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

Gemeinde Flawil

Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Bodenbericht: Kompensationsprojekt mit Bodenschutzkonzept

Ersetzt Stand vom 23.06.2022

St. Gallen, 22.09.2022 / DCH001214 / OS08005.101 / DCH001214

CSD INGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangslage und Zielsetzung 1

2 Grundlagen 2

3 Literaturgrundlagen Ausgangszustand 3

3.1 Physikalische Bodeneigenschaften - Literatur 3
3.2 Chemische Bodenbelastung - Literatur 3
3.3 Biologische Bodenbelastung - Literatur 5
3.4 Belastung durch Fremdstoffe - Literatur 5
3.5 Fruchtfolgeflächen (FFF) - Literatur 5

4 Ergebnisse Bodenaufnahmen 6

4.1 Physikalische Eigenschaften 6
4.2 Chemische Belastung 9
4.3 Biologische Belastung / Neophyten 9
4.4 Belastung durch Fremdstoffe 10
4.5 Fruchtfolgeflächen (FFF) 10
4.6 Rekultivierbarkeit der angetroffenen Böden 10

5 FFF-Kompensationsprojekt 10

5.1 Potenzielle Kompensationsflächen; Maximal- und Mindestkompensation 10
5.2 Rekultivierungsziel 11
5.3 Bodenbeanspruchung und Wiederverwertung, Bodenbilanz 12
5.3.1 Maximalkompensation (1max oder 2max) 12
5.3.2 Mindestkompensation (1min oder 2min) 14
5.4 FFF-Bilanz im Kompensationsprojekt 14
5.5 Empfehlung 14

6 Massnahmen beim Umgang mit Boden 15

6.1 Installationsflächen und Baupisten 15
6.2 Bodenabtrag 15
6.3 Zwischenlagerung 15
6.4 Bodenauftrag und Rekultivierung 16
6.5 Folgebewirtschaftung 16

7 Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) 17

8 Impressum 17

9 Disclaimer 18

CSD INGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Umzonungsperimeter (rot) und potenzielle FFF-Kompensationsfläche (grün) [p] 1
Abbildung 2 Umzonungsperimeter (rot) mit betroffenen Bodentypen [r] 3
Abbildung 3 Auszug aus der Karte Prüfgebiete Bodenverschiebung [t] 4
Abbildung 4 Auszug aus der Karte Kataster der belasteten Standorte [v] 4
Abbildung 5 Auszug aus der Karte Fruchtfolgeflächen [t] 5
Abbildung 6 Standorte Sondierungen 6
Abbildung 7 Potenzielle FFF-Kompensationen; 11
Abbildung 8 Bodenabtrag vom C-Horizont oder von einer Baggermatratze aus [h] 15
Abbildung 9 Bodenauftrag im Streifenverfahren [h] 16
Abbildung 10 Schema Bodenaufbau [e] 22
Abbildung 11 Feldmethode zur Abschätzung der Saugspannungswerte [h] 24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Bodeneigenschaften Bodenaufnahmen zusammengefasst 7
Tabelle 2 Ergebnisse der Laboranalyse (Bachema AG, Analysebericht im Anhang C) 9
Tabelle 3 Berechnungsgrundlage für das Rekultivierungsziel 12
Tabelle 4 Übersicht Bodenbeanspruchung und anfallendes Bodenmaterial Kompensationsflächen 1max und 2max 13
Tabelle 5 Benötigte Bodenmengen für Rekultivierung Kompensationsflächen 1max und 2max 13
Tabelle 6 Bodenbilanz Kompensationsflächen 1max und 2max 13
Tabelle 7 Verdichtungsempfindlichkeiten gemäss der VSS 40 581 22
Tabelle 8 Zulässigkeit von Bodenarbeiten in Abhängigkeit der Saugspannung [g] 23

Anhangsverzeichnis

Anhang A Luftbilder
Anhang B Ergebnisse der Sondierungen mit Fotodokumentation
Anhang C Ergebnisse der Laboranalysen (Bachema AG)
Anhang D Grundsätze zum Bodenschutz
Anhang E Entscheiddiagramm Bodenverwertung

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Die Gemeinde Flawil plant für die Grundstücke Nr. 1079 und 1080 die Umzonung von der Landwirtschaftszone in die Gewerbe-Industrie-Zone B (Abbildung 1). Auslöser der Planung ist der Wunsch der Brunner Umweltservice AG, diesen Bereich als Lagerfläche mit Neubau einer Lagerhalle zu nutzen. Die Strittmatter Partner AG hat im Auftrag der Gemeinde Flawil einen entsprechenden Teilzonenplan/Sondernutzungsplan erstellt [bb]. Darin ist beschrieben, dass durch die Umzonung rund 6'340 m^2 Fruchtfolgefläche (FFF) definitiv beansprucht werden.

Bei der Beanspruchung von FFF im Kanton St. Gallen sind bei Flächen >1000 m^2 Kompensationsmassnahmen zu prüfen. In dem Planungsbericht der Strittmatter und Partner AG wird als generelle Möglichkeit für die FFF-Kompensation die nahegelegene Parzelle Nr. 1106 genannt. Diese liegt im Bereich einer ehemaligen Typ B-Deponie, deren Verfüllung und Rekultivierung unlängst abgeschlossen wurde (Abbildung 1). Die Überprüfung der Ackerfähigkeit, das heisst der Nachweis, dass die Kriterien gemäss Sachplan Fruchtfolgeflächen [n] erfüllt sind, ist bisher aber noch nicht erfolgt.

In seinem Vorprüfungsbericht zum Planungsbericht vom 01. März 2022 verlangt das Amt für Raumentwicklung und Geoinformation zwingend ein Bodengutachten, welches den Ausgangszustand des Bodens im Bereich der beanspruchten FFF im Umzonungsperimeter und im Kompensationsperimeter beschreibt. Weiter soll das Bodengutachten darlegen, wie die FFF-Kompensation durchgeführt werden soll, respektive ob die Kompensation eine entsprechende Verwertung des im Umzonungsperimeters befindlichen Bodens beinhaltet.

Abbildung 1 Umzonungsperimeter (rot) und potenzielle FFF-Kompensationsfläche (grün) [p]

Die CSD INGENIEURE AG wurde von der Gemeinde Flawil beauftragt, den vom Amt für Raumentwicklung und Geoinformation verlangten Bodenbericht auszuarbeiten. Im vorliegenden Bericht wird die derzeitige Bodensituation im Bereich des Umzonungsperimeters und des potenziellen Kompensationsperimeters anhand verfügbarer Grundlagen, wie beispielsweise der kantonalen Bodeninformationskarte, sowie eigenen Aufnahmen dargestellt. Es enthält unter Berücksichtigung eines definierten Rekultivierungszieles die entsprechenden Massen- und Flächenbilanzen. Des Weiteren werden die einzuhaltenden Bodenschutzmassnahmen projektbezogen beschrieben.

2 Grundlagen

[a] Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 07. Oktober 1983

[b] Verordnung über die Vermeidung und 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. Bodenschutzmassnahmen auf Baustellen. Ein Modul der Vollzugshilfe «Bodenschutz beim Bauen» (BAFU, 2022)

[g] Boden und Bauen, Stand der Technik und Praktiken (BAFU, 2015)

[h] FSKB-Rekultivierungsrichtlinie für den sachgerechten Umgang mit Boden (FSK, 2021)

[i] Erdbau, Boden: Bodenschutz und Bauen (VSS 40 581, 2019)

[j] Erläuterungen zur VBBo, Vollzug Umwelt (BUWAL, 2001) (heute BAFU)

[k] Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden, Kartieranleitung, FAL 24 (FAL, 1997)

[l] Kartiermethodik FAL 24+ (Kanton Solothurn, 2017)

[m] Handbuch «Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden» (Handbuch Bodenprobenahme VBBo), Vollzug Umwelt (BAFU, 2003)

[n] Sachpläne und Konzepte des Bundes (Art. 13 RPG), Sachplan Fruchtfolgeflächen (ARE, 2020)

[o] Merkblatt Kompensation von Fruchtfolgeflächen, Amt für Umwelt Kanton St. Gallen vom 30. Juni 2021

[p] Kantonales GIS-Geoportal St. Gallen: Orthophoto; Stand: September 2022

[q] Kantonales GIS-Geoportal St. Gallen: Geologie harmonisiert; Stand: September 2022

[r] Kantonales GIS-Geoportal St. Gallen: Bodeninformationskarte, Stand: September 2022

[s] Kantonales GIS-Geoportal St. Gallen: Fruchtfolgeflächen gemäss Sachplan; Stand: September 2022

[t] Kantonales GIS-Geoportal St. Gallen: Prüfgebiete Bodenverschiebung; Stand: September 2022

[u] Kantonales GIS-Geoportal St. Gallen: Neophytenstandorte; Stand: September 2022

[v] Kantonales GIS-Geoportal St. Gallen: Kataster der belasteten Standorte; Stand: September 2022

[w] Kantonales GIS-Geoportal St. Gallen: Grundwasser- & Gewässerschutz; Stand: September 2022

[x] Kantonales GIS-Geoportal St. Gallen: Naturschutzgebiete; Stand: September 2022

[y] Kantonales GIS-Geoportal St. Gallen: Richtplankarte; Stand: September 2022

[z] Kantonales GIS-Geoportal St. Gallen: Naturgefahrenkarte; Stand: September 2022

[aa] Bundesamt für Landestopographie (Swisstopo): Luftbild-Informationssystem (LUBIS); Stand: September 2022

[bb] Teilzonenplan / Sondernutzungsplan Schändrich Nord – Planungsbericht Strittmatter Partner AG vom 10. Februar 2022

[cc] Teilzonen- und Sondernutzungsplan Schändrich Nord – Vorprüfung, Amt für Raumentwicklung und Geoinformation vom 01. März 2022

3 Literaturgrundlagen Ausgangszustand

3.1 Physikalische Bodeneigenschaften - Literatur

Gemäss der Bodeninformationskarte des kantonalen GIS-Geoportals [r] ist im Umzonungsperimeter vor allem eine Braunerde und nur am Rande ein Buntgley betroffen, siehe auch Abbildung 2:

- Bodentyp: Braunerde (cB). Wasserhaushalt: senkrecht durchwaschen, normal durchlässig. Pflanzennutzbare Gründigkeit: mässig tiefgründig (50 – 70 cm). Skelettklasse: kieshaltig bis steinhaltig (10 – 20%) im Ober- und Unterboden. Feinerdekörnung: lehmreicher Sand bis sandiger Lehm im Oberboden und Unterboden.
- Bodentyp: Buntgley (vW). Untertyp: sehr stark gleyig (G5), neutral (E1). Wasserhaushalt: grund- oder hangwassergeprägt, häufig bis zur Oberfläche porengesättigt. Pflanzennutzbare Gründigkeit: mässig tiefgründig (50 – 70 cm). Skelettklasse: skelettarm (<5%) im Ober- und Unterboden. Feinerdekörnung: sandiger Lehm bis Lehm im Ober- und Unterboden.

Abbildung 2 Umzonungsperimeter (rot) mit betroffenen Bodentypen [r]

Im Kompensationsperimeter sind keine Bodeninformationen im kantonalen GIS-Geoportal vorhanden.

