

CSD INGENIEURE AG

Fidesstrasse 6

Postfach 10

CH-9006 St. Gallen

+41 71 229 00 90

st.gallen@csd.ch

www.csd.ch

CSD INGENIEURE+

VON GRUND AUF DURCHDACHT



Gemeinden Tübach und Steinach

Sanierung Schwärzebach Steinach/Tübach

Bodenschutzkonzept

St. Gallen, 02. Mai 2022 / OS07963.100

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Zielsetzung	4
2	Grundlagen	5
2.1	Rechtliche und fachliche Grundlagen	5
2.2	Projektspezifische Grundlagen	5
3	Aufnahme Ausgangszustand	6
3.1.1	Physikalische Bodeneigenschaften	6
3.1.1	Chemische Bodeneigenschaften	8
3.1.2	Biologische Bodenbelastung	10
3.1.3	Belastung durch Fremdstoffe.....	10
3.1.4	Fruchtfolgeflächen	10
4	Ergebnisse Bodenaufnahme	11
4.1	Physikalische Eigenschaften	11
4.2	Chemische Eigenschaften	13
4.3	Biologische Belastung / Neophyten	13
4.4	Belastung durch Fremdstoffe.....	14
4.5	Fruchtfolgeflächen (FFF)	15
4.6	Rekultivierbarkeit der angetroffenen Böden	15
5	Bodenbeanspruchung, Wiederverwendung; Bodenbewirtschaftung	16
5.1	Bodenbeanspruchung, Bodenabtrag und Zwischenlagerung	16
5.2	Bodenauftrag und Rekultivierungsziel	19
5.3	Folgebewirtschaftung und Zwischenbegrünung	20
6	Fachbauleitung Boden	21
7	Impressum	22
8	Disclaimer	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Auszug aus der Bodeninformationskarte [r].....	7
Abbildung 2	Auszug aus der Karte Prüfgebiete Bodenverschiebung [t].....	9
Abbildung 3	Standorte Linienproben.....	9
Abbildung 4	Auszug aus der Karte Neophytenstandorte [v].....	10
Abbildung 5	Orthophoto mit Standorten der Handsondierungen (FFF-Flächen gelb gestrichelt)	11
Abbildung 6	Abfälle entlang des Bachlaufs, Standort: Parzelle 214.....	15
Abbildung 7	Fruchtfolgenflächenverbrauch	15
Abbildung 8	Auszug aus dem Situationsplan westlich des Durchlasses.....	16
Abbildung 9	Auszug aus dem Situationsplan östlich des Durchlasses	17
Abbildung 10	Schema Bodenabtrag von gewachsenem Terrain aus [f].....	17
Abbildung 11	Schema Bodenaufbau [f]	23
Abbildung 12	Feldmethode zur Abschätzung der Saugspannungswerte [f].....	24
Abbildung 13	Bodenabtrag vom C-Horizont oder von einer Baggermatratze aus [f].....	25
Abbildung 14	Bodenauftrag im Streifenverfahren [f].....	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Verdichtungsempfindlichkeit [g]	8
Tabelle 2	Handsondierungen mit Bodenmächtigkeiten, OB Oberboden, UB Unterboden.....	12
Tabelle 3	Analyseresultate der Bachema AG.....	13
Tabelle 4	Richtwerte für das Ausmass der biologischen Belastung [m].....	14
Tabelle 5	Übersicht Bodenbeanspruchung und anfallendes Bodenmaterial.....	18
Tabelle 6	Übersicht für die Rekultivierung benötigtes Bodenmaterial	19
Tabelle 7	Bodenbilanz	20
Tabelle 8	Zulässigkeit von Bodenarbeiten in Abhängigkeit der Saugspannung [f]	24

Anhangsverzeichnis

Anhang A	Grundsätze und Massnahmen im Umgang mit Boden
Anhang B	Ergebnisse Handsondierungen
Anhang C	Landerwerbsplan

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Der Schwärzebach entspringt am Gallusberg in Mörschwil und verläuft im Projektabschnitt zwischen Bildwis und Paradies als Grenzbach zwischen den Gemeinden Tübach und Steinach. Etwas stromabwärts verläuft er als Grenzgewässer der Gemeinden Steinach und Horn bis er schliesslich beim bestehenden Geschiebefänger weiter auf die Gemarkung Horn TG fliesst. In den Bodensee mündet der Schwärzebach schliesslich beim ehemaligen Radunerareal. In ökologischer Hinsicht verläuft der Schwärzebach im betrachteten Abschnitt durchgehend in einem offenen Profil, wobei der Abflussquerschnitt teilweise stark eingeengt ist.

Die vorhandene Durchflusskapazität des Schwärzebaches beträgt im zu betrachteten Bereich teilweise weniger als 3 m³/s bei einem HQ100 von 10 m³/s, wobei insbesondere der Kantonstrassendurchlass zwischen Tübach und Obersteinach sowie einige bestehende offene Bachstrecken Schwachstellen darstellen. Hierbei traten schon mehrfach Verklausungen, Überlastungen und Ausuferungen auf.

Um die vorhandene Durchflusskapazität des Schwärzebaches im betrachteten Abschnitt von teilweise weniger als 3 m³/s für ein hundertjähriges Hochwasser (HQ100) von 10 m³/s zu erweitern, ist neben einer Bachsohlenabsenkung von maximal 0.70 m auch eine durchgehende Profilerweiterung erforderlich. Es ist eine bewegte Mittelwasserrinne mit einer Breite von 1.5 m bis maximal 2.5 m vorgesehen.

Da die Umsetzung des Bauvorhabens umfangreiche Erdbewegungen und Materialverschiebungen, auch auf Kulturland mit Fruchtfolgeflächen, nach sich ziehen, wird auf Basis der Stellungnahme über Bodenschutzmassnahmen des Amtes für Umwelt, Kanton St. Gallen vom 23. September 2019 das vorliegende Bodenschutzkonzept erstellt und die Arbeiten werden durch eine Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) begleitet. Das übergeordnete Ziel der BBB besteht unter anderem darin, wie im Umweltschutzgesetz Artikel 7 [a] vorgesehen, die endliche Ressource Boden in ihrer natürlichen Fruchtbarkeit zu erhalten.

Für die Erstellung des vorliegenden Bodenschutzkonzeptes wurde wie folgt vorgegangen:

- Zusammenstellen und Sichten der allgemeinen und projektspezifischen Grundlagen, aufgelistet in den Grundlagen in Kapitel 2.
- Eruierung der tangierten Bodenflächen mittels Plangrundlagen. Konsultation der relevanten Kartengrundlagen im kantonalen GIS-Geoportal, beschrieben in Kapitel 3.
- Erhebung und Beschreibung der physikalischen Bodeneigenschaften, der chemischen und biologischen Belastungssituation und Fremdstoffe gemäss der neuen Richtlinie Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung [d], beschrieben in Kapitel 3 und Kapitel 4.
- Erstellung der Flächenbilanzen für die vorübergehend und definitiv beanspruchten Böden. Erstellung der Mengenbilanzen des durch den Bodenabtrag anfallenden Bodens sowie dessen chemische, biologische und physikalische Qualitäten, beschrieben in Kapitel 5.
- Aufzeigen der Auswirkungen des Baus (Flächenbeanspruchungen, Erdbewegungen) auf den Boden. Angaben zum bodenschonenden Umgang mit dem Bodenmaterial – Vorgehen beim Bodenabtrag, der Zwischenlagerung, dem Bodenauftrag, zur Wiederverwertung oder Entsorgung des Bodenmaterials, beschrieben in Kapitel 5.

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] Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung. Verwertungseignung von Boden. Ein Modul der Vollzugshilfe «Bodenschutz beim Bauen» (BAFU, 2021)
- [e] Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (FrSV) vom 10. September 2008
- [f] FSKB-Rekultivierungsrichtlinie für den sachgerechten Umgang mit Boden (FSKB, 2021)
- [g] Erdbau, Boden: Bodenschutz und Bauen (VSS 40 581, 2021)
- [h] Erläuterungen zur VBBo, Vollzug Umwelt (BUWAL, 2001)
- [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] Praxishilfe invasive Neophyten, Amt für Natur, Jagd und Fischerei (ANJF, 2020)
- [m] Merkblatt 214 Umgang mit invasiven Neophyten, Amt für Umwelt (AFU, 2021)
- [n] Merkblatt 215 Umgang mit invasiven Neophyten in Materialentnahmestellen und Deponien (AFU, 2019)
- [o] Merkblatt 216 Umgang mit invasiven Neophyten auf Grüngutverwertungsanlagen (AFU, 2020)
- [p] Kantonales Geoportal St. Gallen: Orthophoto; Zugriff: April 2022
- [q] Kantonales Geoportal St. Gallen: Geologie harmonisiert; Zugriff: April 2022
- [r] Kantonales Geoportal St. Gallen: Bodeninformationskarte; Zugriff: April 2022
- [s] Kantonales Geoportal St. Gallen: Fruchtfolgeflächen; Zugriff: April 2022
- [t] Kantonales Geoportal St. Gallen: Prüfgebiete Bodenverschiebung; Zugriff: April 2022
- [u] Kantonales Geoportal St. Gallen: Kataster der belasteten Standorte; Zugriff: April 2022
- [v] Kantonales Geoportal St. Gallen: Neophytenstandorte; Zugriff: April 2022

2.2 Projektspezifische Grundlagen

- [w] Technischer Bericht, Auflageprojekt, Fröhlich Wasserbau AG vom 15. Dezember 2021
- [x] Planungsbericht Festlegung Gewässerraum, Fröhlich Wasserbau AG vom 15. Dezember 2021
- [y] Baulinien, Grünenfelder & Lorenz AG Bauingenieure und Planer vom 15. Dezember 2021
- [z] Landbedarfsplan, 1:500, Fröhlich Wasserbau AG vom 15. Dezember 2021
- [aa] Situation, 1:500, Fröhlich Wasserbau AG vom 15. Dezember 2021
- [bb] Querprofile, 1:100, Fröhlich Wasserbau AG vom 15. Dezember 2021
- [cc] Fruchtfolgeflächen, Situation, 1:1'000, Fröhlich Wasserbau AG vom 15. Dezember 2021
- [dd] Durchlass Staatstrasse, Querschnitt, 1:200, Fröhlich Wasserbau AG vom Juni 2014

- [ee] Durchlass Staatstrasse, Längsschnitt, 1:100/50, Fröhlich Wasserbau AG vom Juni 2014
- [ff] Detail Grobholzfang, 1:20, Fröhlich Wasserbau AG vom Januar 2015
- [gg] Längenprofil, 1:1000/100, Fröhlich Wasserbau AG vom März 2019
- [hh] Pflanzenliste, Fröhlich Wasserbau AG vom 08. Juni 2019
- [ii] Kostenvoranschlag, Fröhlich Wasserbau AG vom 15. Dezember 2021
- [jj] Stellungnahme über Bodenschutzmassnahmen, Kanton St. Gallen, Baudepartement, Amt für Umwelt vom 23. September 2019

3 Aufnahme Ausgangszustand

3.1.1 Physikalische Bodeneigenschaften

Im kantonalen GIS-Geoportal sind Bodeninformationen vorhanden. Gemäss der harmonisierten geologischen Karte [q] haben sich die Böden im Projektgebiet auf einem Bachschuttkegel, Schwemmkegel, aus dem Quartär gebildet. Es handelt sich um folgende Böden (Abbildung 1):

