



Geologisch-hydrogeologischer und
geotechnischer Bericht nach VVEA

**Deponie für unverschmutztes
Aushubmaterial „Bittberg“
Typ A
Zinggenfeld
Parzellen 31+32
6166 Hasle**

Projekt - Nr.
2024 – 0203

Bauherrschaft
Wermelinger AG Flühli
Krutacher 2
6173 Flühli

Projektverfasser
freiraumarchitektur gmbh
Landschaftsarchitekten FH HTL BSLA
Alpenquai 4
6005 Luzern

05. März 2024

Geologik AG
Büttenenhalde 42 Parkstrasse 2
CH-6006 Luzern CH-6410 Goldau
T 041 375 61 00
info@geologik.ch www.geologik.ch

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines	1
1.1. Bauvorhaben und Auftrag	1
1.2. Ausgeführte Felduntersuchungen	2
1.3. Verwendete Unterlagen	2
2. Geologisch-hydrogeologische Übersicht	2
3. Standorteigenschaften – Geologie und Baugrund am Projektort	4
3.1. Ergebnisse der Sondierungen und Baugrundmodell	4
3.2. Bodenkennwerte (geschätzt)	5
3.3. Fels	5
3.4. Lokale Grundwasserverhältnisse	6
3.4.1. Oberflächengewässer und Quellen	7
3.4.2. Sickerwasser	8
4. Bautechnische Aspekte	9
4.1. Stabilität und Setzungen	9
5. Hydrologie	10
5.1. Deponiesickerwasser	10
5.2. Niederschlags-, Hang- und Bodenwasser	10
6. Naturgefahren	11
7. Diverses	12
7.1. Erdbebensicherheit	12
7.2. Kataster der belasteten Standorte (KbS)	13
7.3. Standortnachweis nach VVEA	13

Anhang

Anhang 1	Situation M 1 : 1'250
Anhang 2.1-2.3	Geologische Schnitte 1 : 300
Anhang 3.1-3.4	Schichtenverzeichnisse der Baggersondierungen BS 1 – 8
Anhang 4	Stabilitätsberechnung Schnitt G-G'

1. Allgemeines

1.1. Bauvorhaben und Auftrag

Auf den Parzellen 31 und 32 in Hasle plant die Wermelinger AG Flöhli die Errichtung einer Deponie für unverschmutzten Aushub. In dieser Vorprojektphase geht es um die Untersuchung resp. Beurteilung der geologisch-geotechnischen Rahmenbedingungen und die spezifische Eignung des Areals (Standortnachweis). Als Richtlinie für die Projektierung von Deponien Typ A gilt die Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA). Ferner dienen die SIA-Normen 203 (Deponiebau) sowie 267 (Geotechnik) als weitere Grundlagen.

Auf Einladung der Freiraumarchitekten GmbH und im Auftrag der Bauherrschaft wurde die geotechnische Beurteilung des Baugrundes der Geologik AG übergeben (Offerte vom 01.02.2024).

Die untere Abbildung 1 zeigt den regionalen Standort des Deponieprojektes in Hasle LU.