Anhand des Luftbild-Informationssystems (LUBIS) [aa] des Bundesamtes für Landestopographie ist klar ersichtlich, dass es sich sowohl beim Boden im Umzonungs- als auch im Kompensationsperimeter aufgrund von Kiesabbau-, Auffüll- und anderen Bautätigkeiten wie dem Bau eines Entwässerungsstollen im Umzonungsperimeter um Auffüllungen – Bodentyp X – handelt.

3.2 Chemische Bodenbelastung - Literatur

Böden in der Nähe von viel befahrenen Strassen, Bahngleisen, Bauwerken mit Korrosionsschutzbeschichtungen, Familiengärten oder Schiessanlagen können belastet sein. In der Karte Prüfgebiete Bodenverschiebung [t] des kantonalen GIS-Geoportals wurden die Bodenflächen im Umzonungs- und Kompensationsperimeter bezüglich potentiell vorhandener Belastungen geprüft. Es liegen Einträge im Umzonungs- und Kompensationsperimeter entlang der Bahngleise vor. Der Boden könnte aufgrund der Emissionen aus dem Bahnverkehr >50'000 Güter-Bruttoregistertonnen (GBRT) pro Tag in einem 10 m breiten Streifen ab Schotterrand mit Kupfer, Cadmium, Blei und Zink chemisch belastet sein. Der Boden im Kompensationsperimeter könnte in einem Radius bis 25 m ab Mastmitte des Hochspannungsleitungsmastes aus Stahl, mit Cadmium, Blei und Zink belastet sein.

Der Boden im Umzonungsperimeter wurde in den vergangenen Jahrzehnten durch Bautätigkeiten mehrmals bewegt und kann aufgrund des anthropogenen Einflusses deshalb ebenfalls belastet sein (siehe Anhang A).

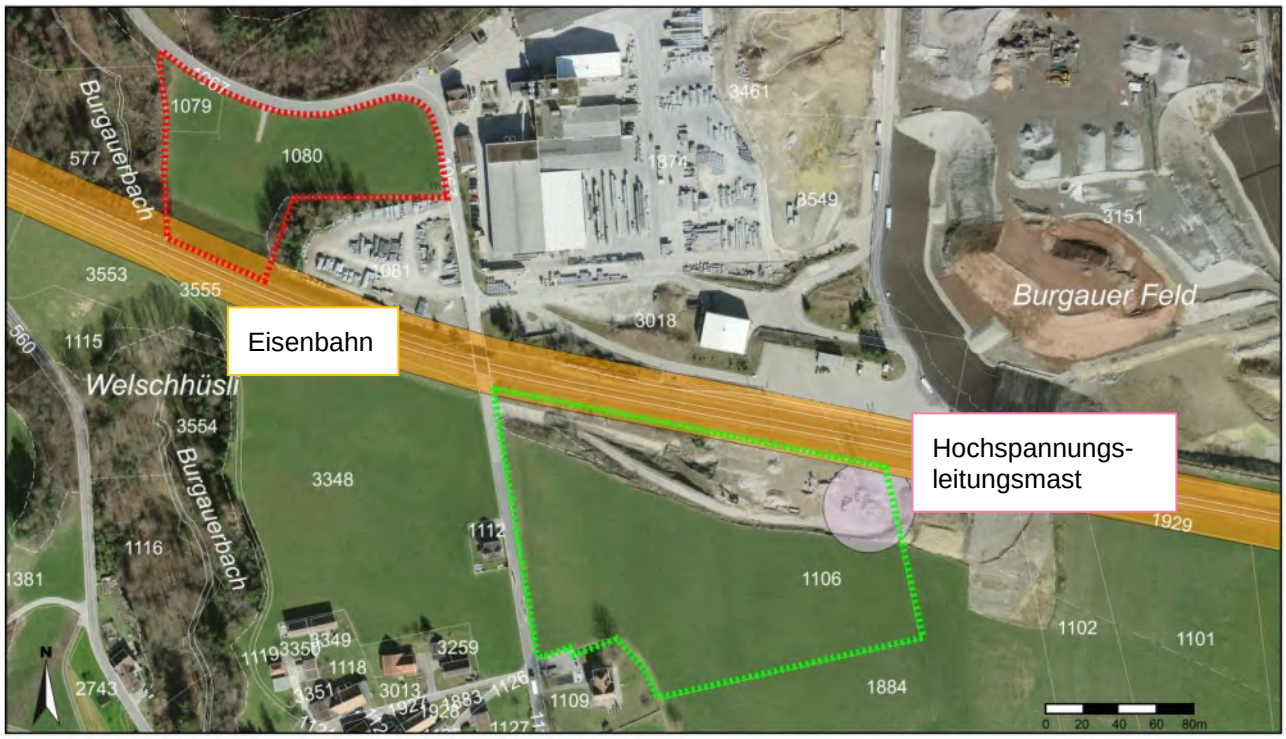


Abbildung 3 Auszug aus der Karte Prüfgebiete Bodenverschiebung [t]; Umzonungsperimeter (rot), Kompensationsperimeter (grün)

Der Boden im Kompensationsperimeter ist gemäss dem kantonalen GIS-Geoportal aufgrund der Deponieverfüllung mit Typ B-Material, welche am 21. November 2021 abgeschlossen wurde, im Kataster der belasteten Standorte (KbS) [v] verzeichnet (Abbildung 4).

Abbildung 4 Auszug aus der Karte Kataster der belasteten Standorte [v] mit Kompensationsperimeter (grün)

3.3 Biologische Bodenbelastung - Literatur

Eingewanderte Arten, sogenannte invasive Neophyten, verdrängen einheimische Pflanzenarten und sind zum Teil gesundheitsschädigend. Zu den invasiven Neophyten gehören etwa die spätblühende und kanadische Goldrute, der Japan-Knöterich oder der Riesenbärenklau. Weitere Neophyten wie das Erdmandelgras können auf Ackerkulturen zu schwer bekämpfbaren Unkräutern werden. Die einheimischen Acker-Kratzdisteln zählen auf landwirtschaftlichen Flächen zu den Problempflanzen, da sie sich stark ausbreiten und die Qualität von Viehweiden und Heu mindern.

Gemäss der im kantonalen GIS-Geoportal verfügbaren Grundlagenkarte Neophytenstandorte [u] sind sowohl im Umzonungsperimeter als auch im Kompensationsperimeter keine Vorkommen von invasiven Neophyten verzeichnet.

3.4 Belastung durch Fremdstoffe - Literatur

In der Literatur gibt es bezüglich Fremdstoffe in den Böden keine Angaben zur Belastung des Bodens durch Fremdstoffe.

3.5 Fruchtfolgeflächen (FFF) - Literatur

Der Umzonungsperimeter befindet sich teilweise innerhalb von ausgeschiedenen Fruchtfolgeflächen gemäss der Karte Fruchtfolgeflächen des kantonalen GIS-Geoportals [s] (Abbildung 5).

Abbildung 5 Auszug aus der Karte Fruchtfolgeflächen [t]; Umzonungsperimeter (rot), Kompensationsperimeter (grün

4 Ergebnisse Bodenaufnahmen

4.1 Physikalische Eigenschaften

Am 11. Mai 2022 sowie am 07. September 2022 (nach zusätzlichen Hinweisen durch den Pächter Herr Schweizer) wurden durch CSD INGENIEURE AG insgesamt drei Handsondierungen im Bereich des Umzonungsperimeters sowie elf Handsondierungen im Bereich des Kompensationsperimeters und damit Profilaufnahmen des Bodens durchgeführt. Die Standorte der Handsondierungen sind der Abbildung 6 zu entnehmen.

Abbildung 6 Standorte Sondierungen, Umzonungsperimeter (rot), Kompensationsperimeter (grün)

Anhand der Handsondierungen wurden die wichtigsten projektrelevanten Bodeneigenschaften wie die Bodenmächtigkeit, die Bodenart, der Wassergehalt, 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+) [k]. Die Interpretation hinsichtlich der Verdichtungsempfindlichkeit basiert auf der VSS 40 581 [i] im Anhang D. Der Anhang B zeigt die Profilblätter der Bodenaufnahmen sowie die entsprechende Fotodokumentation.

Die nachfolgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten im Feld bei den Sondierungen mit dem Flügelbohrer angetroffenen Bodeneigenschaften. Anhand der aufgeführten Eigenschaften erfolgt die Einteilung des Bodens in die Nutzungseignungsklasse[1], ein Indikator für die Güte eines Bodens.

[1] Nutzungseignungsklassen (NEK) dienen der Vereinheitlichung der Standortbeurteilung. Die landwirtschaftliche Nutzungseignungskarte weist 10 Eignungsklassen aus, worin die Anbaumöglichkeiten für die Landwirtschaft und die erforderlichen Standorteigenschaften bezüglich Boden, Relief und Klima umschrieben sind. Die Einteilung in die Nutzungsklasse erfolgt anhand des Wasserhaushaltes (Vernässungsgrad, Wasserhaushaltsgruppe), der Zusammensetzung des Oberbodens (Skelettklasse, Körnungsklasse, Humus %) und dem Relief (Geländeform und Neigung). Die Einteilung in eine der Nutzungseignungsklassen hängt von dem limitierenden Merkmal ab. Die Ausprägung einzelner Bodenmerkmale und die zugeordnete Eignungsklasse im Ackerbaugebiet (Klimazone C5-6 = Nutzungsgebiet 3, NEK 5 – 10 möglich) ist in der FAL 24 in Tabelle 9.3 a abgebildet.