- Bodentyp: Buntgley (wW). Untertyp: sehr stark gleyig (G5). Wasserhaushalt: grund- oder hangwassergeprägt, häufig bis zur Oberfläche porengesättigt. Pflanzennutzbare Gründigkeit: ziemlich flachgründig (30 – 50 cm). Skelettklasse: skelettarm, skelettfrei (<5%) im Ober- und Unterboden. Feinerdekörnung: lehmreicher Sand (IrS) bis sandiger Lehm (sL) im Oberboden, lehmiger Sand (IS) im Unterboden.
- Bodentyp: Buntgley (vW). Untertyp: extrem gleyig (G6), stark grundnass (R3). Wasserhaushalt: grund- oder hangwassergeprägt, häufig bis zur Oberfläche porengesättigt. Pflanzennutzbare Gründigkeit: mässig tiefgründig (50 – 70 cm). Skelettklasse: skelettarm, skelettfrei (<5%) im Ober- und Unterboden. Feinerdekörnung: sandiger Schluff (sU) bis lehmiger Schluff (IU) im Ober- und Unterboden.
- Bodentyp: Braunerde (fB). Untertyp: schwach gleyig (G2). Wasserhaushalt: senkrecht durchwaschen, stauwasserbeeinflusst. Pflanzennutzbare Gründigkeit: tiefgründig (70 – 100 cm). Skelettklasse: skelettarm, skelettfrei (<5%) bis steinhaltig (10 – 20%) im Ober- und Unterboden. Feinerdekörnung: lehmreicher Sand (IrS) bis lehmiger Schluff (IU) im Ober- und Unterboden.
- Bodentyp: Kalkbraunerde (fK1). Untertyp: alluvial (PA). Wasserhaushalt: senkrecht durchwaschen, stauwasserbeeinflusst. Pflanzennutzbare Gründigkeit: tiefgründig (70 – 100 cm). Skelettklasse: schwach skeletthaltig (5 – 10%) bis kieshaltig (10 – 20%) im Ober- und Unterboden. Feinerdekörnung: lehmreicher Sand (IrS) bis lehmiger Schluff (IU) im Ober- und Unterboden.
- Bodentyp: Kalkbraunerde (fK2). Untertyp: alluvial (PA). Wasserhaushalt: senkrecht durchwaschen, stauwasserbeeinflusst. Pflanzennutzbare Gründigkeit: tiefgründig (70 – 100 cm). Skelettklasse: skelettarm, skelettfrei (<5%) im Ober- und skelettarm, skelettfrei (<5%) bis steinhaltig (10 – 20%) im Unterboden. Feinerdekörnung: lehmreicher Sand (IrS) bis Lehm (L) im Ober- und Unterboden.

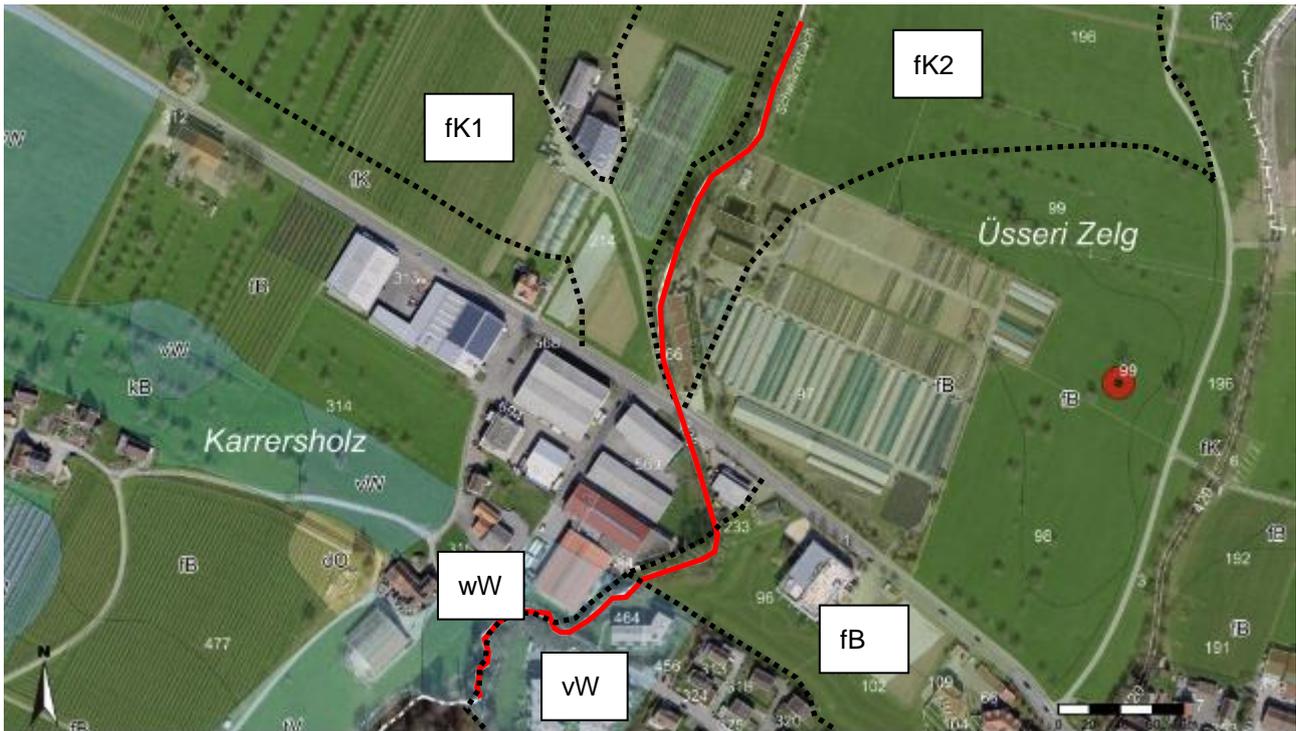


Abbildung 1 Auszug aus der Bodeninformationskarte [r] Projektperimeter rot

Am 03. März 2022 wurden durch die CSD INGENIEURE AG im Bereich des Bodenabtrages insgesamt 19 Handsondierungen (HS) und damit Profilaufnahmen des Bodens durchgeführt. Anhand der Handsondierungen wurden die wichtigsten projektrelevanten Bodeneigenschaften wie die Bodenmächtigkeit, die Bodenart, 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+). Die Interpretation hinsichtlich der Verdichtungsempfindlichkeit stützt sich auf die VSS 40 581 [g]. In dieser Norm basiert die Beurteilung der Verdichtungsempfindlichkeit in einem hohen Mass auf dem Vernässungsgrad der Böden. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die entsprechenden Informationen zusammenfassend aufgeführt.

Tabelle 1 Verdichtungsempfindlichkeit [g]

Wasserhaushalt	Verdichtungsempfindlichkeit gemäss VSS 40 581	Belastbarkeit / Befahrbarkeit gemäss VSS 40 581
Böden mit Skelettanteil von >50% kies- und steinreiche Sande mit <50% Schluff und <10% Ton	kaum empfindlich	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kaum druckempfindlich, im Allgemeinen gut mechanisch belastbar ➤ übliche Sorgfalt
senkrecht durchwaschene, normal durchlässige Böden Boden mit ausgeglichenem Luft- und Wasserhaushalt und stabilem Gefüge	schwach empfindlich	<ul style="list-style-type: none"> ➤ nach entsprechender Abtrocknung im Allgemeinen gut mechanisch belastbar ➤ übliche Sorgfalt
senkrecht durchwaschene, stau-, hang- oder grundwasserbeeinflusste Böden	normal empfindlich	<ul style="list-style-type: none"> ➤ während längerer Nassperioden sowie ausserhalb der Vegetationszeit nur eingeschränkt mechanisch belastbar ➤ Perioden mit abgetrocknetem Boden sind optimal zu nutzen ➤ erhöhte Sorgfalt beim Befahren nötig
grund- oder hangwassergeprägte, jedoch selten bis zur Oberfläche porengesättigte Böden	stark empfindlich	<ul style="list-style-type: none"> ➤ nur beschränkt mechanisch belastbar, ausser während längerer Trockenperioden ➤ eingeschränkte Maschinenwahl
häufig bis zur Oberfläche porengesättigte Böden stauwassergeprägte, selten bis zur Oberfläche porengesättigte Böden organische Böden	extrem empfindlich	<ul style="list-style-type: none"> ➤ dauernd verdichtungsgefährdet ➤ schon geringe Auflasten können die Bodenstruktur irreversibel schädigen

3.1.1 Chemische Bodeneigenschaften

Die GIS-Geoportale der Kantone weisen unter anderem auch Böden mit potenziellen Belastungen aus. Dies sind beispielsweise Böden in der Nähe von viel befahrenen Strassen, Bahngleisen, Bauwerken mit Korrosionsschutzbeschichtungen, Familiengärten oder Schiessanlagen. Mit der Karte Prüfgebiete Bodenverschiebung [t] wurden die tangierten Bodenflächen mit potentiell vorhandenen Belastungen eruiert.

Es liegt ein Eintrag entlang der Kantonsstrasse «Steinacherstrasse» vor (Abbildung 2). Der Boden könnte aufgrund des durchschnittlichen Tagesverkehrs von 2'000 < DTV < 15'000 in einem 10 m Streifen ab Fahrbahnrand chemisch belastet sein. Die Belastung rührt durch die Ableitung des Strassenabwassers über die Schulter und Gischt sowie die «normale» Verfrachtung der Schadstoffpartikel über die Luft her. Als primäre Leitsubstanzen werden Blei und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) angegeben. Sekundäre Leitsubstanzen sind die Schwermetalle Cadmium, Kupfer und Zink. Die Schadstoffe stammen vom/von:

- Treibstoff (Blei, Cadmium und PAK)
- Strassenbelag (PAK)
- Reifen (Zink, Blei und Cadmium)
- Bremsen (Kupfer)

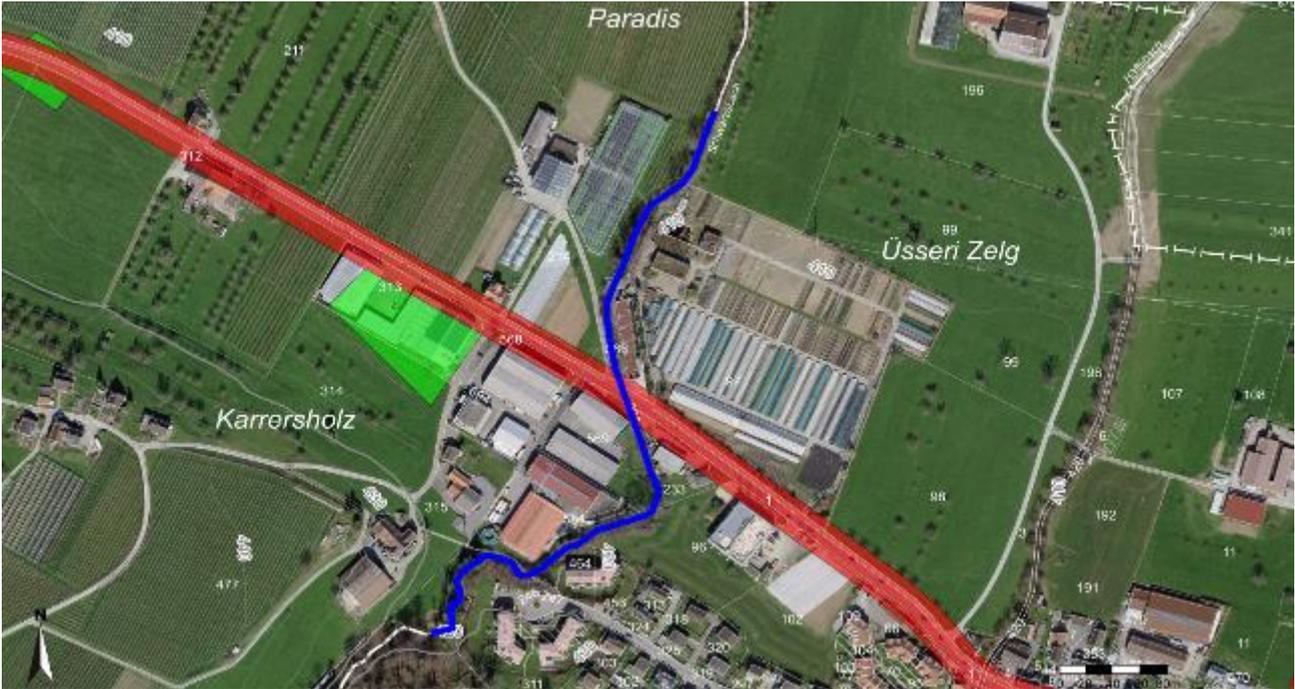


Abbildung 2 Auszug aus der Karte Prüfgebiete Bodenverschiebung [t] Projektperimeter blau

Wegen einer möglichen Belastung infolge des Strassenverkehrs wurden daher Bodenproben – Linienproben – auf den Grünflächen entlang der Steinacherstrasse genommen (Abbildung 3).

