

CSD INGENIEURE AG

Flurhofstrasse 150

CH-9000 St. Gallen

+41 71 229 00 90

st.gallen@csd.ch

www.csd.ch

CSD INGENIEURE 
VON GRUND AUF DURCHDACHT



Technische Gemeindebetriebe Bischofszell

Leitungserneuerung Gaisberg

Bodenschutzkonzept

St. Gallen, 02. Februar 2024 / DCH014039

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Zielsetzung.....	4
2	Grundlagen	4
2.1	Rechtliche und fachliche Grundlagen	4
2.2	Projektspezifische Grundlagen	4
3	Literaturgrundlagen Ausgangszustand.....	5
3.1.1	Physikalische Bodeneigenschaften	5
3.1.1	Chemische Belastung	5
3.1.2	Biologische Belastung	5
3.1.3	Belastung durch Fremdstoffe.....	5
3.1.4	Fruchtfolgeflächen	6
4	Ergebnisse Bodenaufnahmen.....	6
4.1	Geologie.....	6
4.2	Physikalische Eigenschaften	6
4.3	Chemische Belastung	7
4.4	Biologische Belastung / Neophyten	8
4.5	Belastung durch Fremdstoffe.....	8
4.6	Fruchtfolgeflächen (FFF)	8
4.7	Rekultivierbarkeit der angetroffenen Böden	8
4.8	Bodenbeanspruchung.....	8
4.9	Wiederverwendung	9
4.10	Bodenbilanz	9
5	Massnahmen beim Umgang mit Boden.....	9
5.1	Befahren von Boden, Bodenarbeiten, Maschineneinsatzgrenzen	9
5.2	Installationsflächen und Baupisten	11
5.3	Bodenabtrag	11
5.4	Zwischenlagerung.....	11
5.5	Bodenauftrag und Rekultivierung	12
5.6	Folgebewirtschaftung	12
6	Bodenkundliche Baubegleitung.....	12
7	Impressum	13
8	Disclaimer	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Feldmethode zur Abschätzung der Saugspannungswerte [g]	10
Abbildung 2	Bodenabtrag vom C-Horizont oder von einer Baggermatratze aus [g].....	11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Sondierungen mit Bodenmächtigkeiten, OB Oberboden, UB Unterboden.....	6
Tabelle 2	Verdichtungsempfindlichkeiten gemäss VSS 40 581	7
Tabelle 3	Zulässigkeit von Bodenarbeiten in Abhängigkeit der Saugspannung [g]	9

Anhangsverzeichnis

Anhang A	Ausgangszustand Literaturgrundlagen
Anhang B	Ergebnisse Bodenaufnahmen
Anhang C	Profilblätter Handsondierungen

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Die NRP Ingenieure AG plant im Auftrag der Technischen Gemeindebetriebe Bischofszell die Leitungserneuerung für die Wasserversorgung Gaisberg. Mit dem rund 750 m langen Leitungsbau werden auch landwirtschaftlich genutzte Flächen und Fruchtfolgeflächen beansprucht (siehe Anhang A).

Da die Bauarbeiten mit Eingriffen in den gewachsenen Boden verbunden sind und die Bodenrelevanz des Projekts entsprechend hoch ist, wird ein Bodenschutzkonzept ausgearbeitet und die Ausführung durch eine Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) begleitet.

Im Bodenschutzkonzept werden im Hinblick auf den Umgang mit Boden während der Submission und für die Ausführung Vorgaben gemacht. Für die Umsetzung der physikalischen Bodenschutzmassnahmen sind die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) [c], die Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen, Modul sachgerechter Umgang mit Boden beim Bauen [f] sowie die VSS-Norm Erdbau und Boden (VSS 40 581) [h] massgebend. Für die Beurteilung zur Verwertbarkeit des Bodens kommt die Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen, Modul Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung [e] zur Anwendung.

2 Grundlagen

2.1 Rechtliche und fachliche Grundlagen

- [a] Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 07. Oktober 1983
- [b] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) vom 04. Dezember 2015
- [c] Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 01. Juli 1998
- [d] Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (FrSV) vom 10. September 2008
- [e] Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung. Verwertungseignung von Boden. Ein Modul der Vollzugshilfe «Bodenschutz beim Bauen» (BAFU, 2021)
- [f] Sachgerechter Umgang mit Boden beim Bauen. Ein Modul der Vollzugshilfe «Bodenschutz beim Bauen» (BAFU, 2022)
- [g] FSKB-Rekultivierungsrichtlinie für den sachgerechten Umgang mit Boden (FSKB, 2021)
- [h] Erdbau, Boden: Bodenschutz und Bauen (VSS 40 581, 2021)
- [i] Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden, Kartieranleitung FAL24 (FAL, 1997)
- [j] Bodenkartierung Kanton Solothurn, Kartiermethode FAL24+ (AFU, 2020)
- [k] Boden und Bauen, Stand der Technik und Praktiken (BAFU, 2015)
- [l] Kantonales Geoportal St. Gallen: Geologische Karte, harmonisiert; Zugriff: Februar 2024
- [m] Kantonales Geoportal St. Gallen: Bodeninformationen; Zugriff: Februar 2024
- [n] Kantonales Geoportal St. Gallen: Prüfgebiete Bodenverschiebung; Zugriff: Februar 2024
- [o] Kantonales Geoportal St. Gallen: Kataster der belasteten Standorte; Zugriff: Februar 2024
- [p] Kantonales Geoportal St. Gallen: Neophytenstandorte; Zugriff: Februar 2024
- [q] Kantonales Geoportal St. Gallen: Fruchtfolgeflächen; Zugriff: Februar 2024

2.2 Projektspezifische Grundlagen

- [r] Leitungserneuerung Gaisberg, Situation 1:500, Vorabzug, nrp ingenieure ag vom 01. Dezember 2023

3 Literaturgrundlagen Ausgangszustand

3.1.1 Physikalische Bodeneigenschaften

Im kantonalen GIS-Geoportal sind Bodeninformationen vorhanden [m] (siehe auch Anhang A)