Tabelle 1 Bodeneigenschaften Bodenaufnahmen zusammengefasst

Perimeter Sondierstandort			Bodenmächtigkeit [1] [cm]		PNG [2] [cm]		Vernässungsgrad	Wasserhaushaltsgruppe	Skelettklasse	Körnungsklasse	Neigung [%]	Qualitätskriterien gemäss Sachplan FFF (PNG ≥50 cm)	Nutzungseignungsklasse (NEK)
Kompensationsperimeter	HS1	OB	35	65	33	59	-	c	1	6	2	erfüllt	5
		UB	30		26				2	4			
	HS2	OB	30	60	28	40	I2	h	1	4	6	nicht erfüllt	6
		UB	30		12				2	4			
	HS3	OB	30	30	27	27	-	e	1	4	4	nicht erfüllt	9
		UB	-		-				-	-			
	HS4	OB	20	20	19	19	-	e	1	5	3	nicht erfüllt	9
		UB	-		-				-	-			
	HS5	OB	20	50	19	45	-	d	1	5	2	nicht erfüllt	6
		UB	30		26				2	5			
	HS6	OB	15	40	14	30	I2	i	0	5	4	nicht erfüllt	6
		UB	25		16				1	5			
	HS7	OB	20	20	19	19	-	e	1	5	3	nicht erfüllt	9
		UB	-		-				-	-			
	HS8	OB	30	30	29	29	-	e	1	5	3	nicht erfüllt	9
		UB	-		-				-	-			
	HS9	OB	20	20	19	19	-	e	1	5	2	nicht erfüllt	9
		UB	-		-				-	-			
	HS10	OB	20	40	19	28	I2	i	1	6	2	nicht erfüllt	9
		UB	20		9				2	6			
	HS11	OB	20	40	19	26	-	e	1	5	3	nicht erfüllt	9
		UB	20		7				6	5			

[2] Pflanzennutzbare Gründigkeit: Die pflanzennutzbare Gründigkeit, auch Wurzelraum genannt, ist ein wichtiges Mass für das Wasser- und Nährstoffspeichervermögen eines Bodens und wird ermittelt, indem vom durchwurzelbaren Bodenvolumen das Bodenskelett und die verdichteten oder ständig wassergesättigten Zonen abgezogen werden. Die Schichthöhe in cm dieses Feinerdevolumens entspricht der pflanzennutzbaren Gründigkeit. Sie wird in sechs Klassen eingeteilt und auf der Karte in Kombination mit dem Wasserhaushalt dargestellt. Die Berechnung der pflanzennutzbaren Gründigkeit erfolgt anhand der allgemeinen Methodik der FAL24+, Seite 12 [l]

Perimeter Sondierstandort			Bodenmächtigkeit [1] [cm]		PNG [2] [cm]		Vernässungsgrad	Wasserhaushaltsgruppe	Skelettklasse	Körnungsklasse	Neigung [%]	Qualitätskriterien gemäss Sachplan FFF (PNG ≥50 cm)	Nutzungseignungsklasse (NEK)
Umzonungsperimeter	HS12	OB	25	*	24	*	*	*	1	4	13	*	*
		UB	*		*				*	*			
	HS13	OB	15	80	14	72	-	b	1	4	16	erfüllt	5
		UB	65		58				2	5			
	HS14	OB	10	80	10	69	-	c	0	4	2	erfüllt	5
		UB	70		59				2	5			

* Bodenmächtigkeit, PNG und weitere nicht abschliessend bestimmbar, da kein Weiterkommen aufgrund des Skelettgehaltes möglich

Gemäss den durchgeführten Sondierungen vom 11. Mai 2022 und 07. September 2022 können folgende Bodeninformationen aufgeführt werden:

Bodenart

Im Umzonungsperimeter wird im Oberboden ein lehmreicher Sand (Körnungsklasse 4, Tongehalt 10 – 15%) und im Unterboden ein sandiger Lehm (Körnungsklasse 5, Tongehalt 15 – 20%) bestimmt. Im Kompensationsperimeter wird im Oberboden ein lehmreicher Sand (Körnungsklasse 4, Tongehalt 10 - 15%) und ein sandiger Lehm (Körnungsklasse 5, Tongehalt 15 – 20%) respektive ein Lehm (Körnungsklasse 6, Tongehalt 20 – 30%) bestimmt. Im Unterboden – wenn vorhanden – wird ein lehmreicher Sand, sandiger Lehm bis Lehm bestimmt.

Pflanzennutzbare Gründigkeit (PNG)

Im Umzonungsperimeter gelten die Böden mit pflanzennutzbaren Gründigkeiten von 69 – 72 cm als mässig tiefgründig (50 – 70 cm) bis tiefgründig (70 – 100 cm). Im Kompensationsperimeter gelten die Böden mit pflanzennutzbaren Gründigkeiten von 19 – 59 cm als flachgründig (10 – 30 cm) bis mässig tiefgründig (50 – 70 cm).

Vernässungsanzeichen

Die Böden im Umzonungs- und Kompensationsperimeter sind überwiegend der Wasserhaushaltsgruppe senkrecht durchwaschen und normal durchlässig zuzuordnen (Wasserhaushaltsgruppe b, c, d und e). Vereinzelt kommt im Kompensationsperimeter auch die Wasserhaushaltsgruppe senkrecht durchwaschen, stauwasserbeeinflusst (Wasserhaushaltsgruppe h, i) vor (nasserer Bereich). Die Unterschiede im Kompensationsperimeter dürften auf die Topographie und verschiedene Auffüllmaterialien respektive die Auffüllung selbst zurückzuführen sein.

Nutzungseignungsklasse (NEK)

Sowohl der Umzonungs- als auch der Kompensationsperimeter befindet sich in der Klimaeignungszone C5-6 Dauergrünland mit Einschränkungen. Dabei können die NEK 5 – 10 vorkommen. Bei den aufgenommenen Böden handelt es sich innerhalb des Umzonungsperimeters um Böden mit der NEK 5 und innerhalb des Kompensationsperimeters überwiegend um Böden mit der NEK 6 und 9. Eine Ausnahme bildet der Boden bei HS1, welcher eine NEK 5 aufweist.

4.2 Chemische Belastung

Wie in Kapitel 3.1.2 ausgeführt, sind im Umzonungs- und Kompensationsperimeter Einträge in der Karte Prüfgebiete Bodenverschiebung und Hinweise von Anthropogenität, KbS-Standort und Luftbilder LUBIS, vorhanden. Durch die CSD INGENIEURE AG wurden deshalb am 11. Mai 2022 im Rahmen der Bodenaufnahmen Bodenproben entlang der Bahngleise im Umzonungsperimeter entnommen. Es wurden in einem Abstand von 3 m, 7 m und 12 m zum Schotterrand Linienproben (LP) in drei Tiefenstufen 0 – 20 cm, 20 – 40 cm und 40 – 60 cm entnommen. Auf der gesamten Umzonungsperimeterfläche wurden am 31. Mai 2022 aufgrund des anthropogenen Einflusses zwei Flächenproben (FP1 und FP2) in der Tiefenstufe 0 – 20 cm entnommen. Im Kompensationsperimeter wurde ebenfalls eine Flächenprobe entnommen, da der Boden aufgrund der Typ B-Deponie ebenfalls anthropogen ist.

Die Bodenproben wurden dem Labor Bachema AG in Schlieren übergeben, um eine allfällige Belastung des Bodens festzustellen. In der ersten Analyserunde wurde nur die Linienprobe LP 3 m ab Schotterrand und die Flächenproben mit der Tiefenstufe 0 – 20 cm analysiert. Gemäss der Belastungshypothese wird davon ausgegangen, dass die chemische Belastung sich mit zunehmender Distanz zur Belastungsquelle und Bodentiefe verringert. Ist der Boden mit Distanz von 3 m ab Schotterrand bereits unbelastet, sind alle weiteren Bodenproben ebenfalls als unbelastet anzusehen. Die LP wurde nach VBBo auf die Parameter Kupfer, Blei, Cadmium und Zink analysiert. Die FP wurden auf die Parameter Kupfer, Blei, Cadmium, Zink, Benzo(a)pyren und PAK (polyzyklische Kohlenwasserstoffe) analysiert.

Die Linienbeprobung ergab, dass das Bodenmaterial entlang der Bahngleise bei 3 m ab Schotterrand unbelastet und damit die weiteren Linienproben als unbelastet anzusehen sind, siehe Tabelle 2. Die Flächenbeprobung ergab sowohl auf dem Umzonungs- als auch auf dem Kompensationsperimeter eine Richtwertüberschreitung gemäss VBBo [c]. Das Bodenmaterial gilt als schwach belastet.

Aus Sicht der Schadstoffbelastung wird die Verwertbarkeit von abgetragenem Boden anhand der Richt- und Prüfwerte der VBBo [c] und der Richtlinie Verwertungseignung von Boden [e] beurteilt.

Tabelle 2 Ergebnisse der Laboranalyse (Bachema AG, Analysebericht im Anhang C)

Bezeichnung	Entnahme-tiefe [cm]	Blei [mg/kg TS]	Cadmium [mg/kg TS]	Kupfer [mg/kg TS]	Zink [mg/kg TS]	PAK	Qualität
LP 3 m Umzonungsperimeter	0 - 20	30	0.4	36	62	-	Richtwertunterschreitung
FP 1 Umzonungsperimeter	0 - 20	51	0.5	35	88	0.67	Richtwertüberschreitung
FP 2 Umzonungsperimeter	0 - 25	25	0.4	24	69	1.3	Richtwertüberschreitung
FP 1 Kompensationsperimeter	0 - 20	32	0.4	29	77	1.8	Richtwertüberschreitung
VBBo Richtwert		**50**	**0.8**	**40**	**150**	1	Richtwertüberschreitung
VBBo Prüfwert		**200**	**2**	**150**	**300**	10	Prüfwertüberschreitung

Gemäss der Richtlinie Verwertungseignung von Boden [e] kann eine geringfügige Erhöhung der Schadstoffgehalte oder eine Belastung mit zusätzlichen Schadstoffen auf der Bodenauftragsfläche allenfalls toleriert werden, um eine Verwertung des Bodens aus dem Abtragsperimeter zu ermöglichen. Da die chemische Belastung des Bodens im Umzonungs- und im Kompensationsperimeter in einem ähnlichen Rahmen liegt, darf der schwach belastete Boden aus dem Umzonungsperimeter auf die Kompensationsfläche aufgebracht werden.

4.3 Biologische Belastung / Neophyten

Im Rahmen der Bodenaufnahmen am 11. Mai 2022 und 07. September 2022 wurden keine invasiven Neophyten gefunden, welche zur biologischen Belastung des Bodens führen. Nach Angaben des Pächters Herr Schweizer sind aber Placken im Kompensationsperimeter vorzufinden.

4.4 Belastung durch Fremdstoffe

Im Rahmen der Bodenaufnahmen am 11. Mai 2022 und 07. September 2022 wurden im Bereich der ehemaligen Typ B-Deponie im Kompensationsperimeter unterhalb des Oberbodens in gewissen Bereichen maximal 5% mineralische Anteile wie Ziegelbruchstücke, siehe auch Fotodokumentation im Anhang B, vorgefunden.

4.5 Fruchtfolgeflächen (FFF)

Durch die Umzonung gehen insgesamt 6'340 m^2 Fruchtfolgeflächen verloren (Abbildung 5). Gemäss den Bodenaufnahmen, welche detailliert in Kapitel 4.1 Physikalische Eigenschaften beschrieben sind, weisen die Böden im Umzonungsperimeter mit pflanzennutzbaren Gründigkeiten von über 50 cm und der NEK 5 Fruchtfolgeflächenqualität auf.

Im Kompensationsperimeter erreichen die Böden mit pflanzennutzbaren Gründigkeiten von 19 bis 45 cm und der NEK 6 und 9 keine Fruchtfolgenflächenqualität (Ausnahme HS1).

4.6 Rekultivierbarkeit der angetroffenen Böden

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird davon ausgegangen, dass der gesamte anfallende Ober- und Unterboden im Umzonungs- und Kompensationsperimeter aufgrund der bodenspezifischen Eigenschaften und trotz seiner vorhandenen chemischen Belastung (nur Richtwertüberschreitung) für die Rekultivierung zur Verfügung steht. Gemäss Sachplan Fruchtfolgeflächen [n] gilt als Minimalanforderung für neu ins FFF-Inventar aufzunehmende Böden eine Prüfwertunterschreitung der Schadstoffe gemäss VBBo [c]. Dies ist im vorliegenden Fall eingehalten. Gemäss Telefonat mit dem Amt für Umwelt, Sektion Boden und Altlasten, Frau Sarah Alder, am 21. Juni 2022 um 15.15 Uhr, ist die Verwertung des eingeschränkt verwertbaren Ober- und Unterbodens aus dem Umzonungsperimeter im Kompensationsperimeter zulässig, da gemäss der Richtlinie Beurteilung von Boden im Hinblick aus seine Verwertung [e] eine geringfügige Erhöhung der Schadstoffgehalte oder eine Belastung mit zusätzlichen Schadstoffen toleriert werden kann, um eine Verwertung zu ermöglichen.

