FS GEOTECHNIK
BERATENDE INGENIEURE ETH/SIA

Projekt	**2022 504**
Bericht	**1** vom 2. Juni 2022
Koordinaten	2'750'000 / 1'244'200
Bearbeiter	Fabian Ammann | D 071 274 52 03 | ammann@fsgeotechnik.ch

Appenzell
Hirschbergstrasse, Parz. 72
Wohnüberbauung Rässes

Geotechnischer Bericht

Baugrunduntersuchung mit Baggerschlitzen

Bauherrschaft	Thomas Steinmann AG Trunstrasse 4 7247 Saas im Prättigau Breitenmoser und Partner AG Wehrstrasse 17 8570 Weinfelden
Architekt	Baumschlager Eberle Architekten Gewerbeweg 15 9490 Vaduz Stephan Kurath | T +423 236 06 33 | s.kurath@be-vaduz.com

Inhaltsverzeichnis Seite

1. Einleitung **3**

2. Objekt **3**

3. Unterlagen **3**

4. Aufgabenstellung **4**

5. Ausgeführte Arbeiten **4**

6. Geologische Übersicht **4**

7. Lokale Untergrundverhältnisse **5**

8. Untergrundeigenschaften **5**
8.1. Baugrundwerte 5
8.2. Baugrundklasse 6

9. Hydrogeologische Verhältnisse **7**
9.1. Beobachtungen 7
9.2. Kartenunterlagen 7
9.3. Interpretation 7

10. Baugrube **7**
10.1. Belastungen 7
10.2. Aushub 8
10.3. Wasserhaltung 8
10.4. Planum 8
10.5. Böschungen 8

11. Fundation **11**

12. Endzustand **12**
12.1. Terraingestaltung 12
12.2. Schüttungen 12
12.3. Drainage / Abdichtung 13
12.4. Versickerung / Retention 13
12.5. Geothermische Nutzung 13
12.6. Gravitative Naturgefahren und Objektschutzmassnahmen 13
12.7. Radon 13

13. Weitere Bemerkungen **14**
13.1. Geotechnische Risiken 14
13.2. Systemgrenzen der Baugrunduntersuchung 14
13.3. Kontrollen und Überwachung 14
13.4. Geotechnische Baubegleitung 15

14. Schlussbemerkungen **15**

Anhangverzeichnis Nummer

Übersicht | 1:25'000 | A4 ..... 1.1
Geologie | 1:10'000 | A4 ..... 1.2
Situation | 1:500 | A3 2
Profile 1 – 4 | 1:200 | A3 3
Baggerschlitze BS 1 – BS 8 | A4 4

1. Einleitung

Stephan Kurath von den Baumschlager Eberle Architekten beauftragte uns im Namen der Bauherrschaft, basierend auf der Offerte 2022 504-1 vom 6. April 2022 mit der Baugrunduntersuchung bei eingangs erwähntem Objekt.

2. Objekt

Auf der unbebauten Parzelle 72 in Appenzell ist der Neubau von 3 MFH mit je einem EG, 2 OG und einer gemeinsamen Tiefgarage geplant. Das Gelände steigt gegen NNO leicht an, sodass sich hangseitig eine Einbindung von bis zu 7 m ergibt. Entlang der hangseitigen Parzellengrenze befinden sich auf der Parzelle 1358 eine Stützmauer und auf der Parzelle 1804 eine Blocksteinmauer.

Im NNO der Parzelle ist zudem ein Fahrradunterstand und ein Pavillon geplant.

Die Naturgefahrenkarte weist keine Gefährdungen aus, es ist jedoch gemäss Gefährdungskarte Oberflächenabfluss mit Fliesstiefen bis 0.1 m zu rechnen.

Im Kataster der belasteten Standorte (KbS) ist für die zu untersuchende Parzelle kein Eintrag vorhanden.

Ein Grundwasserleiter oder ein Gewässerschutzbereich ist im Projektperimeter und in der näheren Umgebung nicht ausgewiesen.

3. Unterlagen

Zur Ausarbeitung des Berichts stellte uns Stephan Kurath die folgenden Unterlagen der Machbarkeitsstudie zur Verfügung:

- Luftbild Stadt – Ort | 1:10'000 | A3 | 13.10.2021
- Grundlagenplan Quartier | 1:2'000 | A3 | 13.10.2021
- Luftbild Quartier | 1:2'000 | A3 | 13.10.2021
- Grundriss UG | 1:500 | A3 | 28.3.2022
- Lageplan | 1:500 | A3 | 28.3.2022
- Übersicht Ansichten | 1:250 | A3 | 29.3.2022
- Geländeschnitt | 1:500 | A3 | 29.3.2022

Weiter wurden die öffentlich zugänglichen Karten des kantonalen GIS (www.geoportal.ch, Stand 23. Mai 2022) für die Berichterstellung herangezogen.

In unserem Archiv finden sich Unterlagen zu folgenden Objekten in der Nähe, bei denen wir als Geotechniker involviert waren:

- 2015 501 | Appenzell | Hostetstrasse, Parz. 2316 | Neubau MFH | Baugrunduntersuchung mit Baggerschlitzen
- 2012 905 | Appenzell | Mittlere Hostet | Lärmschutzwand | Dimensionierung Fundation
- 2010 823 | Appenzell | Gaiserstrasse 46/48 | Neubau Wohn- und Geschäftshaus | Baugrunduntersuchung mit Baggerschlitzen

4. Aufgabenstellung

Die geotechnische Beurteilung soll Angaben zu folgenden Aspekten erbringen:

- Zusammensetzung und Schichtaufbau des Untergrunds, insbesondere die Lage der tragfähigen Schichten und des Felsuntergrunds
- Lage und Schwankungsbereich des Hangwasserspiegels; Angaben zu Quellen, Gewässerschutzbereichen und Schutzzonen etc.
- Baugrundwerte
- Baugrundklasse betreffend Erdbebengefährdung
- Aushubqualitäten, Belastungen, Bodenschutz
- Baugrube (Konzept, Wasserhaltung)
- Fundation (System, Dimensionierungswerte)
- Schüttungen und Hinterfüllungen
- Dach- und Platzwasserversickerung
- Machbarkeit Geothermie (Erdwärmesonden, Grundwassernutzung)
- Naturgefahren und Objektschutzmassnahmen
- Einwirkungen auf das Gebäude im Endzustand (Erddruck, Wasser, Auftrieb etc.)
- Geotechnische Risiken, Überwachung

5. Ausgeführte Arbeiten

Am 13. Mai 2022 wurden von der Zimmermann Strassen- + Tiefbau AG insgesamt 8 Baggerschlitzsondagen auf der Parzelle 72 in Appenzell auf Tiefen von 2.25 bis 4.80 m abgeteuft. Die Arbeiten wurden von der FS Geotechnik AG betreut und die Sondierungen geologisch dokumentiert.

Alle Sondierstandorte sowie weitere Geländepunkte, insbesondere im Hangbereich entlang der Mauern, wurden durch die FS Geotechnik AG mit einem GNSS-Empfänger in Lage (LV95) und Höhe (LN02) vermessen.

6. Geologische Übersicht

Der Felsuntergrund im Bereich der Parzelle 72 in Appenzell wird aus Gesteinen der Unteren Süsswassermolasse aufgebaut. Dabei handelt es sich um Mergel, Siltsteine und Sandsteine, welche steil in südsüdöstliche Richtung einfallen. Oberflächlich sind die Schichten teilweise sehr stark verwittert.

Die lokalen Untergrundverhältnisse variieren sehr stark. Im Bereich der Felsrippen (siehe Anhang 2) steht der Fels bereits nach wenigen Metern in geringer Tiefe an. Die Zwischenräume der Felsrippen wurden während dem Rückzug der Gletscher mit Moränenmaterial gefüllt. Dieses steht ab einer Tiefe von ca. 3–4 m dicht gelagert an. Die Moränenablagerungen sind oberflächlich verwittert. Im Bereich von BS 8 stehen oberflächlich verschwemmte Moränenablagerungen an, welche auf ein lokales Fluss- und Seemilieu hindeuten.

7. Lokale Untergrundverhältnisse

Basierend auf den ausgeführten Baggerschlitzsondagen können die lokalen Untergrundverhältnisse wie folgt beschrieben werden:

Tiefe (ca.)	Beschreibung
0 m bis 1…2 m (BS 5-8)	**Deckschicht:** feinsandiger Silt mit wenig Ton und organischen Beimengungen bis Sand mit viel Silt, wenig Steinen und Kies, weich bzw. locker gelagert
0…2 m bis 1…4 m	**Verwitterte Moräne:** feinsandiger Silt mit mässig Kies, organischen Beimengungen und wenig Ton bis Sand mit viel Kies, mässig Steinen und Silt und vereinzelten Blöcken von bis zu 80 cm Durchmesser, weich bzw. locker bis mitteldicht gelagert
1 m bis 4 m (nur BS 8)	**Verschwemmte Moräne:** Silt mit viel feinem Sand und mässig Ton bis kiesiger grober Sand mit wenig Steinen und Blöcken, weich bzw. locker bis mitteldicht gelagert
ab 3…4 m (BS 2 + 8)	**Dichte Moräne:** feiner Sand mit viel Silt bis kiesiger Silt mit feinem Sand und vielen Steinen mit wenig Blöcken, dicht gelagert
ab 2…4 m (BS 1 + 3-7)	**Molasse:** Mergel, Siltstein und Sandstein der Unteren Süsswassermolasse, oberflächlich teils stark verwittert, dann hart Die Molasse in BS 3 und 4 war bis zur Sohle verwittert und ist mit dem Zahnkübel leicht baggerbar

Tabelle 1: Lokale Untergrundverhältnisse

8. Untergrundeigenschaften

8.1. Baugrundwerte

Nach den Ergebnissen der Sondierungen und aufgrund von Erfahrungen mit vergleichbaren Böden schätzen wir die charakteristischen Baugrundwerte für die verschiedenen Bodenschichten wie folgt:

Schichtbezeichnung	γ_k [kN/m³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m²]	M_{Ek1} [MN/m²]
Deckschicht	19	28	0	5 *1
Verwitterte Moräne	20	30	0	15
Verschwemmte Moräne	20	29	0	15
Dichte Moräne	21	34	2	40
Verwitterte Molasse	21	32	2	40
Molasse	23	34 *2	10 *2	> 100

Tabelle 2: Baugrundwerte

γ_k Charakteristisches Feuchtraumgewicht, geschätzter Erwartungswert
φ'_k Charakteristischer Reibungswinkel nach Mohr-Coulomb (Initialscherfestigkeit), geschätzter Erwartungswert
c'_k Effektive charakteristische Kohäsion nach Mohr-Coulomb (Initialscherfestigkeit), geschätzter Erwartungswert
M_{Ek1} Charakteristischer Zusammendrückungsmodul bei Erstbelastung, geschätzter Erwartungswert

*1 Langandauernde Setzungen infolge Schrumpfung/Zersetzung organischer Schichten ohne äussere Lasten möglich
*2 Entlang von mergeligen Zwischenschichten oder bei offenen Schicht- und Kluftflächen Reibungswinkel ohne Kohäsion deutlich unter 20° möglich. Im Zusammenhang mit Dimensionierungen von Stützbauwerken oder Baugrubenabschlüssen sind die Baugrundwerte nach Rücksprache mit dem Geotechniker entsprechend anzupassen.

Die Einflüsse von stehendem oder fliessendem Wasser (Auftrieb, Strömungsdrücke, Scherfestigkeitsverluste durch Porenwasserüberdrücke etc.) sind zusätzlich zu berücksichtigen.

8.2. Baugrundklasse

Gemäss SIA 261 (2020) 16.2.2.4 wird die Parzelle 72 der Baugrundklasse (BK) **A** zugeordnet.

