangsgesteine wurden meist aus der Digitalen Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000 [U 10] ermittelt und anhand der tatsächlich vorgefundenen Bodengegebenheiten angepasst. Als häufigstes Ausgangsgestein für 17 Bodenprofile trat Löß auf. Für 6 Profile wurden Bach- oder Flussablagerungen bzw. Talfüllungen festgestellt. Fünf Profile sind aus Molasse-Ablagerungen entstanden. Auensedimente lagen für zwei Profile vor. Für je ein Profil wurde Terrassen- bzw. Schmelzwasserschotter festgestellt. Aus Umlagerungsprozessen ist das Ausgangsmaterial von 14 Profilen entstanden, wobei fünf davon als Hanglehme bzw. Frostbodenbildungen und neun als holozäne Kolluvien einzuordnen waren. Für sechs Profile wurden organische Substrate festgestellt, wobei sowohl die Kolluvien als auch die organischen Substrate häufig von einer der anderen Ausgangssubstrate unterlagert wurden. Im Trassenverlauf ist festzustellen, dass Molasse im nordöstlichen Teil des Gebietes und Terrassenschotter (besonders auch als unterlagernde Schicht unter Moorböden) im südwestlichen Teil des Gebietes vermehrt auftraten, während Löß und Kolluvien am weitesten verbreitet waren.

4.2 Bewertung der Geländeerhebungen nach KA 5

Die untersuchten Flächen innerhalb des Vorhabenbereichs der geplanten Trasse werden vorrangig zur ackerbaulichen Landwirtschaft sowie auch vereinzelt zur Grünlandwirtschaft und Tierhaltung genutzt. Wenige Trassenabschnitte liegen innerhalb von Waldgebieten. Bei den Bodenprofilen der **ackerbaulich genutzten Standorte** wurden die Ah-Horizonte durch die charakteristischen Pflughorizonte der landwirtschaftlichen Bearbeitung (Ap-Horizont) bis in eine Bodentiefe von 15 bis 55 cm überprägt, wobei Überprägungstiefen von etwa 23 bis 40 cm häufiger sind. Auch die organischen Oberböden wurden auf ackerbaulich genutzten Standorten durch regelmäßiges Pflügen überprägt (Hp-Horizont). Die Pflugtiefe auf diesen Flächen lag bei 23 bis 34 cm.



Die **Auswirkungen des Leitungsbaus der parallelverlaufenden Gasleitung SV50** war in keinem der Bodenprofile zu erkennen. Weder zeigte sich durchgängig eine über das normale Maß ackerbaulich genutzter Böden hinausgehende Verdichtung, noch war eine **Vermischung der ursprünglichen Bodenhorizonte** zu erkennen.

Die durch die eigenen Bodenkundlichen Sondierungen ermittelten Bodentypen weichen naturgemäß von den in der ÜBK 25 [U 9] verzeichneten Bodentypen ab. Insgesamt ergaben sich bei 52 Sondierungen **24 mehr oder weniger starke Abweichungen** von dem in der amtlichen Bodenkarte verzeichneten Bodentyp. I. d. R. handelte es sich aber um kleinere Unterschiede (z. B. die kleinräumige Ausprägung pedogenetischer Merkmale), die aufgrund der allgemeinen kleinräumigen Variabilität des Solums zu erwarten sind.

Bei insgesamt elf der untersuchten Bodenprofile sind die festgestellten Bodentypabweichungen auf eine gewisse Unschärfe der interpolierten Bodentypgrenzen der ÜBK 25 [U 9] zurückzuführen. Die tatsächlichen Bodentypen der aufgeschlossenen Profile entsprachen in diesen Fällen dem nach ÜBK 25 [U 9] ausgewiesenen, angrenzenden Bodentyp (vgl. BP 04, BP 06, BP 08, BP 18, BP 21, BP 23, BP 28, BP 33, BP 35, BP 37 und BP 49). In allen Fällen liegt die passende Bodeneinheit laut ÜBK 25 [U 9] in weniger als 150 m Entfernung, für vier Profile sogar in weniger als 50 m Entfernung. BP 35 fällt als Besonderheit auf, da dieses Profil einen Übergangsboden aus den drei nahebei gelegenen Bodeneinheiten Gley, Niedermoor und Kolluvisol darzustellen scheint. Im Falle von BP 37 wurde ein Normniedermoor in einer als Braunerde-Gley bzw. Gley ausgewiesenen Bodeneinheit gefunden, welche von als Nieder- bzw. Übergangsmoore ausgewiesenen Bereichen umgeben bzw. teils durchdrungen ist [U 9]. Zwar liegt somit ein Abstand von über 200 m zwischen dem Sondierpunkt und der als Niedermoor ausgewiesenen Bodeneinheit, jedoch kann diese Abweichung aufgrund der Durchdringung beider Bodeneinheiten ebenfalls der Ungenauigkeit der Karte zugeordnet werden.

Für neun der beschriebenen 24 Abweichungen können die in Kapitel 4.1.3 beschriebenen, heterogen aufgetretenen Staunässeerscheinungen genannt werden, wobei für vier Punkte tatsächliche Pseudogley-Braunerden in als Braunerde ausgewiesenen Bodeneinheiten (BP 09, BP 42, BP 44 und BP 52), und für die übrigen fünf lediglich Pseudovergleyungen vorlagen (BP 01, BP 18, BP 24, BP 26, BP 28). Es zeigen sich auch unter den unerwartet angetroffenen Staunässeerscheinungen zwei, die hinreichend nahe an der Grenze zu einer Bodeneinheit mit erwarteter Staunässe liegen, um auf eine Unschärfe der Kartengrenzen zurückgeführt zu werden (BP 18 und BP 28).



Für sieben der 24 Profile trifft keine der genannten Erklärungen zu. Bei einer davon (BP 12) handelt es sich um von der ÜBK 25 [U 9] ausgewiesene Bodeneinheit aus Pararendzina, in welcher stattdessen eine Humusbraunerde gefunden wurde. Da die Verbraunungsmerkmale der Humusbraunerde nur vergleichsweise schwach ausgeprägt sind, kann diese als dem ausgewiesenen Bodentyp verwandt angesehen werden. Auch die für die Profile BP 41, BP 50 und BP 51 festgestellten Abweichungen sind geringfügig genug, um als den in [U 9] beschriebenen Bodentypen verwandt bewertet zu werden (für BP 50 und BP 51 wurden stärkere Torfeinflüsse angesprochen, als von der Karte ausgewiesen, und für BP 41 war der ausgeschriebene Bodentyp von einem Kolluvisol überlagert).

Bei insgesamt drei Bodenprofilen standen die Ergebnisse der bodenkundlichen Kartierung in klarem Widerspruch zu den Angaben der Bodenkarte von Bayern.

Für den Sondierpunkt BP 02 wurde ein Normkolluvisol erkundet, während von der ÜBK 25 [U 9] eine fast ausschließlich aus Braunerden bestehende Bodeneinheit ausgewiesen wurde. Aufgrund der Lage des Profils am Fuße eines langen und relativ steilen Hangs, ist diese Abweichung jedoch schlüssig. Zwar wird der überwiegende Teil des Hanges aktuell als Grünland bewirtschaftet, sodass der gegenwärtige Erosionseintrag im Bereich des Profils als gering einzuschätzen ist, jedoch kann eine historische Ackernutzung dieses Bereiches mit dementsprechend höherem Transport an Solummaterial hin zum Sondierpunkt nicht ausgeschlossen werden.

Umgekehrt wurde für das Profil BP 03 eine Humusbraunerde erkundet, während nach ÜBK 25 [U 9] ein Kolluvisol ausgewiesen ist. Auch hier kann von einer gewissen Heterogenität des Eintrages von Solummaterial zur Bildung eines Kolluvisols ausgegangen werden: Der Sondierpunkt liegt innerhalb einer Ackerfläche verhältnismäßig weit hangaufwärts, wo diese durch die Landstraße St 2033 begrenzt wird, sodass zumindest in jüngster Zeit keine weiteren Humuseinträge erfolgt sein werden, während auf der vegetationsarmen Ackerfläche durchaus auch im Bereich des Profilkpunktes selbst mit dem Abtrag von Solummaterial zu rechnen ist.

Der für BP 14 kartierte Hanggley liegt laut ÜBK 25 [U 9] in einer Bodeneinheit aus Pararendzina. Der hohe Grundwasserstand kann ggf. auf den nahen Bachlauf des Judengrabens zurückgeführt werden, jedoch bleibt unklar, warum im dem Bachlauf näher gelegenen BP 13 kein Grundwasser im 2-Meter-Raum sondiert wurde.



Grundsätzlich muss bei den Ergebnissen der Sondierungen beachtet werden, dass eine Veränderung des Bodenkörpers durch z. B. die Topographie, Stauwassereinfluss oder anthropogene Meliorationsmaßnahmen und landwirtschaftliche Bearbeitung lokal sehr begrenzt und heterogen auftreten kann.

Eine Interpolation zwischen zwei Sondierpunkten der feldbodenkundlichen Erkundung ist nicht sinnvoll, da diese relativ weit voneinander entfernt liegen (insg. 52 Sondierpunkte auf ca. 40,5 km Trassenlänge). Aufgrund dessen kann auch aus den Sondierungen keine eigene Bodenkarte erstellt werden. Die Ergebnisse der Sondierungen dienen vielmehr der Überprüfung der Übersichtsbodenkarte 1 : 25.000 von Bayern [U 9] und der Ableitung baubedingt auszuführender Bodenschutzmaßnahmen, die für den gesamten Vorhabenbereich oder ggf. abschnittsweise gelten.

Da die Sondierungen nur Punktdaten liefern und die Bodentypen nicht großflächig bestimmt werden können, wurde die Bewertung der Empfindlichkeit der Böden (Verdichtungsempfindlichkeit, Erosionsempfindlichkeit) und die Bestimmung der Bodenfunktionen (welche die Schutzwürdigkeit bedingen) hauptsächlich anhand der Daten der ÜBK 25 [U 9] sowie der Bodenschätzung [U 3] und den Angaben des UmweltAtlas Bayern [U 11] sowie zusätzlichen deutschlandweiten Kartenwerken der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (z. B. [U 17] bis [U 20]) durchgeführt. Die Bewertungen wurden jedoch anhand der eigenen Sondierungen auf Plausibilität geprüft und besonders bezüglich der angetroffenen organischen Horizonte im Unterboden ergänzt. Die Empfindlichkeit der Böden und die Bodenfunktionen werden in Kapitel 4.4 beschrieben.

Die Übersichtsbodenkarte wurde konzeptionell aus vorhandenen Unterlagen abgeleitet und durch Übersichtsbegehungen im Gelände ergänzt [U 9]. Um kleinere Abweichungen der Bodentypausweisung der Karte mit den tatsächlich in der Realität vorliegenden Bodentypen zu vermeiden, müsste bei einer amtlichen Bodenkartierung im Maßstab 1 : 25.000 ein unverhältnismäßig großer Aufwand betrieben werden. Für das vorliegende Projekt bietet die ÜBK 25 [U 9] demnach trotz der festgestellten Abweichungen eine gute und verlässliche Datengrundlage.

Trotzdem wurden der Vollständigkeit halber die festgestellten Bodentypen in den Bodenkarten der Anlage 1 (Maßstab 1:1.000) entsprechend genannt.



4.3 Penetrologgeruntersuchungen

Mit dem Penetrologger wurde der spezifische Eindringwiderstand der anstehenden Böden bis in eine Bodentiefe von 80 cm ermittelt. An jedem Aufschlusspunkt der durchgeführten Pürckhauer-Sondierungen wurden hierbei drei Wiederholungsmessungen mit dem Penetrologger unter Berücksichtigung der Herstellerangaben [U 36] durchgeführt. Die Ergebnisse der jeweiligen Einzelmessungen sowie die berechneten arithmetischen Mittel sind graphisch in Anlage 9 beigefügt.

Es wurden Eindringwiderstände zwischen unter 1 und über 9 MPa gemessen, wobei für die meisten Böden Eindringwiderstände von über 6 MPa nur von einzelnen Ausreißern erreicht wurden.

Für die Bewertung der ermittelten Eindringwiderstände wird hinsichtlich der Bewurzelbarkeit des Bodenkörpers eine Maximalkraft des Wurzelwachstums 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 36]. Die meisten der untersuchten Böden zeigen zumindest an einigen Stellen Überschreitungen dieses Grenzwertes. Allein die Böden der Profile BP 05, BP 17, BP 30, BP 39, sowie im arithmetischen Mittel auch das Profil BP 28, bleiben dauerhaft unter 3 MPa Eindringwiderstand. Bei diesen Böden handelt es sich entweder um Grünlandstandorte und/oder um organische bzw. grundwasserbeeinflusste Böden. Nur geringe bzw. lokale Überschreitungen dieses Grenzwertes sind für die Profile BP 02, BP 35, BP 40, BP 49 und BP 50 zu verzeichnen, unter denen auch einfache Ackerböden zu finden sind.

Unter den übrigen Böden ist oft das Antreffen von Grobboden für stärkere Ausschläge verantwortlich, jedoch liegen auch Eindringwiderstände von deutlich über 6 MPa vor, ohne, dass im Bohrstock Grobboden angetroffen wurde. Es ist zu vermuten, dass dies auf größere Steine zurückzuführen ist, die der Bohrstock selbst nicht fassen kann. Besonders zu einem frühzeitigen Abbruch einiger Einzelmessungen vor Erreichen der Endteufe von 80 cm haben wahrscheinlich größtenteils angetroffene Grobbodenanteile in den Böden geführt, da der Widerstand meist plötzlich und endgültig war und nur selten ein fließender Übergang zwischen sondierbarem und nicht sondierbarem Material darauf schließen ließ, dass tatsächlich eine hohe Lagerungsdichte für den erhöhten Eindringwiderstand verantwortlich war.



Grundsätzlich ist die Variabilität der ermittelten Eindringwiderstände überwiegend auf die Heterogenität des Bodenkörpers, den Feuchtezustand sowie auch auf örtliche Vorbelastungen infolge der überwiegend landwirtschaftlichen Nutzung zurückzuführen. Die Messergebnisse im Bodentiefenbereich von ca. 40 cm zeigen häufig die Ausbildung von typischen Pflugsohlen landwirtschaftlich genutzter Flächen mit leicht erhöhten Eindringwiderständen. Eine Korrelation mit den im Bohrstock abgeschätzten Lagerungsdichten ist jedoch selten festzustellen.