5 FFF-Kompensationsprojekt

Innerhalb des Kompensationsperimeters weisen die Böden im Bereich der Sondierstandorte HS2 bis HS11 keine FFF-Qualität auf (vergleiche auch Kapitel 4.5 Fruchtfolgeflächen (FFF)). Teilweise ist der Unterboden sehr geringmächtig oder fehlt komplett respektive es findet sich nur ein geringmächtiger, verbraunter Übergangshorizont CB1-Horizont [l]. Die Böden weisen keinen standorttypischen Bodenaufbau auf.

5.1 Potenzielle Kompensationsflächen; Maximal- und Mindestkompensation

Eine FFF-Kompensation mit Verwertung des Bodenmaterials aus dem Umzonungsperimeter ist entweder im Bereich der Sondierstandorte HS2 – HS5 (gelb) oder im Bereich der Sondierstandorte HS2, HS5, HS6, HS7, HS8, HS9 und HS11 (rot) sinnvoll (Abbildung 7). Es sind grundsätzlich zwei Varianten auf zwei ausgesuchten Flächen denkbar, eine Maximalkompensation, Überkompensation, mit Verwertung des gesamten Bodenmaterials auf 10'700 m^2 (im Folgenden mit Kompensationsflächen 1max und 2max bezeichnet)[3] sowie eine Mindestkompensation der 6'340 m^2 effektiv verbrauchten FFF mit Überschuss an Bodenmaterial (im Folgenden mit Kompensationsflächen 1min und 2min bezeichnet)[4].

[3] Die durchschnittliche Oberboden- und Unterbodenmächtigkeit ist in den beiden Kompensationsflächen 1max und 2max identisch. Für die Maximalkompensation wird daher auf beiden Flächen auf 10'700 m^2 kompensiert.

[4] Die durchschnittliche Oberboden- und Unterbodenmächtigkeit in den beiden Kompensationsflächen 1min und 2min ist nicht mehr identisch, was im weiteren zu anderen durchschnittlichen Bodenabtragsmengen und damit Bodenbilanzen führt.

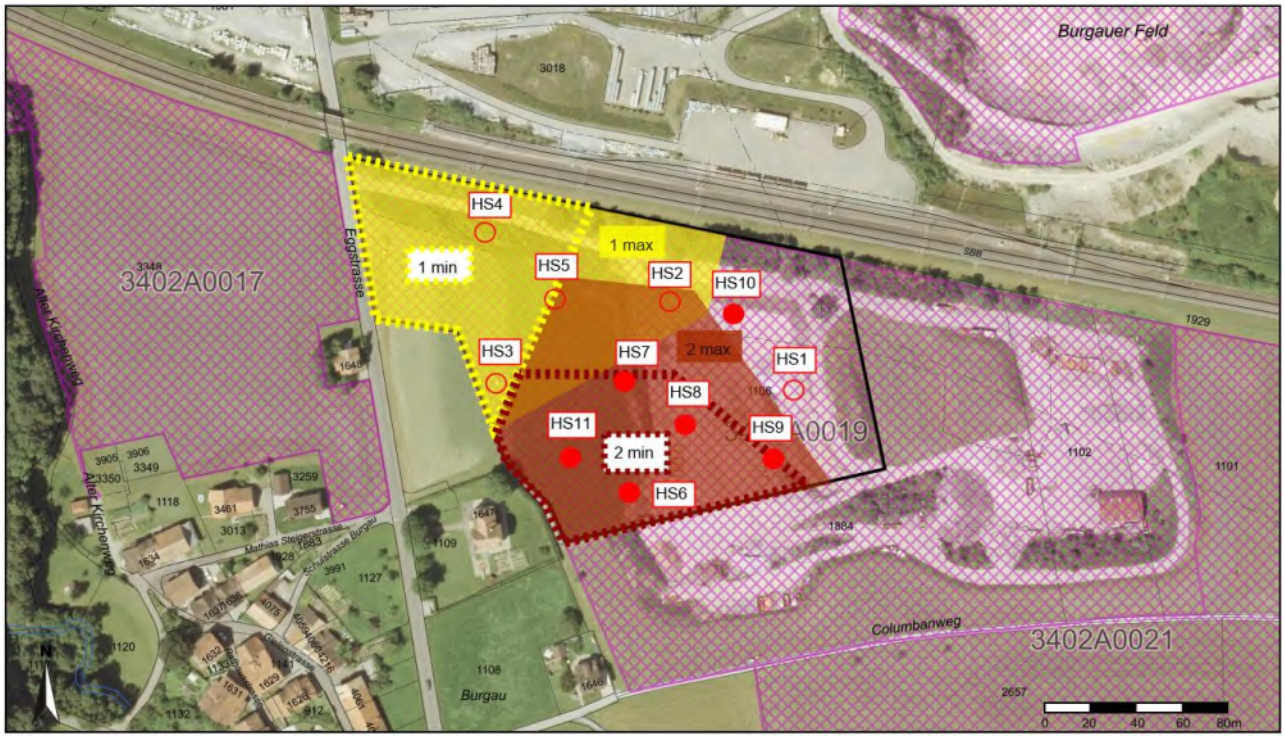


Abbildung 7 Potenzielle FFF-Kompensationen; Maximalkompensation 1max (gelb) und 2max (rot), Mindestkompensation 1min (gelb gestrichelt) und 2min (rot gestrichelt)

5.2 Rekultivierungsziel

Gemäss dem Merkblatt Kompensation von Fruchtfolgeflächen [o] ist bei einer Kompensation von Fruchtfolgeflächen nicht nur die Quantität zu berücksichtigen, sondern auch die Qualität. Grundsätzlich erfolgt die Kompensation mit Böden mindestens gleicher Qualität. Für die geplante FFF-Kompensation (1min oder 1max, 2min oder 2max) ergeben sich damit folgende Vorgaben:

- NEK 5 gemäss Ausgangszustand Umzonungsperimeter
- PNG 72 cm gemäss Ausgangszustand Umzonungsperimeter
- Kriterien FFF gemäss Sachplan Fruchtfolgeflächen erfüllt [n]

In der nachfolgenden Tabelle 3 ist die Berechnungsgrundlage zur Mindestschütthöhe mit Einbezug von Setzungsverlusten und Abzügen aufgrund des Skelettgehaltes zur Erreichung der PNG von 72 cm aufgeführt. Die Berechnungen der Tabelle 3 haben für die mindestens zu schüttende Bodenmächtigkeit für den Oberboden 30 cm und für den Unterboden 60 cm ergeben.

Mit einer damit erreichten PNG von mindestens 72 cm, der Klimazone C5-6, dem Nutzungsgebiet 3, den Bodeneigenschaften des Oberbodens (Skelettklasse 0 – 1, Körnungsklasse 4 – 6, keine Vernässungen oder Verdichtungen, gutes Gefüge) sowie den bodenspezifischen Eigenschaften des Unterbodens (keine Vernässungen oder Verdichtungen, gutes Gefüge) kann eine NEK 5 erreicht werden.

Tabelle 3 Berechnungsgrundlage für das Rekultivierungsziel

Berechnungsgrundlage	
Einzuhaltende Kriterien - mindestens 72 cm PNG - Minimalanforderungen FFF gemäss Sachplan Fruchtfolgeflächen (Hangneigung <18%, mindestens 1 ha Grösse, Schadstoffe gemäss VBBo ≤ Prüfwert)	
Ziel-PNG Oberboden	≥25 cm
Ziel-PNG Unterboden	≥47 cm
Erhöhung der Schüttmächtigkeit aufgrund von Abzügen wegen Skelettgehalt und Setzungsverlusten**:** - Skelettgehalt OB = Ø Skelettklasse 1, Ø 6% Skelettgehalt, 25 – (25 cm * 0.94) = 1.5 cm UB = Ø Skelettklasse 2, Ø 17% Skelettgehalt, 47 – (47 cm * 0.85) = 8 cm - Setzungsverluste 10% OB = 25 cm – (25 cm * 0.9) = 2.5 cm UB = 47 cm – (47 cm * 0.9) = 5 cm	
Mindestens zu schüttende Bodenmächtigkeit aufgrund der obigen Abzüge	
Schüttmächtigkeit OB/UB = Ziel-PNG + Faktor Abzug Skelettklasse + Faktor Setzungsverluste + Reserve	
Schüttmächtigkeit locker OB = 25 cm + 1.5 cm + 2.5 cm + 1 cm (Reserve) = 30 cm Schüttmächtigkeit locker UB = 47 cm + 8 cm + 5 cm + 0 cm (Reserve) = 60 cm Gesamte Schüttmächtigkeit = 90 cm	

Zur Berechnung des Rekultivierungszieles wurde inklusive Unterbodenabtrag im Kompensationsperimeter gerechnet. In der Ausführung wird der Unterboden im Kompensationsperimeter nicht abgetragen, wie im Kapitel 6 beschrieben.

5.3 Bodenbeanspruchung und Wiederverwertung, Bodenbilanz

5.3.1 Maximalkompensation (1max oder 2max)

Im Umzonungsperimeter wird auf einer Fläche von rund 8’500 m^2 Boden definitiv abgetragen, auf der Kompensationsfläche 1max oder 2max werden 10'700 m^2 Boden temporär abgetragen. Es fallen durch den Bodenabtrag im Umzonungsperimeter und der Fläche 1max oder 2max rund 3’600 m^3 eingeschränkt verwertbarer Ober- und rund 6'400 m^3 eingeschränkt verwertbarer Unterboden an (eingeschränkt verwertbar; aufgrund Richtwertüberschreitung gemäss VBBo [b], siehe auch Entscheiddiagramm Bodenverwertung im Anhang E). Dieser Ober- und Unterboden wird für die FFF-Maximalkompensation mit dem Rekultivierungsziel von mindestens 72 cm pflanzennutzbarer Gründigkeit komplett verwertet (siehe Tabelle 5 und Tabelle 6).

Es werden maximal/worst-case 5’700 m^2 für die Bodendepots benötigt (bei einem gleichzeitigen und kompletten Bodenabtrag im Umzonungs- und Kompensationsperimeter).