BK	Beschrieb	$v_{s,30}$	N_{SPT}	N_{RS}	c_u
A	Fels oder andere felsähnliche geologische Formation mit höchstens 5 m Lockergestein an der Oberfläche	> 800	-		-
B	Ablagerungen von sehr dichtem Sand, Kies oder sehr steifem Ton mit einer Mächtigkeit von mindestens einigen zehn Metern, gekennzeichnet durch einen allmählichen Anstieg der mechanischen Eigenschaften mit der Tiefe	> 500 < 800	> 50	> 150	> 250
C	Ablagerungen von dichtem oder mitteldichtem Sand, Kies oder steifem Ton mit einer Mächtigkeit von einigen zehn bis mehreren hundert Metern	> 300 < 500	> 15 < 50	> 40 < 150	> 70 < 250
D	Ablagerungen von lockerem bis mitteldichtem kohäsionslosem Lockergestein (mit oder ohne einige weiche kohäsive Schichten), oder von vorwiegend weichem bis steifem kohäsivem Lockergestein	< 300	< 15	< 40	< 70
E	Oberflächliche Schicht von Lockergestein mit v_s-Werten nach C oder D und veränderlicher Dicke zwischen 5 m und 20 m über steiferem Bodenmaterial mit v_s > 800 m/s	-	-		-
F	Strukturempfindliche, organische oder sehr weiche Ablagerungen (z. B. Torf, Seekreide, weicher Lehm) mit einer Mächtigkeit über 10 m	-	-		-

Tabelle 3: Baugrundklasse nach SIA 261 (2020) 16.2.2.4

$v_{s,30}$ durchschnittliche Schallwellengeschwindigkeit in den obersten 30 m des Bodens [m/s]
N_{SPT} Schlagzahl bei SPT-Versuchen (letzte 30 cm = $N_2 + N_3$)
N_{RS} Schlagzahl der leichten Rammsonde VAWE 30 kg / Fallhöhe 0.2 m / Spitze 1'000 mm² (= Rammsonde FS Geotechnik AG), als Korrelationswert mit N_{SPT}. Diese Angabe ist nicht Normbestandteil.
c_u undrainierte Scherfestigkeit [kN/m²]

Weiter ist der Baugrund der **Erdbebenzone 1b** gemäss Anhang F der SIA 261 (2020) zuzuordnen.

9. Hydrogeologische Verhältnisse

9.1. Beobachtungen

Mit Ausnahme von BS 7 und BS 8 waren die Untergrundverhältnisse beim Abteufen der Baggerschlitze trocken. Bei BS 7 wurden, in der hauptsächlich lehmigen Deckschicht, vereinzelt leicht nasse Sandlinsen beobachtet. Der unterste Meter von BS 8 war nass. Zudem floss nach dem Erreichen der dichten Moräne an einer Stelle gespanntes Wasser springbrunnenartig durch die dichte Moräne und füllte den Schlitz um wenige Zentimeter.

9.2. Kartenunterlagen

Die Grundwasserkarte weist keinen bekannten Grundwasserleiter für den Projektbereich aus.

Die untersuchte Parzelle befindet sich gemäss Gewässerschutzkarte im übrigen Bereich üB. Quellfassungen sind in der Karte keine ausgewiesen. Am Tag der Baugrunduntersuchung wurden wir von Anwohnern jedoch darauf hingewiesen, dass sich hangseitig eine Quellfassung befindet. Der untersuchte Bereich liegt aber tiefer als die Quelle und befindet sich somit nicht im Bereich des Einzugsgebiets.

9.3. Interpretation

Basierend auf den Beobachtungen und Kartenunterlagen ist nicht mit einem zusammenhängenden Hangwasserleiter zu rechnen. Nach regenintensiven Perioden oder während der Schneeschmelze kann versickerndes Wasser jedoch an der Felsoberfläche anstehen und entlang dieser talwärts fliessen. Einzig im Bereich von BS 8 ist das Gelände flach und der Untergrund innerhalb der sandig-kiesigen Bereiche der verschwemmten Moräne teilweise sehr nass. Zudem ist mit teils gespanntem Wasser zu rechnen.

Wasserführungen im Fels sind ebenfalls möglich. Diese sind an geöffnete Trennfugen (Schichtflächen, Klüftung, Störungen) oder schlecht zementierte und poröse Gesteinsschichten gebunden.

10. Baugrube

10.1. Belastungen

Im Kataster der belasteten Standorte (KbS) finden sich keine Einträge für die untersuchte Parzelle. Auch während der Abteufung der Baggerschlitze wurden keine Verschmutzungen oder Fremdanteile beobachtet. Sofern während des Aushubes verschmutztes Material angetroffen wird, ist dieses nach der "Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen" (VVEA) zu verwerten oder zu entsorgen.

Dabei ist zu beachten, dass Aushub mit mehr als 1 % Anteil an mineralischen Bauabfällen bereits als verschmutzt gilt und nach VVEA auf einer Deponie Typ B (Inertstoffdeponie) entsorgt werden muss, sofern die übrigen Grenzwerte eingehalten sind.

10.2. Aushub

Deckschicht, verwitterte und verschwemmte Moräne sowie die verwitterte Molasse können als normal baggerbar klassifiziert werden. Die Blöcke bis ⌀ 80 cm können vereinzelt zu Problemen führen. Für den Abbau der harten Molasse und der dichten Moräne ist mindestens ein Zahnkübel und Bagger mit ausreichender Reisskraft erforderlich, höchstwahrscheinlich dürfte aber ein Aufreisszahn, ein Abbauhammer oder eine Felsfräse erforderlich sein.

Für eine Wiederverwertung eignen sich die sandig-kiesigen Fraktionen der Moräne und verwitterter, wie gebrochener Silt- und Sandstein. Die feinkörnigen Anteile der Deckschicht und Moräne sowie der Mergelfels eignen sich nicht zur Wiederverwertung und sind auf eine Aushubdeponie zu bringen.