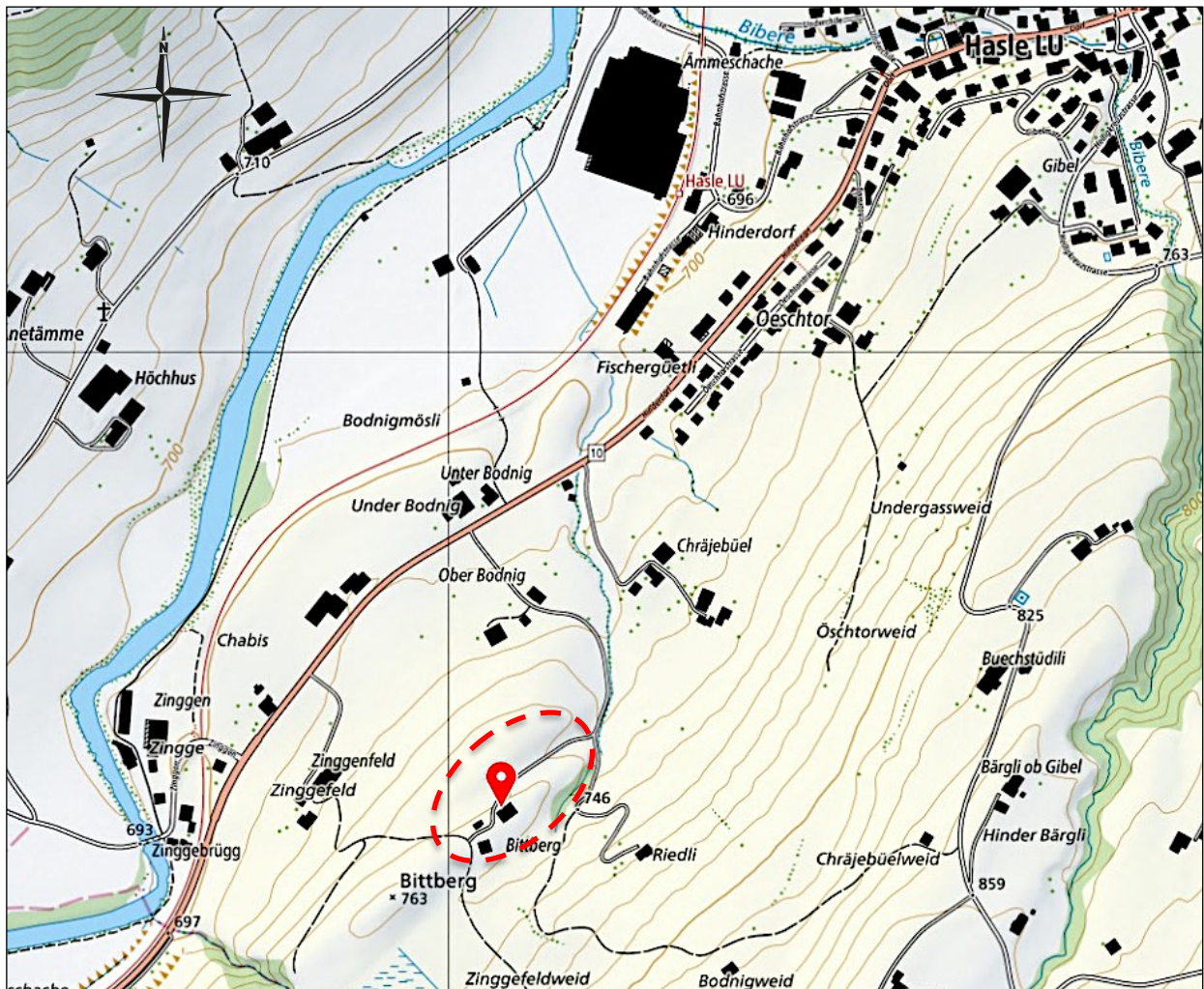


Abbildung 1: Ausschnitt aus der topographischen Landeskarte 1:25'000 (nicht massstäblich) mit Lage des Projektperimeters (roter Pin/Ellipse); mittlere Koordinaten: 2'646'050 / 1'202'500. Quelle: swisstopo.

1.2. Ausgeführte Felduntersuchungen

Die Felduntersuchungen wurden am 03.06.2015 im folgenden Arbeitsumfang durchgeführt:

- 8 x Baggersondierungen (BS) bis max. 4.20 m Tiefe unter OKT (Oberkante Terrain)

1.3. Verwendete Unterlagen

1. Situation mit Deponieperimeter und Grundlagendossier: Freiraumarchitektur GmbH
2. Geologischer Atlas der Schweiz, LK-Blatt Nr. 1169 Schüpfheim
3. Geoportal des Kantons Luzern
4. Archiv Geologie AG, Luzern/Goldau

2. Geologisch-hydrogeologische Übersicht

Die oberflächennahe Lockergesteinsbedeckung wird aus tiefgründig verwitterten Moräneablagerungen aufgebaut, die dem felsigen Untergrund in unterschiedlicher Mächtigkeit aufliegen.

Dieser besteht aus überwiegend fein- bis mittelkörnigen, plattigen Sandsteinen mit siltig-mergeligen Zwischenlagen, die den Sedimentgesteinen der *Oberen Meeresmolasse* (Miozän) der aufgerichteten mittelländischen Molasse zugeteilt werden; die stratigraphische Zuordnung erfolgt zur sogenannten „*Luzern-Formation*“, welche hier westlich vom Projekt nur gering überdeckt ist (s.u. Abbildung 1).

Im Anschluss an die glaziale Überprägung (Felsentäler, Auskolkungen etc.) durch den letztkaltzeitlichen Emme-Haupttalgletscher wurde mit den sich allmählich zurückziehenden Eismassen besonders in den Hanglagen heterogenes Moränenmaterial deponiert, während sich im Talboden fluviatile Sedimente und Alluvionen akkumulierten. Mit dem Rückgang der Wassermassen sank auch das Entwässerungsniveau der heutigen *Kleinen Emme* sukzessive ab.

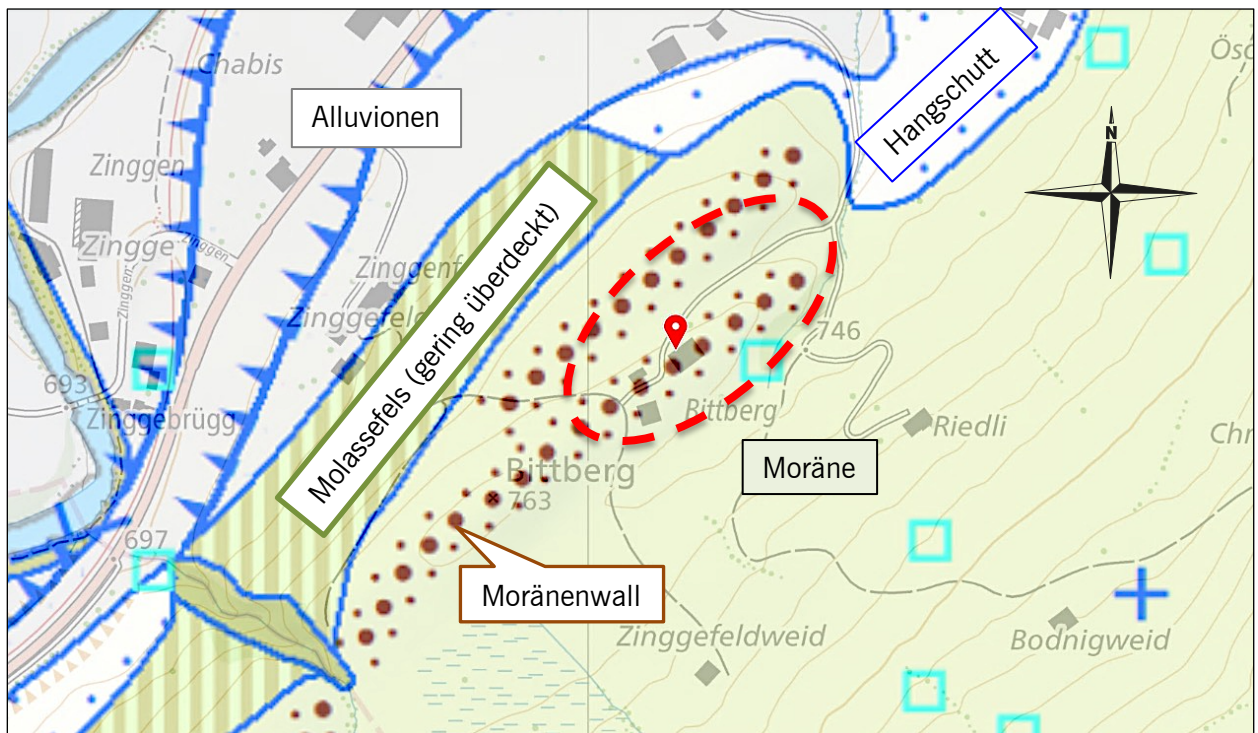


Abbildung 2: Geologische Karte am Standort (roter Pin/Ellipse) mit Gesteinseinheiten; Quelle: swisstopo