Beim Betrachten der hier dargestellten Ergebnisse muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Bodenfeuchte einen hohen Einfluss auf den Eindringwiderstand des Penetrologgers besitzt. Laut [U 36] sind die Messungen idealerweise bei Feldkapazität, also pF 2 durchzuführen, was in die Feuchtestufe feu4 fallen würde. Diese wird von den meisten Böden nicht oder zumindest nicht durchgängig erreicht; andere sind im Gegensatz dazu grundwasserführend und damit deutlich feuchter. Besonders die nicht grobbodenbedingten hohen Eindringwiderstände traten meist in Verbindung mit Bodenfeuchten der Feuchtestufe feu2 bis feu3 auf, sodass nicht automatisch auf eine schädliche Bodenvorverdichtung rückgeschlossen werden kann. Die hier dargestellten Werte müssen in Verbindung mit ihren jeweiligen Feuchtestufen gedeutet werden und dienen eher dem internen Vergleich einzelner Profile miteinander als einer tatsächlichen Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit. Auch zur Beweissicherung bei einer etwaigen Nachuntersuchung können diese Daten herangezogen werden, wobei sie auch in diesem Falle unter Berücksichtigung ihrer aktuellen Bodenfeuchte interpretiert werden sollten.

4.4 Weitergehende Bewertung der Böden

4.4.1 Bodenfunktionsbewertung

4.4.1.1 Grundlagen der Bodenfunktionsbewertung

In Bayern wird der Boden rechtlich durch das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) [U 26] sowie das Bayerische Bodenschutzgesetz (BayBodSchG) [U 16] 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) [U 27].

Folglich sind die Belange des Bodens in Verfahren, in denen die Umweltaspekte von Planungen geprüft werden (z. B. Umweltverträglichkeitsprüfung, Strategische 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) [U 25]. 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 Archivfunktionen im Vorhabensbereich sowie andererseits Informationen über die vorhabenspezifischen Empfindlichkeiten der Böden zwingend erforderlich.

Die Bodenfunktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 2 BBodSchG [U 26] können nach Bodenteilfunktionen differenziert werden. Diese wiederum können mithilfe von bodenphysikalischen und bodenchemischen Kriterien erfasst und bewertet werden [U 13]. Im Bodenschutzvollzug wird vereinfachend von Bodenfunktionen gesprochen, auch wenn Bodenteilfunktionen oder Kriterien gemeint sind:

Folgende Bodenteilfunktionen werden im Bundesland Bayern zur Charakterisierung von Böden herangezogen [U 13]:

- Standortpotenzial für natürliche Vegetation
- Standort für Bodenorganismen
- Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen
- Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe
- Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle
- Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge
- Filter-, Puffer- und Transformatorfunktion des Bodens für organische Schadstoffe



- Archiv der Natur- und Kulturgeschichte
- Natürliche Ertragsfähigkeit land- und forstwirtschaftlicher Böden

Die einzelnen Bodenteilfunktionen werden im Folgenden näher beschrieben.

4.4.1.2 Standortpotenzial für natürliche Vegetation

Böden sind in ihrer Funktion als Standort für natürliche Vegetation schützenswert. Beinahe jeder Boden eignet sich als Standort für Pflanzenbewuchs, jedoch weisen gerade schützenswerte, bedrohte Pflanzenarten oder Lebensgemeinschaften oft gesonderte Ansprüche an ihre Umgebung auf, die nur vereinzelte Nischenstandorte erfüllen. Dies betrifft vor allem Standorte mit extremen Umweltbedingungen, auf denen nur spezielle Arten gedeihen können, darunter vor allem Feucht- oder Trockenstandorte oder solche mit sehr nährstoffarmen Verhältnissen. Gerade diese Standorte sind durch moderne, intensive Landnutzungsformen stark zurückgedrängt worden, was in Folge auch die auf ihnen siedelnden Arten betrifft [U 13]. Zum Erhalt dieser seltenen Arten und Lebensräume sind auch die entsprechenden Böden als schutzwürdig anzusehen. Einige entsprechende Extremstandorte können über bodenkundliche Kartierungen erkannt werden, jedoch haben auch Klima und Relief einen relevanten Einfluss auf ihre Entstehung, sodass diesbezügliche Daten mit den bodenkundlichen Daten verschnitten werden sollten [U 13].

Die Bewertung selbst erfolgt anhand der Parameter Bodentyp, nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFK_{We}), Carbonatgehalt, Grundwassereinfluss und Überflutungsdynamik. Sollten die genannten Parameter nicht vorliegen, kann alternativ eine expertengestützte Bewertung über Standort, Relief, potenzielle natürliche Vegetation, Vernetzungsfunktion, Wiederherstellbarkeit des Standortes sowie über den aktuellen Nutzungstyp durchgeführt werden. Eine kleinräumigere Bewertung kann weiterhin über das Klassenzeichen der Bodenschätzung, die Wertzahl sowie über aktuelle Daten erfolgen [U 13].

Unter den von der ÜBK25 [U 9] angegebenen Bodentypen weisen besonders die Niedermoore eine sehr hohe Schutzwürdigkeit aufgrund ihres Standortpotenzials für natürliche Feuchtvegetation auf. Auch Auenböden mit Grundwassereinfluss und rezent überflutete Auenböden sowie Böden des Hauptbodentypen Nassgley, Humusgley, Anmoorgley und Moorgley sind als sehr hoch schutzwürdig einzustufen, während Auenböden ohne rezente Überflutungen und Böden mit



potenziellem Grundwassereinfluss (Bodenhaupttyp Gley) je nach regionaler Betrachtung bewertet werden müssen [U 13]. Im Vorhabengebiet betrifft dies vor allem die Bereiche um die Flussläufe von Laugna, Zusam und Glött sowie mit herausragender Bedeutung die Böden um die Flussläufe der Mindel und der Günz, die in Teilen als Moorböden oder Anmoor-, Niedermoor- und Nassgleye, sowie im Falle der Günz auch als grundwasserbeeinflusste Auenböden kartiert worden sind [U 9]. Böden, die genug Stau- oder Haftnässe aufweisen, um potenziell als schutzwürdige Feuchtstandorte eingeordnet zu werden, kommen im Vorhabengebiet nur sehr vereinzelt vor [U 11],[U 9].

Als schutzwürdige Böden mit dem Potenzial für Trockenstandorte werden besonders flachgründige Bodentypen mit niedrigen nutzbaren Feldkapazitäten im effektiven Wurzelraum eingestuft. Böden mit nutzbaren Feldkapazitäten von unter 30 mm² weisen dabei eine sehr hohe, Böden mit 30 bis 60 mm² eine hohe Schutzwürdigkeit aufgrund ihres Standortpotenzials auf [U 13].

Die nutzbare Feldkapazität im Vorhabengebiet ist meist als hoch eingeordnet. Fluss- und Bachbetten stehen dem mit einer geringen nutzbaren Feldkapazität entgegen, während besonders Bereiche mit hohem Relief meist mittlere bis sehr geringe nutzbare Feldkapazitäten aufweisen [U 11]. Selbst die Bereiche in Hanglage, welche die niedrigsten nutzbaren Feldkapazitäten aufweisen, liegen jedoch meist über dem Grenzwert von 60 mm². Im Vorhabengebiet sind demzufolge entsprechend des Kartenmaterials keine schutzwürdigen Trockenstandorte vorhanden [U 11][U 9].

Da die nutzbare Feldkapazität jedoch lokal stark variieren kann, war vor allem beim Antreffen von flachgründigen Böden, aber auch bei Böden mit allgemein geringem Wasserspeichervermögen die potenzielle Schutzwürdigkeit anhand der eigenen Geländedaten im Detail zu prüfen [U 13]. Im Rahmen der Kartierung wurden mit Ausnahme von einer Sauerpararendzina keine flachgründigen Böden angetroffen. Da die genannten Böden über die Zone der Bodenbildung hinaus Bodenarten im Bereich von Tonen bis Schluffen aufweisen, ist nicht damit zu rechnen, dass sie eine hinreichend niedrige Feldkapazität aufweisen, um die Kriterien eines schutzwürdigen Trockenstandortes zu erfüllen.

Schutzwürdige Böden mit extremem Wasserhaushalt können in ähnlicher Weise auch über ihren Klassenbescrieb in der Bodenschätzung und ihre Acker-/Grünlandzahl in Verbindung mit einer Geländebegehung identifiziert werden. Hierbei wird besonders Böden mit geringen Acker-/Grünlandzahlen von 20 bis 40 eine hohe und von unter 20 eine sehr hohe Schutzwürdigkeit zugewiesen, was im Vorhabengebiet hauptsächlich im Bereich von Fluss- und Bachläufen und meist



nur für vereinzelte Flächen auftritt [U 3]. Klassenzeichen der Bodenschätzung, die oft als hoch bis sehr hoch schutzwürdig eingeordnet werden, sind etwa Moorböden, Streuwiesen und Hutungen, wobei Nass- und Trockenwiesen mit Wasserstufen 5 und 5⁻ eine sehr hohe und Feuchtwiesen und Halbtrockenrasen mit Wasserstufen von 4 und 4⁻ eine hohe Schutzwürdigkeit zugeordnet wird [U 13]. Dementsprechende Bereiche sind jedoch nur sehr vereinzelt kartiert und kreuzen den Trassenverlauf lediglich im Bereich der Querung der Kammel und des Flosserlohbaches bzw. entlang der Straße Kalteck bei Riedsend, und streifen ihn im Bereich des Viehweidegrabens, wobei im Gegensatz zur Bodentypenkarte keine Moorböden ausgewiesen werden [U 3].

Eine weitere Methode zur Bewertung eines Bodens aufgrund seines Standortpotenzials für Vegetation besteht in der Betrachtung der Seltenheit bzw. der Bedeutsamkeit des potenziellen Lebensraums für die Erhaltung und die Vernetzungsfunktion der bedrohten Arten und Biotope. Auch in dieser Bewertung weisen naturnahe Moore und Böden mit rezenter Grundwasser- bzw. Auendynamik die am höchsten bewerteten Schutzwürdigkeiten auf, sodass dieselben Suchräume für schutzwürdige Böden bedacht werden müssen, wie oben beschrieben [U 13].

Die Profile BP 05, BP 17, BP 30, BP 36, BP 37, BP 39, BP 40, BP 41, BP 49 und BP 51 wiesen torfige Horizonte auf, die auf eine Schutzwürdigkeit des Standortes als Moorboden hindeuten könnten. Von diesen waren jedoch mit Ausnahme von BP 36, BP 37, BP 39, BP 40 und BP 51 alle Torfhorizonte mit humusärmeren Mineralbodenhorizonten bedeckt. Von den genannten lagen nur BP 36 und BP 40 auf Grünlandstandorten, alle übrigen ließen sich als Äcker einordnen, und auch bei den Grünlandstandorten handelte es sich um Wirtschaftsgrünland. Es ist davon auszugehen, dass die Böden größtenteils zum Zwecke der landwirtschaftlichen Nutzung entwässert wurden und bereits sekundäre Torfzersetzung stattgefunden hat. Naturbelassene Moore mit spezifischer Vegetation wurden dementsprechend nicht kartiert, was sich meist auch in den beschriebenen Torfhorizonten niederschlug, die größtenteils als tiefschwarz und amorph zu beschreiben waren. Dennoch handelt es sich bei den oben genannten Profilen um Feuchtstandorte mit hohem Grundwassereinfluss, die dementsprechend ein Potenzial als Extremstandort für natürliche Vegetation aufweisen. Hinzu kommt die hohe Klimarelevanz des in Torfböden gespeicherten organischen Kohlenstoffs.

Sonstige grundwassergeprägte Böden wurden in den Profilen BP 11, BP 14, BP 25, BP 30, BP 38, BP 43 und BP 50 kartiert, wobei auch für einige dieser Böden erhöhte Humusgehalte im



Untergrund von bis knapp unter 30 Masse-% angetroffen wurden. Bei BP 49 und BP 50 handelt es sich zudem um Auenböden mit Grundwassereinfluss, die dementsprechend schutzwürdig sind.

4.4.1.3 Standort für Bodenorganismen

Bodenorganismen sind ein wichtiger Bestandteil des Bodens und können als zuverlässige Indikatoren für den Bodenzustand herangezogen werden, jedoch gibt es aufgrund der großen Vielfalt noch keine geeigneten Bewertungskriterien, die die Schutzwürdigkeit eines Bodens aufgrund seiner Funktion als Standort für Bodenorganismen hinreichend aussagekräftig bewerten können [U 13].

4.4.1.4 Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen

Die Fähigkeit des Bodens, Niederschlagswasser durch Infiltration aufzunehmen, zu speichern und verzögert an Vegetation und Atmosphäre abzugeben, wirkt regulierend auf den (Grund-)Wasserhaushalt und verringert auf die Entstehung von Oberflächenabfluss, und mindert damit sowohl Erosion als auch die Entstehung von Hochwässern [U 13].

Das Retentionsvermögen eines Standortes bei Niederschlagsereignissen kann über die gesättigte Wasserleitfähigkeit, die nutzbare Feldkapazität, die Luftkapazität sowie die Einflüsse von Grund- und Stauwasser und die Hangneigung bewertet werden, wobei Wasserleitfähigkeit und nutzbare Feldkapazität den größten Anteil an der Bewertung haben, wie viel Niederschlagswasser ein trockener Boden aufnehmen kann, während die Luftkapazität nur bei Böden mit geringer Hangneigung (<9 %) zur Bewertung hinzugezogen wird. Ab einer Hangneigung von 18 % erfolgt zusätzlich ein Abschlag von einer Wertklasse [U 13]. Die Bewertung erfolgt bis in 1 m Tiefe, oder bis zu einem stauenden Horizont bzw. zum mittleren Grundwasserstand. Die Bewertung des Retentionsvermögens unterliegt diversen Vereinfachungen, sodass die Ergebnisse dieser Methode lediglich als Orientierung für das Potenzial des Bodens herangezogen werden können [U 13].