Es ist nur mit wenig (ca. 5%) vernässtem Aushubmaterial zu rechnen.

10.3. Wasserhaltung

Das in geringer Menge anfallende Schichtwasser kann zusammen mit dem Oberflächen- und Niederschlagswasser in einzelnen Pumpensümpfen in der Baugrube gefasst und abgeleitet werden.

Ist im Bereich von BS 8 eine Tiefe Einbindung geplant (unter die Kote von 817.0 müM), empfehlen wir vor Baubeginn das Wasser im Untergrund mit wenigen tiefeinbindenden Pumpensümpfen (kiesverfüllter Schacht) abzusenken. Diese und weitere lokale Pumpensümpfe sind auch während der Bauphase stehts in Betrieb zu halten, um die Baugrube während dem Aushub zu entwässern und das Planum trocken zu legen.

Das abgepumpte Wasser muss in einem Absetzbecken von Feststoffen getrennt und bei Kontakt mit frischem Beton zusätzlich neutralisiert werden, bevor es in die Kanalisation geleitet wird.

Für die Behandlung und weitere Ableitung des gepumpten Wassers resp. des Baustellenabwassers verweisen wir auf die VSA/SIA Empfehlung 431 "Entwässerung von Baustellen".

10.4. Planum

Das Planum kommt grössten Teils in der Molasse oder in der dichten Moräne zu liegen. Handelt es sich bei der Molasse um Sandstein sind keine besonderen Massnahmen zum Schutz des Planums notwendig. Ein beträchtlicher Teil des Planums kommt aber auch im Mergelfels, Siltstein und den Moräneschichten zu liegen. Diese Schichten sind feinkörnig und deshalb sehr empfindlich betreffend Aufweichung. Die letzten 40 cm sollten deshalb "vor Kopf" abgetragen werden. Ebenso soll das Planum direkt nach dem Abziehen mit Magerbeton zugedeckt werden, um dieses vor Wassereinflüssen und Frost zu schützen.

Der anstehende Untergrund ändert sich aufgrund der steilstehenden Felsschichtung auf kleinstem Raum. Wir empfehlen deshalb die oben erwähnten Massnahmen entlang des gesamten Planums auszuführen.

10.5. Böschungen

10.5.1. Allgemein

Hangseitig gegen Nordnordosten beträgt die Einbindung in den Untergrund zwischen 5 und 7 m. Der Parzellenabstand ist teilweise sehr knapp, insbesondere im Bereich des geplanten Fahrradabstellplatzes und westlich davon, wo sich die Tiefgarage zunehmend zur Parzellengrenze hinbewegt. Am

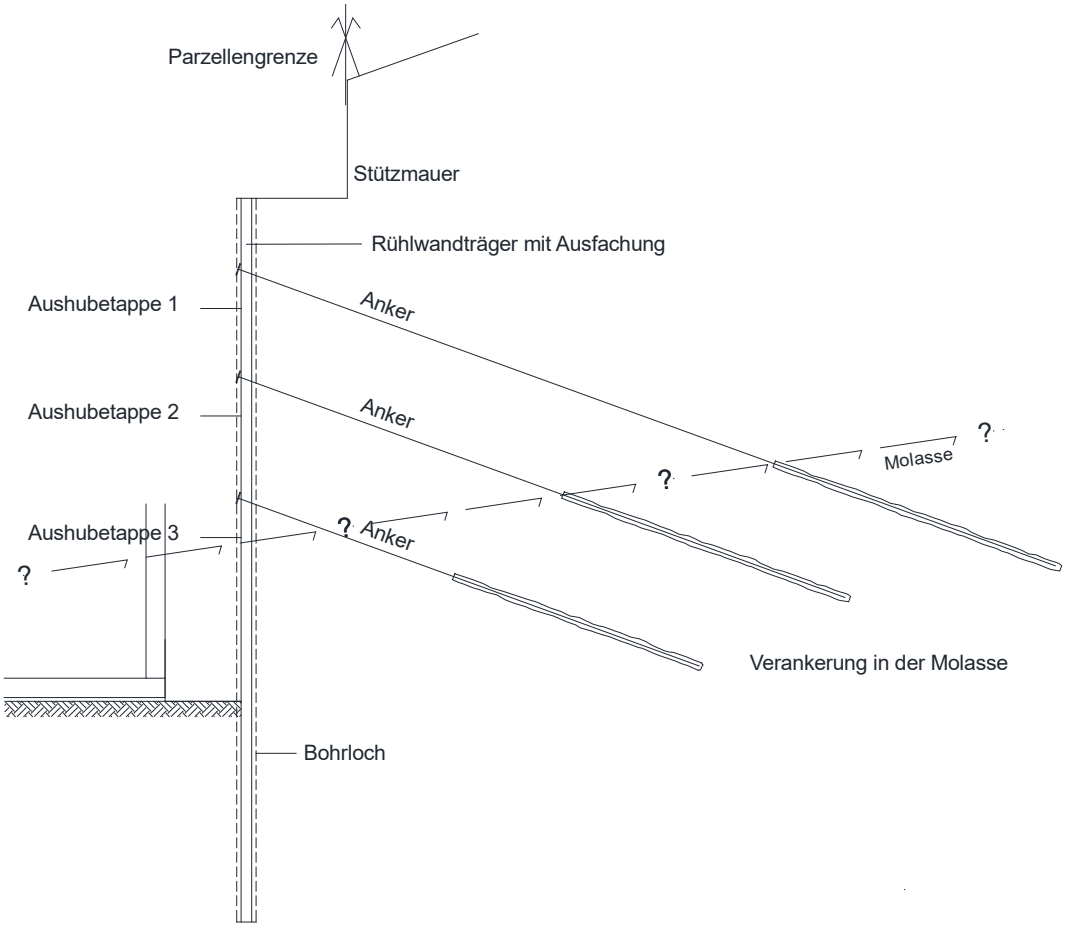
Übergang zur Parzelle 1358 befindet sich zudem eine Betonstützmauer und entlang der Parzelle 1804 eine Blocksteinmauer inkl. Terrainanstieg. Dieser zusätzlich anfallende Erddruck ist ebenfalls durch die Baugrubensicherung aufzunehmen. Um Deformationen möglichst zu vermeiden, empfehlen wir deshalb einen senkrechten Baugrubenabschluss in Form einer Rühlwand. Im Weiteren ist die Baugrube auch gegen Osten (im Bereich der Tiefgarage) mit einer Rühlwand zu sichern.