3. Standorteigenschaften – Geologie und Baugrund am Projektort

3.1. Ergebnisse der Sondierungen und Baugrundmodell

Die Baggersondierungen (BS) wurden bereits im Juni 2015 durchgeführt – dies im Rahmen eines früheren Projekts mit grösserem Umfang des Deponiekörpers. Auf der Grundlage unseres damaligen Berichts (vormals Schenker Korner Richter AG, Nr. 2015-0604a v. 11.06.2015) und den seinerseits erfolgten Untersuchungen sind für das neue Projekt nur noch die Sondierungen BS 3-8 relevant. Die BS 1+2 sind für den Gesamtkontext dennoch von grossem Wert.

Die bisherigen Sondierungen zeigen einen weitgehend einheitlichen Aufbau des Untergrundes: die wesentlichsten Unterschiede treten in der Mächtigkeit der Moräneablagerungen über dem Fels auf. Aus bautechnischer Sicht ist ein vereinfachtes Baugrundmodell gemäss unterer Tabelle 1 praktisch.

Tabelle 1: Baugrundmodell / Schichtaufbau anhand der Baggersondierungen

Schicht/ Einheit	Mächtigkeit [m]	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation	Geotechnische Einstufung
1.1	rd. 0.3	feinsandiger Silt, z.T. leicht tonig und/oder mit wenig Kies, stark organisch durchwurzelt, schwarzbraun	Oberboden: Humus / Wiese	nicht relevant, sehr locker gelagert
1.2	rd. 0.4 – 0.7	siltiger Ton bis toniger Silt, z.T. feinsandig und kiesig, steife Konsistenzen, plastisch, grau bis braun	Unterboden Verwitterungs- lehm	locker gelagert mit Setzungspotential
2	rd. 0.5 – >4	sandige Kiese und Steine mit viel siltigem Ton bis tonigem Silt – bindig „verlehmt“ – Blöcke bis zu 1 m Ø (ev. >), Komponenten kanten- bis gerundet, viele verwitterte Sandsteine, überwiegend sehr schlecht durchlässig, Schichtwasser möglich, grau-beige-(rost-)braun	Moräne- ablagerungen	bei steifer Konsistenz nur wenig bis gering setzungsanfällig
3	./..	Wechsellagerung von Fein- bis Mittelsandsteinen mit eingeschalteten tonigen Mergeln, plattig bis dünn gebankt, im oberen Teil stark gebrochen bis ganz verwittert, verlehnte Kluffüllungen wahrscheinlich, grau-braun-beige-bunt	Molassefels (<i>Obere Meeresmolasse „Luzerner Formation“</i>)	wenn unverwittert und kompakt, dann praktisch inkompressibel

3.2. Bodenkennwerte (geschätzt)

Für die o.g. Schichteinheiten können die bodenmechanischen Kennwerte auf charakteristischem (d.h. Bruch-) Niveau erfahrungsgemäss wie in unterer Tabelle 2 abgeschätzt werden. Die Extremwerte in Klammern grenzen den repräsentativen Schwankungsbereich ein. Als Eingabewert bei geotechnischen Berechnungen empfehlen wir, den geschätzten Erwartungswert (wahrscheinlicher Mittelwert, ohne Klammern) zu verwenden.

Der Oberboden (Einheit 1.1) muss ohnehin abgeschoben werden und ist damit für die geotechnischen Betrachtungen ohne Bedeutung.

Tabelle 2: Bodenkennwerte (geschätzte Erwartungswerte)

EINHEIT / SCHICHT	FEUCHTRAUMGEWICHT y_f [kN/m ³]	RAUMGEWICHT u. AUFTRIEB y' [kN/m ³]	REIBUNGSWINKEL Φ'_k [°]	KOHÄSION c'_k [kN/m ²]	ZUSAMMENDRÜCKUNGSMODUL $M_{E,k}$ [MN/m ²]
1.2 Verwitterungslehm	(17 – 19) 18	(7 – 9) 8	(23 – 27) 25	(3 – 8) 5	(5 – 10) 7.5
2 Moräneablagerungen	(19 – 21) 20	(9 – 11) 10	(28 – 32) 30	(0 – 6) 3	(15 – 25) 20*
3 Sandstein kompakt**	(22 – 26) 24	(12 – 16) 14	30 – 50 (Trennflächen, Klüfte: ≤ 20)	100 und $>>$ (Trennflächen, Klüfte: tlw. 0)	100 und $>>$

* nur im ungestörten Zustand, d.h. nicht (durch Wasser) aufgeweicht resp. maschinell aufgelockert

** wenn verwittert: dann nur noch Lockergesteinseigenschaften wie z.B. Schichteinheit 2

Bei dem Deponiematerial wird es sich um unverschmutzten Aushub handeln; dies bezeichnet unbelasteten Boden ohne jegliche anthropogene Fremdanteile. Von den Bodenkennwerten entspricht das einem Mittelwert zwischen den o.g. Schichten 1.2 und 2, also überwiegend bindige, „lehmige“ Einheiten mit eher schlechter Durchlässigkeit.