Das kantonale GIS-Geoportal gibt einen 10 m breiten Belastungsstreifen an. Innerhalb dieses Streifens ist eine Belastung des Bodens anzunehmen. Deshalb wurden die Linienproben parallel zum Strassenrand, im Abstand von 2 m und 6 m genommen (ab 6 m hob sich das Terrain wieder an, Böschung). Die Entnahme der Proben erfolgte in 3 Schichten über eine Mächtigkeit von maximal 60 cm (Tiefenstufen 0 – 20 cm, 20 – 40 cm, 40 – 60 cm). Die Bodenproben wurden jeweils mit 15 bis 20 Einstichen innerhalb einer Linie gewonnen.

Insgesamt wurden dem Labor Bachema AG 6 Bodenproben zugeschickt, von denen in einer ersten Analyse-runde nur die 2 m, 0 – 20 cm Probe analysiert wurde. Als Belastungshypothese wird davon ausgegangen, dass die Schadstoffbelastung mit zunehmender Bodentiefe und Distanz zur Belastungsquelle abnimmt. Unterschreitet die analysierte Probe den Richtwert nach VBBo [c] entfallen die übrigen Laboranalysen.

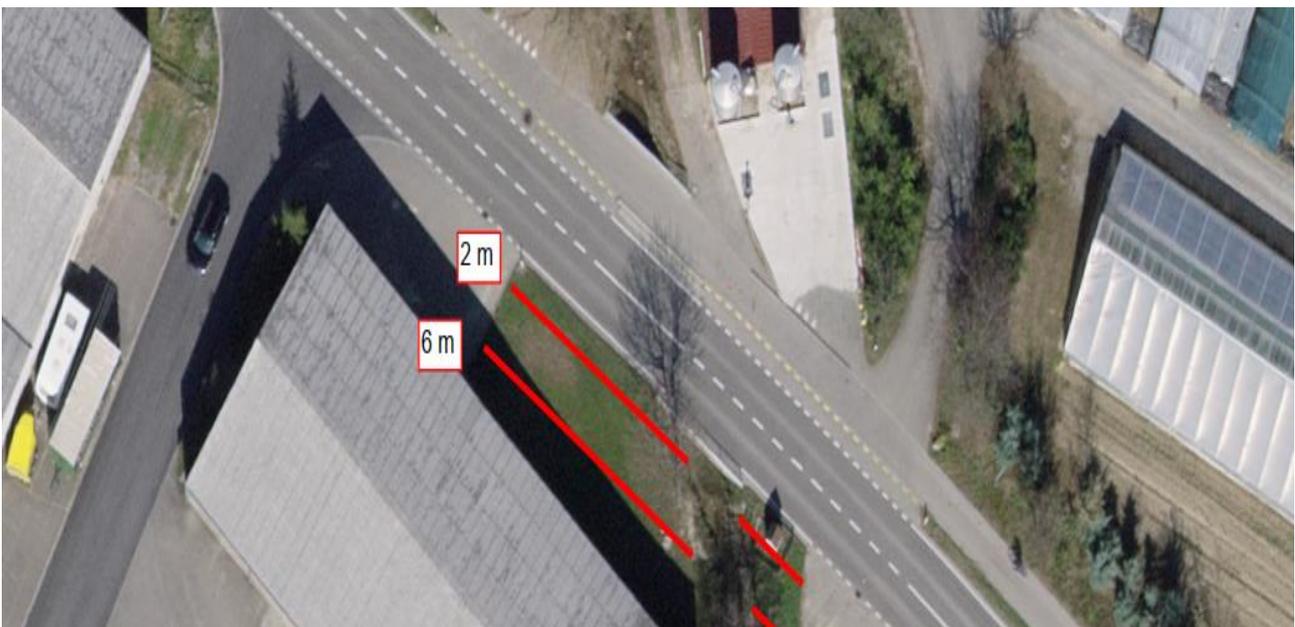


Abbildung 3 Standorte Linienproben

3.1.2 Biologische Bodenbelastung

Eingewanderte Arten, sogenannte invasive Neophyten, darunter etwa die spätblühende und kanadische Goldrute, der Japan-Knöterich oder der Riesenbärenklau, verdrängen einheimische Pflanzenarten und sind unter anderem auch darum problematisch. Arten wie das Erdmandelgras können auf Ackerkulturen zu schwer bekämpfbaren Unkräutern werden. Acker-Kratzdisteln zählen auf landwirtschaftlichen Flächen zu den Problem-pflanzen, da sie in den angrenzenden landwirtschaftlichen Kulturen zu Ernteeinbussen führen und die Qualität von Viehweiden, Streu und Heu stark mindern.

Gemäss der im kantonalen GIS-Geoportal verfügbaren Grundlagenkarte Neophytenstandorte [v] sind im Projektperimeter Vorkommen von invasiven Neophyten verzeichnet. Es handelt sich dabei um den Japanischen Staudenknöterich (*Reynoutria japonica*). Gemäss Angaben im kantonalen GIS-Geoportal werden sie grösstenteils bekämpft, lediglich zwei Standorte sind «nur» als erfasst klassiert.

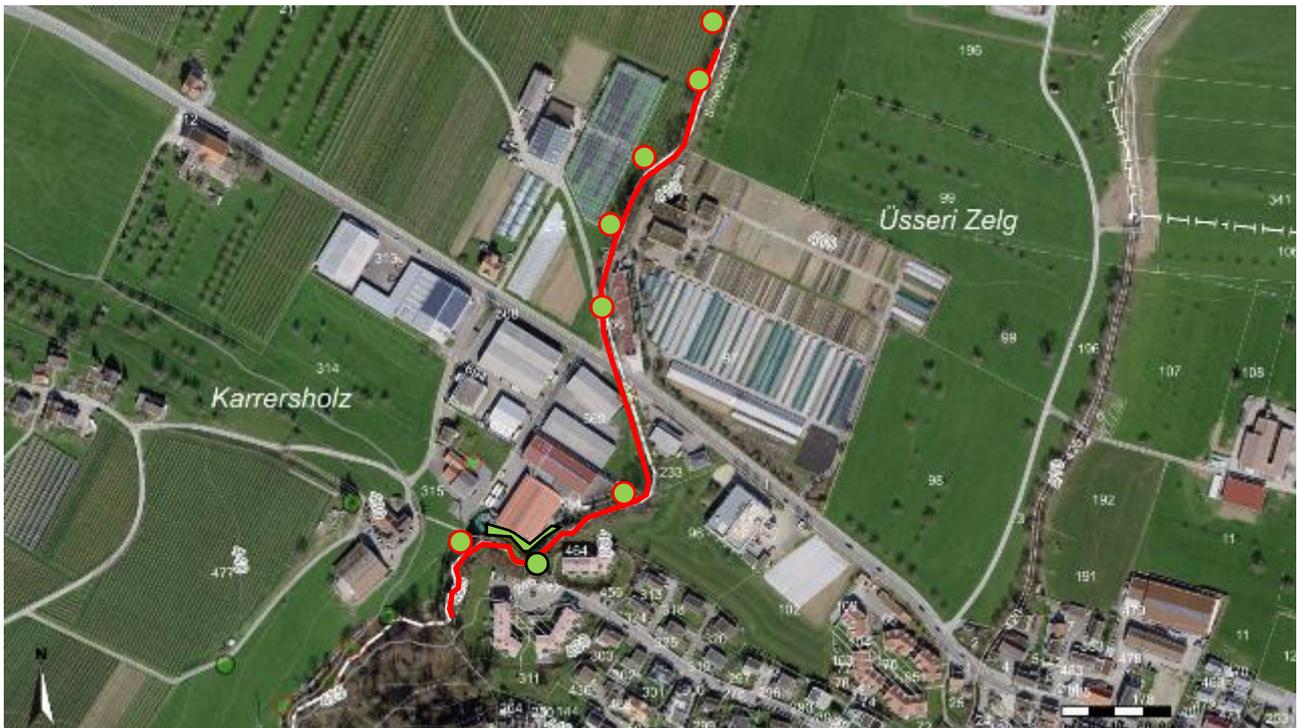


Abbildung 4 Auszug aus der Karte Neophytenstandorte [v]; Status: rot umrandet: Bekämpfung, schwarz umrandet: erfasst

3.1.3 Belastung durch Fremdstoffe

Auf Fremdstoffe oder andersartige problematische Einzelstücke wie Plastik oder Metalle wurde im Rahmen der Bodenaufnahmen Augenmerk gelegt.

3.1.4 Fruchtfolgeflächen

Gemäss Angaben im kantonalen GIS-Geoportal sind Fruchtfolgeflächen im Nahbereich zum Schwärzebach vorhanden, die im Rahmen dieses Projektes auch temporär und definitiv tangiert werden.

4 Ergebnisse Bodenaufnahme

4.1 Physikalische Eigenschaften

Anhand der durchgeführten Bodenaufnahmen werden im nachfolgenden Kapitel die Bodeneigenschaften der durch das Projekt tangierten Böden beschrieben.



Abbildung 5 Orthophoto mit Standorten der Handsondierungen (FFF-Flächen gelb gestrichelt)

Gemäss den Bodenaufnahmen vom 03. März 2022 können folgende Bodeninformationen aufgeführt werden, Standorte siehe Abbildung 5:

Feinerdekörnung

- **Landwirtschaftsfläche (HS1, HS17):** Bei den vorgefundenen Böden handelt es sich im Oberboden um einen lehmreichen Sand (Tongehalt 10 – 15%) und sandigen Lehm (Tongehalt 15 – 20%) und im Unterboden um einen um einen lehmreichen Sand (Tongehalt 10 – 15%) und Lehm (Tongehalt 20 – 30%).

- **Bestockte Flächen, Waldböden (HS2, HS4, HS5, HS8):** Bei den vorgefundenen Böden handelt es sich im Oberboden um einen lehmreichen Sand (Tongehalt 10 – 15%) und sandigen Lehm (Tongehalt 15 – 20%) und im Unterboden um einen um einen lehmreichen Sand (Tongehalt 10 – 15%), sandigen Lehm (Tongehalt 15 – 20%) bis Lehm (Tongehalt 20 – 30%).
- **Sandbänke (HS6, HS7):** Es handelt sich um sandiges Ausgangsmaterial, Flusssedimente, nicht um Boden.
- **Künstliche Dämme (HS3, HS10, HS11, HS13, HS15, HS18):** Bei den vorgefundenen Böden handelt es sich im Oberboden um einen lehmigen Sand (Tongehalt 5 – 10%), lehmreichen Sand (Tongehalt 10 – 15%) und sandigen Lehm (Tongehalt 15 – 20%) und im Unterboden, nur bei HS18 vorhanden, um einen um einen lehmreichen Sand (Tongehalt 10 – 15%).
- **Fruchtfolgeflächen (HS9, HS12, HS14, HS16):** Bei den vorgefundenen Böden handelt es sich im Oberboden um einen sandigen Lehm (Tongehalt 15 – 20%) und im Unterboden um einen um einen sandigen Lehm (Tongehalt 15 – 20%) bis Lehm (Tongehalt 20 – 30%).

Bodenmächtigkeit

- Die angetroffenen Oberbodenmächtigkeiten liegen zwischen 20 – 40 cm und die Unterbodenmächtigkeiten zwischen 0 – 70 cm (Tabelle 2).