Von den Platzverhältnissen her wäre teilweise auch die Ausführung einer Nagelwand möglich. Es handelt sich dabei aber um ein weicheres System als eine Rühlwand. Da dies zu grösseren Deformationen an den hangseitigen Mauern führen könnte, raten wir von einer Sicherung mit Nagelwand ab. Zudem verlaufen mehrere Werkleitungen (Gas, Swisscom, UPC, und teilweise Abwasser und Elektro) entlang der Parzellengrenze. Auch diese sind zwingend vor übermässigen Deformationen zu schützen und bei der Planung der Rühlwandträger- und Ankerbohrungen zu berücksichtigen.

10.5.2. Rückverankerte Rühlwand

Zur Erstellung der Rühlwand werden Stahlträger in Bohrlöcher gestellt und anschliessend ausbetoniert. Die Bohrlöcher sollen dabei deutlich unter das Planum reichen. Der Abstand der einzelnen Stahlträger beträgt meist ca. 2 m. Mit fortschreitendem Aushub werden die Stahlträger ca. alle 2 m (vertikal) mit vorgespannten Ankern zurückgehalten und die Zwischenräume ausgefacht. Vorerst kann von ca. 2 bis 3 Ankerlagen ausgegangen werden.

Systemskizze rückverankerte Rühlwand:



Die Rühlwand soll auf der Ostseite des Neubaus hangabwärts gegen Süden verlängert werden, bis die Einbindung eine Höhe von 4.0 m nicht mehr überschreitet und die Böschungen – sofern dies die Platzverhältnisse zulassen – frei im Neigungsverhältnis von 1:1 erstellt werden können.

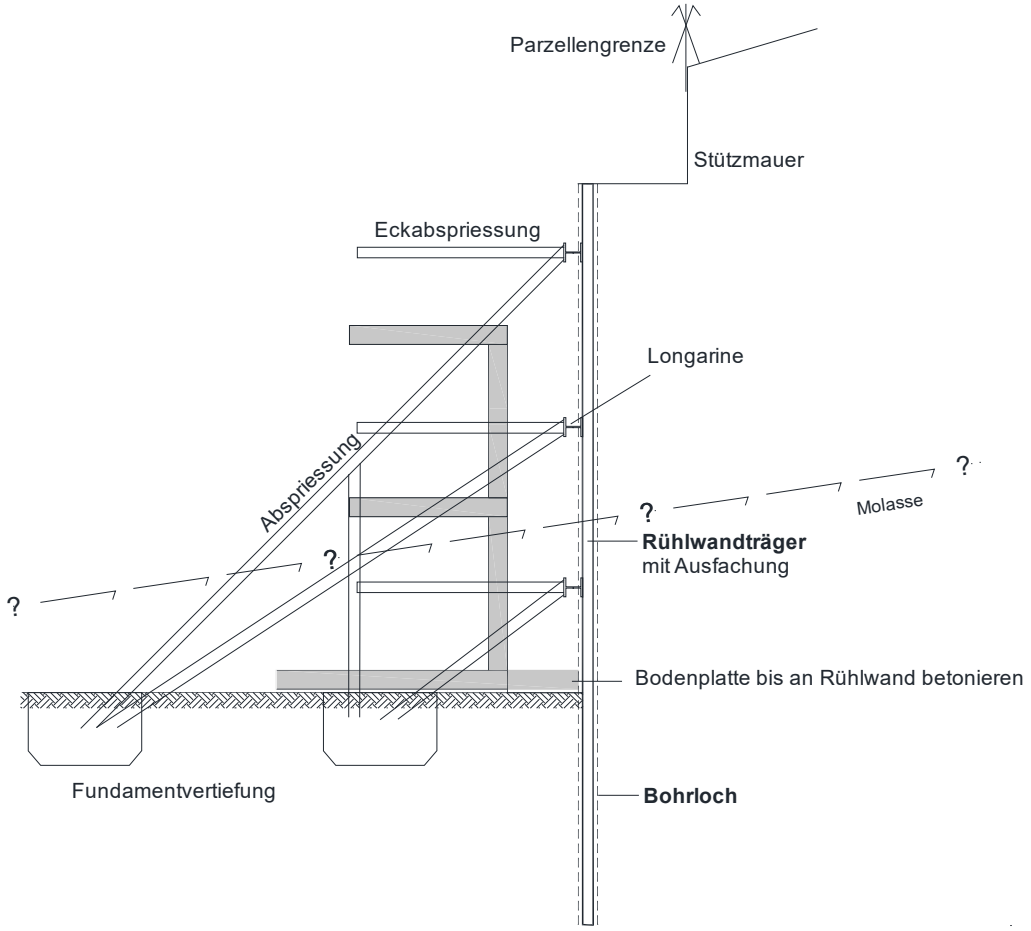
Die Anker reichen gegen Norden im Untergrund auf die Parzellen 1358 und 1804 und im Osten auf die Parzellen 1427 und 2059, weshalb vor Baustart die Ankerrechte der entsprechenden Grundeigentümer durch die Bauherrschaft/Bauleitung eingeholt werden müssen.

Gemäss den vorliegenden Plänen befindet sich die Rückwand des Fahrradabstellplatzes direkt an der Parzellengrenze. Auch bei einhäuptigem Betonieren der Aussenwände an der Rühlwand ist ein gewisser Platzbedarf für die Bohrungen erforderlich. Eine allfällige Mitbenützung der Nachbarparzelle ist aufgrund der Mauern unrealistisch. Wir empfehlen deshalb den Abstellplatz um mindestens 0.8 m von der Parzellengrenze zu entfernen. Dasselbe gilt für den Pavillon. Zu berücksichtigen ist, dass dadurch wohl alle Werkleitungen freigelegt werden.