Tabelle 4 Übersicht Bodenbeanspruchung und anfallendes Bodenmaterial Kompensationsflächen 1max und 2max

Boden	Oberboden/ Unterboden	durchschnittliche Mächtigkeit [m]	Definitive Bodenbeanspruchung		Temporäre Bodenbeanspruchung			Total anfallender Boden	Total anfallender Boden - 10%	Lagerbebarf für anfallenden Boden Walldepot*
			Fläche [m^2]	Kubatur [m^3]	mit Abtrag		*ohne Abtrag*	Kubatur [m^3]	Kubatur [m^3]	benötigte Fläche [m^2]
					Fläche [m^2]	Kubatur [m^3]	*Fläche [m^2]*			
Umzonungsperimeter	OB	0.15	8'480	1'270	-	-	noch nicht bekannt	1'270	1'140	840
	UB	0.65		5'510		-		5'510	4'960	2'410
Kompensationsfläche 1max oder 2max	OB	0.25	-	-	10'700	2'680		2'680	2'410	1'770
	UB	0.15		-		1'610		1'610	1'450	700
SUMME (gerundet)	OB		8'500	1'300	10'700	2'700		4'000	3'600	2'600
	UB			5'500		1'600		7'100	6'400	3'100
	Total		**8'500**	**-**	**10'700**	**4'300**	**-**	**11'100**	**10'000**	**5'700**

Anmerkung: Der Boden im Bereich des Steilhanges, Bahnböschung, im Umzonungsperimeter, Neigung >50%, wurde nicht dem Bodenabtrag hinzugerechnet, da dieser im späteren Bauprojekt mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht abgetragen wird.

Tabelle 5 Benötigte Bodenmengen für Rekultivierung Kompensationsflächen 1max und 2max

Boden	Oberboden/ Unterboden	Mächtigkeit [m]	Bodenauftrag innerhalb Projekt	
			Fläche [m^2]	Kubatur [m^3]
Kompensationsperimeter	OB	0.3	10'700	3'600
	UB	0.6		6'400
	Total		**10'700**	**10'000**

Tabelle 6 Bodenbilanz Kompensationsflächen 1max und 2max

Boden	Oberboden/ Unterboden	Total anfallender Boden -10%	Boden-auftrag	Bilanz
		Kubatur [m^3]	Kubatur [m^3]	Kubatur [m^3]
Gesamtprojekt	OB	3'600	3'600	-
	UB	6'400	6'400	-
TOTAL (gerundet)		**10'000**	**10'000**	**-**

5.3.2 Mindestkompensation (1min oder 2min)

Für die Kompensation 1min fallen 2'600 m³ eingeschränkt verwertbarer Oberboden und 5'800 m³ eingeschränkt verwertbarer Unterboden an. Für die Bodendepots werden maximal 4’700 m² benötigt. Für die Kompensation 2min fallen 2'300 m³ eingeschränkt verwertbarer Oberboden und 5'500 m³ eingeschränkt verwertbarer Unterboden an und es werden maximal 4’400 m² für die Bodendepots benötigt.

Da für das Rekultivierungsziel 72 cm PNG nur 2'200 m³ Oberboden und 3'800 m³ Unterboden benötigt werden, entsteht ein Bodenüberschuss.

Bei der Fläche 1min verbleibt rund 400 m³ eingeschränkt verwertbarer Oberboden und 2'000 m³ eingeschränkt verwertbarer Unterboden. Bei 2min verbleibt ein Überschuss von 100 m³ eingeschränkt verwertbarer Oberboden und 1'700 m³ eingeschränkt verwertbarer Unterboden, welcher extern wiederverwertet werden müsste.

5.4 FFF-Bilanz im Kompensationsprojekt

Antrag:

- Die kantonale Fruchtfolgeflächenkarte [s] ist gemäss Abbildung 7 (je nach gewählter Variante) anzupassen.

FFF-Bilanz im Kompensationsprojekt

▪ FFF-Verlust im Umzonungsperimeter	6’340 m²
▪ Neuschaffung FFF im Kompensationsperimeter	10’700 m² (1max oder 2max)
	oder 6'340 m² (1min oder 2min)

Durch das FFF-Kompensationsprojekt werden bei der Maximalkompensation insgesamt 10’700 m² neue Landwirtschaftsböden mit FFF-Qualität NEK 5 geschaffen. Es entsteht ein Überschuss von 4'360 m² Fruchtfolgeflächen, der sich für spätere Kompensationen anrechnen lassen kann.

Bei der Mindestkompensation werden 6'340 m² neue Landwirtschaftsböden mit FFF-Qualität NEK 5 geschaffen. Das überschüssige Bodenmaterial muss extern wiederverwertet werden.

5.5 Empfehlung

Die FFF-Kompensation ist sowohl auf der Kompensationsfläche 1 als auch auf der Kompensationsfläche 2 möglich (Abbildung 7). Es ist eine FFF-Überkompensation auf 10'700 m² (Kompensationsfläche 1max oder 2max) oder eine FFF-Minimalkompensation auf 6'340 m² (Kompensationsflächen 1min oder 2min) möglich.

Wir empfehlen, die Kompensationsfläche 2max für die FFF-Kompensation zu verwenden, da sich das Niederschlagswasser gemäss Angaben des Pächters Herr Schweizer in diesem Bereich häufiger sammelt und das Plackenstechen aufgrund des sehr skeletthaltigen und dichten Auffüllmaterials erschwert ist. Nach Aussagen von Herrn Schweizer ist der Aufwuchs auch häufiger gehemmt (viel Löwenzahn, Zeiger für einen nassen und dichten Boden). Im Bereich der Kompensationsfläche 2max ist das Geländerelief des Weiteren auch unebener als auf der Kompensationsfläche 1max (lokale kleine Oberflächenunebenheiten) und steigt in Richtung der Bahngleise an. Mit einer FFF-Kompensation können so auch kleinere Oberflächenunebenheiten behoben werden. Mit der Variante 2max kann auch das gesamte anfallende Bodenmaterial projektintern wiederverwertet werden. Die zusätzlich geschaffenen FFF können sich für spätere Kompensationen angerechnet werden lassen.

6 Massnahmen beim Umgang mit Boden

Die allgemeinen Bodenschutzmassnahmen sind im Anhang D aufgeführt.

6.1 Installationsflächen und Baupisten

Für Installationsflächen und Baupisten auf gewachsenem Boden wird vorgängig nicht abhumusiert. Installationsflächen und Baupisten werden direkt auf den gewachsenen Oberboden geschüttet. Die Kofferschüttung erfolgt ohne Befahren des Bodens. Eine Trennschicht 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.

6.2 Bodenabtrag

Naturgemäss können die lokalen Bodenmächtigkeiten vom angegebenen Durchschnittswert abweichen. Der Bodenabtrag erfolgt immer den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend und in Absprache mit der BBB. Hierfür erfolgen in der Anfangsphase entsprechende Bodenbeurteilungen der bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) mit Instruktion des Maschinisten. Der Bodenabtrag erfolgt folgendermassen:

Idealerweise erfolgt der Oberboden- und Unterbodenabtrag im Umzonungsperimeter und der Oberbodenabtrag auf der Kompensationsfläche simultan, damit das abgetragene Bodenmaterial aus dem Umzonungsperimeter direkt auf der Kompensationsfläche, ohne Zwischenlagerung aufgetragen werden kann.

Der Oberboden darf dabei nur bei ausreichend trockenen Verhältnissen befahren werden. Als Alternative ist der Einsatz von lastverteilenden Massnahmen wie Baggermatratzen, Baupisten oder dergleichen erforderlich (Abbildung 8). Der Abtrag erfolgt vom Oberboden (wenn ausreichend trocken), vom C-Horizont oder von lastverteilenden Massnahmen aus. Der Abtrag erfolgt nach Möglichkeit im selben Arbeitsgang im Streifenverfahren und vor Kopf. 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-Horizont darf zu jedem Zeitpunkt uneingeschränkt befahren werden.

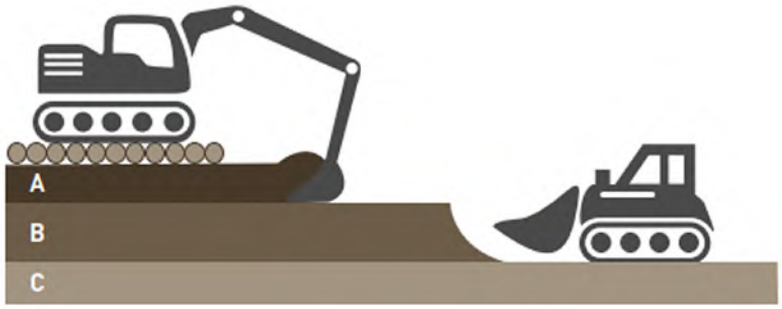


Abbildung 8 Bodenabtrag vom C-Horizont oder von einer Baggermatratze aus [h]

6.3 Zwischenlagerung

Der Oberboden aus dem Kompensationsperimeter ist seitlich zwischenzulagern.

Zwischenlager sind locker und ohne Befahren zu schütten. Zwischengelagertes Bodenmaterial ist mit dem Löffel abzuziehen, jedoch nicht anzupressen. Die Oberbodenzwischenlager sind bei optimalen Bedingungen maximal 2.5 m und die Unterbodenzwischenlager maximal 4.0 m hoch zu schütten. 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 Bodenzwischenlager sind, wenn sie länger als 3 Monate liegen bleiben, mit einer schnellwachsenden Saatmischung anzusäen und das Aufkommen von allfälligen invasiven

Neophyten wird fachgerecht bekämpft (Zuständigkeit Anweisungen: BBB; Umsetzung: Unternehmer). Die Depots sind nur mit sehr leichten Maschinen und bei trockenen Bedingungen zu bewirtschaften.

6.4 Bodenauftrag und Rekultivierung

Der Unterboden aus dem Umzonungsperimeter wird auf den Unterboden (sofern vorhanden) im Kompensationsperimeter mit einem Raupenbagger aufgetragen. Das Befahren des Unterbodens muss so minimal gehalten werden wie möglich. Der Oberboden aus dem Umzonungsperimeter zusammen mit dem Oberboden aus dem Kompensationsperimeter soll im gleichen Arbeitsgang aufgetragen werden. So muss der frisch angelegte Unterboden nie befahren werden.

Der Unter- und Oberboden wird locker und überhöht (±10% der vorgesehenen Auftragsmächtigkeit) eingebaut. Durch die natürliche Bodensetzung passt sich die Überhöhung in etwa 2 Jahren dem angrenzenden Gelände an. Ungleichmässige Setzungen können nach einigen Jahren, wenn sich der Boden gefestigt hat, durch maschinelle Bearbeitung ausgeglichen werden (beispielsweise durch Eggen).

Transportfahrzeuge dürfen nur auf Pisten oder Baggermatratzen bzw. auf dem C-Horizont und beim Entladen nicht auf das bereits geschüttete Bodenmaterial fahren.

Zur Verhinderung der Ansiedlung von Neophyten werden angelegte Böden und Brachflächen so schnell wie möglich mit geeigneten Saatmischungen angesät. Ansaaten sind zumeist ab April Erfolg versprechend. Bei einem späteren Saatzeitpunkt ist ein winterhartes oder auswinterndes Saatgut vorzusehen. Im Folgefrühling kann eine Neuansaat oder Übersaat vorgenommen werden. Während der Bauphase werden allfällige invasive Neophyten fachgerecht bekämpft (Zuständigkeit Anweisungen: BBB; Umsetzung: Unternehmer).

Abbildung 9 Bodenauftrag im Streifenverfahren [h]

6.5 Folgebewirtschaftung

Die Bodenstruktur rekultivierter Flächen ist unstabil 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. Die Vorgaben hinsichtlich der Nachfolgebewirtschaftung sind im Anhang D aufgeführt.