- Bodentyp: Buntgley (W). Untertyp: neutral (E1), sehr stark gleyig (G5). Pflanzennutzbare Gründigkeit: mässig tiefgründig (50 – 70 cm). Wasserhaushaltsklasse: grund- oder hangwassergeprägt. Wasserhaushaltsgruppe: häufig bis zur Oberfläche porengesättigt. Feinerdekörnung: sandiger Lehm (Tongehalt 15 – 20%) bis toniger Lehm (Tongehalt 20 – 30%) im Ober- und Unterboden. Skelettklasse: skelettfrei (<5%) im Ober- und Unterboden. Verdichtungsempfindlichkeit: extrem verdichtungsempfindlich. Klimazone: B4
- Bodentyp: Braunerde (B). Untertyp: pseudogleyig (I2). Pflanzennutzbare Gründigkeit: tiefgründig (70 – 100 cm). Wasserhaushaltsklasse: senkrecht durchwaschen. Wasserhaushaltsgruppe: stauwasserbeeinflusst. Feinerdekörnung: toniger Lehm (Tongehalt 20 – 30%) bis toniger Schluff (Tongehalt 30 – 50%, Schluffgehalt >50%) im Ober- und Unterboden. Skelettklasse: schwach skeletthaltig (5 – 10%) im Ober- und Unterboden. Verdichtungsempfindlichkeit: normal verdichtungsempfindlich. Klimazone: B4.
- Bodentyp: Fahlgley (G). Untertyp: sehr stark gleyig (G5), grundnass (R2), stark pseudogleyig (I3), anmoorig (OM). Pflanzennutzbare Gründigkeit: ziemlich flachgründig (30 – 50 cm). Wasserhaushaltsklasse: grund- oder hangwassergeprägt. Wasserhaushaltsgruppe: häufig bis zur Oberfläche porengesättigt. Feinerdekörnung: toniger Lehm (Tongehalt 20 – 30%). Skelettklasse: schwach skeletthaltig (5 – 10%) im Ober- und Unterboden. Verdichtungsempfindlichkeit: extrem verdichtungsempfindlich. Klimazone: B4.
- Bodentyp: Braunerde (B). Untertyp: gleyig (G3), teilweise entkarbonatet (KE). Pflanzennutzbare Gründigkeit: tiefgründig (70 – 100 cm). Wasserhaushaltsklasse: senkrecht durchwaschen. Wasserhaushaltsgruppe: grund- oder hangwasserbeeinflusst. Feinerdekörnung: lehmreicher Sand (Tongehalt 10 – 15%) bis Lehm (Tongehalt 20 – 30%) im Ober- und Unterboden. Skelettklasse: schwach skeletthaltig (5 – 10%) im Ober- und Unterboden. Verdichtungsempfindlichkeit: normal verdichtungsempfindlich. Klimazone: B4.
- Bodentyp: Parabraunerde (T). Untertyp: ausgeprägt (T2). Pflanzennutzbare Gründigkeit: mässig tiefgründig (50 – 70 cm). Wasserhaushaltsklasse: senkrecht durchwaschen. Wasserhaushaltsgruppe: normal durchlässig. Feinerdekörnung: lehmreicher Sand (Tongehalt 10 – 15%) bis Lehm (Tongehalt 20 – 30%) im Ober- und Unterboden. Skelettklasse: kieshaltig (10 – 20%) bis steinhaltig (10 – 20%) im Ober- und Unterboden. Verdichtungsempfindlichkeit: schwach verdichtungsempfindlich. Klimazone: B4.

3.1.1 Chemische Belastung

In der Karte Bodenverschiebung Prüfgebiete [n] oder im Kataster der belasteten Standorte (KbS) [o] sind keine Einträge vorhanden.

3.1.2 Biologische Belastung

Gemäss der im kantonalen GIS-Geoportal verfügbaren Grundlagenkarte Neophytenstandorte [p] sind keine Vorkommen von invasiven Neophyten verzeichnet.

3.1.3 Belastung durch Fremdstoffe

In der Literatur gibt es bezüglich Fremdstoffe in den Böden keine Angaben.

3.1.4 Fruchtfolgeflächen

Gemäss der im kantonalen GIS-Geoportal verfügbaren Grundlagenkarte Fruchtfolgeflächen [q] sind Fruchtfolgeflächen verzeichnet (siehe auch Anhang A).

4 Ergebnisse Bodenaufnahmen

4.1 Geologie

Das Bauvorhaben befindet sich im Gaisberg im Bereich des letzteiszeitlichen Maximum. Der Eisrandschotter wurde zeitlich zwischen dem Zürich- und Konstanz-Stadium im Quartär abgelagert und weist topografisch gesehen einige Erhöhungen und Mulden, aber auch terrassenartig ausgebildete Bereiche auf [I].

4.2 Physikalische Eigenschaften

Am 30. Januar 2024 wurden durch die CSD INGENIEURE AG insgesamt acht Handsondierungen (HS) mittels Edelmann-Bohrer bodenkundlich aufgenommen (Standorte der Handsondierungen siehe Anhang B). Anhand der Sondierungen wurden die wichtigsten projektrelevanten Bodeneigenschaften wie die Bodenmächtigkeit, die Feinerdekörnung, der Wasserhaushalt, der Skelettgehalt, die organische Substanz und die Gefügeform erfasst. Die Nomenklatur zur Beschreibung der erfassten Parameter entspricht der Kartieranleitung der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL24+) [J]. Gemäss den Bodenaufnahmen vom 30. Januar 2024 ergeben sich folgende Bodeninformationen (die Profilblätter sind dem Anhang C zu entnehmen):

Feinerdekörnung

- Bei den vorgefundenen Böden handelt es sich im Oberboden um einen sandigen Lehm (Tongehalt 15 – 20%) bis Lehm (Tongehalt 20 – 30%). Im Unterboden handelt es sich um einen lehmreichern Sand (IrS), sandigen Lehm, Lehm, tonigen Lehm (30 – 40%) bis lehmigen Ton (Tongehalt 40 – 50%) respektive um einen lehmigen Schluff (Tongehalt 10 – 30%, Schluffgehalt >50%).

Bodenmächtigkeit

- Die angetroffenen Oberbodenmächtigkeiten liegen zwischen 15 – 35 cm und die rekultivierbaren Unterbodenmächtigkeiten zwischen 0 – 85 cm. Insgesamt sind die Bodenmächtigkeiten im Projektperimeter sehr heterogen (siehe Anhang B).