3.3. Fels

Der Fels wurde auf und in den steileren Hangbereichen angetroffen; z.T. steht er direkt unter dem Humus an wie z.B. auf der Kuppe bei BS 6. Das Einfallen der Haupttrennflächen konnte hier mit rd. 55° gegen Norden gemessen werden. Ob es sich dabei um das tatsächliche Schichteinfallen oder tektonische Scherflächen handelt, konnte mit diesem Untersuchungsumfang (und Methode) nicht eindeutig bestimmt werden. Gemäss dem geologischen Atlas ist das grossräumige Schichteinfallen mit rd. 65° nach Nordwesten ausgerichtet.

Die Qualität vom Fels resp. dessen Belastbarkeit hängt stark vom Grad der oberflächennahen Verwitterung ab sowie seines Trennflächengefüges inkl. Schichtstärke und Raumstellung der Klüftung. Solange er fest im Felsverbund eingebettet ist, ist er praktisch inkompressibel mit unendlich tragfähigen Eigenschaften. Die strukturellen Gefügediskontinuitäten werden vor allem von der Schichtung (inkl.

Einfallen), der Scherung und dem Kluftmuster geprägt werden; die Schieferung spielt hier am Standort eine nur untergeordnete Rolle.

Ein Sandstein ist generell härter und schwerer bis gar nicht mehr baggerbar, wenn er kompakt und nur wenig angewittert ist. Hingegen kann ein Mergelfels schon soweit verwittert sein, dass er total entfestigt und aufgelöst ist und nur noch Lockergesteinseigenschaften wie ein (steifer) Ton aufweist.

Die Aufschüttung des Deponiekörpers wird überwiegend in der topografischen Geländemulde zwischen zwei Moränenhügeln erfolgen (vgl. untere Abbildung 4). Der Kern dieser Hügel wird wahrscheinlich vom Molassefels gebildet: dieser wurde in den Sondierungen BS 5 und 6 bereits in geringer Tiefe angetroffen.

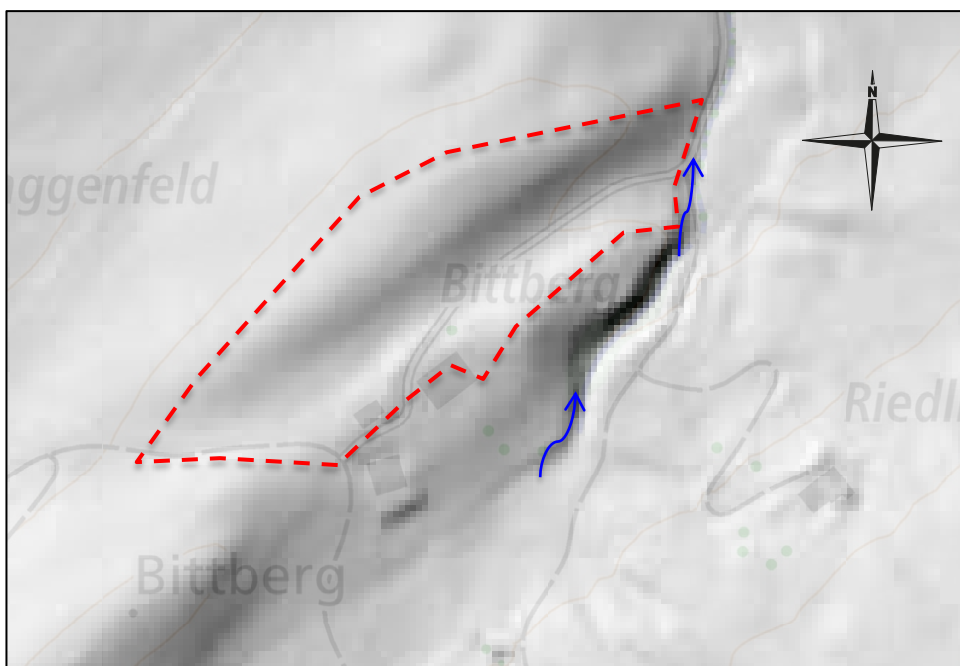


Abbildung 4: Reliefkarte bei Bittberg, welche die oberflächliche Muldenstruktur verdeutlicht, und ca. Deponieperimeter (roter Rahmen) sowie Bachbett (blaue Pfeile) vom Dorfbach/Bodnigbächli (Quelle: *swisstopo*)

3.4. Lokale Grundwasserverhältnisse

Während den Baggersondierungen (BS) wurde nur in der BS 4 wenig Grundwasser angetroffen: Es handelt sich dabei um eine lokal begrenzte Rinne oder Bahn mit Hang-/Schichtwasser innerhalb eines besser durchlässigen, weil grobkörnigeren Abschnitts im Nahbereich des *Bodnigbächlis*. Daher ist anzunehmen, dass solche wasserführenden Bahnen auch noch andernorts vorhanden sind. Deren Wasserführung ist i.d.R. mit der Niederschlagssituation verknüpft und unterliegt jahreszeitlichen Schwankungen; erfahrungsgemäss beträgt der Wasserandrang auch im Maximum nur wenige Liter in der Minute.

Generell sind die „verlehmteten“ Moräneablagerungen über dem Fels hier am Standort schlecht bis sehr schlecht durchlässig mit k -Werten bis rd. 5×10^{-8} m/s, sodass sie wie ein wasserdichter

Deckel dem Fels aufliegen. Dadurch ist das Grundwasser, welches hier als Hangwasser dem Talboden zusickert, gezwungen, in dem Kluftsystem zu zirkulieren. Somit sind einerseits auch (leicht?) gespannte Druckverhältnisse nicht ausgeschlossen, oder andererseits verdeckte Quellaustritte in tieferen Geländeniveaus (siehe dazu auch Kap. 3.4.3).