Tabelle 2 Handsondierungen mit Bodenmächtigkeiten, OB Oberboden, UB Unterboden

HS1	OB: 20 cm	UB: 40 cm	HS10	OB: 40 cm	UB: - cm
HS2	OB: 15 cm	UB: 45 cm	HS11	OB: 80 cm	UB: - cm
HS3	OB: 100 cm	UB: - cm	HS12	OB: 30 cm	UB: 90 cm
HS4	OB: 20 cm	UB: 40 cm	HS13	OB: 40 cm	UB: - cm
HS5	OB: 30 cm	UB: 70 cm	HS14	OB: 20 cm	UB: 100 cm
HS6	OB: - cm	UB: - cm	HS15	OB: 40 cm	UB: - cm
HS7	OB: - cm	UB: - cm	HS16	OB: 40 cm	UB: 80 cm
HS8	OB: 30 cm	UB: 70 cm	HS17	OB: 20 cm	UB: 70 cm
HS9	OB: 30 cm	UB: 70 cm	HS18	OB: 20 cm	UB: 20 cm

Vernässungsanzeichen

- Verschieden starke Vernässungsanzeichen in Form von Mangankonkretionen und/oder Rostflecken wurden bei HS1, HS2, HS3, HS5, HS8 und HS9 im Unterboden festgestellt. Der Boden bei HS1 ist senkrecht durchwaschen und stauwasserbeeinflusst, pseudogleyig (I2). Der Boden bei HS2, HS3, HS5, HS8 und HS9 ist aber senkrecht durchwaschen und normal durchlässig, es herrschen hier nur geringe Einflüsse von Vernässungen vor – temporäre und kurzzeitige Vernässungen. Der Boden bei HS8 ist nur schwach gleyig (G2).

Skelettgehalt

- Die untersuchten Böden weisen geringe Skelettgehalte auf. Die Böden sind skelettarm (0 – 5 Volumen-%) bis schwach skeletthaltig (5 – 10 Volumen-%) im Oberboden und skelettarm (0 – 5 Volumen-%) bis schwach skeletthaltig (5 – 10 Volumen-%) im Unterboden.

Verdichtungsempfindlichkeiten

- Die im Projektperimeter vorkommenden Böden lassen in Bezug auf ihren Wasserhaushalt grundsätzlich in zwei Kategorien unterteilen, schwach verdichtungsempfindlich (HS2 - 18) und normal verdichtungsempfindlich (HS1).

Besonderheiten

- In Bereichen in denen der Schwärzebach keine steilen Böschungen aufweist und die Bachsohle etwas breiter ausgestaltet ist, haben sich aufgrund der Veränderung der Fliessgeschwindigkeiten und zunehmender Auflandung Sandbänke gebildet, dazugehörige Sondierstandorte HS6 und HS7. Bei nahezu allen Böden fand sich eine Kalkreaktion bis in den Oberboden. Eine Ausnahme bildet der Sondierstandort HS2 – Waldböschung, saurer Boden. Die bestockten Böschungsböden im Nahbereich des Schwärzebaches weisen alle eine Kalkreaktion bis in den Oberboden auf. Dasselbe gilt für die bodenkundlich aufgenommenen Fruchtfolgeflächen. Dies ist einerseits auf das Ausgangsmaterial Alluvionen zurückzuführen, andererseits auch auf anthropogene Eingriffe in der Vergangenheit zur Verhinderung von Hochwasserereignissen (Auffüllungen, beispielsweise bei HS10 und HS11).

4.2 Chemische Eigenschaften

Auf den benachbarten Grünflächen des Bachdurchlasses an der Steinacherstrasse wurden Bodenproben entnommen und im Labor der Bachema AG auf die Parameter Blei, Cadmium, Kupfer, Zink, Benzo(a)pyren und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) analysiert. Es sei hierfür auch auf das Kapitel 3.1.1 Chemische Bodeneigenschaften verwiesen. In der ersten Analyserunde wurde die Linienprobe LP2 m 0 – 20 cm analysiert, diese unterschreitet für alle untersuchten Parameter die Richtwerte gemäss VBBo [c]. Auf weitere Analysen wurde verzichtet, da gemäss der Belastungshypothese angenommen werden kann, dass der Boden in grösserer Distanz zur Kantonsstrasse und in grösserer Bodentiefe die Richtwerte ebenfalls unterschreiten wird. Der gesamte abgetragene Boden im Bereich des Bachdurchlasses an der Steinacherstrasse gilt als unbelastet und ist gemäss der Richtlinie Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung [d] uneingeschränkt verwertbar, respektive verwertungspflichtig (vp).

Tabelle 3 Analyseresultate der Bachema AG

Probe	Entnahmetiefe	Blei [mg/kg]	Cadmium [mg/kg]	Kupfer [mg/kg]	Zink [mg/kg]	Benzo(a)pyren [mg/kg]	Summe PAK [mg/kg]
LP 2 m	0 - 20	42	0.4	24	89	0.09	0.95
Richtwerte VBBo		50	0.8	40	150	0.2	1
Prüfwerte VBBo		200	2	150	300	1	10

Im Rahmen der Bodenaufnahmen ergaben sich überdies keine weiteren Hinweise auf eine allfällige chemische Belastung des Bodens wie beispielsweise Fremdbestandteile, Farbe oder Geruch. Falls während den Bodenarbeiten Hinweise auf Bodenbelastungen auftreten sollten, ist die BBB zu informieren und allfällige Bodenproben zu entnehmen und analysieren.

4.3 Biologische Belastung / Neophyten

Das Vorkommen von invasiven Neophyten konnte im Zusammenhang mit den Bodenaufnahmen am 03. März 2022 nur schwer beurteilt werden. Die Ufervegetation, Sträucher, waren teilweise schon zurückgeschnitten und/oder der japanische Knöterich kaum sichtbar (die Begehung fand auch ausserhalb der Vegetationsperiode des japanischen Knöterichs statt). Aus dem Bericht der Fröhlich Wasserbau AG [w] geht aber hervor, dass auf der Parzelle 214 grosse Vorkommen von japanischem Knöterich bekannt sind.

Da die Ausdehnung der Neophytenbestände nicht konstant ist und sich bis Baubeginn noch verändern wird, wird vor Baubeginn respektive vor dem Bodenabtrag nochmals eine Erhebung der Neophytenstandorte durchgeführt. Ein Auffinden von weiteren Standorten und invasiven Neophytenarten ist nicht auszuschliessen. Werden vor Baubeginn neue invasive Neophytenarten erfasst, sind die Bekämpfungsmassnahmen entsprechend anzupassen.

Vor Baubeginn werden die Bereiche mit invasiven Neophyten von der BBB markiert und der Unternehmer wird angeleitet, wie mit den Pflanzenteilen gemäss den kantonalen Vorgaben [I] – [o] umzugehen ist.

Die anfallenden oberirdischen Pflanzenteile von invasiven Neophyten werden vor dem Bodenabtrag abgeschnitten und in einer Kehrichtverbrennungsanlage oder – nach Rücksprache mit dem Betreiber – in einer professionell geführten Kompostier- oder Vergärungsanlage mit thermophiler Hygienisierung entsorgt (kein Gartenkompost und keine Feldrandkompostierung). Das Pflanzenmaterial darf nicht zwischengelagert werden.

Boden, welcher mit dem japanischen Knöterich bewachsen ist, gilt nach FrSV Anhang 2 [e] als biologisch belastet. Wird Boden in diesem Bereich ausgehoben, gelten die Richtwerte für biologische Belastung gemäss Merkblatt 214 Umfang mit invasiven Neophyten [m].

Tabelle 4 Richtwerte für das Ausmass der biologischen Belastung [m]

Pflanzenart	Tiefe	Radius um die Pflanze
Reynoutria japonica	3 m	3 m

Gemäss der Richtlinie Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung [d] und Art. 7 Abs. 2 Bst. b VBBo darf abgetragener Boden nur dann aufgebracht werden, wenn dadurch der vorhandene Boden am Ort des Aufbringens biologisch nicht zusätzlich belastet wird. Falls eine oder mehrere invasive gebietsfremde Pflanzenarten oder ihre fortpflanzungsfähigen Teile im Boden vorkommen, ist die Verwertung des belasteten Bodens an einem anderen Ort als dem Entnahmeort zulässig, sofern eine etablierte Massnahme, beispielsweise eine bestimmte Form der Bewirtschaftung, welche nachweislich die Weiterverbreitung der Art verhindert, am Ort der Verwertung anwendbar ist und ausgeführt wird. Die Verwertung des mit einer oder mehreren invasiven gebietsfremden Pflanzenarten oder mit deren fortpflanzungsfähigen Teile belasteten Bodens ist am Entnahmeort ebenso zulässig, sofern durch das Auf- oder Einbringen keine Ausbreitung der Art an andere Orte als den Entnahmeort stattfindet.

Zur Verhinderung der Ansiedlung von Neophyten werden angelegte Böden und Brachflächen so schnell wie möglich mit geeigneten Saatmischungen angesät.

Während der Bauphase werden Bodenzwischenlager begrünt und das Aufkommen von invasiven Neophyten wird fachgerecht gemäss den untenstehenden Tabellen bekämpft (Zuständigkeit Anweisungen: BBB; Umsetzung: Unternehmer).

4.4 Belastung durch Fremdstoffe

Im Rahmen der Bodenaufnahmen am 03. März 2022 wurden keine Fremdstoffe im Boden gefunden. Es fanden sich aber teilweise problematische Abfälle wie Altmetalle und Plastikverpackungen, PET-Flaschen und andere Plastikabfälle wie Planen entlang des Bachlaufs, insbesondere auf der Parzelle 214 entlang des Zufahrtsweges vor den Gewächshäusern und entlang der Gewächshäuser.



Abbildung 6 Abfälle entlang des Bachlaufs, Standort: Parzelle 214

Der Abfall ist vor Baubeginn einzusammeln, damit der Boden gemäss der Richtlinie Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung [d] wiederverwertet werden kann. Weist der Boden problematische Fremdstoffe wie Plastikabfälle, Altmetalle und dergleichen auf, darf er nicht verwertet werden.

4.5 Fruchtfolgeflächen (FFF)

Durch das Bauvorhaben werden Fruchtfolgeflächen temporär und definitiv beansprucht (Abbildung 7):

- Temporäre Beanspruchung ohne Bodenabtrag: Installationsfläche von 260 m² (hellorange)
- Definitive Beanspruchung ohne Bodenabtrag: Gewässerraum von 2'500 m² (grün)
- Definitive Beanspruchung mit Bodenabtrag: Gewässeraufweitung von 1'430 m² (dunkelorange)