Tabelle 1 Sondierungen mit Bodenmächtigkeiten, OB Oberboden, UB Unterboden

HS1	OB: 15 cm	UB _{rek.} : 65 cm	UB _{vor.} : 0 cm
HS2	OB: 35 cm	UB _{rek.} : - cm	UB _{vor.} : 50 cm
HS3	OB: 25 cm	UB _{rek.} : 40 cm	UB _{vor.} : 0 cm
HS4	OB: 15 cm	UB _{rek.} : 40 cm	UB _{vor.} : 35 cm
HS5	OB: 15 cm	UB _{rek.} : 85 cm	UB _{vor.} : 0 cm
HS6	OB: 15 cm	UB _{rek.} : 55 cm	UB _{vor.} : 0 cm
HS7	OB: 20 cm	UB _{rek.} : 0 cm	UB _{vor.} : 0 cm
HS8	OB: 20 cm	UB _{rek.} : 0 cm	UB _{vor.} : 0 cm

UB_{rek.}: rekultivierbarer Unterboden

UB_{vor.}: zusätzlich mit Vorbehalt rekultivierbarer Unterboden (aufgrund des hohen Tongehaltes und des ungünstigen Gefüges)

Vernässungsanzeichen

- Verschieden starke Vernässungsanzeichen in Form von Mangankonkretionen und Rostflecken wurden bei allen Sondierstandorten festgestellt. Die Böden im Projektperimeter sind aufgrund der Topographie senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (-), grund- oder hangwasserbeeinflusst und gleyig (G3) respektive stauwasserbeeinflusst und pseudogleyig (I2). Im Bereich des Grenzbachs am tiefsten Punkt des Projektperimeters ist der Boden grund- oder hangwassergeprägt, häufig bis zur Oberfläche porengesättigt und sehr stark gleyig (G5) und grundnass (R2).

Skelettgehalt

- Die Böden sind skelettarm (0 – 5 Volumen-%) bis schwach skeletthaltig (5 – 10 Volumen-%) im Oberboden und skelettarm, schwach skeletthaltig bis kieshaltig (10 – 20 Volumen-%) im Unterboden.

Verdichtungsempfindlichkeiten

- Die Interpretation hinsichtlich der Verdichtungsempfindlichkeit stützt sich auf die VSS 40 581 [h]. In dieser Norm basiert die Beurteilung der Verdichtungsempfindlichkeit in einem hohen Mass auf dem Vernässungsgrad der Böden. Die im Projektperimeter vorkommenden Böden lassen sich in Bezug auf ihren Wasserhaushalt in die Kategorie schwach, normal und extrem verdichtungsempfindlich einteilen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 Verdichtungsempfindlichkeiten gemäss VSS 40 581

Wasserhaushalt	Verdichtungsempfindlichkeit gemäss VSS 40 581	Belastbarkeit / Befahrbarkeit gemäss VSS 40 581
senkrecht durchwaschene, normal durchlässige Böden Boden mit ausgeglichenem Luft- und Wasserhaushalt und stabilem Gefüge	schwach empfindlich	- nach entsprechender Abtrocknung im Allgemeinen gut mechanisch belastbar - übliche Sorgfalt
senkrecht durchwaschene, stau-, hang- oder grundwasserbeeinflusste Böden	normal empfindlich	- während längerer Nassperioden sowie ausserhalb der Vegetationszeit nur eingeschränkt mechanisch belastbar - Perioden mit abgetrocknetem Boden sind optimal zu nutzen - erhöhte Sorgfalt beim Befahren nötig
häufig bis zur Oberfläche porengesättigte Böden stauwassergeprägte, selten bis zur Oberfläche porengesättigte Böden organische Böden	extrem empfindlich	- dauernd verdichtungsgefährdet - schon geringe Auflasten können die Bodenstruktur irreversibel schädigen

Fazit: Die Angaben in der Bodeninformationskarte konnten vor Ort grösstenteils verifiziert werden.

4.3 Chemische Belastung

Da keine Hinweise für eine Bodenbelastung [n] vorliegen, wurde auf eine Beprobung des Bodens verzichtet. Es wurden im Rahmen der Bodenaufnahmen auch keine Hinweise für solche vorgefunden. Sollten während der Bauarbeiten Hinweise auf eine chemische Belastung des Bodens – ungewöhnliche Farbe, Geruch, Fremdstoffe – auftauchen, ist unverzüglich die BBB zu informieren. Diese entnimmt Bodenproben und veranlasst die Analyse im Labor (standardmässig sind die Parameter Cadmium, Kupfer, Blei, Zink und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK zu beproben). Vorgesehen ist den gesamten anfallenden Boden vor Ort zu verwerten (es handelt sich um einen Leitungsbau). Sollte wider Erwarten Boden abgeführt werden, so ist dieser zu beproben.

4.4 Biologische Belastung / Neophyten

Im Rahmen der Bodenaufnahmen am 30. Januar 2024 wurden keine invasiven Neophyten vorgefunden. Da die Bodenaufnahmen ausserhalb der Vegetationsperiode der invasiven Neophyten durchgeführt wurden, werden die beanspruchten Bodenflächen sowie deren nähere Umgebung vor Baubeginn erneut auf das Vorhandensein von invasiven Neophyten abgesucht (invasive Neophyten auf intensiv bewirtschafteten Flächen sind allerdings unwahrscheinlich).

Allfällige invasive Neophyten werden von der BBB markiert und der Maschinist wird instruiert, wie mit dem allfällig anfallenden Pflanzen- und biologisch belasteten Bodenmaterial umzugehen ist.

4.5 Belastung durch Fremdstoffe

Im Rahmen der Bodenaufnahmen am 30. Januar 2024 wurden keine Fremdstoffe im Boden vorgefunden. Es fanden sich keine problematischen Abfälle wie Altmetalle und Plastikverpackungen, PET-Flaschen und andere Plastikabfälle auf der Bodenoberfläche.

4.6 Fruchtfolgeflächen (FFF)

Durch das Bauvorhaben werden rund 700 m² Fruchtfolgeflächen temporär durch Bodenabtrag beansprucht. Da der Boden nur abgetragen, zwischengelagert und gemäss Ausgangszustand wieder horizontgerecht eingebracht wird, muss andernorts keine Kompensation der Fruchtfolgeflächen geleistet werden. Wichtig ist, dass der Ausgangszustand exakt wiederhergestellt wird.

4.7 Rekultivierbarkeit der angetroffenen Böden

Der Oberboden ist grundsätzlich gut rekultivierbar.

Der Unterboden weist stellenweise hohe Tongehalte >30% bereits ab einer Bodentiefe von 35 cm respektive 55 cm auf, siehe HS2 und HS4 Tabelle 1. Aufgrund des hohen Tongehaltes und des ungünstigen Gefüges ist dieser Unterboden tendenziell schlecht rekultivierbar. Ob eine Verwertung dieses Unterbodens doch noch möglich ist, beurteilt die BBB während der Ausführung abschliessend vor Ort.

Aufgrund des hohen Tongehaltes und des ungünstigen Gefüges ist der Boden stellenweise besonders empfindlich auf Verdichtungen, der Boden muss genügend abgetrocknet sein (HS1 – HS5). Für Bodenarbeiten gelten in diesen Bereichen folgende Saugspannungen: Bodenarbeiten ohne Befahren 15 cbar, Befahren 20 cbar (im Gegensatz zu >6 cbar und 10 cbar für Böden mit Tongehalt <30%). Bei Bedarf veranlasst die BBB Massnahmen, welche zu einer verbesserten Rekultivierbarkeit führen (beispielsweise Bodenabtrag nur bei komplett abgetrocknetem Boden, Auflockerung, Sandbeimengung).