10.5.3. Abgespriesste Rühlwand

Sollten die Ankerrechte der Nachbarparzellen nicht eingeholt werden können, kann die Rühlwand alternativ mit Spriessen im 45° Winkel (oder flacher) in die Baugrube abgestützt werden. Mit einer Longarine entlang den Rühlwandträgern kann die Anzahl der Spriesse in die Baugrube reduziert werden. Aufgrund der Baugrubenhöhe von bis zu 7 m sind mehrere Spriesslagen angezeigt. Zusätzlich sorgen horizontale Eckspriesse für mehr Steifigkeit.

Systemskizze abgespriesste Rühlwand:



Die Baugrubensicherung ist basierend auf den Ausführungsplänen und abhängig von den Ankerrechten geotechnisch zu dimensionieren.

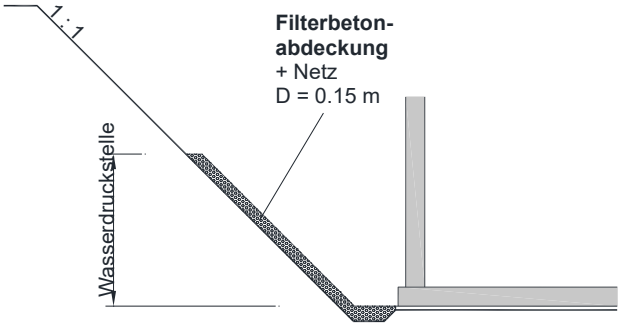
Auch bei sorgfältigem Vorgehen sind Deformationen im Nahbereich von Baugruben nicht ganz zu vermeiden. Diese haben ihre Ursache in Spannungsumlagerungen (Aushubentlastung), aber auch in der Herstellung und Kraftschlüssigkeit der Sicherungselemente.

10.5.4. Freie Böschungen

Böschungen bis zu einer Baugrubenhöhe von 4.0 m können frei im Neigungsverhältnis von 1:1 erstellt werden.

Sollten lokal stärkere Hangwasservorkommnisse auftreten, empfehlen wir die Böschungen mit einer netzbewehrten Filterbetonabdeckung (FB 16/32, CEM 200 kg/m³, d_{min}=15 cm, 2x K196) vor Ausschwemmungen zu schützen. Bei feinkörnigen Sandlinsen ist ein Vlies unter die Filterbetonabdeckung zu legen.

Systemskizze Filterbetonabdeckung:



Diese Angaben gelten für „ebenes“ Terrain und ohne Auflasten (Aushubdepot, Kran, Verkehrslasten etc.) in der Nähe der Böschungskante. Andernfalls ist ein geotechnischer Standsicherheitsnachweis erforderlich.

11. Fundation[1]

Alle Gebäudeteile sind in der Molasse oder in der dichten Moräne zu fundieren. Gemäss den Profilen (Anhang 3) erfolgt dies hauptsächlich flach. Sollte auf Planumsniveau die verschwemmte oder verwitterte Moräne anstehen, sind diese mit Baumeister- oder Mikropfählen bis in die dichte Moräne oder in die kompakte Molasse zu überbrücken.

[1] Alle Angaben im Bericht sind auf **Gebrauchsniveau**.
Dieses entspricht 50 % des Bruchniveaus. Es ist in der Bemessung den tatsächlichen Bauwerklasten (ohne Sicherheiten = charakteristische Einwirkungen) gegenüberzustellen.
Das **Bruchniveau** ist identisch mit dem **charakteristischen Widerstand**.
Das Dimensionierungsniveau (**D-Niveau**) auf der Widerstandsseite wird aus dem Bruchniveau berechnet. In der Bemessung wird es den Einwirkungen auf Dimensionierungsniveau gegenübergestellt.

Bei Baumeisterpfählen handelt es sich um mit Magerbeton verfüllte Baggerschlitze. Diese haben mind. 0.5 m in die dichte Moräne oder 0.3 m in die kompakte Molasse einzubinden. Beträgt die Überbrückung zur Molasse oder zur dichten Moräne mehr als 2 m sind Mikropfähle oft ökonomischer, insbesondere wenn das Bohrgerät aufgrund der Böschungssicherung bereits vor Ort ist.

Teilweise eignet sich auch die angewitterte Molasse für eine Flachfundation. Dies ist jedoch vor Ort vom Geotechniker zu beurteilen.

Innerhalb der dichten Moräne und der kompakten Molasse kann für die Vordimensionierung von folgenden, maximal zulässigen Bodenpressungen auf Gebrauchsniveau ausgegangen werden:

- Plattenfundament p_P = 200 kN/m^2
- Streifenfundament p_S = 260 kN/m^2
- Einzelfundament p_E = 350 kN/m^2
- Baumeisterpfahl p_B = 450 kN/m^2 Einbindung mind. 0.5 m bzw 0.3 m

Für Mikropfähle können bei einer Einbindung von mind. 3 m in die kompakte Molasse bzw. 4 m in die dichte Moräne folgende, maximal zulässigen Lasten auf Gebrauchsniveau abgetragen werden:

Bohrdurchmesser	
178 mm	**250 mm**
500 kN	650 kN

Tabelle 4: Lastabtrag Mikropfahl (Gebrauchsniveau)

12. Endzustand

12.1. Terraingestaltung

Wir empfehlen, den Endzustand der Terraingestaltung möglichst frühzeitig zu planen. Dabei soll auch die Erreichbarkeit der Umgebung während und nach den Aushubarbeiten sowie nach der Erstellung des Hochbaus sowie von Pavillon und Fahrradabstellplatz berücksichtigt werden. Insbesondere die Terraingestaltung hin zu den Parzellen 1358 und 1804 sind zu beachten. Es ist dabei bereits zu berücksichtigen, welche Baugrubensicherungen nur im Bauzustand (temporär) und welche auch im Endzustand (Sitzplätze, Stützmauern etc.) eine stabilisierende Funktion haben. An Einschnittsicherungen, welche eine permanente resp. langfristige Funktion zu erfüllen haben, werden gemäss Norm erhöhte Ansprüche an den Korrosionsschutz gestellt. Diese Anforderungen werden von den temporären Massnahmen üblicherweise nicht erfüllt.