Im UmweltAtlas Boden [U 11] ist das Wasserrückhaltevermögen der Böden bei Starkniederschlägen in Kartenform dargestellt. Es ergibt sich ein relativ bodentypenunabhängiges Bild, demnach das Retentionsvermögen der Böden besonders mit zunehmender Hangneigung abnimmt [U 11], was der oben beschriebenen Methode nach den Erwartungen entspricht [U 13]. Die mit Mooren bedeckten



Bereiche zeigen jedoch unabhängig von der Hangneigung ein deutlich geringeres Wasserrückhaltevermögen als umliegende Bereiche, was wahrscheinlich dem bereits wassergesättigten Zustand dieser Böden geschuldet ist [U 11].

Konkret zeigt das Vorhabengebiet im nordöstlichen Bereich nördlich der Zusam meist ein hohes Retentionsvermögen, das vereinzelt Bereiche mit mittlerer oder sehr hoher Werteklassen aufweist, während im Bereich der größeren Flussläufe (vor allem Mindel und Günz) meist ein sehr hohes Retentionsvermögen vorliegt. Einzig die Moore werden mit einem sehr geringen Retentionsvermögen bewertet [U 11].

4.4.1.5 Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe

Diese Bodenfunktion ist vor allem für landwirtschaftlich genutzte Böden relevant, in denen Anbau und Ernte von Ackerfrüchten zu einem Entzug von Nährstoffen aus dem Boden führt, was einen Ausgleich durch Düngung notwendig macht. Jedoch entziehen nicht nur die Pflanzen dem Boden Nährstoffe, sondern viele werden auch durch das Sickerwasser ausgeschwemmt, was oft zu unerwünschten Einträgen ins Grundwasser führen kann. Besonders Nitrat steht bezüglich dieser Fragestellung oft im Fokus. Bewertet wird mit dieser Bodenfunktion die Fähigkeit des Bodens, Sickerwasser und die darin gelösten Stoffe gegen die Schwerkraft im Wurzelraum zu halten, was die Wahrscheinlichkeit einer Aufnahme der Nährstoffe durch die angebauten Pflanzen erhöht und somit den unerwünschten Eintrag in das Grundwasser verringert [U 13].

Das Rückhaltevermögen eines Bodens für wasserlösliche Stoffe lässt sich über die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers bewerten, welche als Quotient aus den Parametern Sickerwasserrate und Feldkapazität im effektiven Wurzelraum errechnet werden kann, wobei letztere auch von der Nutzung des Standortes mitbeeinflusst wird. Soll eine Aussage über den Schutz des Grundwassers getroffen werden, spielt auch der Flurabstand eine Rolle [U 13].

Die von der BGR bereitgestellte Karte zur Austauschhäufigkeit des Bodenwassers in landwirtschaftlich genutzten Böden Deutschlands [U 23] gibt für den Bereich um den Flusslauf der Laugna mittlere und um den Flusslauf der Zusam geringe Rückhaltevermögen für wasserlösliche Stoffe aus, während die umliegenden Bereiche im Nordosten des Vorhabengebietes abgesehen davon bis knapp östlich von Holzheim ein hohes Rückhaltevermögen zeigen. Etwa von Holzheim



bis Ebersbach schwanken die Werte meist zwischen hohem und mittlerem Rückhaltevermögen, wobei vereinzelt auch Bereiche mit geringem Rückhaltevermögen auftreten. Westlich von Ebersbach zeigt das Vorhabengebiet bis zum Trassenende ein hohes Rückhaltevermögen für wasserlösliche Stoffe [U 23]. Bezüglich Nitrat ist jedoch zu beachten, dass die Bewertungsmethode für Waldböden modifiziert werden sollte, da hier der Stickstoffeintrag über die Luft den Stickstoffaustrag über die Erde und das Stickstoffrückhaltevermögen meist deutlich überschreiten, sodass für Waldböden von keiner nennenswerten Rückhaltefunktion ausgegangen werden kann [U 13]. Im Vorhabengebiet betrifft dies jedoch nur sehr wenige Flächen, da der größte Teil der Trasse von landwirtschaftlich genutzten Böden eingenommen wird.

4.4.1.6 Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle

Die Fähigkeit eines Bodens, Schwermetalle zu sorbieren bzw. zu binden, ist relevant für den Schutz von Grundwasser und Bodenorganismen, verhindert aber auch eine Aufnahme durch Pflanzen und damit einen Eintrag dieser Stoffe in die Nahrungskette. Die Bewertung eines Bodens hinsichtlich seines Rückhaltevermögens für Schwermetalle erfolgt über den pH-Wert, den Tongehalt bzw. die Bodenart, den Humusgehalt bzw. die Humusstufe, den Skelettgehalt sowie die Grundwasserstufe [U 13]. Der pH-Wert ist dabei von besonderer Relevanz, da die meisten Schwermetalle nur im sauren Milieu mobil sind. Humus und Tonminerale wirken als Sorbenten für die Schwermetalle und fördern daher das Rückhaltevermögen des Bodens. Als worst-case Element, anhand dessen die Mobilität der übrigen Schwermetalle mit bewertet werden kann, ist Cadmium geeignet, da es hochmobil ist [U 13].

Für die Elemente Quecksilber, Kupfer, Eisen, Chrom, Blei und Aluminium zeigt das Vorhabengebiet meist ein hohes bis sehr hohes Rückhaltevermögen, das lediglich in starker Hangneigung geringer ausfällt. Dieser durch die Morphologie gegebene Trend tritt auch für die Elemente Cadmium, Kobalt, Mangan, Nickel und Zink auf, jedoch liegt das Schadstoffrückhaltevermögen für diese Stoffe im Allgemeinen deutlich niedriger. Für Cadmium als worst-case Element weisen die Böden in weiten Teilen des Vorhabengebietes ein mittleres bis geringes und in steilen Hanglagen auch teilweise ein sehr geringes Rückhaltevermögen auf [U 11].

Erwartungsgemäß ist ein klarer Zusammenhang zwischen Carbonatgehalt (und damit einhergehend pH-Wert) der Böden und Bindungsstärke der Schwermetalle zu erkennen; besonders im Bereich der



Pararendzina direkt westlich von Zusamaltheim ist die Bindungsstärke für alle betrachteten Schwermetalle sehr hoch. Die als Niedermoor eingeordneten Bodeneinheiten weisen für alle anorganischen Schadstoffe ein sehr geringes Schadstoffrückhaltevermögen auf, da hier die Möglichkeit der Bildung organischer Komplexe besteht, welche sehr mobil sind [U 11], [U 13].

4.4.1.7 Pufferfunktion des Bodens für versauernd wirkende Einträge

Die Versauerung von Böden ist ein Prozess, der auch unter natürlichen Umständen abläuft, jedoch durch anthropogene Säureeinträge (etwa durch Abgase oder Düngung) deutlich beschleunigt wird. Böden besitzen eine gewisse Pufferkapazität gegen den Eintrag von Säuren, der jedoch mit der Zeit erschöpft wird, was zur Nährstoffverarmung und zur Mobilisierung von teilweise toxischen Substanzen führt (siehe dazu auch Kapitel 4.4.1.6) [U 13].

Die Bewertung der Pufferfunktion eines Bodens gegen versauernd wirkende Einträge erfolgt über die Betrachtung der Pufferkapazität von Carbonat sowie den Vorrat an austauschbaren Basen im Mineralboden, in welchen die Basensättigung und die potenzielle Basenaustauschkapazität hineinspielen. Nachrangig relevant ist der Basenvorrat in der Humusaufgabe [U 13].

Das Säurepuffervermögen selbst wird von dem UmweltAtlas Boden [U 11] nur für Forstgebiete angegeben. Im Bereich von Flussläufen ist es am höchsten, nimmt jedoch in direktem Anschluss daran stark ab, um auf einiger Entfernung zum Flusslauf, und damit vermutlich im reliefärmeren Gebiet, wieder relativ hohe Werte zu erreichen [U 11]. Da im Vorhabengebiet jedoch kaum Forstlandschaften vorliegen, sind diese Angaben von nachrangiger Bedeutung, sodass das Säurepuffervermögen der Böden über andere Parameter abgeschätzt werden muss:

Die Verteilung der Carbonatgehalte ist das wesentliche Kriterium für das Säurepuffervermögen der Böden, und ist im Boden in Kapitel 2.4 genauer beschrieben. Wo die Carbonatgehalte hoch sind, kann von einem guten Säurepuffervermögen der Böden ausgegangen werden. Die potenzielle bzw. effektive Kationenaustauschkapazität sowie die potenzielle und effektive Basensättigung bestimmen den Anteil an austauschbaren Basen. Beide Parameter zeigen sich deutlich stärker von der Geländeneigung als von dem Bodentyp abhängig. Bereiche mit flacherem Relief weisen für alle Parameter deutlich höhere Werte auf als Bereiche steileren Reliefs [U 11]. Dies deckt sich mit der Verteilung des Säurepuffervermögens für Forstböden [U 11]. Die bodenkundlichen Erhebungen



ergaben für insgesamt 18 Profile Carbonatgehalte unterhalb der Nachweisgrenze der Geländemethode (BP 07, BP 08, BP 09, BP 10, BP 11, BP 28, BP 29, BP 31, BP 32, BP 39, BP 40, BP 42, BP 43, BP 44, BP 47, BP 48, BP 49 und BP 52). Von den übrigen zeigten viele Böden im Untergrund erhöhte Carbonatgehalte, die teils erst unterhalb der Zone der Bodenbildung begannen, was darauf schließen lässt, dass die Versauerung dieser Böden im oberflächlichen Bereich bereits weiter fortgeschritten ist. Auch heterogen verteilte Carbonatgehalte im Tiefenprofil sowie mögliche Einflüsse von anthropogener Kalkung (Carbonat nur im oberen Bereich des Profils) konnten festgestellt werden.

4.4.1.8 Filter-, Puffer- und Transformatorfunktion des Bodens für organische Schadstoffe

Die Retentionswirkung von Böden gegenüber organischen Schadstoffen ist sehr stoffspezifisch und hängt vor allem von deren Wasserlöslichkeit und Sorptionsverhalten ab, sodass keine allgemeingültige Methode zur Bewertung des Retentionsvermögens eines Bodens zur Verfügung steht [U 13]. Einzelne Stoffe sind jedoch im UmweltAtlas Boden [U 11] näher betrachtet worden:

Die Böden im Vorhabengebiet können Benzo[a]pyren sowie TCDD meist mittel bis gut zurückhalten, wobei in diesem Fall die Niedermoore im Gegensatz zu den Schwermetallen ein sehr hohes Rückhaltevermögen zeigen. PFOs werden weniger gut zurückgehalten, wobei die Niedermoore auch für diesen Stoff ein höheres Rückhaltevermögen aufweisen. Ein schlechterer Rückhalt wird für Heizöl und der schlechteste für Glyphosat verzeichnet. Für all diese Substanzen fallen die Niedermoore mit einem im Vergleich zu den umliegenden Böden hoch liegenden Rückhaltevermögen der organischen Schadstoffe auf [U 11].

4.4.1.9 Natürliche Ertragsfähigkeit land- und forstwirtschaftlicher Böden

Die natürliche Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden ist auch von umwelttechnischer Relevanz: Zwar lassen sich auch auf relativ unfruchtbaren Böden durch Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln relativ hohe Erträge erzielen, jedoch erfordert dies meist hohen Energieaufwand und kann Umweltprobleme verursachen. Daher ist die Bewahrung von und der schonende Umgang mit Standorten, auf denen ohne den Einsatz intensiver landwirtschaftlicher Methoden gute Erträge erwirtschaftet werden können, essenziell [U 13].



Die natürliche Ertragsfähigkeit eines Bodens wird hauptsächlich von seiner Fähigkeit, pflanzenverfügbares Wasser und Nährstoffe zu speichern, seiner Durchwurzelbarkeit und seiner Beeinflussung durch Grund- und Stauwasser bestimmt. Weiterhin spielen die klimatischen Bedingungen wie Temperatur und Niederschläge eine entscheidende Rolle [U 13].

Die natürliche Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden lässt sich über die Grundlage der Standortkennzeichnung der Landwirtschaftlichen Standortkarte oder der Acker- bzw. Grünlandzahl der Bodenschätzung ermitteln. Ab Acker- bzw. Grünlandzahlen von über 60 wird die Ertragsfähigkeit eines Standortes dabei als hoch und ab Werten von über 75 als sehr hoch eingestuft [U 13].

Flächen mit sehr hoher Ertragsfähigkeit werden im direkten Trassenverlauf lediglich zweimal tangiert: Einmal über eine Strecke von knapp 100 m nördlich von Sontheim (Ackerzahl 76), und einmal auf den letzten etwa 200 m bis hin zum Endpunkt in Kötz (Ackerzahl 78), sodass hier auch die Errichtung der GDRM-Anlage auf einem solchen Boden stattfinden wird. In einigem Abstand zum direkten Arbeitsstreifen finden sich einige weitere Flächen dieser Art, die jedoch von der Baumaßnahme nicht beeinträchtigt werden [U 3].

Flächen mit hohen Ertragsfähigkeiten finden sich über den Trassenverlauf deutlich häufiger. Besonders im nördlichen Bereich zwischen Wertingen und Holzheim machen diese den Hauptteil der gekreuzten Flächen aus, während Flächen mit mittlerer und geringer Ertragsfähigkeit hauptsächlich im Bereich von Flussläufen und darüber hinaus nur vereinzelt vorkommen. Südlich von Holzheim wird die Trasse bis kurz vor Dürrlaingen hauptsächlich von Böden geringer und mittlerer Ertragsfähigkeiten geprägt, während südlich von Dürrlaingen über eine Strecke von knapp 2 km vorrangig eine hohe Ertragsfähigkeit vorliegt. Bis etwa zur Kreuzung mit der A8 ist die Ertragsfähigkeit der Böden vornehmlich gering bis mittel, südwestlich davon lösen sich Böden mit mittlerer und hoher Ertragsfähigkeit ab, wobei im Bereich der Querung des Flusslaufes der Günz geringere Ertragsfähigkeiten vorliegen [U 3].