4.8 Bodenbeanspruchung

Das vorliegende Projekt sieht folgende Bodenbeanspruchungen vor (siehe auch Anhang A).

- Temporäre Beanspruchung ohne Bodenabtrag
 - o Lager Boden, Aushub 2'500 m²
- Temporäre Beanspruchung mit Bodenabtrag
 - o Leitungsbau¹ 1'600 m²

¹ Länge Grabenbau rund 750 m, abhumusierter Grabenbreite 2 m, Grabentiefe rund 1.5 m. Im Bereich des Grenzbaches erfolgt auf rund 23 m eine Spülbohrung. Einbau eines PE 160/130.8 Rohr (im Bereich des Grenzbaches Einsatz eines Geofit Schutzmantelrohrs). Annahme: ausser Betrieb genommene Leitungen verbleiben im Boden.

- Definitive Beanspruchung mit Bodenabtrag
 - o Keine

Auf rund einer Fläche von 1'600 m² wird Boden abgetragen. Bei einer durchschnittlichen² Oberbodenmächtigkeit von 20 cm und Unterbodenmächtigkeit von 60 cm – und damit einer Aushubmächtigkeit von rund 70 cm – fallen durch den kompletten Bodenabtrag rund 320 m³ Oberboden, 960 m³ Unterboden sowie 1'120 m³ Aushub an. Für die Zwischenlagerung des abgetragenen Ober- und Unterbodens sowie des Aushubs werden damit rund 2'500 m² gewachsener Boden neben dem Grabenbau beansprucht.

4.9 Wiederverwendung

Der abgetragene Ober- und Unterboden wird separat neben dem Graben auf dem gewachsenen Boden zwischengelagert und gemäss Ausgangszustand wieder eingebracht, siehe Kapitel 4.2 Physikalische Eigenschaften. Nach dem Einbringen der Wasserleitung PE 160/130.8 wird die Leitung mit rund 40 cm feinstem Aushub überdeckt. Bei einer durchschnittlichen Bodenmächtigkeit von insgesamt 80 cm folgen über dem feinen Aushub noch rund 30 cm Aushub. Der überschüssige Aushub muss gemäss Art. 19 VVEA möglichst vollständig verwertet werden, dies als Baustoff auf Baustellen oder Deponien, als Rohstoff für Herstellung von Baustoffen, für Wiederauffüllung von Materialentnahmestellen oder für bewilligte Terrainveränderungen. Nur falls keine Verwertung möglich ist, erfolgt die Ablagerung auf einer Deponie Typ A (es muss eine Begründung für eine Nicht-Verwertbarkeit geliefert werden).

4.10 Bodenbilanz

Nach den oben genannten Rekultivierungen verbleibt kein Überschuss an Boden. Es muss kein Boden zugeführt werden.

5 Massnahmen beim Umgang mit Boden

5.1 Befahren von Boden, Bodenarbeiten, Maschineneinsatzgrenzen

Radfahrzeuge wie Pneulader, Dumper oder Lastwagen dürfen nie auf dem Ober- oder Unterboden fahren.

Der Oberboden darf nur bei ausreichend trockenen Verhältnissen befahren werden. Als Alternativen ist der Einsatz von lastverteilenden Massnahmen wie Baggermatratzen, Baupisten oder dergleichen erforderlich. Ob Bodenarbeiten durchführbar sind, entscheidet die bodenkundliche Baubegleitung. Für Böden mit Tongehalten <30% gilt folgende Regelung:

Tabelle 3 Zulässigkeit von Bodenarbeiten in Abhängigkeit der Saugspannung [g]

Saugspannung	Mögliche Arbeiten
< 6 cbar	Erdarbeiten und Befahren des Bodens mit Maschinen sind nicht bodenverträglich und deshalb untersagt. Der Boden ist zu nass und nicht tragfähig. Die Bodenstruktur ist zu wenig stabil, so dass der Boden nicht beansprucht werden darf. Aus diesen Gründen sind keine Erdarbeiten möglich.
6 bis 10 cbar	Bodenarbeiten sind möglich, wenn Maschinen auf lastverteilenden Massnahmen oder auf dem C-Horizont eingesetzt werden. Ober- und Unterboden dürfen bewegt, aber nicht befahren werden, da die Tragfähigkeit immer noch zu gering ist. Stehen die Maschinen auf Kiespisten/Baggermatratzen oder bleiben sie auf dem C-Horizont, sind Arbeiten ohne Befahren des Bodens möglich.

² Sondierstandorte HS1 bis HS6 (HS7 und HS8 als Ausreisser ausgeschlossen).

Saugspannung	Mögliche Arbeiten
> 10 cbar	Befahren mit Raupenfahrzeugen möglich, je nach Saugspannung, Gesamtgewicht und Bodenpressung. Der Boden kann mit den entsprechenden Raupenfahrzeugen befahren werden. Dazu muss die berechnete Einsatzgrenze kleiner sein als die gemessene Saugspannung.

Für tonreiche Böden mit Tongehalten >30% gelten zusätzliche Anforderungen:

- Die minimale Saugspannung für Bodenarbeiten ohne Befahren beträgt 15 cbar.
- Für die Befahrbarkeit mit Raupenfahrzeugen müssen zur errechneten Einsatzgrenze jeweils 10 cbar hinzugerechnet werden. Der minimale Saugspannungswert für Bodenarbeiten mit Befahren beträgt daher 20 cbar.

Sofern keine Tensiometer zur direkten Messung der Saugspannung eingesetzt werden (bei Leitungsbau wenig zuverlässig), lässt sich direkt im Feld der diesbezügliche Zustand gemäss den Angaben in der Abbildung 1 abschätzen (Durchführung durch die BBB).

Die Fühlprobe

Die Feuchtigkeit ist entscheidend für die Tragfähigkeit und die Bearbeitbarkeit des Bodens. Zur Fühlprobe wird ein Erdbrocken entnommen. Mit den Händen wird die Feuchtigkeit des Bodens bestimmt und wie folgend eingeteilt:

hart

Erdbrocken können nur mit Mühe auseinandergebrochen werden.

Saugspannung > 20 cbar

Der Boden ist trocken und tragfähig.



brüchig

Erdbrocken «zerbröseln» beim Drücken zwischen den Fingern und die Handfläche wird nicht feucht.