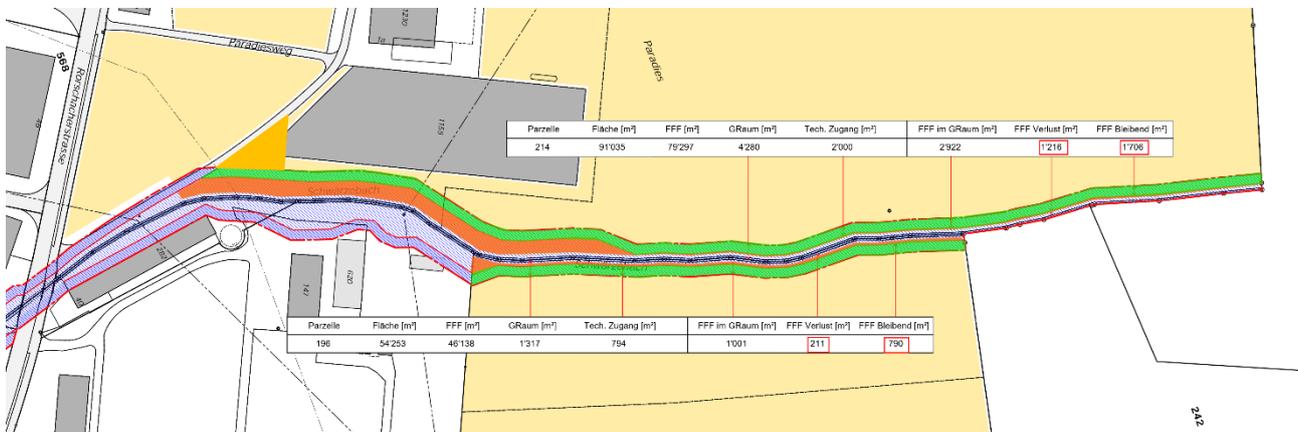
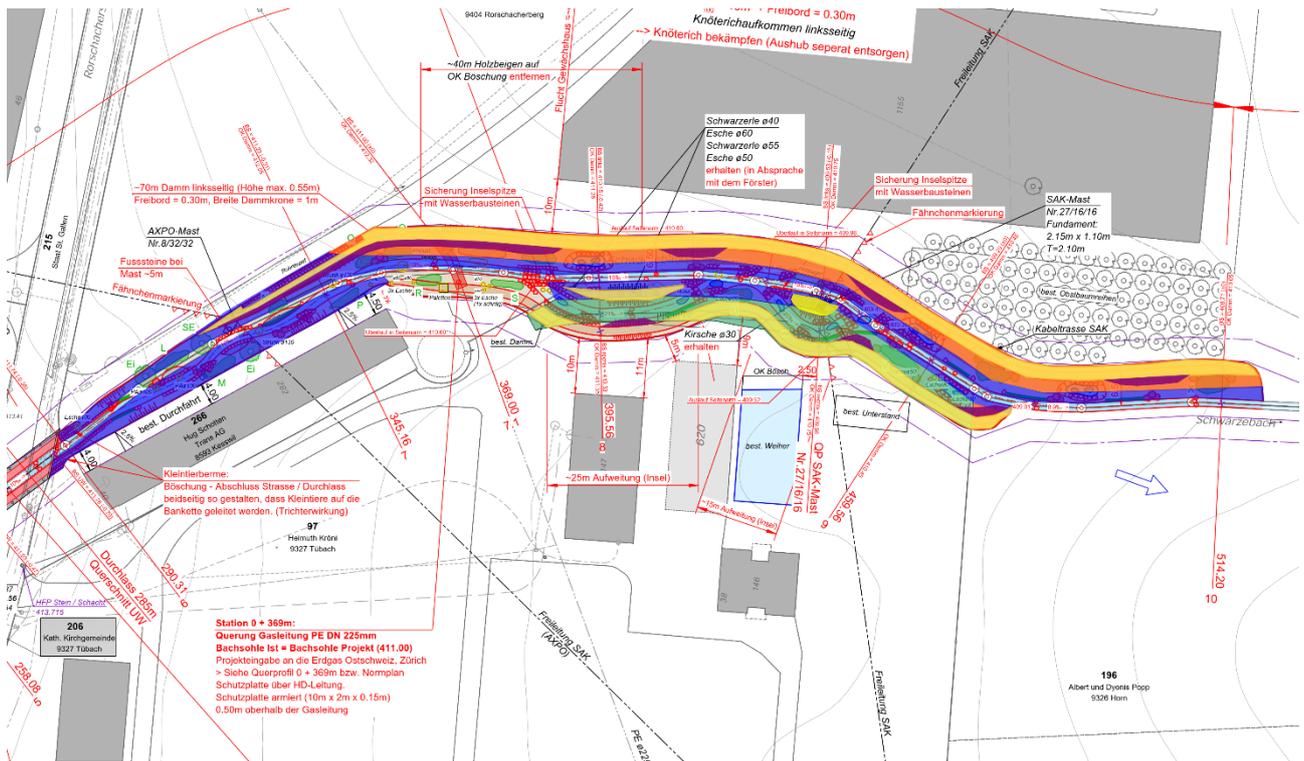


Abbildung 7 Fruchtfolgeflächenverbrauch

4.6 Rekultivierbarkeit der angetroffenen Böden

Bei HS1 fand sich ab 60 cm ein Übergangshorizont BC-Horizont. Dieser war von der Farbgebung her grau-braun und ist aufgrund des hohen Tongehaltes von 31%, einem zusätzlich ungünstigen Gefüge – Polyedergefüge bis Kohärentgefüge – und der Vernässung nicht rekultivierbar. Der anfallende Landwirtschaftsboden und anfallende Böden aus dem Bereich der Fruchtfolgeflächen sind für Rekultivierungen auf Landwirtschaftsflächen gut geeignet. Der anfallende Boden aus dem Bereich der bestockten Flächen sollte aufgrund der Beschaffenheit des Bodens und der hohen Anteile an Wurzeln wieder für Rekultivierungen im Bereich von bestockten Flächen stattfinden. Das Bodenmaterial im Bereich der künstlichen Dämme eignet sich nicht für Rekultivierungen auf Landwirtschaftsflächen, da es teilweise Fremdstoffe enthält und von der Gefügestruktur her nicht optimal ist (lehmiger Sand, Tongehalt 5 – 10%).



- Bodenabtrag Bestockte Flächen. Waldboden
- Bodenabtrag Landwirtschaftsboden überirer Bereich
- Bodenabtrag Landwirtschaftsboden Bereich FFF
- Bodenauftrag Dammminnenböschung
- Bodenauftrag Dammkrone, Dammaussenböschung

Abbildung 9 Auszug aus dem Situationsplan östlich des Durchlasses

Bodenabtrag

Für die lokalen Geländevertiefungen, die Aufweitung des Schwärzebaches mit Einschnittböschungen und Dämmen und den dazugehörigen Strukturelementen wie Grobholzfängen, Steinsporen und Wasserbausteinen muss Boden abgetragen werden. Der Bodenabtrag erfolgt im Vorkopf-Verfahren vom C-Horizont, befestigten Strassen oder von lastverteilenden Massnahmen, wie Baupisten oder Baggermatratzen, aus. Der Ober- und der Unterboden wird, falls vorhanden, getrennt abgetragen. Bei trockenen Bodenbedingungen (< 10 cbar) können die Bodenarbeiten mit Raupenfahrzeugen auch vom gewachsenen Oberboden erfolgen, sofern die maschinenspezifische Einsatzgrenze erreicht wird siehe Abbildung 10. Detailliertere Ausführungen zum Umgang mit dem Boden sind im Anhang A aufgeführt.

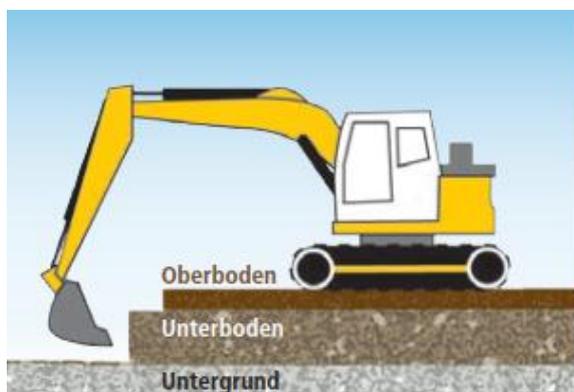


Abbildung 10 Schema Bodenabtrag von gewachsenem Terrain aus [f]

Es werden auf rund 1'210 m² Boden temporär abgetragen und auf rund 3'360 m² Boden definitiv. Im Bereich der bestockten Flächen, Waldflächen, westlich des Durchlasses (Abbildung 8) ist mit durchschnittlich 25 cm Oberboden und 55 cm Unterboden zu rechnen, im Bereich östlich des Durchlasses (Abbildung 9) mit 50 cm Oberboden. Im Bereich der übrigen Landwirtschaftsflächen ist mit einem durchschnittlichen Bodenaufbau von 20 cm Oberboden und 55 cm Unterboden, im Bereich der Landwirtschaftsflächen der Fruchtfolgeflächen (Abbildung 9) mit 30 cm Oberboden und 85 cm Unterboden zu rechnen. Naturgemäss können die lokalen Bodenmächtigkeiten aber vom angegebenen Durchschnittswert abweichen. Der Bodenabtrag ist immer den tatsächlichen Verhältnissen und in Absprache mit der BBB anzupassen. Hierfür erfolgen in der Anfangsphase entsprechende Bodenbeurteilungen der BBB gemeinsam mit dem Maschinisten.

Es fallen durch den kompletten Bodenabtrag rund 1'320 m³ Oberboden und 2'600 m³ Unterboden an, siehe Tabelle 5 (die anfallenden Bodenmengen sind zusätzlich nach Qualität, bestockter Boden und Waldboden, Landwirtschaftsboden und Landwirtschaftsboden aus dem Bereich FFF aufgeschlüsselt). Es wird überdies mit biologisch belastetem Bodenmaterial gerechnet. In einer ersten Abschätzung rund 30 m³ Oberboden und 20 m³ Unterboden (Standorte aus Neophytenkarte, Radius 3 m um Vorkommen).

Tabelle 5 Übersicht Bodenbeanspruchung und anfallendes Bodenmaterial*

Boden	Oberboden/ Unterboden	Mächtigkeit Ø [m]	Definitive Bodenbeanspruchung				Temporäre Bodenbeanspruchung				Total anfallender Boden Kubatur [m ³]	Lagerbedarf für anfallenden Boden Waldepot* benötigte Fläche [m ²]	
			Fläche [m ²]	Kubatur [m ³]	davon unbelastet	davon biologisch belastet	mit Abtrag		davon unbelastet	ohne Abtrag (Installationsplatz, Bodendepots)			
							Kubatur [m ³]	Fläche [m ²]					Kubatur [m ³]
Waldboden, bestockte Flächen östlich	OB	0.50		220	200	20		90	90			310	200
	UB	-	430	-	-	-	180	-	-			-	-
Waldboden, bestockte Flächen, westlich	OB	0.25	1'310	330	320	10	170	40	40	5'700		370	240
	UB	0.55		720	700	20		90	90		810	540	
Landwirtschaftsboden Bereich FFF	OB	0.30	860	260	260	-	570	170	170			430	280
	UB	0.85		730	730	-		480	480	1'210	800		
Landwirtschaftsboden Bereich übrige	OB	0.20	760	150	150	-	290	60	60			210	140
	UB	0.55		420	420	-		160	160	580	380		
SUMME (gerundet)	OB		3'360	960	930	30	1'210	360	360	5'700		1'320	860
	UB			1'870	1'850	20		730	730		2'600	1'720	
TOTAL			3'360	2'830	2'780	50	1'210	1'090	1'090	5'700	3'920	2'580	

* Da nicht jede einzelne betroffene Bodenfläche bodenkundlich aufgenommen werden konnte, wurden diese anhand der lokalen Gegebenheiten, Durchschnittsabtragsmächtigkeiten pro Kategorie übrige Landwirtschaftsfläche, Landwirtschaftsfläche FFF, Boden aus bestockten Flächen, Waldflächen, zugeordnet. Die Mengenangaben sind in der Tabelle 5 gerundet. Annahme: Auflockerungsfaktor und Setzungsmass sind in etwa gleich gross und werden deshalb vernachlässigt.

Zwischenlagerung

Der Ober- und Unterboden wird in separaten Waldepots, Oberboden rund 2.5 m, Unterboden rund 4.0 m hoch, zwischengelagert. Detailliertere Ausführungen zum Umgang mit dem Boden sind im Anhang A aufgeführt. Es werden rund 2'580 m² für die Bodendepots benötigt, siehe Tabelle 5.

Baupiste

Die Standorte der temporären Zugänge sind im Landerwerbsplan im Anhang C ersichtlich. Sofern eine Baupiste auf gewachsenem Boden erstellt wird, ist der Aufbau folgendermassen: Auf den gewachsenen Boden wird eine mindestens 50 cm mächtige Kiesschicht – kein Recyclingkies – auf einer 5 cm Sandschicht, oder Holzschnitzel, oder Geotextil geschüttet. Detailliertere Ausführungen zum Umgang mit dem Boden sind im Anhang A aufgeführt.

Installationsflächen

Die Standorte der Installationsflächen sind im Landerwerbsplan im Anhang C ersichtlich. Für die Erstellung auf gewachsenem Boden gilt folgendes: 50 cm unverschmutztes Kies wird auf eine 5cm Sandschicht, oder Holzschnitzel, oder Geotextil ohne vorgängiges abhumusieren geschüttet. Detailliertere Ausführungen zum Umgang mit dem Boden sind im Anhang A aufgeführt.

5.2 Bodenauftrag und Rekultivierungsziel

Im Allgemeinen orientiert sich das Rekultivierungsziel an den natürlichen, standorttypischen Verhältnissen vor dem Eingriff [a]. Der Boden soll jeweils möglichst am Abtragsort wieder aufgetragen werden, so entsteht keine Vermischung von unterschiedlichen Bodenqualitäten (das Bodenmaterial aus dem Bereich der bestockten Flächen, Waldboden, entlang des Schwärzebaches soll auch wieder auf den Dammkronen und Dammböschungen angelegt werden, Bodenmaterial aus dem Bereich der Landwirtschaftsflächen möglichst wieder auf Landwirtschaftsflächen).