3.4.1. Oberflächengewässer und Quellen

Im südöstlichen Teil der Parzelle 31 münden nur zwei kurze Bachläufe bis an/in das *Bodnigbächli*, welches bis zum Waldgebiet eingedolt ist und vom eigentlichen Deponiekörper nicht tangiert wird (s.u. Abb. 5). Die Entwässerung erfolgt gegen Norden, wo die Wasserführung dann wieder oberirdisch verläuft.

Die stärker wassergesättigte und vernässte Zone im „Sitemoos“ befindet sich zu weit südlich, als dass sie einen Einfluss auf den Projektperimeter ausüben, noch von ihr beeinflusst werden könnte.

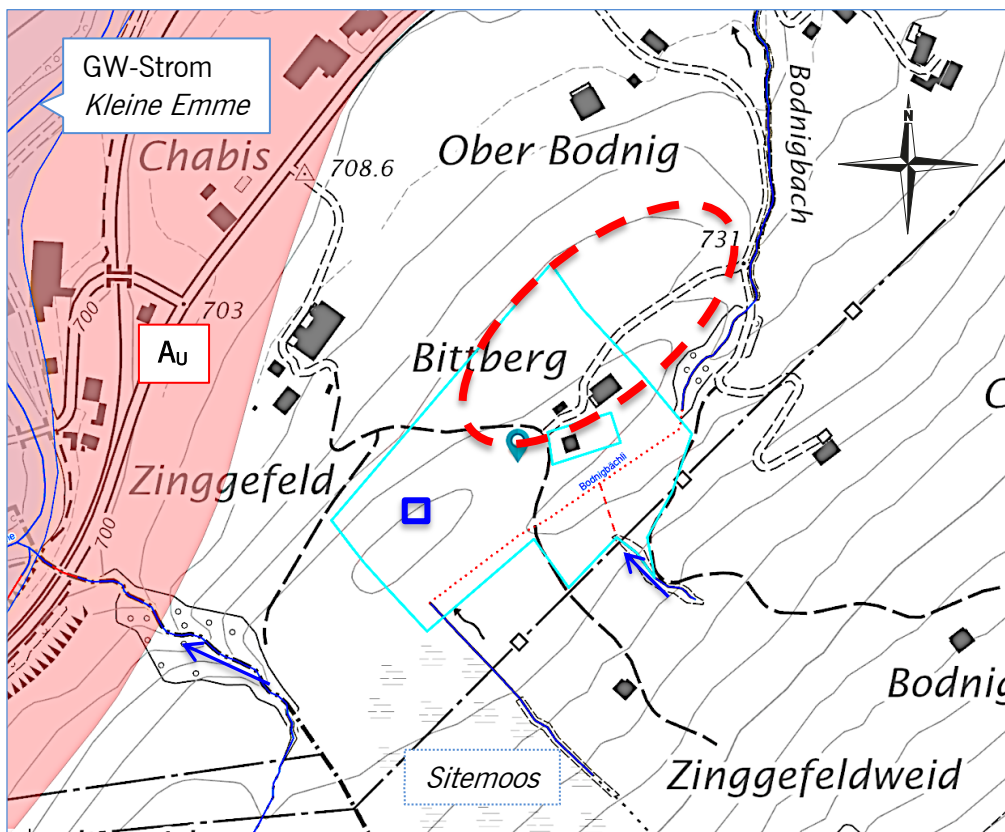


Abbildung 5: Ausschnitt Bittberg mit Parzelle Nr. 31 (hellblauer Rahmen) und Deponieperimeter (rot) zzgl. oberflächennahen Bachläufen (Pfeile) und Quelfassung (blauer Rahmen). (Quelle: geoportal Kt. LU (map.geo.lu.ch/gewaesser/schutz...))

Die uns bisher einzig bekannte gefasste Quelle auf Parzelle 31 befindet sich wenig unterhalb einer Kuppe auf der nördlichen, d.h. abgelegenen Seite des *Bodnigbachs* (vgl. Foto/Abbildung 6 auf folgender Seite). Da dieser Geländerücken vom Fels aufgebaut wird, muss davon ausgegangen werden, dass es sich dabei um gespanntes Kluftwasser handelt, welches vom nach Südosten ansteigenden Gegenhang gespeist wird. Dies würde die gespannten Grund-/Hang-/Schichtwasserverhältnisse

unterstreichen, die auch nur lokal auftreten können.

Mit der zugleich topographisch erhöhten Lage liegt sie ausserhalb des Einflussbereiches der Deponie.



Abbildung 6: Quellfassung auf Parzelle 31

3.4.2. Sickerwasser

Für einen Deponiebetrieb mit sauberem Aushub müssen ebenfalls die Sickerwasserverhältnisse im Bezug zum aufgefüllten Material beurteilt werden, weil in natürlichen Geländemulden kein künstlicher Aufstau oder gar ein permanenter Einstau erfolgen darf. Mit einer durchlässigen Kies-Sand-Schicht an der Deponiebasis sollte das Wasser bewusst gebunden werden.

Der Oberflächenabfluss und dessen Richtung kann durch die Gestaltung des Deponiekörpers gesteuert werden.

Eine natürliche Verbindung mit den einige Meter tiefer unter OKT zu erwartenden Hang- oder Schichtwasservorkommen ist nur untergeordnet gegeben, da diese von (sehr) schlecht durchlässigem Moränenmaterial (rd. 5×10^{-8} m/s) überlagert werden, deren Mächtigkeit 2 und mehr m beträgt. Um einen allfälligen Kurzschluss dieser beiden Wässer zu vermeiden, kann z.B. vorab eine maschinelle Verdichtung des Planums durchgeführt werden mit anschliessendem Einbau der Sickerpackung über Geotextil o.Ä. Das Wasser kann zentral auch mittels Drainageleitungen gefasst und gezielt abgeleitet werden.