Saugspannung > 10 cbar

Der Boden ist feucht. Befahren möglich, der Boden ist aber verdichtungsgefährdet, wenn schwere Maschinen eingesetzt werden (maschinenspezifische Einsatzgrenze beachten).



plastisch

Der Boden ist knetbar bis breiig, Bodenteilchen bleiben an Hand und Fingern kleben.

Saugspannung < 6 cbar

Der Boden ist nass. Bearbeitung und Befahren unterlassen, da der Boden sonst verdichtet wird.



Abbildung 1 Feldmethode zur Abschätzung der Saugspannungswerte [g]

- Die Einsatzgrenzen der Baumaschinen müssen berücksichtigt werden. Der Grenzwert, also die zulässige Saugspannung (cbar) errechnet sich wie folgt:
Einsatzgrenze [cbar] = Gesamtgewicht [t] x Bodenpressung [kg/cm²] x 1.25
- Die minimale Saugspannung für die Ausführung von Bodenarbeiten (ohne Befahren des Bodens) beträgt generell 6 cbar, bei Böden mit Tongehalten >30% jedoch 15 cbar.

5.2 Installationsflächen und Baupisten

Es sind genügend befestigte Plätze in Nähe zum Leitungsbau vorhanden. Installationsflächen, sollten diese notwendig werden, werden deshalb bevorzugt auf diesen erstellt.

Für Baupisten auf gewachsenem Boden wird vorgängig nicht abhumusiert. Baupisten werden direkt auf den gewachsenen Oberboden geschüttet. Die Kofferschüttung erfolgt ohne Befahren des Bodens. Eine Trennschicht aus Geotextil, aus einer etwa 5 cm mächtigen Sand- oder Holzschnitzelschicht verhindert die Vermischung von Kies mit dem gewachsenen Boden. Die Mächtigkeit des Koffers muss im abgewalzten Zustand mindestens 50 cm betragen. Die Mächtigkeit ist periodisch zu kontrollieren. Sollte sie während der Bauphase abnehmen, ist dies zu korrigieren. Im Hinblick auf eine Kreislaufwirtschaft und zur Schonung der natürlichen Ressourcen werden Baupisten mit dem anfallenden Aushub aus dem Grabenbau gestaltet. Der Aushub wird nach Rückbau der Baupiste gemäss Angaben in Kapitel 4.9 Wiederverwendung verwertet.

5.3 Bodenabtrag

Naturgemäss können die lokalen Bodenmächtigkeiten räumlich variieren. Der Bodenabtrag erfolgt immer den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend und in Absprache mit der BBB. Hierfür erfolgen in der Anfangsphase entsprechende Bodenbeurteilungen der BBB mit Instruktion des Maschinisten. Der Bodenabtrag erfolgt folgendermassen:

Für die neue Wasserleitung wird im Grabenbereich auf einer Breite von rund 2 m abhumusiert. Mit dem Grabenbau gestartet wird dabei von den befestigten Strassen und Flächen aus (Gaisbergstrasse, Schorhuustrasse, befestigte Plätze). Danach erfolgt der Bodenabtrag vom C-Horizont und vor Kopf aus. Ober- und Unterboden werden im selben Arbeitsschritt getrennt abgetragen. Bei Nässe oder Einsetzen von Niederschlägen sind die bodenrelevanten Arbeiten umgehend einzustellen. Der Zeitpunkt des Wiederbeginns dieser Arbeiten untersteht der Beurteilung der BBB.

Anmerkung: Mit dem obigen Vorgehen muss für den Bodenabtrag kein gewachsener Boden befahren werden. Dies ist aufgrund des «schweren» Bodens mit hohem Tongehalt und ungünstigem Gefüge und daher erhöhter Verdichtungsempfindlichkeit die bevorzugte Lösung. Es ist kein Grobterminplan für die Erdarbeiten vorhanden. Die Bodenabtragsarbeiten finden aber idealerweise zwischen Mai bis September statt (bevorzugte Jahreszeit für Bodenarbeiten). Es ist zu beachten, dass der Bodenabtrag nur bei genügend abgetrocknetem Boden und bei guter Witterung erfolgen darf.

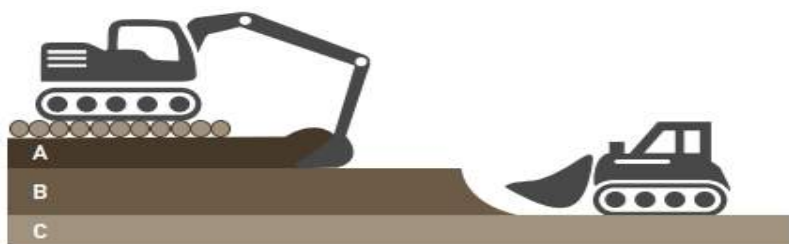


Abbildung 2 Bodenabtrag vom C-Horizont oder von einer Baggermatratze aus [g]

5.4 Zwischenlagerung

Der Oberboden, Unterboden und der Aushub werden in separaten Walldépôts, maximal 1.50 m hoch, seitlich des Grabenbaus direkt auf dem angrenzenden Oberboden zwischengelagert. Für das Aushubdepot kann vorgängig eine Trennschicht ausgelegt werden. Wird auf diese verzichtet ist ein sehr sorgfältiger Rückbau, allenfalls mit einer Nachbearbeitung per Hand erforderlich, damit kein Aushubmaterial auf dem Boden liegen bleibt.

Die Bodendepots und Aushubdepots – Waldepots – sind locker und ohne Befahren zu schütten. Abziehen mit dem Löffel ist erlaubt, Anpressen jedoch nicht. Bei längerer Liegedauer sind die Bodendepots mit einer schnellwachsenden Saatmischung anzusäen (Liegedauer länger als drei Wochen). Während der Bauphase wird das Aufkommen von allfälligen invasiven Neophyten fachgerecht bekämpft (Zuständigkeit Anweisungen: BBB; Umsetzung: Unternehmer).

Die Zwischenlager sind so zu gestalten, dass die Oberfläche eine Neigung von mindestens 4% aufweisen, damit das Niederschlagswasser abfliessen kann. Das Sickerwasser am Fuss der Zwischenlager muss abfliessen können. Muldenlagen sind für Bodendepots nicht geeignet.

Die Bodendepots sind nur mit sehr leichten Maschinen (Handmäher) und bei trockenen Bedingungen zu bewirtschaften.

5.5 Bodenauftrag und Rekultivierung

Der Unter- und Oberboden wird horizontgerecht gemäss Ausgangszustand wieder locker aufgetragen (ohne Befahren des frisch angelegten Bodens). Wenn ein Materialüberschuss entsteht, dann ist der unterste Teil des Grabenaushubs abzuführen. Da der Boden weder verladen noch lange zwischengelagert wird, dürften allfällige Bodenverluste verschwindend gering ausfallen und werden daher im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt.