Die Ertragsfähigkeit forstwirtschaftlich genutzter Böden lässt sich über das Bodensubstrat und die ökologische Wasserstufe abschätzen, wobei Böden mit frischen Wasserstufen meist die höchste Leistungsfähigkeit zeigen, und sandige und lehmige Böden auch bei feuchteren Verhältnissen hohe Leistungen erbringen können, während nur mäßig frische Böden höchstens eine normale und noch trockenere Böden eine schwache Leistungsfähigkeit zeigen [U 13]. In Anlage 2 sind forstwirtschaftlich genutzte Böden gesondert dargestellt. Da im Vorhabengebiet jedoch kaum



forstwirtschaftlich genutzte Böden beeinträchtigt werden, ist dieser Sachverhalt von nachrangiger Bedeutung.

4.4.1.10 Archiv der Natur- und Kulturgeschichte

Als schutzwürdiges Archiv der Natur- und Kulturgeschichte werden solche Böden eingeordnet, die Rückschlüsse auf frühere Umweltbedingungen oder menschliche Siedlungs- und Kulturaktivitäten erlauben, und gleichzeitig in der gegebenen Umgebung Seltenheitswert besitzen. Eine Bewertung dieser Bodenfunktion erfolgt über die Betrachtung von Geotopen, Archivböden und Bodendenkmälern [U 13].

Geotope sind im direkten Umfeld der Baumaßnahme nicht kartiert; die nächstgelegenen Geotope befinden sich über 2 km Abstand und damit außerhalb des Wirkungsbereiches des Vorhabens [U 7]. Bodendenkmäler liegen teilweise in größerer Nähe zum Vorhabengebiet.

Im geplanten Arbeitsstreifen [U 15] finden sich fünf bekannte Bodendenkmäler [U 1]. Zweimal quert die Trasse eine Straße der römischen Kaiserzeit, einmal südlich von Dürrlauringen und einmal nördlich von Kleinanhausen. Westlich von Waldkirch, direkt nördlich der Ortsstraße durchläuft die Trasse weiterhin eine Siedlung aus der römischen Kaiserzeit. Nordwestlich von Wengen, im Bereich der Kreuzung der Trasse mit der Villenbacher Straße streift der Trassenverlauf weiterhin Grabhügel vor- und frühgeschichtlicher Zeitrechnung und südlich von Kleinkötz findet sich eine Siedlung der Bronze-, Urnenfelder- und Latenezeit [U 1]. Im näheren Umkreis des Trassenverlaufes, aber außerhalb der direkten Eingriffsfläche befinden sich weitere Bodendenkmäler von ähnlicher Art. Da es sich um ein historisch vielfältiges Gebiet handelt, kann auch außerhalb der ausgewiesenen Bereiche ein Vorkommen von Bodendenkmälern nicht ausgeschlossen werden, weshalb eine Verdachtsflächenanalyse durch die Firma GEOarch durchgeführt wurde. Zur Lokalisierung weiterer Bodendenkmäler sind die Ergebnisse des entsprechenden denkmalpflegerischen Fachbeitrages zurate zu ziehen.

Bei allen genannten Bodendenkmälern handelt es sich um mögliche Vorkommen von Böden als Archive der Kulturgeschichte, Böden als Archive der Naturgeschichte sind unter den Bodendenkmälern nicht kartiert worden. Ggf. können jedoch die während der eigenen Kartierungen angetroffenen, fossilen Torfhorizonte als solche gewertet werden, da sie Aufschluss auf die (teils



prähistorische) Entstehung der Böden und somit über die Landschafts- und Klimageschichte geben können [U 13].

4.4.1.11 Gesamtbewertung der Bodenfunktionen

Die Gesamtbewertung der Bodenfunktionen ist in Anlage 2 dargestellt. Hierbei wurde die natürliche Ertragsfähigkeit der Böden, welche in Kapitel 4.4.1.9 erläutert ist, als Hintergrundkarte gewählt. Wo Böden mit besonderem Standortpotenzial für natürliche Vegetation oder Archivböden der Natur- und Kulturgeschichte zu erwarten sind, wird diese Karte durch die entsprechende Signatur überlagert. Zur Einschätzung der Säurepufferfunktion sowie der Bindefunktion für Schwermetalle, wurde eine aus der Geologischen Karte [U 10] ermittelte Signatur eingefügt, die einen Aufschluss über den Carbonatgehalt des Ausgangsgesteins geben soll. Hieraus kann über beide Bodenfunktionen jedoch nur eine grobe Aussage abgeleitet werden, da der Carbonatgehalt des Bodens im Laufe der Bodenbildung abnimmt. Zusätzlich wurde das Rückhaltevermögen der Böden für wasserlösliche Stoffe, abgeleitet aus der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers [U 23] als Schraffur abgebildet. Weiterhin wurde die Karte mit einer transparenten Darstellung der Geländeneigung überlagert, welche aus dem Digitalen Geländemodell errechnet wurde [U 4], um eine Aussage über das Retentionsvermögen der Böden bei Niederschlagsereignissen treffen zu können. Da die Geländeneigung auch Einflüsse auf die Mächtigkeit der Böden haben kann (je steiler, desto mehr wird durch Erosion abgetragen), kann sie ebenfalls zur Abschätzung der übrigen Bodenfunktionen herangezogen werden, deren Zusammenhänge in den vorhergegangenen Kapiteln näher beschrieben sind.

Zur Kennzeichnung der Bereiche mit besonderem Standortpotenzial für natürliche Vegetation wurde hauptsächlich die ÜBK25 [U 9] herangezogen. Stellenweise wurden anhand der feldbodenkundlichen Erhebungen Ergänzungen vorgenommen, die besonders diejenigen Bereiche ausweisen, wo nicht in der Bodenkarte verzeichnete Torfhorizonte angetroffen wurden. Es wurde in der diesbezüglichen Darstellung jedoch nur denjenigen Profilen ein besonderes Standortpotenzial als Niedermoor zugewiesen, welche bis in die obersten Bodenhorizonte Humusgehalte von über 30 % aufwiesen. Diese Böden sind in Anlage 2 grün schraffiert. Die übrigen torfhaltigen Böden wurden nach [U 13] als grundwasserbeeinflusste Böden der Klasse 3 a eingeordnet (worunter Anmoorgleye, Moorgleye, Nassgleye und Humusgleye fallen) und in Anlage 2 dunkelblau schraffiert.



Wo ansonsten von der ÜBK25 [U 9] grundwasserbeeinflusste Böden ausgewiesen wurden sowie zusätzlich um den Profilunkt BP 14, wurde eine hellblaue Schraffur vorgenommen, welche gemäß [U 13] (Klasse 3 b) Böden mit potenziellem Grundwassereinfluss kennzeichnet. Dies betrifft einen Großteil der um Fluss- und Bachläufe gelegenen Böden. Da nicht an jeder Stelle Sondierungen vorgenommen werden konnten, sind jedoch auch hier Vorkommen der beiden zuvor genannten Standorttypen nicht auszuschließen, deren Schutzwürdigkeit in den meisten Fällen als höher einzuordnen ist. Diesbezüglich sind genauere Einschätzungen teilweise erst während der Baumaßnahme möglich. Sollten dementsprechend beim Aushub des Rohrgrabens erhöhte Humusgehalte bis hin zu torfigen Horizonten festgestellt werden, sind auch außerhalb der dunkelblauen bzw. grünen Felder entsprechende Maßnahmen zum Schutz von Moorböden bzw. Grundwasserböden zu ergreifen.

In orangener Schraffur wurden weiterhin Suchräume für Auenböden mit Grundwassereinfluss im Uferbereich der Günz ausgewiesen. Hierzu ist anzumerken, dass auch im Bereich der durch Auendynamik geprägten Böden teilweise torfige oder anmoorige Horizonte ausgebildet wurden, die stellenweise von Auensedimenten überlagert (BP 50) oder diesen zwischengeschaltet (BP 49) sein können.

Suchräume für Böden als Archive der Kulturgeschichte sind in rosa schraffiert dargestellt und aufgrund der individuellen Vielfalt der Bodendenkmäler jeweils bezüglich des jeweiligen Fundortes beschriftet. Auch hierzu ist zu betonen, dass es sich allgemein um ein Vorhabengebiet handelt, das reich an Bodendenkmälern ist, sodass auch abseits der hier besonders hervorgehobenen Bereiche auf das mögliche Vorkommen von Bodendenkmälern geachtet werden muss.

4.4.2 Verdichtungsempfindlichkeit

Die Leistungsfähigkeit des Bodens im Naturhaushalt ist maßgeblich vom Porensystem des Bodens abhängig. Mechanische Belastungen (z. B. Befahrungen, Materiallager oder Erdarbeiten) können zu Verdichtungen führen, die in einem Verlust von Porenvolumen und Porendurchgängigkeit resultieren. Hierbei steigt die Verdichtungsgefahr mit zunehmender Auflast und abnehmender Auflastfläche, jedoch auch mit zunehmender Überrollhäufigkeit. Durch diese Beschädigung des Porensystems werden die natürlichen Bodenfunktionen beeinträchtigt. Typische Folgen sind ein verringertes Wasseraufnahmevermögen und damit einhergehend erhöhte Anfälligkeit für



Vernässung und Erosion, aber ebenso für das vollständige Austrocknen in Zeiten verringerten Niederschlages, sowie eine verringerte Durchwurzelbarkeit und Durchlüftung der Böden, was den Boden sowohl als Naturstandort als auch für den Ackerbau in seiner Wertigkeit herabstufen würde [U 38], [U 39].

Die aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit eines Bodens ist sowohl von der Beschaffenheit des Bodens als auch von der aktuellen Bodenfeuchte abhängig. Sie sinkt mit zunehmendem Grobbodengehalt, und steigt, je feinkörniger ein Boden ist. Hohe Humusgehalte (auf moorigen oder anmoorigen Standorten) bringen ebenfalls erhöhte Verdichtungsempfindlichkeiten mit sich [U 38]. Der Einfluss der aktuellen Bodenfeuchte auf die Verdichtungsempfindlichkeit lässt sich aus dem Nomogramm zur Ermittlung des maximal zulässigen Kontaktflächendruckes von Maschinen auf Böden (DIN 19639, Bild 2 [U 32]) ermitteln: Je höher die Bodenfeuchte, desto stärker verdichtungsgefährdet ist ein Boden. Weiterhin ist zwischen naturnahen Böden und anthropogen vorbelasteten Böden zu unterscheiden: Ist die Lagerungsdichte eines Bodens bereits durch vorhergegangene Verdichtungen erhöht, sind seine Bodenfunktionen zwar bereits eingeschränkt, ist jedoch auch seine Empfindlichkeit gegenüber weiterer Verdichtung deutlich gemindert [U 38].

Daten zur Verdichtungsempfindlichkeit der Böden liegen für das Bundesland Bayern nicht vor, jedoch lässt sich diese anhand der vorliegenden Daten abschätzen. Gemäß [U 41] lässt sich die vernässungsunabhängige Verdichtungsempfindlichkeit eines Bodens über die Bodenart und die effektive Lagerungsdichte abschätzen. Daten zur Bodenart können für die meisten Böden der Bodenschätzung entnommen werden [U 3]. Daten zur effektiven Lagerungsdichte können der Karte zur potenziellen Verdichtungsempfindlichkeit Deutschlands entnommen werden, welche vom BGR als georeferenziertes TIFF bereitgestellt wird [U 24]. Im Vorhabengebiet finden sich vornehmlich Böden einer Lagerungsdichte von Ld3, während nachrangig auch Böden von Ld1 und Ld2, jedoch keine dichteren Böden verzeichnet sind [U 24]. Eine Kombination mit den Bodenarten der Bodenschätzung (Lehmsande, Sandlehme, Normallehme, Tonlehme und Lehmtone) nach [U 41] ergibt, dass die Verdichtungsempfindlichkeit bei Feldkapazität (p_F 1,8) in keinem der kartierten Böden geringer als hoch, und in einem großen Teil des Vorhabengebietes (besonders südlich von Holzheim und in den Querungsbereichen von Mindel und Günz) sogar als sehr bis äußerst hoch eingestuft werden würde. Da jedoch nicht jeder Boden zu jedem Zeitpunkt einen der Feldkapazität entsprechenden Wassergehalt aufweist (p_F 1,8 entspricht nach KA5 der Feuchtestufe feu4, also sehr feucht [U 1]), ist eine genauere Einteilung der Verdichtungsempfindlichkeit nach Vernässungsgrad notwendig.



Hierzu kann eine vom Geologischen Dienst Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellte Methode herangezogen werden, welche die Bestimmung der Verdichtungsempfindlichkeit eines natürlichen (also nicht bereits vorverdichteten) Bodens über die Bodenart, den Grobboden- und Humusgehalt sowie über die aus Staunässe- bzw. Grundwasserstufe (SNS bzw. GWS) ermittelte Bodenwasserhaushaltsgruppe ermöglicht [U 38]. Nach [U 38] weisen sowohl organische Böden als auch Böden einer Bodenwasserhaushaltsstufe von 1 automatisch eine extrem hohe Verdichtungsempfindlichkeit auf, während bei geringerer Vernässung sandige Böden stets eine Stufe weniger verdichtungsgefährdet sind als lehmige, schluffige und tonige Böden.

Ein sehr hoher Grobbodengehalt ab 50 % senkt die Verdichtungsempfindlichkeit drastisch [U 38], wobei derart hohe Werte im Vorhabengebiet nicht angegeben sind [U 11]. Während der Kartierungen wurden vereinzelt Bereiche angetroffen, deren Grobbodengehalt im Unterboden über 50 % liegt. Relevant sind darunter nur BP 32 und BP 47, da alle übrigen Böden organische Horizonte aufweisen und somit ohnehin die höchste Verdichtungsempfindlichkeit aufweisen. BP32 und BP47 weisen zwar in einigen Horizonten mehr als 50 % Grobboden auf, diese Horizonte überwiegen jedoch nicht im Tiefenprofil, sodass sie nicht in die Bewertung des Gesamtprofils einfließen.