12.2. Schüttungen

Es ist insbesondere bei der Umgebungsgestaltung zu beachten, dass sich auch bei sorgfältiger Verdichtung Schüttungen und Hinterfüllungen über einen Zeitraum von mehreren Jahren noch merklich setzen.

12.3. Drainage / Abdichtung

Trotz der günstigen Hangwasserverhältnisse ist davon auszugehen, dass sich aufgrund der baulichen Veränderungen Niederschlagswasser im Hinterfüllungsbereich der Baugrube sammelt und von dort nur langsam versickert.

Das Gebäude ist daher – ein behördliches Einverständnis vorausgesetzt – im Endzustand entweder so zu drainieren, dass die Funktion der Drainage dauerhaft gewährleistet ist (Kontroll- und Wartungsmöglichkeiten), oder die erdberührten Bauteile sind vollständig wasserdicht auszubilden. Eine allfällige Drainage sollte zumindest auf dem Niveau der Lichtschächte liegen, um Wassereintrag in das Gebäude zu vermeiden.

Der Wasserdruck ist bei der Dimensionierung und Konstruktion des Gebäudes zu berücksichtigen (Auftriebssicherheit, Wasserdruck auf Aussenwände und Bodenplatte).

12.4. Versickerung / Retention

Eine konzentrierte Versickerung von Dach- und Platzwasser ist aufgrund des hohen Feinkornanteils in den Moränenschichten und der geringen Felstiefe bzw. geringen Tiefe der dichten Moräne nicht möglich.

Wir empfehlen deshalb Dach- und Platzwasser, welches nicht flächig versickert werden kann, in den Meteorwasserkanal oder den lokalen Vorfluter zu entwässern.

Um die Abflussspitzen zu brechen, wird eine Retentionsanlage empfohlen, welche anhand der bebauten Flächen und deren Abflusskoeffizienten zu dimensionieren ist.

12.5. Geothermische Nutzung

Gemäss der Erdwärmesondenkarte liegt die Parzelle im "gelben“ Bereich. Dies bedeutet, dass Erdwärmesonden generell zulässig sind (einfaches Baugesuch mit Bewilligung). Bei einer Gesamtsondenlänge > 150 m ist eine zusätzliche hydrogeologische Vorabklärung erforderlich (Hydrogeologischer Vorbericht).

12.6. Gravitative Naturgefahren und Objektschutzmassnahmen

Die "Naturgefahren Gefahrenkarte" weist für die untersuchte Parzelle weder eine Gefahr für Rutschung, Sturz, Lawine noch Wasser aus. Die "Gefährdungskarte Oberflächenabfluss" weist vereinzelt Fliesstiefen bis 0.1 m aus. Im südöstlichen Parzelleneck kann der Oberflächenabfluss lokal auch Fliesstiefen von mehr als 0.25 m aufweisen.

Auf einen Objektschutznachweis kann verzichtet werden. Hinsichtlich Oberflächenabfluss empfehlen wir, Zugänge zu den Untergeschossen trotzdem mit einem entsprechenden Überbord und einer Schwelle zu schützen.

12.7. Radon

Die Radonkarte weist für das untersuchte Gebiet eine Wahrscheinlichkeit von 1% aus, dass der Radonreferenzwert von 300 Bq/m³ überschritten wird.

Es werden vorsorgliche Massnahmen zum Radonschutz für Neubauten gemäss BAG Empfehlung vom 23. Oktober 2019 empfohlen (siehe auch SIA 180/2014 "Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden").

13. Weitere Bemerkungen

13.1. Geotechnische Risiken

Beim vorliegenden Projekt sind vor allem folgende Aspekte heikel und müssen daher mit besonderer Sorgfalt abgeklärt werden:

- Hangseitige Baugrubensicherung insbesondere im Zusammenhang mit den bestehenden Mauern und Werkleitungen
- Baugrube mit Bauwerken in deren unmittelbarem Einflussbereich
- Fundation in Untergrund mit stark wechselnder Geologie
- Terraingestaltung zu den Parzellen 1358 und 1804 im Endzustand

13.2. Systemgrenzen der Baugrunduntersuchung

Die Baugrunduntersuchung beruht auf stichprobenartigen Sondierungen, deren Erkenntnisse für das ganze Projekt extrapoliert werden. Es ist daher nicht auszuschliessen, dass lokale Schadstoffbelastungen oder Schwächezonen im Untergrund nicht erkannt wurden.

Die Baugrundwerte unterliegen naturgemäss gewissen Streuungen, was bei Berechnungen geotechnischer Art z.B. mit einer Sensitivitätsanalyse berücksichtigt werden muss.

13.3. Kontrollen und Überwachung

Im Zusammenhang mit der Ausführung von Baugrube und Fundation empfehlen wir folgende Kontroll- und Überwachungsmassnahmen:

- Zustandsaufnahme/Rissmonitoring an direkt angrenzenden Bauwerken und Infrastrukturbauten
- Überwachung der Grundwasserabsenkung mit Piezometern
- Geodätische Überwachung der Baugrubensicherung und direkt angrenzenden Bauwerken/Mauern
- Anker: Ankerversuche, ASP und ESP gemäss SIA 267 und 267/1. Messanker (Druckmessdosen) 6–8 Stk.
- Einbau und Messung von 2–3 Klinometerrohren entlang der hangseitigen Parzellengrenze
- Allenfalls Erschütterungsmessungen bei sehr naheliegenden Gebäuden im Zusammenhang mit dem Felsabbau

Zusammen mit dem Aushub- und Sicherungsplan ist ein Kontrollplan gem. SIA 267 6.1.6 erforderlich.