Die neu geschütteten Böden sind umgehend zu begrünen (die Wahl des Saatgutes erfolgt in Absprache mit dem Bewirtschafter).

Anmerkung: Es ist kein Grobterminplan für die Erdarbeiten vorhanden. Die Bodenauftragsarbeiten finden aber idealerweise zwischen Mai bis September statt (bevorzugte Jahreszeit für Bodenarbeiten). Es ist zu beachten, dass der Bodenauftrag nur mit genügend abgetrocknetem Boden und bei guter Witterung erfolgen darf.

5.6 Folgebewirtschaftung

Die Bodenstruktur rekultivierter Flächen ist instabil und reagiert empfindlich auf Druck. Deshalb dürfen die rekultivierten Flächen nicht in feuchtnassem Zustand und mit schweren Maschinen befahren werden, bis der Boden regeneriert ist und das Gleichgewicht des Bodenlebens «Lebendverbau» wiederhergestellt ist. Es darf beim Bewirtschaften nicht mit den schweren Geräten bei ungünstigen Verhältnissen auf der rekultivierten Fläche gefahren werden. Es dürfen keine Fahrspuren entstehen.

Grundsätzlich liegt die Umsetzung geeigneter Massnahmen im Rahmen der Nachfolgebewirtschaftung in der Verantwortung des Grundeigentümers respektive des Bewirtschafters.

6 Bodenkundliche Baubegleitung

Die Ausführungsphase wird fachtechnisch von einer bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) – durch die CSD Ingenieure AG – begleitet.

- Die BBB berät die Bauherrschaft im Hinblick auf eine möglichst bodenschonende Ausführung des Projektes und der Umsetzung der diesbezüglichen behördlichen Auflagen. Die Durchführungsverantwortung liegt aber letztendlich beim Bewilligungsnehmer (Bauherrschaft). Vor Baubeginn wird eine Instruktion vor Ort bezüglich der notwendigen bodenschützerischen Massnahmen durchgeführt.
- Die BBB nimmt an bodenrelevanten Bausitzungen teil. Mittels Audits und periodischen Begehungen überwacht die BBB die bodenrelevanten Arbeiten.
- Die BBB protokolliert und informiert die Bewilligungsbehörde und die zuständige kantonale Fachstelle über den Bauablauf und die Einhaltung der Bodenschutzmassnahmen mittels einer Dokumentation (Rapport).

- Die BBB beurteilt die Durchführbarkeit von Bodenarbeiten basierend auf Bodenfeuchte, Niederschlag, Einsatzgrenzen der vorgesehenen Maschinen und gibt der Bauleitung die entsprechenden Anweisungen. Eine Beurteilung vor Ort ist beim Beginn neuer Arbeitsschritte, bei der Beanspruchung neuer Flächen und bei Witterungsänderungen nötig.
- Die BBB muss vom Bauleiter oder Unternehmer vor allen bodenrelevanten Erdarbeiten rechtzeitig kontaktiert werden, um diese freizugeben.
- Die BBB überprüft bei der Ausführung der Bodenarbeiten die Bodeneigenschaften und berücksichtigt, wo möglich, die tatsächlichen Verhältnisse (Mächtigkeit).
- Allfällige Abweichungen vom vorliegenden Bodenschutzkonzept sind mit der BBB zu besprechen und von dieser freizugeben. Bei grösseren Abweichungen sind die entsprechenden Behörden zu informieren.
- In einem Schlussbericht (abschliessende Stellungnahmen) wird der Bauverlauf aus bodenschützerischer Sicht abschliessend beurteilt. Der Schlussbericht inklusive Fotodokumentation wird auch zuhanden der Baubewilligungsbehörde und der kantonalen Bodenschutzfachstelle abgegeben.

7 Impressum

St. Gallen, 02. Februar 2024

Projektbeteiligte

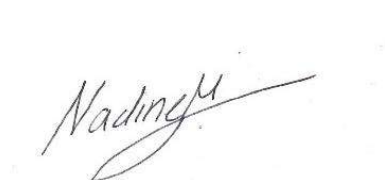
Letizia Blumer (BSc Umweltingenieurin FH, BGS zert. Bodenkundliche Baubegleiterin)

Nadine Meier (MSc Umweltnaturwissenschaften ETH Zürich, CAS in Bodenkartierung ZHAW/BFH)