	Gruppen	Erklärung	KA5 [U 1]	Bodenschätzung [U 3]
Bodenart	GB1 & GB2	Grobboden >50 %		
	FB1	Feinboden, Ton und Schluff <25 %	Ss, St2, Su2, Sl2	anlehmiger Sand, lehmiger Sand
	FB2	Feinboden, Ton und Schluff >25%	Lehme, Schluffe und Tone, Su3, Su4, Slu, Sl3, Sl4, St3	stark lehmiger Sand, Lehm, sandiger Lehm, Ton, schwerer Lehm
	OB	Organischer Boden, Humus >15%		Moor, Lehm-Moor, Moor-Lehm, Lehm/Moor, Moor/lehmiger Sand, Moor/Lehm
	Legende im UmweltAtlas Bayern [U 11]		Abgeleitete Staunässestufe	Bodenwasserhaushaltsgruppe [U 38]
Staunässe	Stau- oder Haftnässe nicht vorhanden		staunässefrei (Stufe 0 bis 1)	4
	Stau- oder Haftnässe gering oder >8 dm tief, örtlich auftretend		schwach staunass (Stufe 2)	3
	Stau- oder Haftnässe gering bis deutlich, <8 dm auftretend, räumlich wechselnd		mittel staunass (Stufe 3)	2
	Stau- oder Haftnässe deutlich bis stark, meist >4 dm tief, räumlich wechselnd		stark bis sehr stark staunass (Stufe 4 bis 5)	1



	Legende im UmweltAtlas Bayern [U 11]	Abgeleitete Grundwasserstufe	Bodenwasserhaushaltsgruppe [U 38]
Grundwasser	Grundwasser > 20 dm tief	GWS 6	4
	Grundwasser > 10 - 20 dm tief, gelegentlich bis < 10 dm ansteigend	GWS 5	4
	Grundwasser räumlich stark wechselnd, meist < 13 dm tief, örtlich oberflächennah	GWS 4	3
	Grundwasser von 4 - 8 dm tief, oft oberflächennah	GWS 3	2
	Grundwasser oberflächennah oder darüber	GWS 1 bis 2	1

Tabelle 4.4.2-1: Notwendige Angleichungen der verfügbaren Daten zur Ermittlung der vernässungsabhängigen Verdichtungsempfindlichkeit der Böden nach [U 38]

Die notwendigen Daten zur Bodenart können der Bodenschätzung entnommen werden [U 3], für GWS und SNS lässt sich auf das Kartenmaterial des UmweltAtlas Boden zurückgreifen [U 11]. Da diese Daten nicht vollständig jenen des Landes Nordrhein-Westfalen entsprechen, sind einige Angleichungen notwendig, die der Tabelle 4.4.2-1 entnommen werden können.

Eine weitere Anpassung der Vernässungsstufe und der daraus resultierenden Bodenwasserhaushaltsgruppe wäre theoretisch anhand der Nutzungsart (im Falle von Acker oder Grünland) möglich [U 38], welche ebenfalls in den Daten der Bodenschätzung enthalten ist [U 3]. Da jedoch bereits die Bestimmung der Staunässe- und Grundwasserstufe lediglich aus den Angaben der entsprechenden Karten abgeleitet werden kann, wurde auf diese zusätzliche Anpassung verzichtet.

Alle aus den genannten Quellen gewonnenen Daten wurden mittels QGIS verschnitten und die Verdichtungsempfindlichkeit der einzelnen Flächen wurde anhand der in [U 38] beschriebenen Einordnung bestimmt.

Verdichtungsempfindlichkeit	Lagerplätze		Arbeitsstreifen	
	Fläche [m ²]	Anteil	Fläche [m ²]	Anteil
extrem hoch	0	0	119.004	8
sehr hoch	7.028	22	301.021	20
hoch	11.181	35	473.770	31
mittel	6.820	22	610.726	40



gering	0	0	11.995	1
nicht bestimmt (n. b.)	6.566	21	8.891	1
Summe	31.595	100	1.525.407	100

Tabelle 4.4.2-2: Vernässungsabhängige Verdichtungsempfindlichkeiten entlang des Arbeitsstreifen bzw. für die Lagerplätze

Nach dieser Einordnung ergeben sich für den vom Vorhabenträger festgelegten Arbeitsstreifen [U 15], die in Tabelle 4.4.2-2 dargestellten anteilige Verdichtungsempfindlichkeiten der Böden bei den für sie typischen Bodenwasserverhältnissen. In besonders niederschlagsreichen Perioden kann die tatsächliche Verdichtungsempfindlichkeit dementsprechend deutlich höher liegen und eher der oben beschriebenen, aus der Lagerungsdichte ermittelten Verdichtungsempfindlichkeit bei pF 1,8 entsprechen, während bei langanhaltender trockener Witterung auch geringere Verdichtungsempfindlichkeiten möglich sind. Die aktuelle Bodenfeuchte ist dementsprechend im Gelände regelmäßig zu überprüfen.

Der Lagerplatz, dem hier eine hohe Verdichtungsempfindlichkeit zugeordnet ist, liegt auf einer bereits anthropogen genutzten Fläche, sodass die tatsächliche Verdichtungsempfindlichkeit aufgrund dementsprechend zu erwartender Vorverdichtungen wahrscheinlich geringer ausfällt. Die Lagerplätze mit einer sehr hohen Verdichtungsempfindlichkeit liegen auf ackerbaulich genutzten Flächen. Auch hier kann von einer Vorverdichtung und daraus resultierend einer geringeren tatsächlichen Verdichtungsempfindlichkeit ausgegangen werden.

Für den überwiegenden Teil des Arbeitsstreifens kann also eine mittlere bis hohe Verdichtungsempfindlichkeit angenommen werden. Die Bereiche mit hoher bis extrem hoher Verdichtungsempfindlichkeit liegen meist im Uferbereich der Flüsse vor, wo auch von der ÜBK25 [U 9] oft Gleye und Moorböden ausgewiesen sind, für die eine hohe Verdichtungsempfindlichkeit den Erwartungen entspricht. Hohe bis sehr hohe Verdichtungsempfindlichkeiten treten allerdings auch im Bereich von Stauwasserböden auf. Da in den feldbodenkundlichen Erhebungen auch in einigen von der ÜBK25 [U 9] als Gleye angegebenen Bodenprofilen Torfhorizonte gefunden wurden, kann im Umfeld dieser Sondierungen stellenweise die Verdichtungsempfindlichkeit höher liegen, da organische Horizonte unabhängig von ihrem Vernässungsgrad als extrem verdichtungsempfindlich einzustufen sind. Dies betrifft beispielsweise die Böden um die Profile BP 17, BP 30 und BP 50. Die aus den feldbodenkundlichen Erhebungen anhand derselben Methode [U 38] abgeleiteten



Verdichtungsempfindlichkeiten sind zur besseren Abschätzung dementsprechend in Anlage 3 neben den in Tabelle 4.4.2-2 beschriebenen mit dargestellt.

Die Verdichtungsempfindlichkeiten, die sich aus den feldbodenkundlichen Erhebungen abschätzen lassen, spiegeln abgesehen davon die obigen Abschätzungen im Allgemeinen recht gut wieder. Durch Grundwasser bedingt über die zu erwartenden Schwankungen hinaus erhöhte Verdichtungsempfindlichkeiten, welche durch die Vorababschätzung nicht vermutet worden waren, fanden sich lediglich im Profil von BP 14, welches anstatt der ausgewiesenen Pararendzina als Hanggley angesprochen wurde und dementsprechend eine sehr hohe Verdichtungsempfindlichkeit aufweist.

Signifikante Unterschiede zwischen Vorababschätzung und Ableitung aus den feldbodenkundlichen Erhebungen treten weiterhin meist dort auf, wo eine Pseudovergleyung Anlass für die Zuweisung einer hohen Verdichtungsempfindlichkeit gibt. Dem Bereich zwischen Grossanhausen und Kötz wird beispielsweise nach der Herleitung in Tabelle 4.4.2-1 eine Staunässestufe von 3 zugeordnet, was einem Auftreten von Stauwasser oberhalb von 8 dm Tiefe entsprechen würde [U 11]. Pseudogleye sind von der ÜBK25 [U 9] jedoch in diesem Bereich nicht angegeben und wurden auch während der feldbodenkundlichen Erhebungen nur vereinzelt angetroffen. Auf der anderen Seite führen zum Beispiel unerwartete Pseudovergleyungen (z. B. BP 28 oder BP 42) dazu, dass die aus den Erkundungen abgeleitete Verdichtungsempfindlichkeit die erwartete übersteigt. Insgesamt sind die während der feldbodenkundlichen Erhebung festgestellten Staunässeerscheinungen im Vorhabengebiet sehr heterogen verteilt und zeigen wenig Korrelation mit den im UmweltAtlas [U 11] angegebenen und oben beschriebenen Staunässestufen, sodass eine klare Zuordnung der kleinräumigen Verdichtungsempfindlichkeiten anhand dieser Merkmale nicht möglich ist. Mögliche Gründe für diese Heterogenität sind in Kapitel 4.1.3 erläutert. Die angegebenen, durch Staunässe bedingten Verdichtungsempfindlichkeiten sollten dementsprechend mehr als Hinweis darauf gewertet werden, in dem jeweiligen Bereich vermehrt auf Zeichen von Staunässe zu achten, als dass sie klare Flächen erhöhter oder verminderter Verdichtungsempfindlichkeiten abgrenzen können. Es ist hierzu auch zu bemerken, dass Staunässe in Trockenperioden (anders als Grundwassereinflüsse) deutlich nachlässt, sodass auch die Verdichtungsempfindlichkeit in diesen Gebieten wahrscheinlich zeitlich variabel ist.



4.4.3 Erosionsempfindlichkeit

Wind- und Wassererosion sind 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 42].

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. Neben Bodenschäden kann Erosion auch schädlich auf Bereiche wirken, in die das erodierte Material eingetragen wird, etwa durch Verschlammung und Eutrophierung von Oberflächengewässern oder durch Verschmutzung von Straßen [U 6].

Während Wassererosion vorrangig an stark geneigten Standorten und an Hängen auftritt, bedeutet die Winderosion auf mittleren und leichten Tieflandstandorten ein großes Gefährdungsrisiko für die Funktionen der Böden [U 42]. 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.

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 (> 0,1 mm) 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 37]. 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 42].



Das Bundesland Bayern stellt einige landesweite Karten zur Bodenerosion bereit [U 5]. Zum mittleren jährlichen Bodenabtrag pro Fläche liegen sowohl für Ackerflächen als auch für allgemeine landwirtschaftlich genutzte Flächen gemeindeweise Daten vor. Für beide Kartenwerke liegen für die Gemeinden Laugna und Villenbach die höchsten und für die Gemeinden Wertingen, Glött und Winterbach die nächsthöchsten Abträge vor. Im Allgemeinen ist ein Trend erkennbar, dass die Erosionsmassen im nordöstlichen Bereich des Vorhabengebietes höher sind als im südwestlichen Bereich, mit den niedrigsten Abträgen in der Gemeinde Kötz [U 5]. Ein ähnliches Bild wird von der Karte zur potenziellen Erosionsgefährdung von Ackerböden [U 5] dargestellt, welche ein deutlich feineres Datenraster aufweist: Auch hier fallen im nordöstlichen Trassenbereich hohe Erosionsgefährdungen auf, während diese im Südwesten nachlassen. Einen Bereich geringerer Erosionsgefährdungen stellt in diesem Kartenwerk weiterhin der Flusslauf der Mindel dar, der sich aus seiner Umgebung mit einem deutlich flacheren Relief hervorhebt [U 5], [U 11].

Die von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) bereitgestellte Karte zur Wassererosionsgefährdung [U 19] ist deutlich detaillierter, wenn auch lückenhafter, bestätigt jedoch im Allgemeinen diesen Trend. Besonders im Bereich von Wertingen bis Zusamaltheim bzw. im Bereich von Glött lassen sich die höchsten Erosionsgefährdungen durch Wasser feststellen [U 19]. Auch die zur Erosionsgefährdung durch Wind von der BGR bereitgestellte Karte weist keine flächendeckenden Daten auf, jedoch ist sie weniger lückenhaft als die der Erosionsgefährdung durch Wasser [U 20]. Im größten Teil der Trasse liegen geringe bis sehr geringe Winderosionsgefährdungen vor, wobei ein umgekehrter Trend zu den Wassererosionsgefährdungen zu vermuten ist, der wahrscheinlich mit der größeren Windoffenheit reliefarmer Flächen zusammenhängt. Hohe Winderosionsgefährdungen lassen sich dementsprechend bei Burgau und Kötz, im Bereich der Flüsse Mindel und Günz antreffen [U 20].

Die Bodenart des Oberbodens hat einen Einfluss auf die Anfälligkeit für Erosion, welcher sich als K-Faktor beschreiben lässt. Besonders hohe Schluffgehalte begünstigen die Erosion. Die KA 5 [U 1] bietet eine Methode zur Abschätzung des K-Faktors anhand der Bodenart. Da die in der Bodenschätzung angegebenen Bodenarten den Schluffgehalt im Vergleich zu Lehm und Ton nicht berücksichtigen, wird zur Abschätzung des K-Faktors in Anlage 4 auf die in [U 21] enthaltenen Bodenarten zurückgegriffen, wobei für Lehmsande ein mittlerer, für Tonschluffe ein hoher und für Lehmschluffe ein sehr hoher K-Faktor angenommen wird. Einen deutlich höheren Einfluss auf die Wassererosionsgefährdung hat die Geländeneigung, da eine stärkere Neigung den Oberflächenabfluss im Vergleich zur Niederschlagsversickerung erhöht (siehe Kapitel 4.4.1.4). Dementsprechend ist die aus dem Digitalen Geländemodell [U 4] errechnete Neigung in Anlage 4 durch eine farbliche Darstellung vermehrt hervorgehoben. Für die Lagerplätze 3, 5 und 6 wurden



aktuellere Daten des Digitalen Geländemodells [U 43] verwendet. Daher gibt es in der Anlage 4 eine Schnittstelle in der Darstellung im Bereich der genannten Lagerplätze. Dabei handelt es sich um geringfügige Abweichungen, die keine Erneuerung der Daten im gesamten Trassenverlauf erfordern.

Die eigenen Beobachtungen im Feld zeigten für viele Profile schluffige Bodenarten im Oberboden, die sich nicht in erheblichem Maße von den oben beschriebenen Abschätzungen unterschieden, zur besseren Einordnung jedoch in Anlage 4 mitaufgenommen sind.