7 Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)

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.

8 Impressum

St. Gallen, 22.09.2022

Projektbeteiligte

Jens Bohne, dipl. Ing. Agronom, BGS zert. Bodenkundlicher Baubegleiter

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

Nadine Meier, MSc Umweltnaturwissenschaften ETH

CSD INGENIEURE AG

ppa. Jens Bohne ppa. Letizia Blumer

9 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 Luftbilder

1932

1944

1946

1952

1960

1971

1978

1995

Anhang B Ergebnisse der Sondierungen mit Fotodokumentation

CSDINGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS2	**Koordinaten**	2'733'827/1'252'243	**Datum**	11.05.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	623	**Topografie**	Kuppe [KR]	**Kartierer**	LBL
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	6%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	28 + 12 = 40 cm, ziemlich flachgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, stauwasserbeeinflusst (h) [I2 pseudogleyig]		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs-anzeichen					pH	Kalk ($CaCO_3$)						Gefüge	Bemerkungen
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cn	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%											nach								
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm		Gehalt in %						Hellige	0	1	2	3	4	5	Form	
yAhcn(g) 0 - 30	0	6	14	42	44	lehmreicher Sand (lrS)	4	x	x	-	-	-	7	-	-	x	-	-	-	Kr, Sp	braun
yCBcn(g) 30 - 60	0	18	11	45	44	lehmreicher Sand (lrS)	0.5	x	x	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	-	Sp	braun
y(B)Cgg 60 - 90	0	4	31	30	39	toniger Lehm (tL)	0.1	-	-	-	x	-	>7	-	-	x	-	-	-	Po, Ko	grau, feucht

Bemerkungen: Keine

CSD INGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS3	**Koordinaten**	2'733'755/1'252'209	**Datum**	11.05.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	625	**Topografie**	Hangfuss [HF]	**Kartierer**	LBL
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	4%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	27 cm, flachgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (e)		

Horizont	**Skelettgehalt**		**Feinerdekörnung**			**Bodenart**	**Org. Substanz**	**Vernässungs-anzeichen**					**pH**	**Kalk ($CaCO_3$)**						**Gefüge**	**Bemerkungen**
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cn	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%											nach								
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm		Gehalt in %						Hellige	0	1	2	3	4	5	Form	
yAh 0 - 30	0	9	14	41	45	lehmreicher Sand (lrS)	4	-	-	-	-	-	7	-	-	x	-	-	-	Kr, Sp	braun
yC >30	0	52	14	41	45	lehmreicher Sand (lrS)	0.5	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	-	Po	braun, Ziegelbruchstücke 1 - 5%

Bemerkungen: Keine

CSDINGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS4	**Koordinaten**	2'733'768/1'252'268	**Datum**	11.05.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	620	**Topografie**	Hangfuss [HF]	**Kartierer**	LBL
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	3%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	19 cm, flachgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (e)		

Horizont	**Skelettgehalt**		**Feinerdekörnung**			**Bodenart**	**Org. Substanz**	**Vernässungs-anzeichen**					**pH**	**Kalk ($CaCO_3$)**						**Gefüge**	**Bemerkungen**
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cn	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%											nach								
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm		Gehalt in %						Hellige	0	1	2	3	4	5	Form	
yAh 0 - 20	0	7	16	42	42	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	7	-	-	-	x	-	-	Kr	braun
yBC 20 - 30	0	4	14	52	34	lehmiger Schluff (lU)	0.2	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	-	Kr, Sp	beige
yC(g) >30	0	14	14	31	48	lehmreicher Sand (lrS)	0	-	x	-	-	-	>7	-	-	-	-	-	x	Kr, Sp	grau-beige

Bemerkungen: Sandzwischenschicht, eventuell ehemalige Baupiste, Steine auf Oberfläche

CSDINGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS5	**Koordinaten**	2'733'797/1'252'233	**Datum**	11.05.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	625	**Topografie**	Kuppe [KR]	**Kartierer**	LBL
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	2%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	19 + 26 cm = 45 cm, ziemlich flachgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (d)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs-anzeichen					pH	Kalk ($CaCO_3$)						Gefüge	Bemerkungen
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cn	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%											nach								
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm		Gehalt in %						Hellige	0	1	2	3	4	5	Form	
yAh(g) 0 - 20	0	4	16	38	46	sandiger Lehm (sL)	4	-	x	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	-	Kr, Sp	braun
yB(g) 20 - 50	0	12	16	38	46	sandiger Lehm (sL)	0.5	-	x	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	-	Sp	braun

Bemerkungen: Keine

CSDINGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS6	**Koordinaten**	2'773'810/1'252'163	**Datum**	07.09.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	626	**Topografie**	Ebene [EE]	**Kartierer**	NDM
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	4%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	14 + 12 + 4 = 30 cm, flachgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, stauwasserbeeinflusst (i)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs-anzeichen					pH	Kalk ($CaCO_3$)						Gefüge	Bemerkungen
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cn	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%																			
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm		Gehalt in %						nach Hellige	0	1	2	3	4	5	Form	
yAh 0 - 15	1	3	16	40	44	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	7	-	-	x	-	-	-	Kr	braun
yCB1(g),cn 15 - 40	2	4	16	40	44	sandiger Lehm (sL)	1.5	x	x	-	-	-	7.5	-	-	-	x	-	-	Sp	grau-braun
y(B)Cg 40 - 100	5	28	14	30	56	lehmreicher Sand (lrS)	0.5	-	-	x	-	-	7.5	-	-	-	-	x	-	Po	braun

Bemerkungen: C-Horizont verbraunt, geringe Durchwurzelung

CSDINGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS7	**Koordinaten**	2'733'808/1'252'211	**Datum**	07.09.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	626	**Topografie**	Ebene [EE]	**Kartierer**	NDM
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	3%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	19 cm, flachgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (e)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs-anzeichen					pH	Kalk ($CaCO_3$)						Gefüge	Bemerkungen
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cn	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%					Gehalt in %						nach Hellige	0	1	2	3	4	5		
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm															Form	
yAh 0 - 20	2	4	16	40	44	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	7	-	-	x	-	-	-	Kr, Sp	braun
y(B)C(g),cn >20	17	22	16	40	44	sandiger Lehm (sL)	0.5	x	x	-	-	-	7.5	-	-	-	-	x	-	Po	beige-braun

Bemerkungen: Aufgrund von hohem Skelettgehalt sowohl mit dem Flügelbohrer als auch dem Pürckhauer nicht mehr weitergekommen, mehrere Einstiche

CSDINGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS8	**Koordinaten**	2'733'834/1'252'193	**Datum**	07.09.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	626	**Topografie**	Ebene [EE]	**Kartierer**	NDM
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	3%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	10 + 19 = 29 cm, flachgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (e)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs-anzeichen					pH	Kalk ($CaCO_3$)						Gefüge	Bemerkungen
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cn	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%					Gehalt in %						nach Hellige								
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm									0	1	2	3	4	5	Form	
yAh 0 - 10	1	3	16	40	44	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	7	-	-	x	-	-	-	Kr	braun
yAh(g) 10 - 30	2	4	16	40	44	sandiger Lehm (sL)	2	-	x	-	-	-	7.5	-	-	-	x	-	-	Kr, Sp	braun
y(B)C(g) >30	17	22	14	28	58	lehmreicher Sand (lrS)	0.1	-	x	-	-	-	8	-	-	-	-	x	-	Po	beige-braun

Bemerkungen: Aufgrund von hohem Skelettgehalt sowohl mit dem Flügelbohrer als auch dem Pürckhauer nicht mehr weitergekommen, mehrere Einstiche

CSDINGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS9	**Koordinaten**	2'733'873/1'252'178	**Datum**	07.09.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	626	**Topografie**	Ebene [EE]	**Kartierer**	NDM
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	2%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	19 cm, flachgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (e)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs-anzeichen					pH	Kalk ($CaCO_3$)						Gefüge	Bemerkungen
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cn	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%					Gehalt in %						nach Hellige	0	1	2	3	4	5	Form	
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm																
yAh 0 - 20	2	4	16	40	44	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	7.5	-	-	-	x	-	-	Kr	braun
yC(g),cn >20	17	22	22	22	56	Lehm (L)	0.1	x	x	-	-	-	8.5	-	-	-	-	-	x	Po	beige

Bemerkungen: Aufgrund von hohem Skelettgehalt sowohl mit dem Flügelbohrer als auch dem Pürckhauer nicht mehr weitergekommen, mehrere Einstiche

CSDINGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS10	**Koordinaten**	2'733'853/1'252'237	**Datum**	07.09.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	623	**Topografie**	Kuppe [KR]	**Kartierer**	NDM
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	2%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	19 + 9 = 28 cm, flachgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, stauwasserbeeinflusst (i)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs-anzeichen					pH	Kalk ($CaCO_3$)						Gefüge	Bemerkungen
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cn	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%											nach								
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm		Gehalt in %						Hellige	0	1	2	3	4	5	Form	
yAh 0 - 20	2	4	22	22	56	Lehm (L)	4	-	-	-	-	-	7	-	-	-	x	-	-	Kr	braun
yCB1(g),cn 20 - 40	3	10	22	22	56	Lehm (L)	0.5	x	x	-	-	-	8.5	-	-	-	-	-	x	Sp	hellbraun-grau
yBCg >40	17	22	28	16	56	Lehm (L)	0.1	-	-	x	-	-	8.5	-	-	-	-	-	x	Po	rostbraun-grau

Bemerkungen: C-Horizont verbraunt, geringe Durchwurzelung, aufgrund von hohem Skelettgehalt sowohl mit dem Flügelbohrer als auch dem Pürckhauer nicht mehr weitergekommen, mehrere Einstiche

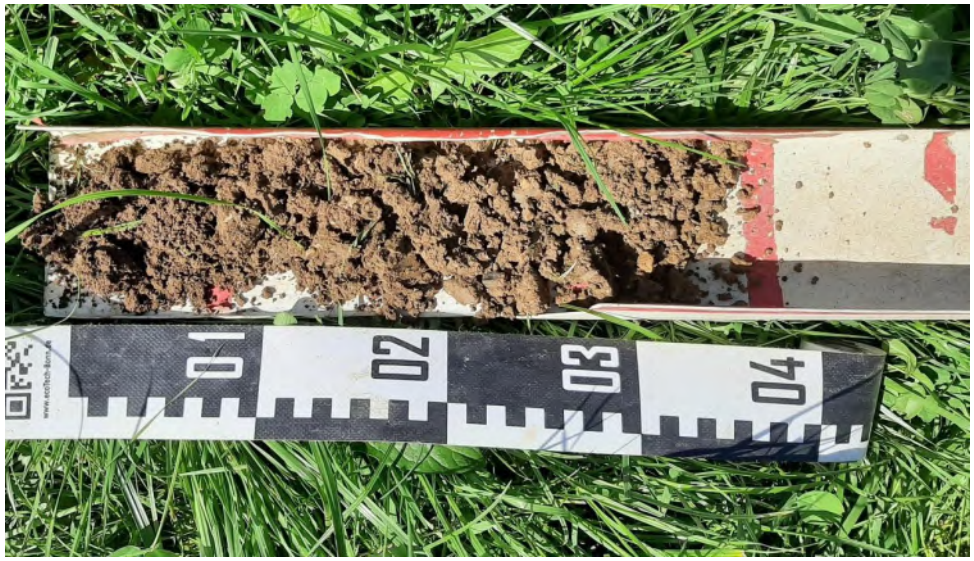
CSDINGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS11	**Koordinaten**	2'733'786/1'252'178	**Datum**	07.09.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	625	**Topografie**	Ebene [EE]	**Kartierer**	NDM
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	3%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	19 + 7 = 26 cm, flachgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (e)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs-anzeichen					pH	Kalk ($CaCO_3$)						Gefüge	Bemerkungen
	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 %	cn	(g)	g	gg	r	nach Hellige	0	1	2	3	4	5	Form	
yAh 0 - 20	2	4	16	28	56	sandiger Lehm (sL)	4	-	-	-	-	-	7	-	-	x	-	-	-	Kr	braun
yCB1(g) 20 - 40	8	26	16	28	56	sandiger Lehm (sL)	0.5	-	x	-	-	-	8.5	-	-	-	-	-	x	Sp, Po	rostbraun