CSD INGENIEURE AG



ppa. Letizia Blumer
Projektleiterin Umwelt



Projektleiterin Umwelt

8 Disclaimer

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

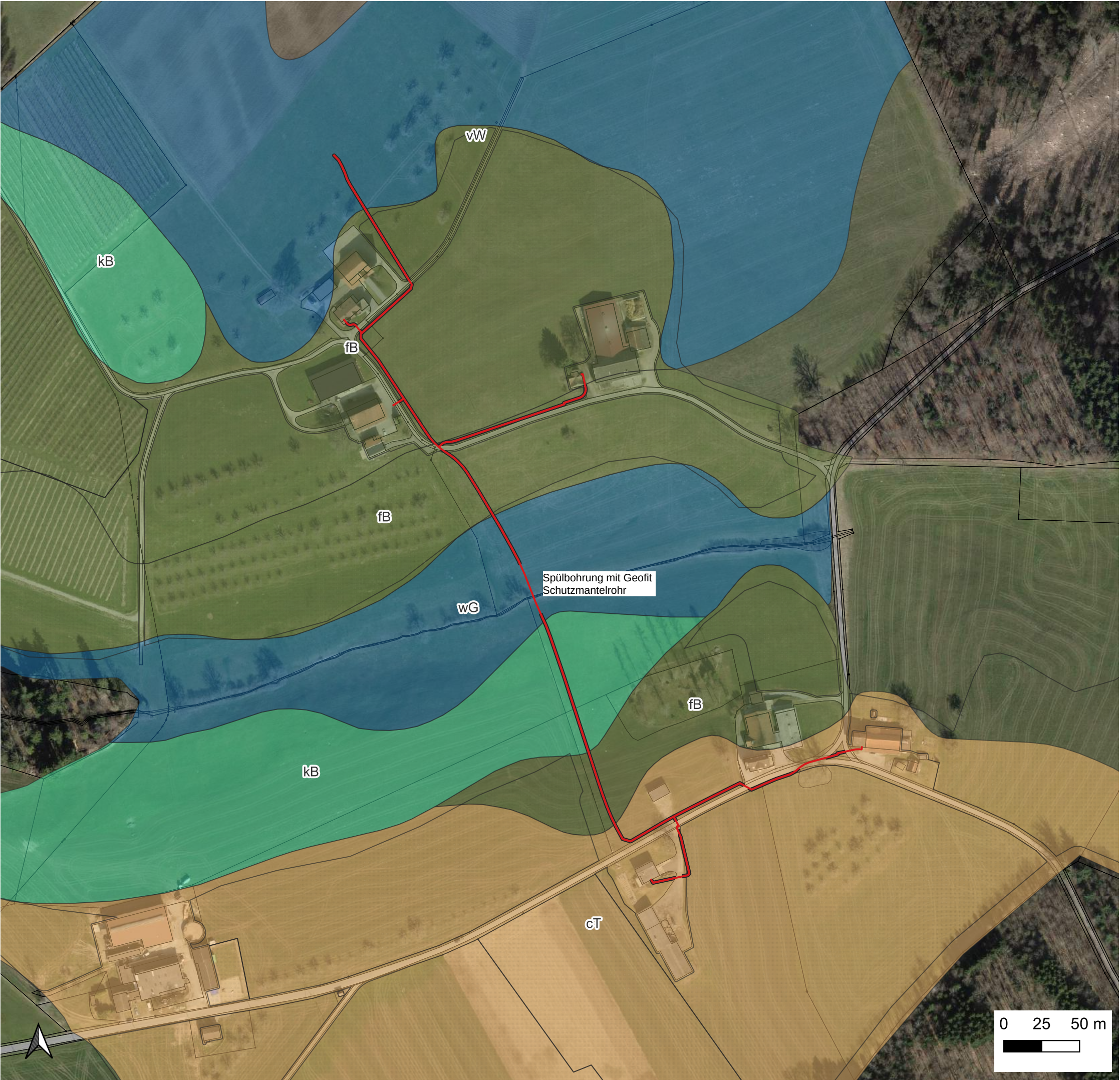
CSD geht davon aus, dass

- ♦ ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- ♦ von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- ♦ die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

Anhang A Ausgangszustand Literaturgrundlagen



QUELLEN

Luftbild: Bundesamt für Landestopographie Swisstopo

LEGENDE

- Leitungsbau
- Bodenabtrag
- Fruchtfolgeflächen

Bodentypen

- cT: Parabraunerde
- fB: Braunerde
- kB: Braunerde
- vW: Buntgley
- wG: Fahlgley

Technische Gemeindebetriebe Bischofszell

DCH014039 Leitungserneuerung Gaisberg

Ausgangszustand Literaturgrundlagen

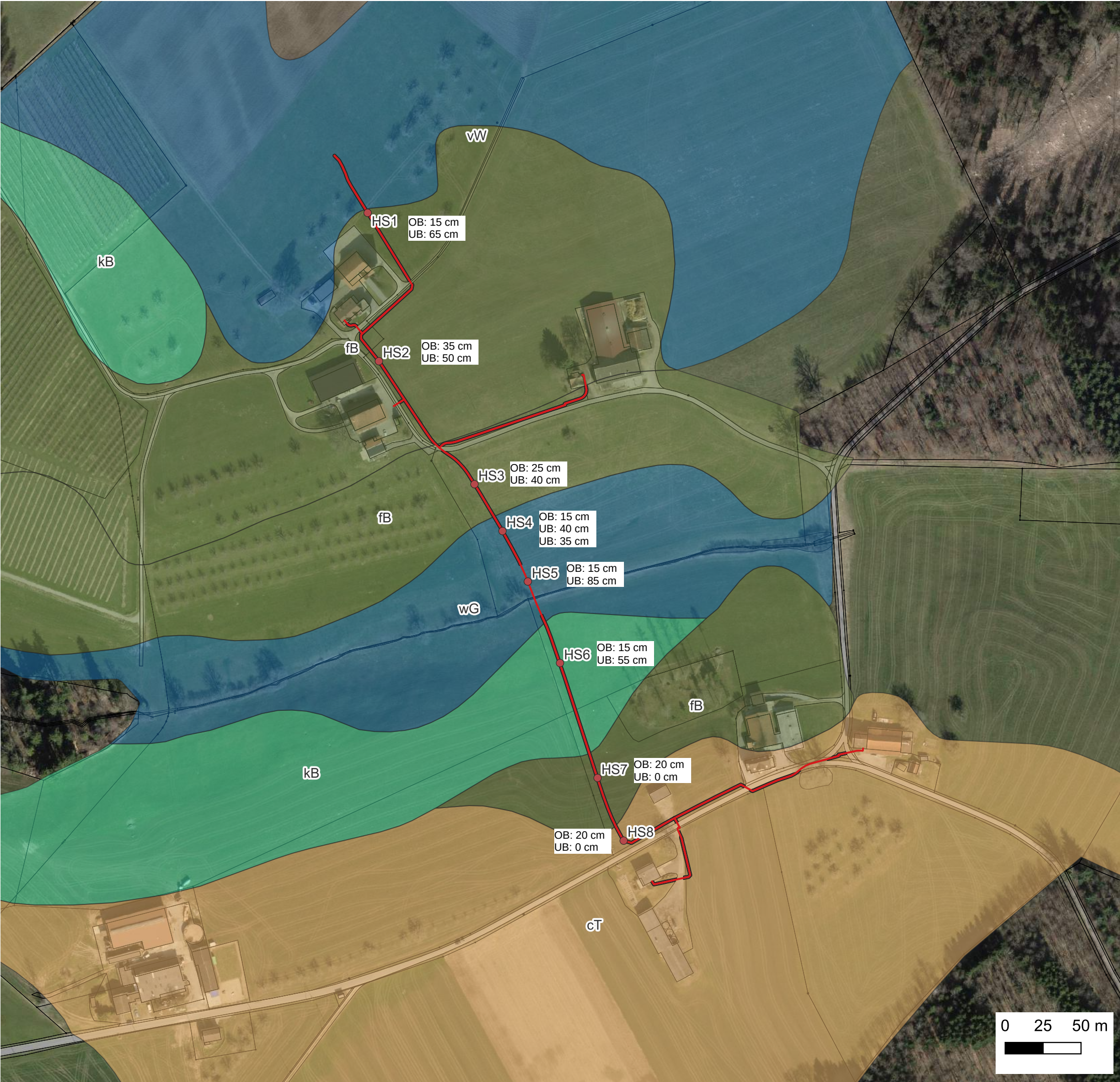
CSDINGENIEURE+

CSD INGENIEURE AG
Flurhofstrasse 150
CH-9000 St. Gallen

www.csd.ch

Gezeichnet	06.02.2024 NDM	
Geprüft	06.02.2024 LBL	
Format	A3 (297 x 420 mm)	
Massstab	1:2'500	
Projektnummer	Phase	Anhang
DCH014039		A