Ein wichtiger Faktor bei der Einschätzung der Erosionsgefährdung ist jedoch die Landnutzung. Eine geschlossene Vegetationsdecke liefert effektiven Schutz vor Erosion, während brachliegende Flächen oder vegetationsarme bzw. -freie Äcker erosionsanfälliger sind. Die Geländebeobachtungen zeigten, dass auf einem Großteil der ackerbaulich genutzten Böden Zwischen- bzw. Hackfrüchte angebaut wurden, welche die Erosionsempfindlichkeit dieser Flächen während des Winters reduzieren. Dennoch liegen teilweise weitläufige vegetationsfreie Äcker vor, deren Erosionsgefährdung dementsprechend als hoch angesehen werden muss. Ein signifikanter Einfluss der Baumaßnahme auf die Erosionsgefährdung der Flächen ist jedoch für diese ohnehin sehr erosionsgefährdeten Standorte nur nachrangig zu erwarten. Baubedingt gesteigerte Erosionsgefährdungen sind im Gegenteil gerade für Flächen zu erwarten, deren aktuelle Erosionsgefährdung aufgrund einer geschlossenen Vegetationsdecke verhältnismäßig gering ist, und für die diese Vegetationsdecke im Zuge der Baumaßnahme aufgebrochen werden muss. Besonders, wenn solche Flächen in Hanglage oder sehr windoffen liegen, ist damit zu rechnen, dass die Baumaßnahme zu einer erhöhten Erosionsgefährdung führt. Im Bodenschutzplan (Anlage 6) sind daher Erosionsschutzmaßnahmen auf Grünlandstandorten explizit empfohlen.

4.4.4 Schadstoffsituation

Während der Geotechnischen Untersuchungen [U 35] wurden an einigen Bohrpunkten chemische Untersuchungen der Bodenproben nach LAGA durchgeführt. Hierbei wurden an mehreren Punkten Auffälligkeiten von Arsen festgestellt. In drei Bohrungen östlich von Zusamaltheim zu beiden Seiten der Zusam wurden erhöhte Gehalte von 17 bis 23 mg/kg und weiter südlich im Bereich der Kreuzung der Trasse mit der Pfarrer-Völk-Straße bei Limbach in einer Bohrung noch deutlich höhere, im Tiefenverlauf veränderliche Gehalte von 36 mg/kg bis 102 mg/kg gemessen. Der Höchstwert von



102 mg/kg würde damit der in die Zuordnungswerte Z2 fallen, während alle übrigen Überschreitungen noch im Bereich der Zuordnungswerte Z1 lägen [U 40].

Die geogenen Hintergrundwerte von Spurenstoffen im Boden können dem durch die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe bereitgestellten Kartenserver „Hintergrundwerte von Spurenelementen in Böden Deutschlands 1:1.000.000“ [U 22] entnommen werden. Die Hintergrundwerte für Arsen, Beryllium, Cadmium, Kobalt, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Molybdän, Nickel, Blei, Antimon, Selen, Thallium, Uran, Vanadium und Zink sind unterteilt in Oberboden, Unterboden und Untergrund angegeben.

Die Hintergrundwerte für Arsen sind im Vorhabengebiet nicht flächendeckend ermittelt worden; besonders im Oberboden sind die Flussläufe ausgespart. Die Gehalte liegen im Oberboden meist bei > 5 bis 10 mg/kg, während im Unterboden und Untergrund besonders in den im Oberboden ausgesparten Bereichen auch Gehalte von < 5 mg/kg vorkommen. Auf einer deutschlandweiten Skala liegt das Vorhabengebiet damit im Bereich geringer bis sehr geringer Arsenkonzentrationen [U 22], und die Konzentrationen überschreiten laut dieser Quelle nicht die LAGA-Zuordnungswerte Z0 [U 40]. Da es sich bei den im Kartenserver [U 22] angegebenen Werten um mittlere Gehalte auf einer relativ grob gerasterten Karte handelt, sind lokale Abweichungen der geogenen Hintergrundkonzentration möglich, sodass besonders die Gehalte im Bereich von Zusamaltheim ggf. als lokale Heterogenität bewertet werden können. Für den Gehalt von bis zu 102 mg/kg, welcher bei Limbach festgestellt wurde, ist jedoch auch eine anthropogene Verschmutzung nicht auszuschließen, besonders, da auch andere Schwermetalle (Chrom, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Zink) für diesen Punkt in Zuordnungswerte Z1 fallen. Bei Wiedereinbau bzw. Entsorgung dieses Materials gilt es, die Vorgaben der LAGA zu beachten.

Von den übrigen Spurenstoffen liegen die meisten im deutschlandweiten Vergleich ebenfalls in geringen bis mittleren geogenen Hintergrundkonzentrationen vor [U 22]. Für Molybdän, Selen und Uran liegen teilweise im deutschlandweiten Vergleich hohe bis sehr hohe Konzentrationen vor: Molybdän kann in den Flussläufen von Mindel und Günz teilweise Konzentrationen von > 1 mg/kg im Unterboden erreichen, während die Konzentrationen von Selen im Bereich zwischen Wertingen und Zusamaltheim mit Werten zwischen > 0,4 und 0,5 mg/kg im Vergleich zur Gesamtskala als hoch eingeordnet werden können. Uran ist besonders im Untergrund in weiten Teilen des Vorhabengebietes mit Gehalten über 2,5 mg/kg relativ hoch konzentriert. Teilweise sind damit in LAGA Deponieklassen [U 40] fallende geogene Hintergrundkonzentrationen dieser Elemente nicht



auszuschließen. Keine der hier genannten erhöhten Konzentrationen wurde im Geotechnischen Gutachten [U 35] separat bewertet.

Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) zeigten im Rahmen der Geotechnischen Erkundungen Auffälligkeiten, welche besonders direkt westlich der Mindel mit Gehalten von etwa 1,5 g/kg selbst die Zuordnungswerte Z2 überschritten. Auffälligkeiten innerhalb der Z2-Werte traten weiterhin südlich von Riedsend im Bereich der Trassenkreuzung mit der Straße Kalteck sowie direkt westlich der Günz auf. Erhöhte Sulfatgehalte der Zuordnungswerte Z1.2 wurden direkt westlich der Glött und direkt östlich der Zusam nachgewiesen. Die Chromgehalte waren zusätzlich südlich von Remhard im Bereich der Kreuzung mit der St2024 und direkt westlich der Günz erhöht, wo auch erhöhte Nickelwerte vorlagen. Hierbei handelte es sich jedoch in allen Fällen lediglich um Gehalte der Zuordnungswerte Z1. Im Kreuzungsbereich mit der B16 lagen außerdem erhöhte Cyanid-Gehalte vor (von Zuordnungswerten Z2) [U 35].

In den Geotechnischen Erkundungen wurden weiterhin häufig erhöhte TOC-Gehalte nachgewiesen, die jedoch nicht zwangsläufig auf eine Verschmutzung hindeuten, sondern auch in einem erhöhten Humusgehalt begründet sein können, da sie meist im Oberboden gemessen wurden.

Im Bereich von Verdachtsflächen werden ggf. baubegleitende Analysen gemäß der ab August 2023 gültigen Mantelverordnung notwendig.

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

5.1 Wirkfaktoren

Im Folgenden werden die möglichen Wirkfaktoren der Baumaßnahme auf das Schutzgut Boden erläutert. Es ist zu beachten, dass es sich hierbei um eine worst-case Darstellung handelt, welche durch die Umsetzung geeigneter Maßnahmen (siehe Kapitel 6) abgewendet wird.



5.1.1 Baubedingte Wirkfaktoren

Das Schutzgut Boden kann durch das Bauvorhaben auf vielerlei 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 v. a. von Bodenart, Bodenfeuchte und Humusgehalt) 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.

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. Vor allem bezüglich der organischen Böden besteht jedoch eine hohe Gefahr Beschädigung durch die Umlagerung während der Baumaßnahme, da es beim Aufmieten zu unerwünschten Setzungen und damit Veränderungen des Porenraums und des



Grundwasserhaushaltes, und weiterhin aufgrund des erhöhten Sauerstoffangebots zu Remineralisierung der organischen Substanz kommen kann.

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. Die Auswirkungen einer Entwässerung sind dabei umso weitreichender, je weniger bindig und je besser wasserleitend damit der anstehende Boden ist. Dies kann in Feuchtbiotopen problematisch für die Vegetation werden, wenn diese auf Grund- oder Stauwasser angewiesen ist. Problematisch ist eine Grundwasserabsenkung auch bei organischen Böden wie Moorböden, da die Trockenlegung die Mineralisierung der organischen Substanz beschleunigt.

Durch die **Herstellung von Bodenmieten im Bereich der Moorböden** kann es zum Luftzutritt und zu einem Anstieg des Sauerstoffgehalts in den Torfhorizonten kommen. Im Boden finden dann sekundäre Bodenprozesse statt und es kommt zur Torfzersetzung und Mineralisierung der organischen Substanz, wodurch sich die chemischen und physikalischen Eigenschaften verändern. Das kann in Folge dazu führen, dass z. B. Kohlendioxid in die Atmosphäre entweicht.

Durch die mit der Baumaßnahme verbundenen Umlagerungsaktivitäten kann es auch bezüglich humoser Oberböden zu einer verstärkten **Mineralisierung** und damit Nitratfreisetzung kommen, was eine massive Beeinträchtigung des Grundwassers und dessen Nutzung bedeuten kann. Diese Wirkung betrifft auch die Oberbodenmieten. Für die meisten Oberböden sind die Humusgehalte mit h3 in keinem sehr hohen Bereich, sodass dieses Problem vernachlässigbar ist, vereinzelt treten jedoch besonders in Senkenbereichen und unter Grünland auch höhere Humusgehalte auf.

Im Zuge der Baumaßnahme kann es zur **Beeinträchtigung von Archivböden bzw. Bodendenkmälern** kommen. Dies kann sowohl durch die punktuelle Zerstörung von im Rohrgraben selbst befindlichen Bodendenkmälern durch mechanische Zerstörung von Fundstücken bzw. durch Störung des historisch relevanten Kontextes der Fundstücke, aber auch durch Beschädigungen des umgebenden Bodens durch Auflast der Maschinen zustande kommen. Ein bauzeitlicher Abtrag des Oberbodens im Arbeitsstreifen kann ggf. für darunter befindliche Bodendenkmäler ein Risiko



darstellen, und Rekultivierungsmaßnahmen wie Tiefenlockerungen können ebenfalls zu Beschädigungen der Bodendenkmäler führen.

Außerdem kann es zu einer Entwertung der durch **ökologischen Landbau** genutzten Flächen kommen, etwa durch eine Vermischung von Böden ökologischen Landbaus mit konventionell genutzten Böden, was durch den Eintrag von Herbizidrückständen eventuell dazu führen kann, dass durch ökologischen Landbau bewirtschaftete Flächen bzw. deren Bewirtschafter ihre Zertifizierung verlieren. Auch anderweitiger Eintrag stofflicher Belastungen (etwa durch Baumaschinen) kann zu einer solchen Entwertung führen.

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. Flächenversiegelungen sind lediglich für die alle 10 bis 18 km entlang der Trasse geplante Streckenabsperrestationen sowie für die Gasdruckmessanlagen an Start- und Endpunkt vorgesehen. Etwa 380 m² werden pro Streckenabsperrestation befestigt, wenn auch nicht vollständig versiegelt, die Gesamtfläche beträgt jeweils ca. zwischen 505 m² und 866 m². Für Anfangs- und Endstation ist eine Flächeninanspruchnahme von etwa 6.000 bis 8.000 m² geplant, von denen je 351 m² bebaut und damit dauerhaft versiegelt werden. Geringe Beeinträchtigungen kommen weiterhin durch oberirdische Markierungen kleinflächig zustande.

Mit der Gasleitung wird ein **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 weiter erfüllen kann.

Ein **Eintrag von ortsfremdem Bodenmaterial** ist durch die Herstellung der Gasleitung 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 (Boden-)Bereich, 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.

Entlang des Rohres kann es zu einer dauerhaften erhöhten **Längsläufigkeit des Wassers** kommen, was den natürlichen Bodenwasserhaushalt stören kann. Eine solche Wirkung ist besonders dort zu erwarten, wo die Bettung des Rohres aus zugeliefertem Sand hergestellt wurde, während die umgebenden Bodenhorizonte bindig sind, da hier eine im Vergleich zu der Umgebung erhöhte Wasserleitfähigkeit im Rohrgraben zu erwarten ist. Schädliche Auswirkungen sind besonders dort zu erwarten, wo Böden anstehen, die auf eine hohe Verfügbarkeit von Grund- oder Stauwasser angewiesen sind; im Vorhabengebiet sind hierzu mit besonderer Relevanz die Moorböden zu nennen.

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. Besonders in Trassenabschnitten mit starken Reliefunterschieden ist dieser Faktor dementsprechend zu beachten. Große Anteile der Flächen werden jedoch als Acker genutzt, die zeitweise ohnehin vegetationsfrei sind, sodass sich der Zustand nach der Baumaßnahme in Bezug auf Erosion daher kaum von der üblichen Ackernutzung unterscheidet. Wo jedoch Grünlandflächen aufgebrochen werden, kann von einer signifikanten Erhöhung des Erosionsrisikos ausgegangen werden.

5.1.3 Betriebsbedingte Wirkfaktoren

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



5.2 Anthropogene und natürliche Böden

Im Vorhabengebiet ist größtenteils mit natürlichen Böden zu rechnen, da die geplante Trassierung Siedlungsflächen bewusst umgeht. Anthropogene Böden sind abgesehen von den weit verbreiteten, aber noch als naturnah zu wertenden Ackerböden, in erster Linie an Querungen der Trasse mit Straßen und Wegen zu erwarten. Zu Überprägungen im Arbeitsstreifen kann es auch während des Baus der bestehenden Leitungen (hauptsächlich der parallel verlaufenden Gasleitung sowie über weite Strecken parallel verlaufenden Strommasten) gekommen sein, jedoch wurden während der Kartierungen keine derartigen Hinweise angetroffen.