Damit wären zwar die Anforderungen an eine geologische Barriere sogar für Inertstoffdeponien gegeben, allerdings geht mit der zusätzlichen Auflast des Deponiekörpers eine zunehmende Konsolidierung des gewachsenen tieferen Untergrundes einher, welche eine Verdichtung und somit auch Verringerung der Durchlässigkeit der natürlichen wasserführenden Schichten/Bahnen oder Rinnen zur Folge hat. Im Extremfall kann dies dazu führen, dass das Hang-/Schichtwasser sich neue Wegsamkeiten sucht, die sich negativ auf die Umgebung auswirken könnten (z.B. Vernässungen,

Wasseraustritte etc.). Um hierzu eine Prognose stellen zu können, müssten zusätzlich weiterführende Untersuchungen durchgeführt werden, z.B. Markierversuche etc.

Bei einem allfälligen Deponiebetrieb müssten diese Kenntnislücken geschlossen und zumindest in ein mittelfristiges Überwachungsprogramm eingebunden werden.

4. Bautechnische Aspekte

4.1. Stabilität und Setzungen

Anhand der geologischen Schnitte im Anhang 2 ist der generell zu erwartende Aufbau des Untergrundes schematisch dargestellt; Unsicherheiten bei diesem Modell bestehen in den tatsächlichen Mächtigkeiten der Moräneablagerungen besonders dort, wo sie nicht bis auf den Fels durchteuft werden konnten.

Der geplante Deponiekörper soll z.T. in einer ausgeprägten Muldenstruktur angelegt werden, die von südwest-nordost verlaufenden Wällen eingerahmt wird und zum nördlichen Rand hin allmählich abflacht.

An den Flanken und im Kern wird diese Muldenform vom Molassefels aus Sandsteinen und Mergel aufgebaut, der im südwestlichen Abschnitt von rd. 4 m mächtigem Lockergestein überdeckt wird. Nach Nordosten hin taucht der Fels allmählich ab und konnte bis in 4 m Tiefe nicht mehr sondiert werden.

Die natürliche Stabilität der heutigen Hänge ist im Gleichgewicht, zumal auch in den steilen Abschnitten der Fels bald ansteht. In den abgeflachten Teilen ist das (Hang-) Rutschpotential ohnehin geringer. Mit der Auffüllung dieser Geländemulde geht eine Veränderung der heutigen topographischen Verhältnisse einher, die in einer leichten bis hohen Aufwölbung mündet (bis hin zu rd. 8-9 m). Die Flanken der Deponie sind somit durch die beiden Wälle stabilisiert, sodass einzig zum nordöstlichen Ende die Deponieböschung allmählich abgeflacht werden muss, um keinen Grundbruch oder keine Rutschung zu provozieren.

Das südwestliche Ende wird wegen dem Geländeverlauf ohnehin flach gehalten.

Wichtig hierbei und jederzeit: Es darf sich kein Stauwasserhorizont im Untergrund ausbilden, besonders an der Basis der neuen Aufschüttungen. Es muss vermieden werden, dass sich potentielle Gleithorizonte aufbauen, die zu Rutschungen führen könnten. Die natürliche Versickerung des Oberflächenwassers muss ungehindert stattfinden können.

Die Ausbildung einer Gleitfläche auf dem Mergelfels ist mit heutigem Kenntnisstand nicht ersichtlich und nicht zu erwarten: mit den dichten Moräneablagerungen über dem Fels ist bereits eine Stauschicht vorhanden, so dass heute schon kein Schichtwasser auf dieser Fläche zirkulieren kann.

Eine Betrachtung der Böschungsstabilität im Endzustand ist für einen extremen Fall mit dem Profilschnitt G-G' durchgeführt worden, wo die natürliche Muldenstruktur mit der Aufschüttung des Deponiekörpers zum gewachsenen Terrain ausläuft (vgl. Anhang 4).

Diese Modellberechnungen zeigen, dass die Böschungssicherheit im Rahmen der SIA eingehalten werden kann.

Die Gesamthöhe der Aufschüttung wird im Maximum bis rd. 12 m betragen. Diese Auflast verteilt sich wegen der Muldenstruktur allerdings nicht gleichmässig über den ganzen Deponiekörper: Da über den felsigen Abschnitten mit geringer Lockergesteinsüberdeckung die Überschüttungen am geringsten sind, ist hier auch das kleinste Setzungspotential des gewachsenen Untergrundes zu erwarten. In der Mitte der Mulde mit mächtigeren Lockergesteinen ist die Auflast und somit das Setzungspotential am grössten.

Das Setzungspotential des gewachsenen Untergrundes ist erfahrungsgemäss als gering bis sehr gering einzuschätzen: Nach dem Abschieben des humosen Oberbodens variiert die Restmächtigkeit der verbleibenden Lockergesteine über dem Molassefels um einige Meter, wobei die Moräne mit ihrer halb-festen bis festen Konsistenz schon dicht gelagert ist. Die grössten Setzungen sind im Unterboden zu erwarten.

Der Molassefels ist an sich inkompressibel, auch wenn er über weite Strecken oberflächlich verwittert und entfestigt ist. Da er im festen Felsverbund eingeschlossen bleibt, kann er jedoch nicht aufweichen oder sich weiter auflockern.

Exemplarische Setzungsberechnungen mit dem o.g. Baugrundmodell und -werten führen zu Gesamtsetzungen des Untergrundes von rd. 6 mm bis hin zu rd. 35 mm maximal an den höchsten Aufschüttungen. Diese treten allerdings nur sukzessive im Rahmen der Aufschüttungen ein und könnten allenfalls mit langjährigen Präzisionsnivellements gegenüber der unbeeinflussten Umgebung festgestellt werden. Die Setzungen des Deponiekörpers an sich werden durch die Art und Bearbeitung des aufgeschütteten Materials beeinflusst.