Anhang B Ergebnisse Bodenaufnahmen



QUELLEN

Luftbild: Bundesamt für Landestopographie Swisstopo

LEGENDE

- Leitungsbau
 - Bodenabtrag
 - Sondierstandorte
- Bodentypen
- cT: Parabraunerde
 - fB: Braunerde
 - kB: Braunerde
 - vW: Buntgley
 - wG: Fahlgley

Technische Gemeindebetriebe Bischofszell
DCH014039 Leitungserneuerung Gaisberg

Ergebnisse Bodenaufnahmen

CSDINGENIEURE+ CSD INGENIEURE AG Flurhofstrasse 150 CH-9000 St. Gallen www.csd.ch	Gezeichnet	06.02.2024 NDM
	Geprüft	06.02.2024 LBL
	Format	A3 (297 x 420 mm)
	Massstab	1:2'500
	Projektnummer	DCH014039
	Phase	Anhang
		A

Anhang C Profilblätter Handsondierungen

Objekt: Gaisberg Leitungserneuerung

Table with 4 rows and 8 columns: Projekt, Gemeinde, Vegetation, DCH014039, Niederbüren SG, Dauerwiese [WI], Profil, HS1, Höhe m.ü.M., Neigung, 4%, Koordinaten, 2'734'133/1'260'450, Topographie, Ebene [EE], Bodentyp, Braunerde, Wasserhaushalt, senkrecht durchwaschen, stauwasserbeeinflusst, pseudogleyig (I2), Datum, 30.01.24, Kartierer, NDM

Table with 11 main columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekorung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, Farbe. It contains 5 rows of soil profile data with various measurements and classifications.

Bemerkungen: Anhand Orthophotos ersichtlich handelt es sich um eine Fahrspur



Objekt: Gaisberg Leitungserneuerung

Projekt	DCH014039	Profil	HS2	Koordinaten	2'734'146/1'260'368	Datum	30.01.24
Gemeinde	Niederbüren SG	Höhe m.ü.M.	513	Topographie	Ebene [EE]	Kartierer	NDM
Vegetation	Dauerwiese [WI]	Neigung	2%	Bodentyp	Braunerde		
				Wasserhaushalt	senkrecht durchwaschen, stauwasserbeeinflusst, pseudogleyig (I2)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)						Gefüge	Farbe
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung															
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%																			
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm		Gehalt in %	5	10	15	20	25	30	0	1	2	3	4	5	Form	
Ahcn 0 - 15	0	4	26	48	26	Lehm (L)	4	x	-	-	-	-	<7	-	-	-	-	-	-	Kr, Sp	braun
BA(g),cn 15 - 35	0	6	26	48	26	Lehm (L)	2	x	x	-	-	-	<7	-	-	-	-	-	-	Sp	beige-braun
Bg,cn 35 - 85	0	8	32	48	20	toniger Lehm (tL)	0.5	x	-	x	-	-	>7	-	-	x	-	-	-	Po	braun-beige
Cg(g),cn >85	0	12	28	52	20	lehmiger schluff (IU)	0.2	x	x	x	-	-	>7	-	-	-	-	x	-	Po	beige-grau

Bemerkungen: Keine



Objekt: Gaisberg Leitungserneuerung

Table with 4 rows and 6 columns: Projekt, Gemeinde, Vegetation, Profil, Höhe m.ü.M., Neigung, Koordinaten, Topographie, Bodentyp, Wasserhaushalt, Datum, Kartierer.

Table with 11 main columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekorung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, Farbe. It contains 5 rows of data for different soil horizons (Ahn 0-15, BAhn 15-25, B(g),cn 25-65, C(g),cn >65).

Bemerkungen: Keine



Objekt: Gaisberg Leitungserneuerung

Table with 4 rows and 6 columns: Projekt, Gemeinde, Vegetation, Profil, Höhe m.ü.M., Neigung, Koordinaten, Topographie, Bodentyp, Wasserhaushalt, Datum, Kartierer.

Table with 10 main columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekörnung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, Farbe. It contains 5 rows of soil profile data.

Bemerkungen: Keine



Objekt: Gaisberg Leitungserneuerung

Table with 4 rows and 6 columns: Projekt, Gemeinde, Vegetation, Profil, Höhe m.ü.M., Neigung, Koordinaten, Topographie, Bodentyp, Wasserhaushalt, Datum, Kartierer. Values include DCH014039, Niederbüren SG, Dauerwiese [WI], HS5, 496, 9%, 2'734'231/1'260'206, Hangfuss [HF], Buntgley, grund- oder hangwassergeprägt, häufig bis zur Oberfläche porengesättigt, sehr stark gleyig (G5), 30.01.24, NDM.

Table with 10 columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekörnung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, Farbe. Rows include data for depths 0-15, 15-25, 25-60, and 60-100 cm, describing soil layers like sandiger Lehm and lehmreicher Sand.

Bemerkungen: Keine



Objekt: Gaisberg Leitungserneuerung

Table with 4 rows and 6 columns: Projekt, Gemeinde, Vegetation, Profil, Höhe m.ü.M., Neigung, Koordinaten, Topographie, Bodentyp, Wasserhaushalt, Datum, Kartierer.

Table with 10 main columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekörnung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, Farbe. It contains 5 rows of soil profile data.

Bemerkungen: Keine



Objekt: Gaisberg Leitungserneuerung

Table with 4 rows and 8 columns: Projekt, Gemeinde, Vegetation, DCH014039, Niederbüren SG, Dauerwiese [WI], Profil, Höhe m.ü.M., Neigung, HS7, 507, 14%, Koordinaten, Topographie, Bodentyp, Wasserhaushalt, 2'734'281/1'260'078, Flachhang [HH], Auffüllung [X], senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (-), Datum, Kartierer, 30.01.24, NDM

Table with 11 main columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekörnung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, Farbe. It contains two rows of data for soil profiles yAh 0 - 20 and y(B)C(g),cn 20 - 50.

Bemerkungen: Auffüllung, kein Weiterkommen mehr ab 50 cm, mehrere Einstiche



Objekt: Gaisberg Leitungserneuerung

Table with 4 columns: Field Name, Value 1, Value 2, Value 3. Rows include Projekt, Gemeinde, Vegetation, Profil, Höhe m.ü.M., Neigung, Koordinaten, Topographie, Bodentyp, and Wasserhaushalt.

Main data table with 12 columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekornerung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, and Farbe. It contains two rows of soil analysis data.

Bemerkungen: Auffüllung, Strassennähe