Eine Beanspruchung von aktuell anthropogen genutzten Böden ist südöstlich von Holzheim zu erwarten, wo die Trasse im Kreuzungsbereich mit der Augsburgs Straße einen Parkplatz mit angrenzender Brache passiert. Direkt südlich von Altenbaindt kommt es zu einer geringen Überschneidung der geplanten Trasse mit einem an eine Scheune angrenzenden Grundstück. An einigen wenigen Stellen verläuft die geplante Trasse in direkter Grenze zu anthropogen genutzten Grundstücken, sodass eine Beeinflussung der anstehenden Böden nicht ausgeschlossen werden kann. Im Allgemeinen werden jedoch hauptsächlich Ackerböden und Grünland vom Trassenverlauf beeinflusst.

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

Die Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen für die Baumaßnahme (M), die Rekultivierung (R), die Zwischenbewirtschaftung (Z) und zur Wiederherstellung der Bodenfunktionen bei Funktionseinschränkungen (F) können den Maßnahmenblättern der Anlage 7 entnommen werden. Die angegebenen Maßnahmen betreffen die Böden im Trassenverlauf, im Bereich des Arbeitsstreifens sowie im Bereich des Rohrgrabens. Grundsätzlich bzw. soweit relevant sind die Maßnahmen auch auf den Lagerplätzen umzusetzen.



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 [U 32] listet zahlreiche Maßnahmen für die Bauphase auf, die je nach vorliegenden Empfindlichkeiten und Schutzwürdigkeiten der Böden zur Anwendung kommen können. Einige Ergänzungen wurden dem Merkblatt des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e. V. DVGW G 451 (M) [U 30] entnommen. 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 **zertifizierte Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)** entsprechend DIN 19639 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 entsprechend 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 sind Bearbeitungen nur mit Zustimmung der Bodenkundlichen Baubegleitung zulässig. Ausnahmen treten in folgenden Fällen in Kraft: (1) bei Gefahr im Vollzug, (2) zur Sicherung der Baustelle, (3) wenn eine Unterbrechung der Arbeiten zu einem unverhältnismäßigen Mehraufwand führen, bzw. die Wiederaufnahme der Arbeiten unmöglich machen würde, (4) wenn eine Unterbrechung kurz vor Fertigstellen einer Teilmaßnahme (Restarbeit < 5 %) erfolgen würde.

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 von über 6 Monaten grundsätzlich vorzusehen. Bei einer kürzeren Beanspruchung der Bodenflächen kann unter Berücksichtigung der Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens ggf. auf den Abtrag des Oberbodens verzichtet werden. Aufgrund der weitläufig zu erwartenden **Archivböden** kann ein Belassen des Oberbodens auf der Fläche einem Abtrag ggf. auch als zusätzlicher Schutz der Bodendenkmäler vorgezogen werden. Besonders auch für Lößböden kann ein Oberbodenabtrag und die damit einhergehende Freilegung des Unterbodens negative Folgen für das Bodengefüge haben, da dieser durch den Wechsel von Austrocknung und Niederschlägen Volumenänderungen erfährt und somit gestört werden kann. Weiterhin muss im Schutzstreifen der Bestandsleitung SV50 zur Wahrung der Mindestbedeckung auf einen 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 mindestens 3 Monate vor Beginn der Baumaßnahme, bestenfalls vor Ende August des Vorjahres, vorzusehen. Bei einem Abtrag des Oberbodens kann getrocknetes oder zersetztes Mäh- oder Mulchgut in den Oberboden eingearbeitet und gemeinsam mit diesem abgetragen werden, andernfalls ist es getrennt abzufahren. Bei ökologisch wertvollen Grünlandstandorten ist eine Wiederbegrünung mit zuvor abgetragenen Grassoden oder durch die Aussaat von Regiosaatgut einzuplanen. Ein Belassen des Oberbodens als zusätzlicher Puffer gegen Verdichtungen ist besonders bei hoch anstehenden Vernässungen oder organischen Horizonten im Unterboden zu empfehlen.

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 u. a. durch eine vorgezogene bauliche Wasserhaltung sowie erhöhte Anforderungen an lastverteilende Maßnahmen zu minimieren.

Soweit **organische Böden** sowie **Böden mit hohem Humusgehalt** im Baufeld angetroffen werden, sind diese 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 ist evtl. mit Setzungen zu rechnen. Eine Trockenlegung von organischen Böden ist zeitlich auf das technisch Notwendige zu beschränken, da die damit einhergehende Durchlüftung des Bodens die Mineralisierung des organischen Materials und damit den Austrag von



Kohlenstoff und eutrophierungswirksamen Verbindungen antreibt. Die Flächenpressung ist durch die Wahl geeigneter Baumaschinen sowie lastverteilernder Maßnahmen möglichst gering zu halten. Im Zuge von Bodenaushubmaßnahmen sind trockene, feine Oberbodenhorizonte gebündelt von tieferen, nassen Torfhorizonten sowie von ggf. vorkommenden weiteren Bodenhorizonten mit anderen Eigenschaften getrennt abzutragen und zu lagern; der Aushub von organischen Böden ist jedoch im Allgemeinen auf das technisch notwendige Maß zu begrenzen. Überschüssiges Bodenmaterial aus dem Baubereich ist nach Möglichkeit zur Wiederherstellung von Moorböden oder zur Melioration mineralischer Böden zu verwerten.

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 Wurzelbohrer oder Stockfräse zu bevorzugen. Grundsätzlich sind Ober- und Unterboden zu trennen. Falls eine Trennung von Ober- und Unterboden 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. Vom Vorhaben werden jedoch nur sehr vereinzelt Baumbestände betroffen sein. Die einzigen Querungen von Waldstücken finden sich im Bereich zwischen den Dörfern Mönstetten und Pfarrhaus, abgesehen davon werden die im Umfeld ohnehin seltenen Forstgebiete von der Trassierung bewusst umgangen.

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 (z. B. 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, vorrangig mit starken Vernässungen oder



organischen Horizonten. Als Basis der **ungebundenen Baustraße** ist ein ausreichend zugfestes **Geotextil** mit einer empfohlenen biaxialen Zugfestigkeit von 100 kN/m 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. Die Bauarbeiten sind mittels Ketten- und Bandfahrzeugen auszuführen. Es sind Fahrzeuge mit möglichst niedriger Gesamtmasse und niedrigem spezifischem Bodendruck einzusetzen, was durch Bandlaufwerke mit breiten Platten gewährleistet werden kann. Der spezifische Bodendruck sollte (von den Seitenbäumen abgesehen) 80 kPa nicht überschreiten; bei Geräten einer Gesamtmasse von über 20 t sollten für die Plattenbreiten der Bandlaufwerke mindestens 700 mm vorgesehen werden. Radfahrzeuge dürfen nur für Zulieferungen eingesetzt werden. Es sind Fahrzeuge mit Niedrigdruckbreitreifen bzw. Reifendruckregelung zu verwenden. 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 werden **generell Oberboden (A-Horizont) und Unterboden (B-Horizont) sowie Ausgangsgestein (C-Horizont) getrennt aufgehäuft und gelagert**, sodass keine Vermischungen oder Beeinträchtigungen stattfinden. Bei bedeutsamen zusätzlichen Substratwechselln im Unterboden ist u. U. eine zusätzliche Trennung der Substrate sinnvoll (z. B. bei deutlichen Unterschieden bei der Feinbodenart oder bezüglich des Gehaltes an organischer Substanz). Organische Horizonte sind in jedem Fall separat von mineralischen Horizonten zu lagern. Nur wenn eine Trennung von Ober- und Unterboden nicht realisierbar sein sollte (z. B. durch anthropogene Überprägung oder im Wald), ist ein gemeinsamer Aushub von Ober- und Unterboden sowie eine gemeinsame Lagerung und entsprechend ein gemeinsamer Wiedereinbau zulässig. Wo eine Durchmischung von zu trennenden Bodenschichten im Rohrgraben nicht vermieden werden kann, werden diesbezüglich Entschädigungen an die Flächeneigentümer gezahlt. Um eine sichere Trennung von Ober- und Unterboden zu gewährleisten, bietet sich eine Lagerung auf unterschiedlichen Seiten des Rohrgrabens an. In besonderen Fällen kann jedoch auch eine Lagerung auf derselben Seite vorgesehen werden, wenn eine Vermischung beider Mieten anderweitig verhindert wird. 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 [U 32]. Dazu gehört unter anderem bei Oberboden die Einhaltung einer Mietenhöhe von $\leq 2,0$ m und bei Unterboden bzw. Ausgangsgestein von $\leq 3,0$ m. Die Ober- und Unterbodenmieten dürfen keinesfalls befahren oder als Lagerfläche genutzt werden. Bei einer Lagerungsdauer von mehr als zwei Monaten ist direkt nach Herstellung der Bodenmieten des Oberbodens sowie von für Vegetationszwecke vorgesehenem Unterboden eine Zwischenbegrünung einzusäen, um Vernässung, Erosion und unerwünschten Aufwuchs zu verhindern. Bei feinkörnigen Böden (Schluffe und Tone) kann zum Schutz vor Erosion ein Abdecken der Mieten mit Folie sinnvoll sein. Bodenmieten aus verdichtungsempfindlichem Bodenmaterial (insbesondere anmoorige und moorige Böden) sind dauerhaft feucht zu halten, um Torfverlust und den Austrag von Kohlenstoffdioxid aus den Böden zu verringern. Bei anmoorigem und moorigem Bodenaushub kann das durch Abdecken mit Folien oder Beregnung erfolgen.

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. Diese Maßnahmen sind besonders dort durchzuführen, wo zur



Durchführung der Baumaßnahme der Aufbruch einer bestehenden Vegetationsdecke stattgefunden hat.

Zur Identifizierung möglicher **Archivböden** sollte es den Bodenschutzbehörden ermöglicht werden, den offenen Rohrgraben im Rahmen des normalen Bauablaufes bodenschutzfachlich zu begutachten. Entsprechend den Online-Informationen des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege [U 1] sind im Trassenverlauf fünf Bodendenkmäler verzeichnet (siehe Kapitel 4.4.1.10), jedoch liegen weitere Bodendenkmäler im näheren Umkreis, weshalb nicht nur in den angegebenen Bereichen, sondern entlang der gesamten Trasse Archivböden zu erwarten und zu berücksichtigen sind. Hierzu kann der denkmalpflegerische Fachbeitrag der Firma GEOarch zurate gezogen werden. Zum Schutz von bekannten und vermuteten Bodendenkmälern werden unter Rücksprache mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege (BLfD) eine Reihe von Maßnahmen vereinbart und schriftlich festgelegt. Unter anderem ist eine Bergung und Dokumentation nach Vorgaben des BLfD geplant. Diese sind auch im Sinne des Bodenschutzes zu beachten.

Bezüglich der Böden auf Flächen, die durch **ökologische Landwirtschaft** genutzt werden, sind die Vereinbarungen mit den betreffenden Bio-Verbänden bzw. der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) zu beachten. Grundsätzlich ist die Vermischung von Bodenmaterial aus ökologischer Landwirtschaft mit Bodenmaterial aus konventioneller Landwirtschaft ist zu vermeiden. Die Böden aus beiden Bewirtschaftungsformen sind dementsprechend getrennt und nach Möglichkeit auf Flächen der jeweiligen Nutzungsform zu lagern. Sollte Bodenaushub aus ökologisch bewirtschafteten Flächen nicht auf Untergrund gleicher Qualität gelagert werden können, ist die Lagerfläche vor der Aufmietung mit einem Vlies zu versehen. Dies gilt sowohl für den humusreichen Oberboden (A-Horizont), als auch für den Unterboden (B-Horizont), und den C-Horizont. Böden aus konventioneller Landwirtschaft sollen grundsätzlich nicht auf ökologisch bewirtschafteten Flächen gelagert werden. Die Oberbodenmieten sind für die Zeit der Lagerung zu begrünen. Hierfür ist ökologisch zertifiziertes Saatgut zu verwenden. Für eine Lagerung über die Wintermonate sind winterharte Pflanzen einzusäen. Unerwünschte Wildkräuter sind regelmäßig mechanisch oder manuell zu entfernen. Herbizide dürfen nicht eingesetzt werden.

Der **Wiedereinbau stofflich belasteten Materials** darf nur am unmittelbaren Aushubort geschehen und nur wenn keine Gefährdungen im Sinne des Bodenschutzes vorliegen. Dies ist im Sinne des Wasserrechts, des Bodenschutzgesetzes und des Abfallgesetzes gemäß Mantelverordnung zu



prüfen. 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 bzw. der ab August 2023 gültigen Mantelverordnung durchgeführt werden. Dies ist besonders relevant in Bezug auf die stofflichen Belastungen, die während der Geotechnischen Untersuchungen [U 35] in Bohrungen festgestellt wurden (s. a. Kap. 4.4.4). Dies gilt ausdrücklich auch für etwaige chemische Auffälligkeiten, die während der Durchführung der Baumaßnahme angetroffen werden könnten. Im Bereich von Verdachtsflächen werden ggf. baubegleitende Analysen gemäß der neuen Mantelverordnung notwendig.

Die eventuelle Lagerung von **boden- und wassergefährdenden Stoffen sowie von stofflich belastetem Aushub** 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. Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen darf nur biologisch abbaubares Hydrauliköl verwendet werden.

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. Auf Flächen, die durch ökologische Landwirtschaft genutzt werden, sind die mit den jeweiligen Verbänden vereinbarten Auflagen zu beachten.

Der **Wiedereinbau** des Bodens hat **horizont- bzw. schichtgerecht** zu erfolgen. Dabei sind die Bodenbeschaffenheit, die Auftragsmächtigkeiten sowie der Grad der Verdichtung den ursprünglichen Verhältnissen anzupassen. Sollten Höhenkorrekturen notwendig sein, dürfen diese nur über die Auftragsmächtigkeit des Unterbodens durchgeführt werden, nicht jedoch über die des Oberbodens. 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.