Bemerkungen: Aufgrund von hohem Skelettgehalt ab 40 cm sowohl mit dem Flügelbohrer als auch dem Pürckhauer nicht mehr weitergekommen, mehrere Einstiche



CSD INGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS12	**Koordinaten**	2'733'621/1'252'441	**Datum**	11.05.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	611	**Topografie**	Flachhang [HH]	**Kartierer**	LBL
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	13%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	PNG nicht abschliessend bestimmbar			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs-anzeichen					pH	Kalk ($CaCO_3$)						Gefüge	Bemerkungen
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cn	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%																			
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm		Gehalt in %						nach Hellige	0	1	2	3	4	5	Form	
yAh 0 - 25	0	6	11	41	48	lehmreicher Sand (lrS)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	-	Kr	braun, Ziegelbruchstück
yB 25 - 35	0	4	6	36	58	lehmiger Sand (lS)	0.1	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	-	x	Kr	beige, sandig
yB >35	0	11	6	36	58	lehmiger Sand (lS)	0.2	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	-	x	Kr, Sp	braun-grau, sandig

Bemerkungen: Profilende bei 35 cm, aufgrund von hohem Kiesgehalt kein Weiterkommen mehr möglich

CSD INGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS13	**Koordinaten**	2'733'589/1'252'440	**Datum**	11.05.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	607	**Topografie**	Flachhang [HH]	**Kartierer**	LBL
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**		**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	14 + 22 + 18 + 18 cm = 72 cm, tiefgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (b)		

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs-anzeichen					pH	Kalk ($CaCO_3$)						Gefüge	Bemerkungen
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cn	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%					Gehalt in %						nach Hellige								
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm									0	1	2	3	4	5	Form	
yAh 0 - 15	0	6	11	41	48	lehmreicher Sand (lrS)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	-	Kr, Sp	braun, quarzkörnig
yAB 15 - 40	0	14	11	41	48	lehmreicher Sand (lrS)	1	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	x	-	-	Sp	braun-rot
yB(g) 40 - 60	0	12	16	36	48	sandiger Lehm (sL)	0.2	-	x	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	-	Sp	beige-braun
yB(g) 60 - 80	0	12	18	34	48	sandiger Lehm (sL)	0.1	-	x	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	-	Po	beige-braun
yCg(g) >80	0	3	21	31	48	Lehm (L)	0	-	x	x	-	-	>7	-	-	-	-	-	x	Po, Ko	grau-beige

Bemerkungen: Keine

CSDINGENIEURE
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Objekt: Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation

Projekt	OS08005.101	**Profil**	HS14	**Koordinaten**	2'733'551/1'252'428	**Datum**	11.05.22
Gemeinde	Flawil	**Höhe m ü.M.**	605	**Topografie**	Ebene [EE]	**Kartierer**	LBL
Vegetation	Dauerwiese (WI)	**Neigung**	2%	**Ausgangsmaterial**	Auffüllung [X]		
PNG	10 + 10 + 17 + 16 + 16 cm = 69 cm, mässig tiefgründig			**Wasserhaushalt**	senkrecht durchwaschen, normal durchlässig (c)		

Horizont	**Skelettgehalt**		**Feinerdekörnung**			**Bodenart**	**Org. Substanz**	**Vernässungs-anzeichen**					**pH**	**Kalk ($CaCO_3$)**						**Gefüge**	**Bemerkungen**
	Steine	Kies	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung		cm	(g)	g	gg	r									
Tiefe (cm)	Vol.-%	Vol.-%											nach								
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm		Gehalt in %						Hellige	0	1	2	3	4	5	Form	
yAh 0 - 10	0	2	11	41	48	lehmreicher Sand (lrS)	4	-	-	-	-	-	>7	-	-	x	-	-	-	Kr	braun
yBA 10 - 20	0	4	11	41	48	lehmreicher Sand (lrS)	2	-	-	-	-	-	>7	-	-	-	-	-	x	Kr, Sp	hellbraun
yAB(g) 20 - 40	0	16	11	41	48	lehmreicher Sand (lrS)	0.5	-	x	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	-	Sp	beige-braun
yB(g) 40 - 60	0	18	16	36	48	sandiger Lehm (sL)	0.2	-	x	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	-	Sp	braun-rot
yB(g) 60 - 80	0	18	18	34	48	sandiger Lehm (sL)	0.1	-	x	-	-	-	>7	-	-	-	-	x	-	Po	braun-rot

Bemerkungen: Keine

Anhang C Ergebnisse der Laboranalysen (Bachema AG)

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Schlieren, 20. Juni 2022
EA

CSD Ingenieure AG
Fidesstrasse 6
Postfach 10
9006 St. Gallen

Zusammenstellung

(von Resultaten aus mehreren Untersuchungsberichten)

Objekt: OS08005.101, Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation, Grundlagenabklärung, Flawil SG

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser,Boden, Abfall, Recyclingmaterial)
Akkreditiert nach ISO 17025
STS-Nr. 0064

Auftrags-Nr. Bachema	202206183
Proben-Nr. Bachema	26985-26989
Tag der Probenahme	31. Mai 2022
Eingang Bachema	02. Juni 2022
Probenahmeort	Parz. 1079, 1080, 1106 / Flawil SG
Entnommen durch	CSD Ingenieure AG

Auftraggeber	CSD Ingenieure AG, Fidesstrasse 6, 9006 St. Gallen
Rechnungsadresse	Gemeinde Flawil, Bau und Infrastruktur, Bahnhofstrasse 6, 9230 Flawil
Rechnung zur Visierung	CSD Ingenieure AG, N. Meier, Fidesstrasse 6, 9006 St. Gallen
Bericht an	CSD Ingenieure AG, N. Meier, Fidesstrasse 6, 9006 St. Gallen
Bericht per e-mail an	CSD Ingenieure AG, N. Meier, n.meier@csd.ch
Bericht per e-mail an	CSD Ingenieure AG, L. Blumer, l.blumer@csd.ch

Freundliche Grüsse
BACHEMA AG

Felix Bühler
Dr. sc. nat. / Dipl. chem. ETH

Objekt: **OS08005.101, Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation, Grundlagenabklärung, Flawil SG**

Auftraggeber: CSD Ingenieure AG
Auftrags-Nr. Bachema 202206183

Probenübersicht

Bachema-Nr.		Auftrags-Nr. Bachema	Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
23616	F	202205404	**LP 3m, 0.00-0.20 m**	11.05.22 / 14.05.22
23617	F	202205404	**LP 3m, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)**	11.05.22 / 14.05.22
23618	F	202205404	**LP 3m, 0.40-0.60 m (Rückstellprobe)**	11.05.22 / 14.05.22
23619	F	202205404	**LP 7m, 0.00-0.20 m (Rückstellprobe)**	11.05.22 / 14.05.22
23620	F	202205404	**LP 7m, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)**	11.05.22 / 14.05.22
23621	F	202205404	**LP 7m, 0.40-0.60 m (Rückstellprobe)**	11.05.22 / 14.05.22
23622	F	202205404	**LP 12m, 0.00-0.20 m (Rückstellprobe)**	11.05.22 / 14.05.22
23623	F	202205404	**LP 12m, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)**	11.05.22 / 14.05.22
23624	F	202205404	**LP 12m, 0.40-0.60 m (Rückstellprobe)**	11.05.22 / 14.05.22
26985	F	202206183	**Umzonungsperimeter, FP 1 flach, 0.00-0.20 m**	31.05.22 / 02.06.22
26986	F	202206183	**Umzonungsperimeter, FP 1 flach, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)**	31.05.22 / 02.06.22
26987	F	202206183	**Umzonungsperimeter, FP 2 Hang, 0.00-0.25 m**	31.05.22 / 02.06.22
26988	F	202206183	**Kompensationsperimeter, FP 1, 0.00-0.20 m**	31.05.22 / 02.06.22
26989	F	202206183	**Kompensationsperimeter, FP 1, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)**	31.05.22 / 02.06.22

Legende zu den Referenzwerten

VBBo Prüfwert	Prüfwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Vollzugshilfe "Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung".
VBBo Richtwert	Richtwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Vollzugshilfe "Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung".

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser,Boden, Abfall, Recyclingmaterial)
Akkreditiert nach ISO 17025
STS-Nr. 0064

Objekt: **OS08005.101, Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation, Grundlagenabklärung, Flawil SG**

Auftraggeber: CSD Ingenieure AG
Auftrags-Nr. Bachema 202206183

W	Wasserprobe
F	Feststoffprobe
TS	Trockensubstanz
<	Bei den Messresultaten ist der Wert nach dem Zeichen < (kleiner als) die Bestimmungsgrenze der entsprechenden Methode.
{1}	Die Analysenmethode liegt zurzeit nicht im akkreditierten Bereich der Bachema AG.
{2}	Externe Analyse von Unterauftragnehmer / Fremdlabor.
{3}	Feldmessung von Kunde erhoben.

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser,Boden, Abfall, Recyclingmaterial)
Akkreditiert nach ISO 17025
STS-Nr. 0064

Objekt: **OS08005.101, Sondernutzungsplan Schändrich Nord, FFF-Kompensation, Grundlagenabklärung, Flawil SG**

Auftraggeber: CSD Ingenieure AG
Auftrags-Nr. Bachema 202206183

Probenbezeichnung		LP 3m	Kompensations-perimeter, FP 1	Umzonungs-perimeter, FP 1 flach	Umzonungs-perimeter, FP 2 Hang	Referenzwert VBBo Richtwert	Referenzwert VBBo Prüfwert
Proben-Nr. Bachema		23616	26988	26985	26987		
Tag der Probenahme		11.05.22	31.05.22	31.05.22	31.05.22		
Entnahmetiefe [m]		0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.25		
Probenparameter							
Angelieferte Probemenge	kg	**1.4**	**1.8**	**1.2**	**1.9**		
Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)							
Anteil >2mm	Gew.-% TS	**15**	**13**	**7.0**	**8.6**		
Elemente und Schwermetalle							
Blei (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Pb	**30**	**32**	**51**	**25**	*50*	*200*
Cadmium (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cd	**0.4**	**0.4**	**0.5**	**0.4**	*0.8*	*2*
Kupfer (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cu	**36**	**29**	**35**	**24**	*40*	*150*
Zink (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Zn	**62**	**77**	**88**	**69**	*150*	*300 P*
PAK							
Benzo(a)pyren	mg/kg TS		**0.19**	**0.08**	**0.15**	*0.2*	*1*
Summe PAK	mg/kg TS		**1.8**	**0.67**	**1.3**	*1*	*10*

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser,Boden, Abfall, Recyclingmaterial) Akkreditiert nach ISO 17025 STS-Nr. 0064

Anhang D Grundsätze zum Bodenschutz

Gesetzlicher Auftrag zum Bodenschutz

Es entspricht dem gesetzlichen Auftrag, den Boden zu schützen: Art. 6 der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) 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.