5. Hydrologie

5.1. Deponiesickerwasser

Die heutige, natürlich angelegte Muldenformen entspricht an ihrem tiefsten Punkt einer Abflussrinne, in der sich ein präferentieller Fliesspfad sowohl für das Oberflächenwasser als auch die versickernden Niederschläge gebildet hat. Die Deponiesickerwässer sollen deshalb so geleitet werden, dass sie dieser Linie folgen, was wiederum natürlichen Verhältnissen entspricht und zu keinen negativen Auswirkungen in der unmittelbaren Umgebung führt.

Da die Deponie nur mit sauberem Aushub aufgeschüttet wird. Dementsprechend sind keine belasteten Deponiesickerwässer aus der Aufschüttung zu erwarten, so dass eine Ableitung dieser in den angrenzenden Bach möglich wäre.

Selbstverständlich muss beim Auffüllen der Deponie darauf geachtet werden, dass beim Befahren mit Maschinen eine Verschmutzung des Bodens (und somit des Sickerwassers) mit Ölen resp. Treibstoffen vermieden wird.

5.2. Niederschlags-, Hang- und Bodenwasser

Das Einzugsgebiet beträgt rd. 9 ha. Bei einer durchschnittlichen Regenspende von 350 l/s x ha (Zone Voralpen gemäss Richtlinie *vsä* (=Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute) zur

Regenwasserentsorgung) entspricht das - auf diese Fläche bezogen - einer Gesamtmenge von $350 \times 9 = 3150 \text{ l/s}$ resp. $3.15 \text{ m}^3/\text{s}$ oder $189 \text{ m}^3/\text{min}$. Bei einem 15-minutigen Starkregen fallen somit rein rechnerisch $2'835 \text{ m}^3/15\text{min}$ an.

Wird dem Wert der durchschnittlichen Regenspende von $350 \text{ l/s} \times \text{ha}$ die natürliche Versickerungsleistung eines locker gelagerten Oberbodens von rd. $1\text{-}2 \text{ l/min pro m}^2$ gegenübergestellt, so ergibt sich folgende Gleichung: $350 \text{ l/s} \times \text{ha} = 0.035 \text{ l/s} \times \text{m}^2$ resp. $2.1 \text{ l/min} \times \text{m}^2$. Damit ist die Bilanz zwischen Niederschlägen und Versickerung so gut wie ausgeglichen.

Ferner bedeutet dies aber auch, dass bei starken Regenfällen ein erhöhter Oberflächenabfluss stattfindet, der sich am tiefsten Punkt der Geländemulde akkumuliert und heutzutage gegen Nordwesten über den dortigen Bachlauf entwässert.

6. Naturgefahren

Der nordöstliche Rand der Deponie soll bis nahe an das *Bodnigbächli* herangeführt werden. Entsprechend der kantonalen Naturgefahrenkarte (s.u. Abbildung 7) ist hier für einen schmalen Streifen entlang des Bachbetts der Gefahrenhinweis für Überschwemmungen resp. Übersarungen ausgeschieden.

Der Deponiekörper darf sich folglich nicht bis in diesen potenziellen Gefahrenbereich erstrecken.

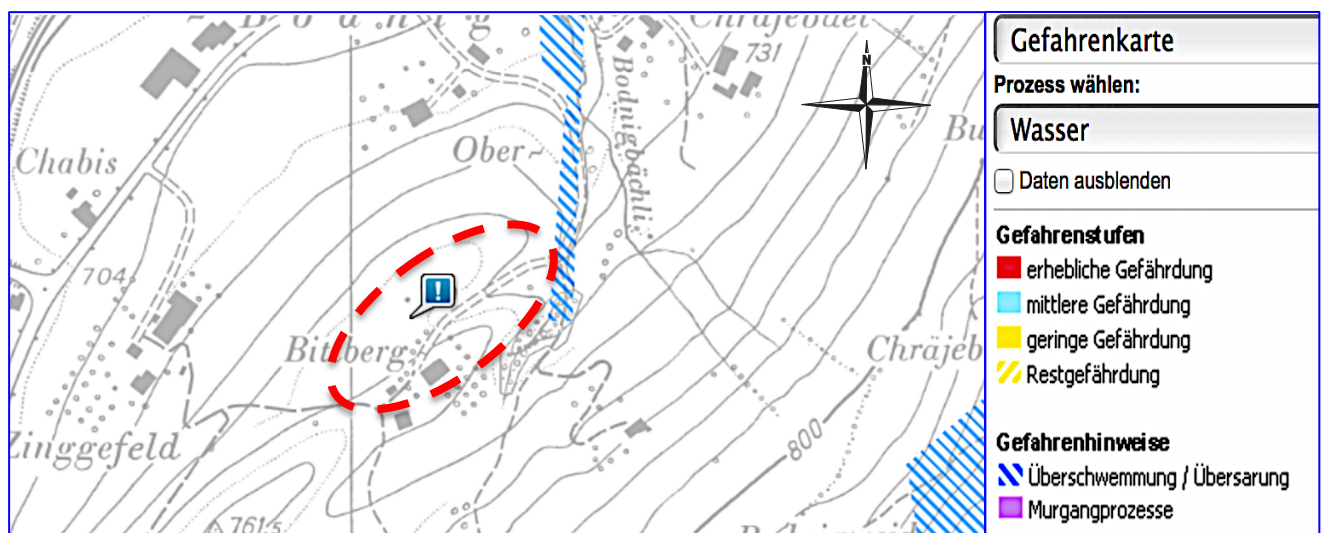


Abbildung 7: Kantonale Naturgefahrenkarte am Projektort (roter Ellipse) mit dem Naturgefahrenprozess für Überschwemmungen (blau schraffiert). Quelle: Gis-Portal Kt. LU (map.geo.lu.ch/)

Ansonsten sind keine weiteren potenziellen Naturgefahren direkt auf die Aufschüttungsfläche bezogen; jedoch grenzt am nordöstlichen Rand ein ausgedehnter Bereich mit permanenten Rutschungen an, in dem auch Hangmuren und spontane Rutschungen auftreten könnten (vgl. auch Abbildung 8 auf folgender Seite 12).