Aufzutragendes Bodenmaterial ist grundsätzlich im Streifenverfahren, ohne ein Befahren des frisch aufgetragenen 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 anhand der Packungsdichte, des Eindringwiderstandes (Penetrologger) oder anderweitiger bodenphysikalischer Untersuchungen ausfindig zu machen, und durch eine **geeignete Tiefenlockerung** vor dem Auftrag des Oberbodens zu beseitigen, wobei die Lockerungstiefe nicht die Tiefe der erzeugten Verdichtung überschreiten sollte. Bezüglich der Tiefenlockerung besteht ein Interessenskonflikt zwischen landwirtschaftlichen Belangen und Belangen des Denkmalschutzes: Zur Wiederherstellung der ackerbaulichen Flächennutzbarkeit ist eine Tiefenlockerung ggf. erwünscht, während diese aufgrund des Eingriffs in tiefere Bodenhorizonte zu einer Beschädigung von Bodendenkmälern führen kann; entweder durch direkte mechanische Zerstörung der Funde, oder durch Störung des diese umgebenden Bodengefüges und damit des historischen Kontextes ihrer Ablagerung. Gerade im Hinblick auf diesen Interessenskonflikt, aber auch im Sinne des Bodenschutzes im Allgemeinen, ist vorgreifenden, baubegleitenden Maßnahmen zur Verdichtungsvermeidung gegenüber nachträglichen Lockerungen der Vorzug zu geben. Sollte eine Tiefenlockerung aus Sicht von Bodenschutz und Landwirtschaft unvermeidbar sein, ist alternativ zum Tiefpflügen, die Aussaat tiefwurzelnder Pflanzen vorzuziehen. Maschinelle Tiefenlockerungen sind nach Abstimmung mit der Denkmalschutzbehörde nur auf archäologisch unbedenklichen Flächen durchzuführen.

Bei schweren Lehmböden kann nach Aufforderung des Eigentümers eine Kalkung des Unterbodens vor Auftrag des Oberbodens erfolgen. Auf ökologisch bewirtschafteten Flächen wird eine solche Bodenverbesserung bevorzugt mit kohlenstoffreichem Kalk durchgeführt.

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. das Bettungsmaterial mit entsprechenden Gegenmaßnahmen zu verhindern. In bindigen Böden kann dies etwa durch den Einbau von



Tonriegeln (besonders in Hanglage) erreicht werden. Im Moorbereich, wo eine Bettung nicht nur ein Einsacken des Rohres verhindern, sondern es auch gegen den Auftrieb des Grundwassers beschweren soll, können Maßnahmen wie etwa Rohrschutzmatten oder ein betonumhülltes Rohr in Betracht gezogen werden.

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 zwei Meter 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 kann eine Zwischenbewirtschaftung von großer Bedeutung sein. 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). Sofern sich aus der Übersichtsbegehung eine Empfehlung für eine Zwischenbewirtschaftung ergibt, kann den Flächeneigentümern bzw. -pächtern eine solche Zwischenbewirtschaftung angeboten werden. Es besteht keine Pflicht, das Angebot anzunehmen, anstatt die Flächen sofort wieder auf die übliche Weise zu nutzen; die Zwischenbewirtschaftung erfolgt auf **freiwilliger Basis**. Ggf. ist es



auch möglich, dass die Zwischenbewirtschaftung durch den Flächenpächter selbst erfolgt. Auf Basis der Übersichtsbegehung können ggf. Maßnahmen der Zwischenbewirtschaftung festgelegt und eine vertragliche Vereinbarung mit dem Zwischenbewirtschafter getroffen werden, wenn dies von Seiten der Flächeneigentümer bzw. -pächter gewünscht ist. Eine gründliche Information der Bewirtschafter ist dabei essentiell. Gesonderte Vereinbarungen mit dem Bauernverband sind (ggf.) zu beachten.

Im Regelfall wird bei bindigen Böden eine dreijährige Zwischenbewirtschaftung empfohlen, damit der frisch aufgetragene Boden optimal erschlossen 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 aruncinaceae*) 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. Eventuell 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 nicht zu empfehlen.

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 Bodenschäden**, die nicht durch die natürliche Regeneration des Bodens beseitigt werden, 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 werden berücksichtigt. Als **Referenzflächen** dienen i. d. R. angrenzende bzw. nahe liegende nicht beeinflusste Flächen.

Als Maßnahmen gegen (baubedingte) Funktionseinschränkungen dienen beispielsweise technische **Tieflockerungsmaßnahmen** (30 bis 60 cm); bei ihrer Durchführung sind Lockerungsfähigkeit und Feuchtezustand des Bodens zu berücksichtigen und für die Bodenbedingungen geeignete Methoden auszuwählen. Maschinelle Tiefenlockerungen sind nur (in Abstimmung mit der Denkmalschutzbehörde) auf archäologisch unbedenklichen Flächen durchzuführen. Als mögliche Alternative zu maschinellen Lockerungsgeräten können tiefwurzelnde Pflanzen in Betracht gezogen werden. I. d. R. sind flankierende Zwischenbewirtschaftungsmaßnahmen durchzuführen (siehe hierzu Kapitel 6.3). 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. Auch weil die Neuanlage von Drainagefeldern im Regelfall kaum genehmigungsfähig ist, sollte diese die letzte Maßnahme gegen verdichtungsbedingte Vernässungen sein, auf welche nur im Notfall zurückgegriffen wird.

Bodensackungen bzw. -setzungen werden unter Beachtung der DIN 19731 [U 31] mit standortgerechtem Bodenmaterial aufgefüllt. Bei dauerhaften Gefügeschäden oder beim Eintrag ungeeigneten Bodenmaterials wird, wenn unumgänglich, unter Berücksichtigung der DIN 19639 [U 32] 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 die Böden 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 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 dargestellt werden:

Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen während der Bauphase/im Allgemeinen:

- M1 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 des Oberbodens
- 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 Böden auf landwirtschaftlichen Flächen mit ökologischem Landbau
- M14 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 und -setzungen
- 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, M2, M3, M4, M5 und M10 sind im gesamten Vorhabengebiet und teilweise bereits während der Planung umzusetzen. Die Maßnahme M8 ist für alle Bodenmieten umzusetzen.

Die Maßnahme M6 (Abtrag des Oberbodens) ist lediglich im Bereich des Rohrgrabens flächig umzusetzen. Über einen Abtrag des Oberbodens im Arbeitsstreifen muss für jede Fläche einzeln entschieden werden. In Anlage 6 wurde auf Grünlandflächen kein Abtrag des Oberbodens empfohlen, da die geschlossene Vegetationsdecke sowohl einen zusätzlichen Schutz des Unterbodens (und etwaiger darin enthaltender Bodendenkmäler) vor Verdichtungen als auch einen effektiven Erosionsschutz darstellt. Besonders über stark vernässten Standorten kann ein Oberbodenabtrag die Empfindlichkeit des Bodens ins einer Gesamtheit eher erhöhen. Auch auf Ackerstandorten wurde diese Maßnahme im Bodenschutzplan lediglich als optional (also in Klammern) angegeben, da bei rechtzeitiger Begrünung auch hier stellenweise ein Belassen des Oberbodens in Betracht gezogen werden kann.

Die Maßnahme M7 (Herstellung von Baustraßen) ist in Anlage 6 überall dort empfohlen, wo eine mindestens hohe Verdichtungsempfindlichkeit vorliegt. Auf Standorten mit mittlerer oder geringer Verdichtungsempfindlichkeit ist diese Maßnahme in Klammern gesetzt, da je nach geplanter Belastung eine Baustraße auch auf wenig verdichtungsempfindlichen Standorten zu empfehlen ist.

Die Maßnahme M9 (Böden mit besonderer Funktionserfüllung) ist überall dort vermerkt worden, wo entweder Suchräume für Böden mit besonderem Standortpotential für natürliche Vegetation ausgewiesen werden oder wo mindestens eine hohe Ertragsfähigkeit vorliegt (siehe Anlage 2). Weiterhin wurde die Maßnahme M11 (Baumaßnahmen auf besonderen Standorten) überall dort empfohlen, wo entweder mit dem Antreffen von Grundwasser oder organischen Böden zu rechnen ist, oder der Arbeitsstreifen ein Forstgebiet durchquert.

Die Maßnahmen M12 und M14 sind im gesamten Vorhabengebiet zu beachten; markiert sind im Bodenschutzplan jedoch lediglich Bereiche mit besonderer Bedeutung. Für die archäologischen Bodenfunde (M12) sind dies diejenigen Bereiche, in denen mit erhöhter Wahrscheinlichkeit archäologische Bodenfunde auftreten können, bzw. die in großer Nähe oder direkter Überschneidung mit einem ausgewiesenen Bodendenkmal anstehen. Für M14 (Schutzmaßnahmen



zur Vermeidung von Bodenerosion) sind dies all diejenigen Standorte, auf denen vor Beginn der Baumaßnahme eine geschlossene Vegetationsdecke zu erwarten ist, da in diesen Bereichen mit der größten baubedingten Zunahme der Erosionsgefährdung im Zuge des Aufbrechens der Vegetationsdecke zu rechnen ist.

Die Maßnahme M13 ist auf allen Flächen ökologischen Landbaus sowie auf allen Flächen mit Bodenmieten aus ökologischem Landbau zu beachten.

Die Rekultivierungsmaßnahmen R1 und R2 werden nach Beendigung der Baumaßnahme vor allem 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. Die Maßnahme Z1 wird nach Beendigung der Baumaßnahme im gesamten Vorhabengebiet auf allen von der Baumaßnahme beanspruchten Flächen durchgeführt. Da im gesamten Vorhabengebiet ein Aufbruch des Bodens zumindest im Bereich des Rohrgraben stattfinden muss, ist eine Nachbegehung der gesamten Trasse zu empfehlen. Bodenschäden außerhalb der Bereiche, in denen Bodenabtrag stattgefunden hat, sind ebenfalls zu dokumentieren. Ein besonderes Augenmerk ist auf frisch rekultivierte Flächen zu legen, auf welchen im Zuge der Baumaßnahme ein temporärer Bodenabtrag stattgefunden hat. 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.

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 den am Bau beteiligten Personen durch die Bodenkundliche Baubegleitung vermittelt. Die Schutzmaßnahmen sind den am Bau beteiligten Personen zudem in Papierform auszuhändigen.

Das gesamte Bodenschutzkonzept einschließlich der Pläne wird in mindestens einem Exemplar in der Bauüberwachung ausgelegt und so den Verantwortlichen uneingeschränkt zugänglich gemacht. Bei Bedarf stellt der Auftraggeber eine digitale Version des Bodenschutzkonzeptes im PDF-Format zur Verfügung.

Im Rahmen einer Bauanlaufbesprechung werden die wesentlichen Punkte bezüglich des Bodenschutzes durch die Bodenkundliche Baubegleitung dargestellt. Bei einem Wechsel des Baustellenpersonals sind gegebenenfalls Wiederholungstermine zur Vermittlung der Inhalte des Bodenschutzkonzeptes notwendig. Es ist sicherzustellen, dass sämtliche am Bau beteiligten Personen über die Belange des Bodenschutzes informiert sind. Ein aktuelles Organigramm aller Beteiligten ist ebenfalls in der Bauüberwachung auszulegen.

Definierte Maßnahmen zum Bodenschutz sowie gegebenenfalls weitere notwendige Begleitmaßnahmen sind in die Baustellenordnung zu integrieren. Durch regelmäßige Abstimmungsgespräche der an der Baumaßnahme beteiligten Personen (Bauleitung, Vorhabenträger, Bodenkundliche Baubegleitung, Eigentümer, Flächennutzer, zuständige Behörde etc.) ist die Umsetzung aller notwendigen Bodenschutzmaßnahmen sicherzustellen.

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 [U 32]



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 weiterführende 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 „WK 51 – Gastransportleitung Wertingen - Kötz“ der Bayernets GmbH wurde ein Bodenschutzkonzept erstellt. Ausgewertet wurden einerseits die vorhandene (digitale) Übersichtsbodenkarte im Maßstab 1:25.000 (ÜBK25) in Kombination mit Daten der Bodenschätzung sowie verschiedenen weiteren Kartendaten des UmweltAtlas Bayern und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, und andererseits eigene bodenkundliche 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 wurden beispielsweise hinsichtlich der Vernässung, des Humusgehaltes, der Erodierbarkeit und weiterer Parameter durchgeführt.

Aufbauend auf den Bewertungsergebnissen der im Baufeld liegenden Böden sowie der vorhaben-spezifischen Wirkfaktoren und Wirkorte wurde ein Vermeidungskonzept (Handlungsempfehlungen und Schutzmaßnahmen) aufgestellt, das auf die Sicherung oder Wiederherstellung der Böden entsprechend dem Ausgangszustand abzielt und im Rahmen des Bauvorhabens umzusetzen ist. Dauerhaften und erheblichen Auswirkungen auf die Bodeneigenschaften, wie insbesondere auf das Bodengefüge mit seinem Porensystem oder das pflanzenverfügbare Bodenwasser, kann mit dem Vermeidungskonzept entgegengewirkt werden. Weiterhin wurden Maßnahmen zum Schutz der im Vorhabengebiet weit verbreitet vorliegenden Moor- und Archivböden empfohlen.

Das Bodenschutzkonzept trägt damit auch den an der Schnittstelle zwischen Natur- und Bodenschutz verankerten Standortansprüchen der im Trassenverlauf liegenden Böden / Biotope Rechnung. Gleichzeitig werden die Belange des Grundwasserschutzes in das Bodenschutzkonzept einbezogen. Überdies werden Maßnahmen zur Rekultivierung und mögliche Maßnahmen zur Zwischenbewirtschaftung beschrieben. Verbleiben nach der Baumaßnahme wider Erwarten erhebliche Bodenschäden, sind spezifische Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen aufgelistet. Bei Einhaltung des Maßnahmenkonzeptes sind bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen auf die Böden und das Grundwasser jedoch nicht zu erwarten.



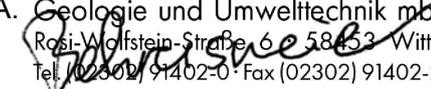
Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

DR. SPANG

i. V. (gezeichnet)

Ingenieurgesellschaft für Bauwesen
i. A. Geologie und Umwelttechnik mbH
Rosi-Wolfstein-Straße 6 58453 Witten
Tel. (02302) 91402-0 Fax (02302) 91402-20

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


Alicja Behrensmeier, M.Sc.
(Projektbearbeiterin)

- Verteiler:**
- Bayernets GmbH, München, 3 x, davon 1 x vorab per E-Mail an <Bernhard.Ambs@bayernets.de>, <WK51@bayernets.de>
 - Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x
 - Dr. Spang GmbH, Freiberg, 1 x