Definition von Boden

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

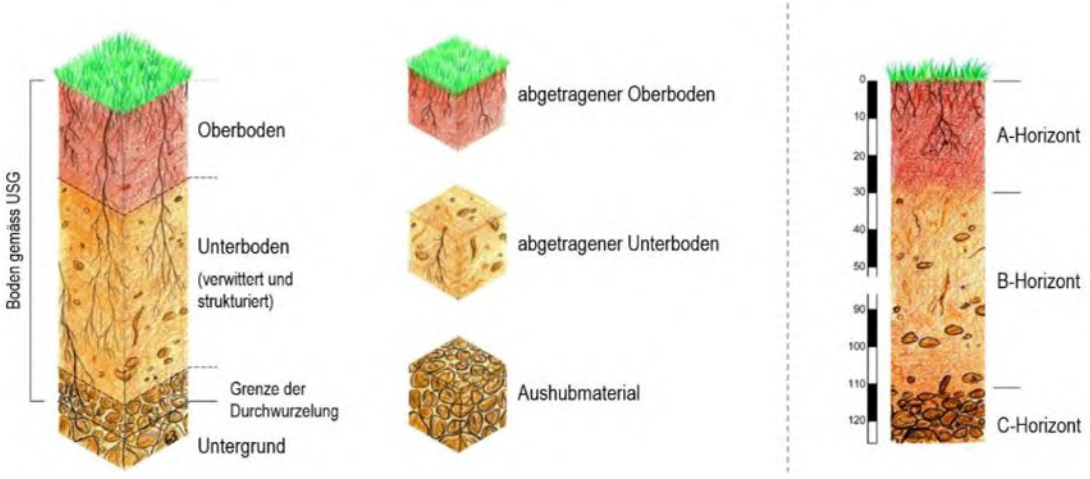


Abbildung 10 Schema Bodenaufbau [e]

Verdichtungsempfindlichkeit

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. Je nach Wasserhaushalt und Eigenschaften gilt ein Boden als mehr- oder weniger verdichtungsempfindlich gemäss VSS 40 581 (siehe nachfolgende Tabelle):

Tabelle 7 Verdichtungsempfindlichkeiten gemäss der VSS 40 581

Wasserhaushalt	Verdichtungsempfindlichkeit	Belastbarkeit / Befahrbarkeit
Böden mit Skelettanteil von >50% kies- und steinreiche Sande mit <50% Schluff und <10% Ton	kaum empfindlich	➢ 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	➢ nach entsprechender Abtrocknung im Allgemeinen gut mechanisch belastbar ➢ übliche Sorgfalt

Wasserhaushalt	Verdichtungsempfindlichkeit	Belastbarkeit / Befahrbarkeit
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
grund- oder hangwassergeprägte, jedoch selten bis zur Oberfläche porengesättigte Böden	stark empfindlich	➢ 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	➢ dauernd verdichtungsgefährdet ➢ schon geringe Auflasten können die Bodenstruktur irreversibel schädigen

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). Die Voraussetzungen bezüglich der Bodenfeuchte für Bodenarbeiten nachfolgend beschrieben.

Voraussetzungen bezüglich Bodenfeuchte für Bodenarbeiten

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 [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.
> 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 Abbildung 11 abschätzen.

Abbildung 11 Feldmethode zur Abschätzung der Saugspannungswerte [h]

- 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/cm^2] 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.

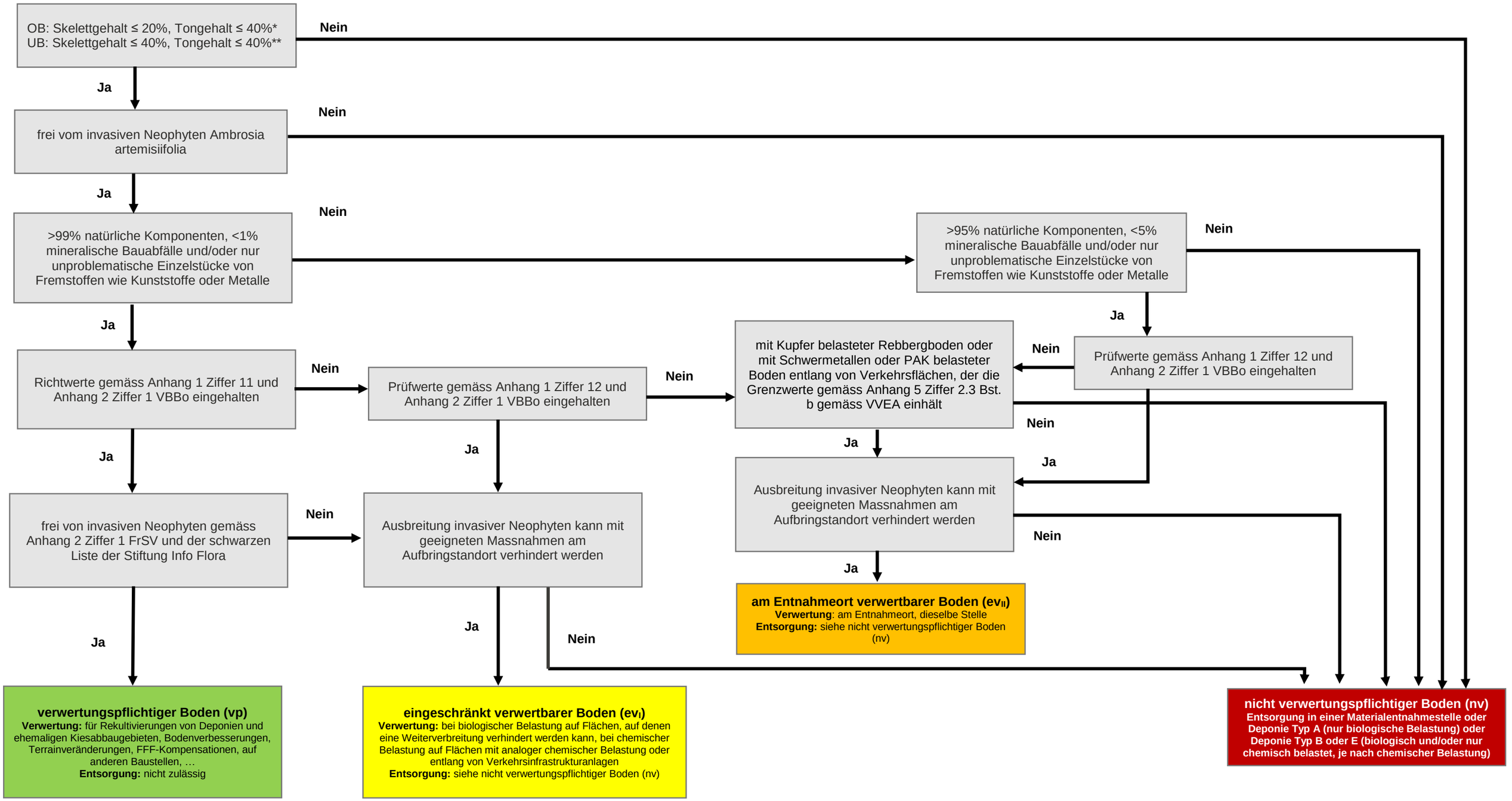
Empfehlungen zur Folgebewirtschaftung

Massnahmen	1. Jahr*	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. – 8. Jahr
Generell	Arbeiten wie Saat, Düngung, Mähen, Futterbergung nur bei gut abgetrocknetem Boden, möglichst leichte Maschinen mit geringem Bodendruck, Einstellung der Arbeiten bei ungünstigen Verhältnissen (Regen, …), es dürfen keine Fahrspuren oder Trittschäden entstehen				
	Regelmässige Kontrolle und Bekämpfung von Problempflanzen			verminderte Tragfähigkeit des Bodens weiterhin beachten	
Landwirtschaftliche Nutzung	**Wiese oder Extensivwiese** kein Siloballenpressen, Produktion von Dürrfutter, maximal 3 Schnitte, im Herbst Schnittgut liegen lassen	**Wiese oder Extensivwiese** Produktion von Dürrfutter empfohlen, maximal 4 Schnitte, keine Produktion von Trockengras und kein Siloballenpressen, Heuballenpresse nur mit Doppelbereifung		**Dauergrünland** Wiese oder Extensivwiese. **Fruchtfolge** Wiese oder Extensivwiese; im Herbst 1. Umbruch und Ansaat Wintergetreide oder Direktsaat Wintergetreide	**Dauergrünland und Fruchtfolge** Dauergrünland nach dem 4. Jahr, Fruchtfolge nach dem 8. Jahr Überführung in betriebsübliche Nutzung
Düngung	Kein Düngen	Mineraldünger und Mistgabe reduziert, kein Flüssigdünger	Nährstoffgaben nach Düngungsgrundlagen, Ausbringen von Gülle in kleinen Gaben mit Verschlauchung möglich	Nährstoffgaben gemäss Düngungsgrundlagen	
Weidegang	Weidegang und Eingrasen unterlassen	Kein Eingrasen, Weidegang mit Kleinvieh möglich	Eingrasen bei gut abgetrocknetem Boden, bei Eintreten von Niederschlag einstellen, Weidegang mit Kleinvieh möglich	Keine Vorgaben	Keine Vorgaben

*wenn die Ansaat vor August erfolgt, gilt das Ansaatjahr bereits als das erste Bewirtschaftungsjahr

Anhang E Entscheiddiagramm Bodenverwertung

Entscheiddiagramm Verwertung von anfallendem Bodenmaterial



* wobei bei ≥ 30% zusätzlich das Verhältnis von Ton zu organischer Substanz ≤ 8:1 sowie der Schluffgehalt ≤ 40% betragen muss
** wobei bei ≥ 30% zusätzlich der Schluffgehalt ≤ 40% betragen muss
Anmerkung: Besteht nach vorstehenden Kriterien keine Pflicht zur Verwertung, ist eine Verwertung des Bodens nicht ausgeschlossen. Die physikalischen Eigenschaften von Boden sind lediglich zur Bestimmung relevant, ob Boden der Verwertungspflicht untersteht oder nicht, nicht jedoch für die Beurteilung der Einschränkungen bei der Verwertung. Abgetragenen Boden ohne Begründung aufgrund eines nicht erfüllten Kriteriums der physikalischen Eigenschaften abzulagern, lässt sich fachlich nicht rechtfertigen.