Bodenauftrag

Im Bereich der Dammkrone und der Dammaussenböschung wird 25 cm Oberboden und 55 cm Unterboden locker aufgetragen (Ausgangszustand: Boden bestockte Flächen, Wald westlich des Durchlasses 20 cm Oberboden und 55 cm Unterboden). Hierfür werden rund 220 m³ unbelasteter Oberboden und 490 m³ unbelasteter Unterboden aus dem Bereich der bestockten Flächen, Waldflächen, gebraucht, siehe Tabelle 6.

Im Bereich Damminnenböschung wird 10 cm Oberboden wiederangelegt. Hierfür werden 20 m³ unbelasteter Oberboden aus dem Bereich der bestockten Flächen, Waldflächen, benötigt.

Detailliertere Ausführungen zum Umgang mit dem Boden sind im Anhang A aufgeführt.

Da der Boden nicht lange zwischengelagert wird, dürften allfällige Bodenverluste verschwindend gering ausfallen und werden daher im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt.

Tabelle 6 Übersicht für die Rekultivierung benötigtes Bodenmaterial

Boden	Oberboden/ Unterboden	Mächtigkeit [m]	Bodenauftrag innerhalb Projekt		davon unbelastet	davon biologisch belastet
			Fläche [m ²]	Kubatur [m ³]	Kubatur [m ³]	Kubatur [m ³]
Dammkrone, Dammböschung aussen	OB	0.25	890	220	220	-
	UB	0.55		490	490	-
Dammböschung innen	OB	0.10	170	20	20	-
	UB	-		-	-	-
SUMME (gerundet)	OB		1'060	240	240	-
	UB			490	490	-
	TOTAL		1'060	730	730	-

Bodenbilanz

Nach den Rekultivierungen verbleibt ein Überschuss von rund 3'190 m³ Bodenmaterial (davon 1'050 m³ unbelasteter Oberboden, 30 m³ biologisch belasteter Oberboden, 2'090 m³ unbelasteter Unterboden und 20 m³ biologisch belasteter Unterboden), siehe Tabelle 7. Das Bodenmaterial wird auf der Baustelle zwischengelagert und nach Möglichkeit für weitere Rekultivierungen ausserhalb des Projektperimeters wiederverwertet. Ausnahme bildet das biologisch belastete Ober- und Unterbodenmaterial, das in einer Materialentnahmestelle, oder Deponie Typ A entsorgt wird. Das biologisch belastete Bodenmaterial wird entsorgt, da eine Weiterverbreitung projektintern oder auf externen Flächen nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann und der biologisch belastete Boden sich aufgrund der Herkunft – bestockte Flächen, Waldboden – auch nicht für eine Wiederverwertung auf Landwirtschaftsflächen eignet und sich invasive Neophyten entlang von Verkehrswegen schnell verbreiten können. Gemäss der Richtlinie Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung [d] ist eine Weiterverbreitung der invasiven Neophyten zwingend zu verhindern, ansonsten kann er nicht wiederverwertet werden.

Es muss kein Boden zugeführt werden.

Tabelle 7 Bodenbilanz

Boden	Oberboden/ Unterboden	Total anfallender Boden			Bodenauftrag		Bilanz		
		Kubatur [m ³]	davon unbelastet	davon biologisch belastet	Kubatur [m ³]	davon unbelastet	Kubatur [m ³]	davon unbelastet (externe Verwertung)	davon biologisch belastet (Entsorgung)
			Kubatur [m ³]	Kubatur [m ³]		Kubatur [m ³]		Kubatur [m ³]	Kubatur [m ³]
Waldboden, bestockte Flächen östlich des Durchlasses	OB	310	290	20	-	-	310	290	20
	UB	-	-	-	-	-	-	-	-
Waldboden, bestockte Flächen westlich des Durchlasses	OB	370	360	10	240	240	130	120	10
	UB	810	790	20	490	490	320	300	20
Landwirtschaftsboden Bereich FFF	OB	430	430	-	-	-	430	430	-
	UB	1'210	1'210	-	-	-	1'210	1'210	-
Landwirtschaftsboden Bereich übrige	OB	210	210	-	-	-	210	210	-
	UB	580	580	-	-	-	580	580	-
SUMME (gerundet)	OB	1'320	1'290	30	240	250	1'080	1'050	30
	UB	2'600	2'580	20	490	490	2'110	2'090	20
	TOTAL	3'920	3'870	50	730	740	3'190	3'140	50

5.3 Folgebewirtschaftung und Zwischenbegrünung

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 ist auch darauf zu achten, dass beim Bewirtschaften nicht mit den schweren Geräten bei ungünstigen Verhältnissen auf der rekultivierten Fläche gefahren wird. Generell gilt, dass keine Fahrspuren entstehen dürfen.

6 Fachbauleitung Boden

Die Ausführungsphase wird fachtechnisch von einer bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) begleitet. Im vorliegenden Projekt wird die BBB durch die CSD INGENIEURE AG durchgeführt.

- 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.
- Mittels 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 nimmt an bodenrelevanten Bausitzungen teil.
- 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. Mai 2022

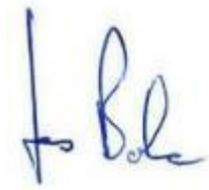
Projektbeteiligte

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

Nadine Meier (Projektleitung Stv., MSc Umweltnaturwissenschaften ETH Zürich)

Jens Bohne (Koreferat, Dipl. Ingenieur Agronom, BGS zert. Bodenkundlicher Baubegleiter)

CSD INGENIEURE AG



ppa. Jens Bohne
Geschäftsleiter Umwelt, Geologie, Wasser



ppa. Letizia Blumer
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 Grundsätze und Massnahmen im Umgang mit Boden

Einleitung

Als Boden gilt die oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können (Art. 7 Abs. 4 bis, Umweltschutzgesetz). Dieser besteht normalerweise aus einem A-Horizont, auch Oberboden und einem B-Horizont, auch Unterboden genannt. Darunter folgt der sogenannte C-Horizont, auch Untergrund oder Ausgangsmaterial genannt, welcher nicht Gegenstand dieses Konzeptes ist.

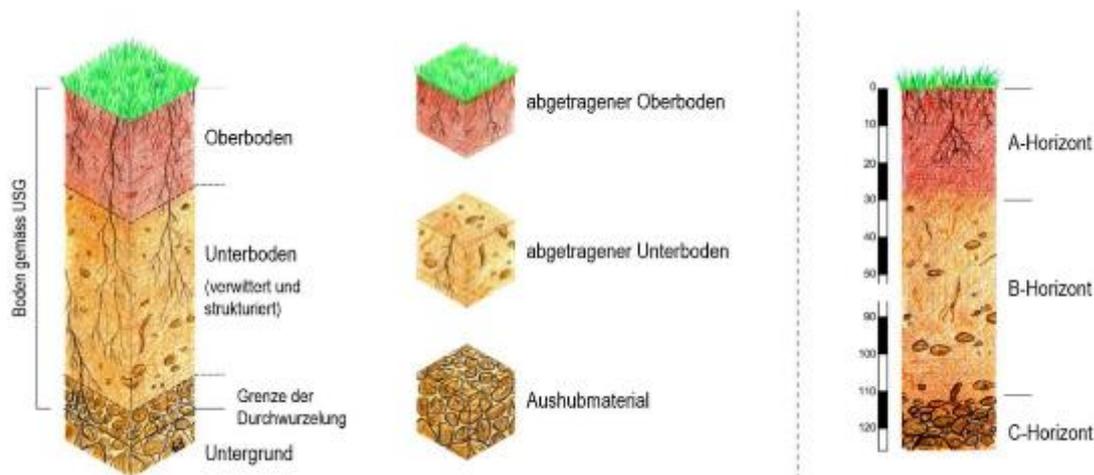


Abbildung 11 Schema Bodenaufbau [f]

Boden besteht zu etwa 50% aus Poren und zu etwa 50% aus festen Bestandteilen. Diese ermöglichen die Zirkulation von Luft, Wasser und von Nährstoffen, die den Boden fruchtbar halten.

In Abhängigkeit von der Feuchtigkeit wird ein Boden unter Belastung plastisch verformt und irreversibel verdichtet. Zur Überwachung der Bodenfeuchtigkeit (und somit seiner Tragfähigkeit) können Tensiometer eingesetzt werden, welche die Saugspannung als Mass der Feuchte des Bodens messen (in cbar).

Es entspricht dem gesetzlichen Auftrag, den Boden zu schützen: Art. 6 der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBö) vom 1. Juli 1998 besagt, dass, wer Anlagen erstellt oder den Boden bewirtschaftet, unter Berücksichtigung der physikalischen Eigenschaften und der Feuchtigkeit des Bodens Fahrzeuge, Maschinen und Geräte so auswählen und einsetzen muss, dass Verdichtungen und andere Strukturveränderungen des Bodens vermieden werden, welche die Bodenfruchtbarkeit langfristig gefährden.

Ziel des vorliegenden Bodenschutzkonzeptes ist es, im Hinblick auf den Umgang mit Boden während der Planungsphase (Submission) und für den Bau Vorgaben zu machen, welche sicherstellen, dass der Boden als Ökosystem behandelt wird und wieder als Boden verwendet werden kann.

In erster Linie richtet sich das Bodenschutzkonzept nach der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBö) sowie dem Leitfaden Boden und Bauen (BAFU). Für die Umsetzung der physikalischen Bodenschutzmassnahmen sind zudem die VSS-Normen Erdbau und Boden (VSS 40 581) massgebend. Im Bereich der chemischen Bodenschutzmassnahmen gilt die Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung. Verwertungseignung von Boden. Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen des BAFU.

Allgemeine Bodenschutzmassnahmen

Massgebend für die Umsetzung der Bodenschutzmassnahmen sind die Vorgaben der FSKB-Rekultivierungsrichtlinie. Entscheidend für das Befahren und Bearbeiten des Bodens ist die Bodenfeuchte. Ob Bodenarbeiten durchführbar sind, wird anhand der gemessenen Saugspannung, in der Regel in einer Tiefe von 35 cm bestimmt. Für Böden mit Tongehalten <30% gilt folgende Regelung:

Tabelle 8 Zulässigkeit von Bodenarbeiten in Abhängigkeit der Saugspannung [f]

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.
> 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, lässt sich direkt im Feld der diesbezügliche Zustand gemäss den Angaben in der

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 12 abschätzen.

Abbildung 12 Feldmethode zur Abschätzung der Saugspannungswerte [f]

- 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.

Baupisten / Installationsplätze

- Für Installationsflächen und Baupisten auf gewachsenem Boden wird vorgängig nicht abhumusiert. Installationsflächen und Baupisten werden direkt auf den bewachsenen Oberboden geschüttet. Die Kofferschüttung erfolgt ohne Befahren des Bodens. Eine Trennschicht aus Geotextil oder aus einer etwa 5 cm mächtigen Sandschicht 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. Es wird grundsätzlich sauberes Kiesmaterial verwendet.
- Radfahrzeuge wie Pneulader, Dumper oder Lastwagen dürfen nie auf dem Ober- oder Unterboden fahren.

Bodenabtrag

- Der Oberboden darf nur bei ausreichend trockenen Verhältnissen befahren werden. Als Alternativen ist der Einsatz von lastverteilenden Massnahmen (Baggermatratzen, Baupisten, ...) erforderlich (siehe Abbildung 13).
- Der Abtrag erfolgt vom Oberboden (wenn ausreichend trocken) vom C-Horizont oder von lastverteilenden Massnahmen aus.
- Der Abtrag erfolgt nach Möglichkeit im selben Arbeitsgang beispielsweise im Streifenverfahren und vor Kopf.