In Extremfällen wäre also nicht ganz auszuschliessen, dass sich diese Ereignisse bis zum Fuss des Deponiekörpers ausdehnen könnten, wo allerdings noch eine Strasse entlangführt. Deren Auswirkungen wären ohne schädliche Einflüsse auf die

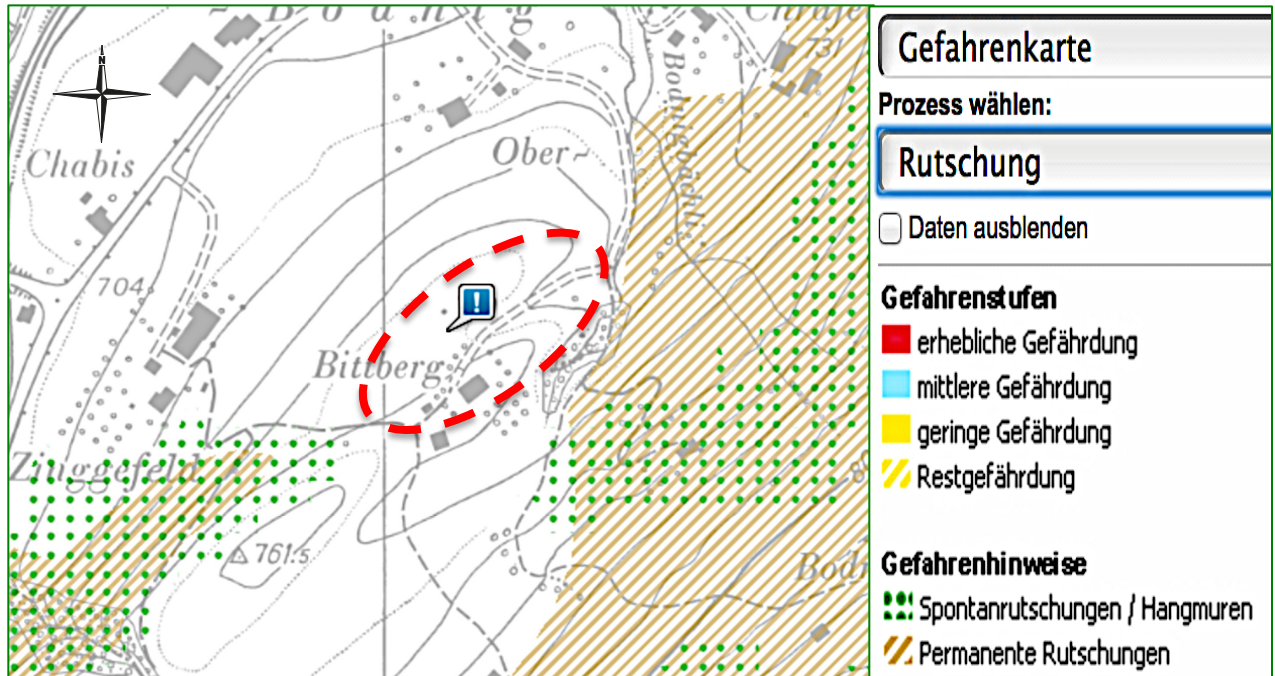


Abbildung 8: Kantonale Naturgefahrenkarte am Projektort (rote Ellipse) mit dem Naturgefahrenprozess für Rutschungen (braun schraffiert und grün punktiert). Quelle: Gis Kt. LU (map.geo.lu.ch/)

7. Diverses

7.1. Erdbebensicherheit

Für eine erdbebengerechte Projektierung von allfälligen Tragwerken richtet sich die Beurteilung der Erdbebensicherheit nach der SIA - Norm 261, Kap. 16 (Ausgabe 2003).

Tab. 3: relevante Parameter zur erdbebengerechten Projektierung von Bauwerken

		SIA 261
Baugrundklasse	E*	Kap. 16.2.2 / Tab. 25
Erdbebenzone	Z 1	gemäss Anhang F

* Alluviale Oberflächenschicht der Baugrundklasse C oder D mit einer Mächtigkeit zwischen 5 und 30 m über einer steiferen Schicht der Baugrundklassen A oder B

7.2. Kataster der belasteten Standorte (KbS)

Im Projektperimeter sind keine Ablagerungsstandorte bekannt; demzufolge ist auch kein Eintrag im Kataster der belasteten Standorte (KbS) vorhanden.

Die bisherigen Sondierungen brachten keine verdächtigen Anzeichen auf eine anthropogene Belastung des Untergrundes mit Fremdstoffen. Es ist auch nicht davon auszugehen, dass hier verschmutztes Aushubmaterial aufgebracht wurde.

7.3. Standortnachweis nach VVEA

- Der Standort liegt nicht über nutzbaren unterirdischen Gewässern und den zu ihrem Schutz notwendigen Randgebieten.
- Der Standort liegt nicht in einem überschwemmungs-, steinschlag-, rutschungs- oder besonders erosionsgefährdeten Gebiet.
- Der Untergrund und die Umgebung der Deponie sind für eine langfristig stabile Deponie geeignet.
- Das Setzungspotential sowohl des Untergrundes als auch der abzulagernden Abfälle wird als gering eingestuft.

Luzern, 05. März 2024



Wolfgang Richter, Geologe CHGEOL

Tel. direkt: 041 375 61 04
mail: wolfgang.richter@geologik.ch