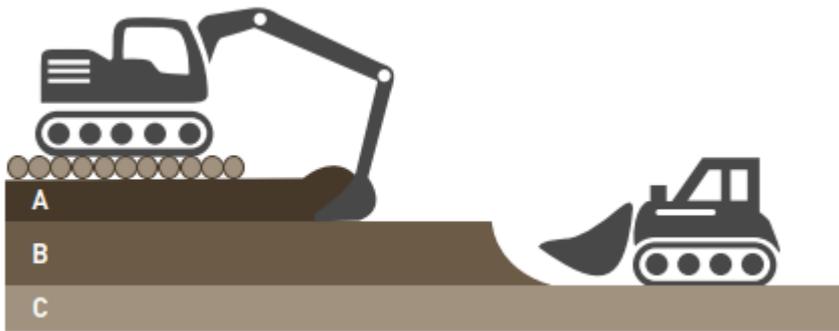


Abbildung 13 Bodenabtrag vom C-Horizont oder von einer Baggermatratze aus [f]

- Bei Nässe oder Einsetzen von Niederschlägen sind die bodenrelevanten Arbeiten umgehend einzustellen. Der Zeitpunkt des Wiederbeginns dieser Arbeiten untersteht der Beurteilung der BBB.
- Der C-Boden darf zu jedem Zeitpunkt uneingeschränkt befahren werden.
- Während der Bauphase sind die abzutragenden Bodenmächtigkeiten grundsätzlich den tatsächlich angetroffenen Bodengegebenheiten anzupassen.

Zwischenlagerung

- Zwischenlager sind locker und ohne Befahren mit Raupenbagger zu schütten.
- Zwischengelagertes Bodenmaterial ist mit dem Löffel abzuziehen, jedoch nicht anzupressen. Eine Versiegelung der Depotoberfläche ist zu verhindern.
- Zwischenlager dürfen beim Erstellen nicht mit Lastwagen oder Baumaschinen befahren werden. Für die Depotbewirtschaftung sind nur sehr leichte Maschinen unter trockenen Bedingungen einzusetzen.
- Die Zwischenlager sind so zu gestalten, dass die Oberfläche eine Neigung von mindestens 4% aufweisen, damit das Niederschlagswasser abfließen kann.
- Die Bodenzwischenlager sind mit einer schnellwachsenden Saatmischung anzusäen, wenn sie länger als 3 Monate liegen bleiben.
- Das Sickerwasser am Fuss der Zwischenlager muss abfließen können. Muldenlagen sind für Bodendepots nicht geeignet.
- Die Oberbodenzwischenlager sind bei optimalen Bedingungen maximal 2.5 m und Unterboden maximal 4.0 m (nach Setzung) hoch zu schütten.

Rekultivierung: Bodenauftrag

- Der Unter- und Oberbodenauftrag wird in Streifen in einem Arbeitsgang ohne Befahren des Bodens durchgeführt.



Abbildung 14 Bodenauftrag im Streifenverfahren [f]

- Das Bodenmaterial wird locker und überhöht ($\pm 10\%$ der vorgesehenen Auftragsmächtigkeit) eingebaut. Durch die natürliche Bodensetzung passt sich die Überhöhung in etwa 2 Jahren dem angrenzenden Gelände an.
- Transportfahrzeuge dürfen nur auf Pisten oder Baggermatratzen fahren und beim Entladen nicht auf das bereits geschüttete Bodenmaterial fahren.
- Ungleichmässige Setzungen können nach einigen Jahren, wenn sich der Boden gefestigt hat, durch maschinelle Bearbeitung ausgeglichen werden (beispielsweise durch Eggen).

Rekultivierung: Wiederbegrünung und Folgenutzung

- Die neu geschütteten Böden sind mit einer geeigneten Saatmischung zu begrünen. Ansaaten sind zu meist ab April Erfolg versprechend. Bei einem späteren Saatzeitpunkt ist ein winterhartes oder auswinterndes Saatgut vorzusehen. Im Folgefrühling kann eine Neuansaat oder Übersaat vorgenommen werden.
- Grundsätzlich gilt: Rekultivierte Böden reagieren besonders empfindlich auf physikalische Belastungen (Druck). Sie dürfen daher nur mit leichten Maschinen befahren werden.

Anhang B Ergebnisse Handsondierungen

Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt	OS07963.100	Profil	HS1	Koordinaten	2'751'287/1'261'613	Datum	03.03.22
Gemeinde	Steinach	Höhe m ü.M.	419	Topografie	Hangfuss [HF]	Kartierer	NDM
Vegetation	Wiese [WI]	Neigung	2%	Wasserhaushalt	senkrecht durchwaschen, stauwasserbeeinflusst (g) [I2]		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			5	10	20	30	40		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%																		
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm						nach Hellige	0	1	2	3	4	5			
Ah 0 - 20	0	1	19	40	41	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Kr, Sp	hellbraun
Bg(g),cn 20 - 40	0	1	24	37	39	Lehm (L)	0.2	x	x	x	-	-	>7	-	-	-	x	-	Sp	grau-braun
Bg,cn 40 - 60	0	1	26	42	32	Lehm (L)	0.5	x	-	x	-	-	>7	-	-	x	-	-	Po	braun
BCg(g),cn60 - 100	0	1	31	39	30	toniger Lehm (tL)	0.2	x	x	x	-	-		-	-	-	-	-	Po/Ko	grau-braun, nicht rekultivierbar, nass

Bemerkungen: Keine



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt	OS07963.100	Profil	HS2	Koordinaten	2'751'326/1'261'612	Datum	03.03.22
Gemeinde	Tübach, Steinach	Höhe m ü.M.	417	Topografie	Steilhang [HX]	Kartierer	NDM
Vegetation	Wald [WA]	Neigung	35%	Wasserhaushalt	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (c)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekorönung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			5	⊖	⊕	⊗	⊘		nach Hellige	0	1	2	3		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 - 50 mm	0 - 2 µm	2 - 50 µm	0.05 - 2 mm															
Ah 0 - 15	0	1	18	43	39	sandiger Lehm (sL)	3	-	-	-	-	-	6.5	-	-	-	-	-	Kr,Sp	braun
B 20 - 60	0	4	18	43	39	sandiger Lehm (sL)	1	-	x	-	-	-	6.5	-	-	-	-	-	Sp,Po	hellbraun - beige
Profildende																				Kalkgrenze

Bemerkungen: Boden gut rekultivierbar, Kalkgrenze bei 60 cm



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt	OS07963.100	Profil	HS3	Koordinaten	2'751'348/1'261'610	Datum	03.03.22
Gemeinde	Tübach, Steinach	Höhe m ü.M.	416	Topografie	Kuppe [KR]	Kartierer	NDM
Vegetation	Kunstwiese [KW]	Neigung	24%	Wasserhaushalt	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (b)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge	Bemerkungen	
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			Gehalt in %	δ	g	o	g		l	nach Hellige	0	1	2			3
Tiefe (cm)																					
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm																
yAh 0 - 20	0	4	1	47	52	sandiger Lehm (sL)	6	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	-	Kr	braun
yBA(g),cn 20 - 100	0	8	11	37	52	sandiger Lehm (sL)	2	x	x	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	-	Sp	braun, feucht

Bemerkungen: Geschütteter Damm nach Aussage des Grundeigentümers, Horizont 20 - 100 cm sehr uniform und dunkel, Übergangshorizont



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS4 **Koordinaten** 2'751'355/1'261'610 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 418 **Topografie** Steilhang [HY] **Kartierer** NDM
Vegetation Krautvegetation [BK] **Neigung** 53% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (c)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			Gehalt in %	δ	θ	σ	g		L	0	1	2	3		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm							nach Hellige								
Ah 0 - 20	3	4	16	45	39	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	Kr	braun
B 20 - 60	2	8	16	45	39	sandiger Lehm (sL)	0.2	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	Sp	braun-grau-beige, verwitternde weisse, rote Steine, Sandstein
Profilende	-	-	-	-	-														-	Ausgangsmaterial

Bemerkungen: Keine



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS5 **Koordinaten** 2'751'384/1'261'632 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 417 **Topografie** Steilhang [HX] **Kartierer** NDM
Vegetation Strauchvegetation [BS] **Neigung** 29% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (b)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			δ	⊖	⊕	⊗	L		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 - 50 mm	0 - 2 µm	2 - 50 µm	0.05 - 2 mm							nach Hellige	0	1	2	3	4	5		
Ah 0 - 10	0	1	18	42	40	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	Kr	braun
BA 10 - 30	0	2	18	44	38	sandiger Lehm (sL)	2	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	KrSp	hellbraun
B 30 - 70	0	2	21	41	38	Lehm (L)	0.2	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	Sp	braun - beige
B(g) 70 - 100	0	2	26	36	38	Lehm (L)	0.1	-	x	-	-	-	6.8	-	-	-	-	-	Po	beige

Bemerkungen: Waldboden



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS6 **Koordinaten** 2'751'385/1'261'639 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 416 **Topografie** Schwemmfächer [SF] **Kartierer** NDM
Vegetation Krautvegetation [BK] **Neigung** 2% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen normal durchlässig (e)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			Gehalt in %	δ	θ	σ	g		L	0	1	2	3		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm							nach Hellige	0	1	2	3	4	5		
C 0 - 20	0	0	2	18	80	Sand (S)	1	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	EK	Feinsand, Flusssediment

Bemerkungen: Sandbank



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS7 **Koordinaten** 2'751'428/1'261'694 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 416 **Topografie** Schwemmfächer [SF] **Kartierer** NDM
Vegetation Strauchvegetation [BS] **Neigung** 2% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (e)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen	
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			Gehalt in %	δ	θ	σ	σ _s		L	nach Hellige	0	1	2			3
Tiefe (cm)																					
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm																
C 0 - 30	-	-	2	18	80	Sand (S)	1	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-		EK	Feinsand, Flusssediment

Bemerkungen: Sandbank



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS8 **Koordinaten** 2'751'430/1'261'678 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 415 **Topografie** Flachhang [HH] **Kartierer** NDM
Vegetation Strauchvegetation [BS] **Neigung** 10% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (b) [G2]

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen	
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			ḡ	ḡ ₁₀	ḡ ₅	ḡ ₂	ḡ ₁		0	1	2	3	4			5
Tiefe (cm)	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm																
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm							nach Hellige	0	1	2	3	4	5			
Ah 0 - 15	0	4	14	34	52	lehmreicher Sand (IrS)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	-	Kr	braun
BA 15 - 30	0	4	14	34	52	lehmreicher Sand (IrS)	2	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	-	Kr, Sp	hellbraun
B(g) 30 - 70	0	4	14	30	56	lehmreicher Sand (IrS)	0.5	-	x	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	-	Sp	beige-braun
Bg 70 - 100	0	4	14	30	56	lehmreicher Sand (IrS)	0.2	-	-	x	-	-	>7	-	-	-	-	x	-	Sp	beige

Bemerkungen: Keine



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt	OS07963.100	Profil	HS9	Koordinaten	2'751'386 / 1'261'777	Datum	03.03.22
Gemeinde	Tübach, Steinach	Höhe m ü.M.	412	Topografie	Ebene [EE]	Kartierer	NDM
Vegetation	Wiese	Neigung	2%	Wasserhaushalt	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (b)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			ε	θ	σ	σ _s	L		nach Hellige	0	1	2	3		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm															
Ah 0 - 20	0	2	19	41	40	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	6.8	-	-	-	-	-	Kr, Sp	braun
BA 20 - 30	0	3	19	41	40	sandiger Lehm (sL)	2	-	-	-	-	-	6.8	-	-	-	-	-	Sp	hellbraun
B(g) 30 - 100	0	3	21	41	38	Lehm (L)	0.5	-	x	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	Sp	beige-braun, ab 60 cm nass

Bemerkungen: Fruchtfolgefläche



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS10 **Koordinaten** 2'751'401/1'261'779 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 413 **Topografie** Kuppe [KR] **Kartierer** NDM
Vegetation Krautvegetation [BK] **Neigung** 3% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (d)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen	
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			Gehalt in %	ε	θ	σ	σ _s		L	nach Hellige	0	1	2			3
Tiefe (cm)																					
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm																
yAh 0 - 40	0	3	6	42	52	lehmiger Sand (IS)	3	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	-	x	Kr	teilweise nur 20 cm mächtig, teilweise nur Feinsand

Bemerkungen: Damm



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS11 **Koordinaten** 2'751'406/1'261'774 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 413 **Topografie** Kuppe [KR] **Kartierer** NDM
Vegetation Krautvegetation [BK] **Neigung** 20% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (c)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH nach Hellige	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			ḡ	ḡ ₁₀	ḡ ₅	ḡ ₂	ḡ ₁		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm															
yAh 0 - 80	-	8	6	14	80	lehmiger Sand (IS)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	Kr	braun-schwarz, krümelig

Bemerkungen: Künstlicher Damm, Holzstückchen, Betonabbruch oberflächlich



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS12 **Koordinaten** 2'751'403/1'261'860 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 411 **Topografie** Ebene [EE] **Kartierer** NDM
Vegetation Wiese [WI] **Neigung** 2% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (b)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen	
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			ḡ	ḡ ₁₀	ḡ ₅	ḡ ₂	ḡ ₁		ḡ ₀	nach Hellige	0	1	2			3
Ah 0 - 20	0	2	18	32	50	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	-	Kr	braun
BA 20 - 30	0	6	18	32	50	sandiger Lehm (sL)	2	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	-	Kr,Sp	hellbraun, Quarzkörner
B 30 - 120	0	6	19	29	52	sandiger Lehm (sL)	0.5	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	-	x	Sp	beige-braun

Bemerkungen: Fruchtfolgefläche



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS13 **Koordinaten** 2'751'411/1'261'864 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 411 **Topografie** Kuppe [KR] **Kartierer** NDM
Vegetation Strauchvegetation [BS] **Neigung** 2% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (d)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			δ	⊖	⊕	⊗	⊘		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm							nach Hellige	0	1	2	3	4	5		
Ah 0 - 40	-	3	6	42	52	lehmiger Sand (IS)	3	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	Kr	braun, Sandlinsen

Bemerkungen: Keine



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS14 **Koordinaten** 2'751'451/1'261'923 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 410 **Topografie** Ebene [EE] **Kartierer** NDM
Vegetation Baumgarten [BG] **Neigung** 2% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (b)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			5	10	20	30	L		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm							nach Hellige	0	1	2	3	4	5		
Ah 0 - 10	0	2	18	32	50	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	Kr	braun
BA 10 - 20	0	6	18	32	50	sandiger Lehm (sL)	2	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	Kr,Sp	hellbraun, Quarzkörner
B 20 - 120	0	6	19	29	52	sandiger Lehm (sL)	0.5	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	Sp	beige-braun, ab 60 cm feucht

Bemerkungen: Fruchtfolgefläche



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS15 **Koordinaten** 2'751'461/1'261'933 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 410 **Topografie** Kuppe [KR] **Kartierer** NDM
Vegetation Krautvegetation [BK] **Neigung** 2% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (d)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			δ	⊖	⊕	⊗	⊘		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm							nach Hellige	0	1	2	3	4	5		
Ah 0 - 40	-	3	6	42	52	lehmiger Sand (IS)	3	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	Kr	braun, Sandlinsen

Bemerkungen: feucht bis zur Oberfläche



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS16 **Koordinaten** 2'751'466/1'261'920 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 410 **Topografie** Ebene [EE] **Kartierer** NDM
Vegetation Baumgarten [BG] **Neigung** 3% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (b)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			δ	⊖	⊕	⊗	⊘		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)	> 50 mm	2 - 50 mm	0 - 2 µm	2 - 50 µm	0.05 - 2 mm								nach Hellige							
Ah 0 - 20	0	4	18	30	52	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	Kr	braun
BA 20 - 40	0	8	18	30	52	sandiger Lehm (sL)	2	-	-	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	Kr,Sp	hellbraun, Quarzkörner
B 40 - 120	0	8	19	27	54	sandiger Lehm (sL)	0.5	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	Sp	beige-braun

Bemerkungen: Sandlinsen



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS17 **Koordinaten** 2'751'446/1'261'902 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 411 **Topografie** Ebene [EE] **Kartierer** NDM
Vegetation Wiese [WI] **Neigung** 3% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (b)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			ε	θ	σ	σ _s	L		nach Hellige	0	1	2	3		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm															
Ah 0 - 10	0	4	11	37	52	lehmreicher Sand (IrS)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	Kr	braun
BA 10 - 25	0	4	11	37	52	lehmreicher Sand (IrS)	2	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	Sp	hellbraun
B 25 - 90	0	8	11	37	52	lehmreicher Sand (IrS)	0.5	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	Sp	beige-braun

Bemerkungen: Feinsandlinsen



Objekt: Sanierung Schwärzenbach

Projekt OS07963.100 **Profil** HS17 **Koordinaten** 2'751'422/1'261'874 **Datum** 03.03.22
Gemeinde Tübach, Steinach **Höhe m ü.M.** 412 **Topografie** Plateau [PF] **Kartierer** NDM
Vegetation Krautvegetation [BK] **Neigung** 3% **Wasserhaushalt** senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (d)

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen	
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			ḡ	ḡ ₁₀	ḡ ₅	ḡ ₂	ḡ ₁		nach Hellige	0	1	2	3			4
Ah 0 - 10	0	4	11	37	52	lehmereicher Sand (IrS)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	-	Kr	braun
BA 10 - 20	0	4	11	37	52	lehmereicher Sand (IrS)	2	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	-	Sp	hellbraun
B 20 - 40	0	8	11	37	52	lehmereicher Sand (IrS)	0.5	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	-	Sp	beige-braun

Bemerkungen: Damm, Feinsandlinsen, trocken



Anhang C Landerwerbsplan



Kanton St.Gallen



Tübach



Steinach

Sanierung Schwärzebach

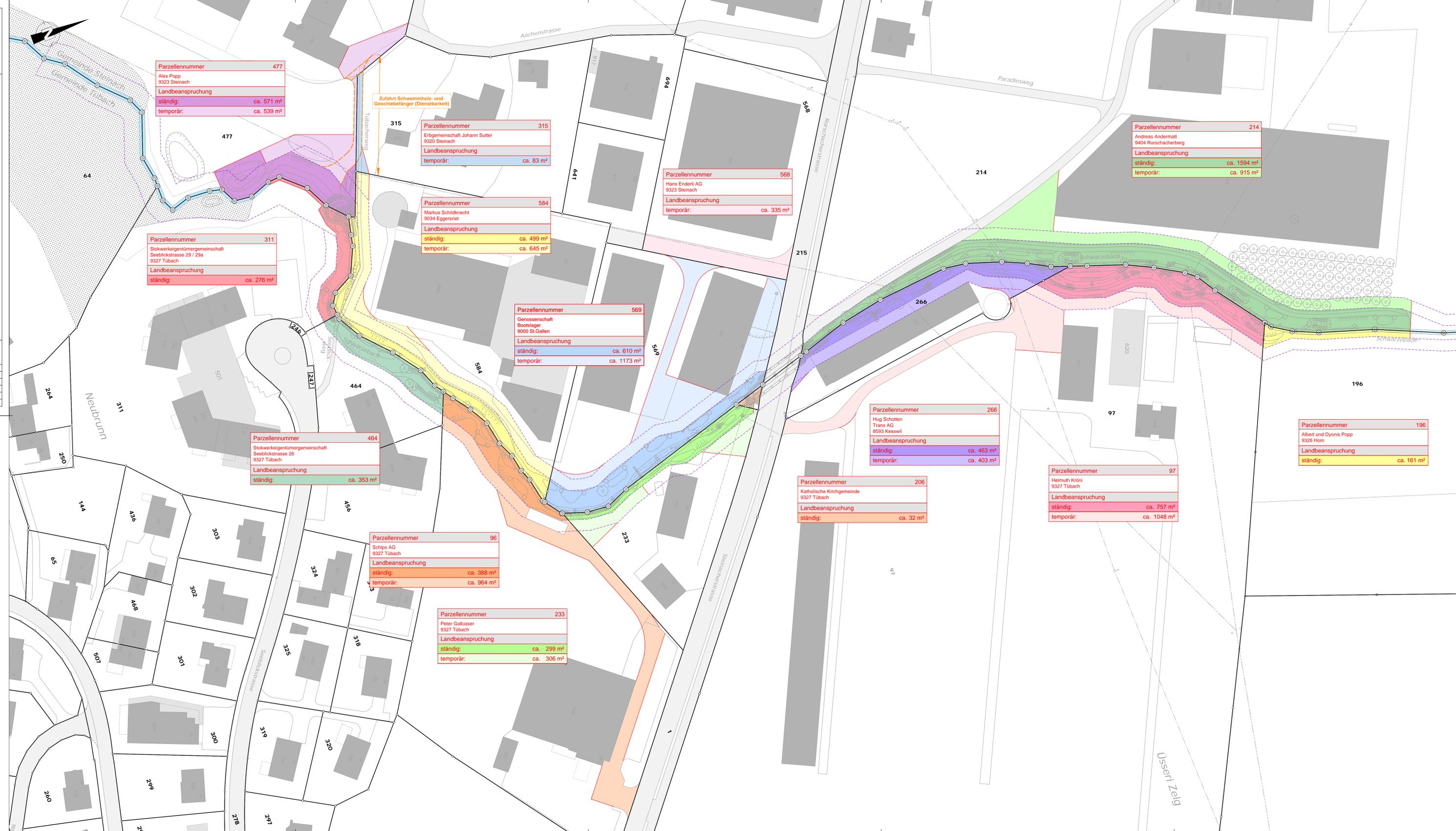
Gemeinde Steinach / Gemeinde Tübach

Abschnitt Bildwis - Paradies

Landbedarfsplan 1:500

MITWIRKUNG

Ausfertigung für		Projekt Nr. 13.204.00	Plan Nr. 06	Bellege Nr.
Studie	Projektverfasser:	Entw.	Gez.	Gepr.
Vorprojekt	Frohlich Wasserbau AG	JA	JE	KF
Auftragsprojekt	Allmendweg 31			15.12.2021
Abschlussakten	8500 Frauenfeld			
	Tel. 052 721 52 10			
	www.frohlichwasserbau.ch			
	info@frohlichwasserbau.ch			
	Datei: H:\6572\13.204.00.06 Land 1_500.pdf			
	Format	60 x 126	m ²	0.76



Parzellennummer 477
 Alex Popp
 9323 Steinach
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 571 m²
 temporär: ca. 539 m²

Zufahrt Schwemholz- und
 Geschiefefänger (Dienstbarkeit)

Parzellennummer 315
 Erbgenossenschaft Johann Sutter
 9320 Steinach
 Landbeanspruchung
 temporär: ca. 83 m²

Parzellennummer 568
 Hans Enderli AG
 9323 Steinach
 Landbeanspruchung
 temporär: ca. 335 m²

Parzellennummer 214
 Andreas Aendematt
 9404 Rorschacherberg
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 1594 m²
 temporär: ca. 915 m²

Parzellennummer 311
 Stokwerkeigentümergeinschaft
 Seeblickstrasse 29 / 29a
 9327 Tübach
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 276 m²

Parzellennummer 584
 Markus Schildknecht
 9634 Eggersriet
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 499 m²
 temporär: ca. 645 m²

Parzellennummer 569
 Genossenschaft
 Bootslager
 9000 St.Gallen
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 610 m²
 temporär: ca. 1173 m²

Parzellennummer 266
 Hug Schotten
 Trans AG
 8553 Kesswil
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 463 m²
 temporär: ca. 403 m²

Parzellennummer 196
 Albert und Dyonis Popp
 9326 Horn
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 161 m²

Parzellennummer 464
 Stokwerkeigentümergeinschaft
 Seeblickstrasse 26
 9327 Tübach
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 353 m²

Parzellennummer 206
 Katholische Kirchgemeinde
 9327 Tübach
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 32 m²

Parzellennummer 97
 Helmuth Kröni
 9327 Tübach
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 757 m²
 temporär: ca. 1048 m²

Parzellennummer 96
 Schips AG
 9327 Tübach
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 388 m²
 temporär: ca. 964 m²

Parzellennummer 233
 Peter Gallusser
 9327 Tübach
 Landbeanspruchung
 ständig: ca. 299 m²
 temporär: ca. 306 m²