13.4. Geotechnische Baubegleitung

Wir empfehlen für folgende Projektierungs- und Ausführungsarbeiten den Beizug des Geotechnikers:

- Dimensionierung Rühlwand
- Dimensionierung Retentionsanlage
- Kontrolle Aushub- und Sicherungsplan
- Erstellung Kontroll- und Überwachungsplan
- Messung der Klinometerrohre
- Baubegleitung Rühlwand (insbesondere während den Bohrarbeiten)
- Anker: Interpretation Ankerversuche, ASP und ESP gemäss SIA 267 und 267/1.
- Abnahme Fundationsplanum

14. Schlussbemerkungen

Die Aussagen und Angaben beziehen sich auf die durchgeführten Sondierungen und die Kenntnisse aufgrund der verfügbaren Unterlagen. Sie gelten nur für den uns bekannten Projektstand zum Zeitpunkt der Berichterstellung und sind in jedem Fall während der Ausführung durch den Geotechniker zu verifizieren. Lokale Abweichungen von den beschriebenen Untergrundverhältnissen sind möglich und müssen dem Geotechniker umgehend angezeigt werden, sodass die Aussagen des Berichts überprüft und, wenn erforderlich, Massnahmen angepasst werden können.

Der Baugrund auf angrenzenden Parzellen sowie der Zustand dort situierter Bauwerke wurden durch uns nicht sondiert bzw. untersucht.

Die Baugrubensicherung muss geotechnisch dimensioniert werden.

St. Gallen, 2. Juni 2022

FS Geotechnik AG
Fabian Ammann

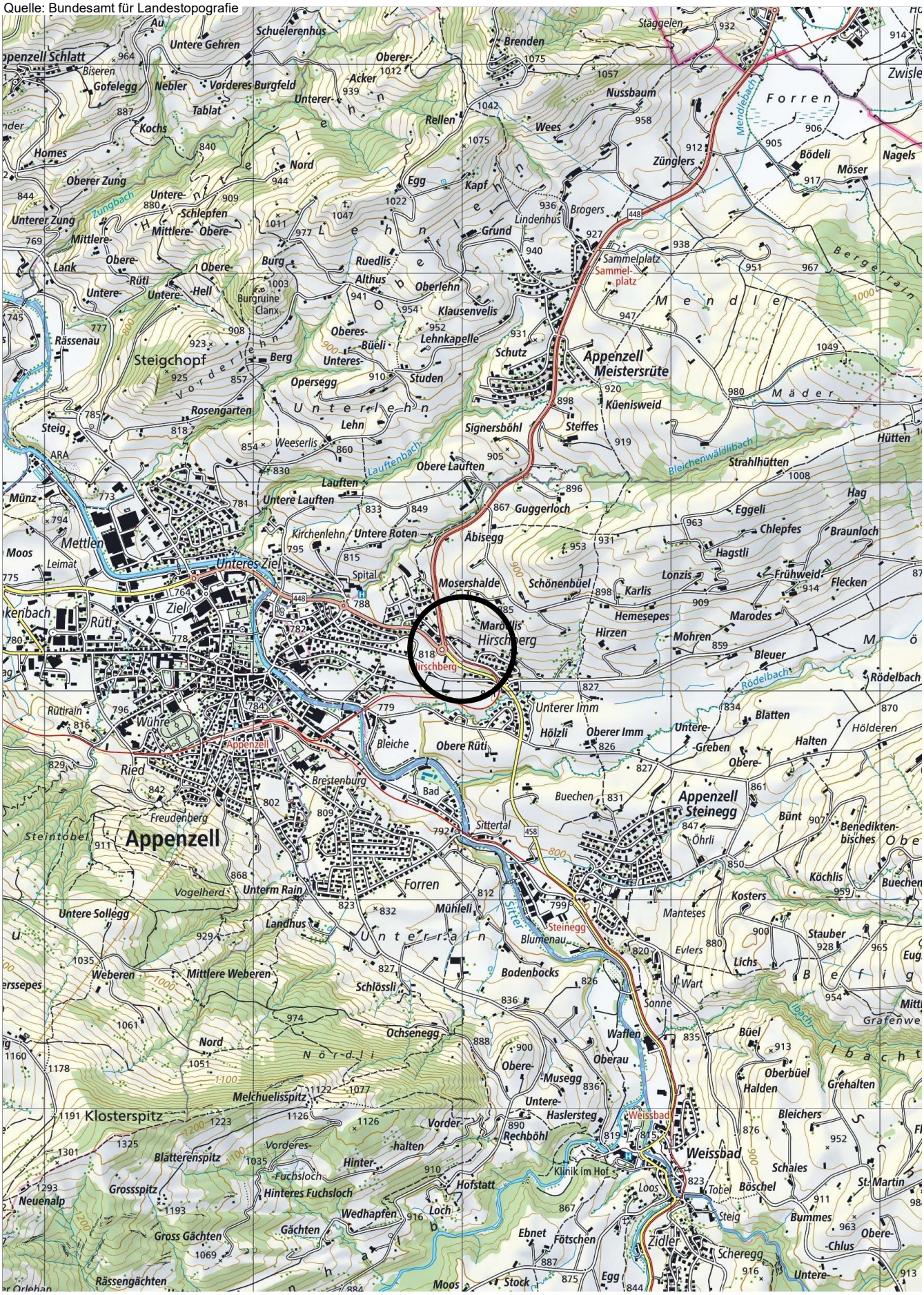
Verteiler Stephan Kurath | Baumschlager Eberle Architekten (PDF per Mail)

2022 504 Appenzell
Hirschbergstrasse, Parz. 72
Wohnüberbauung Rässes

Übersicht 1 : 25'000

Zentrum: 2'750'000 / 1'244'200
Karte: TOPO-25-18 23.05.2022 14:33:21

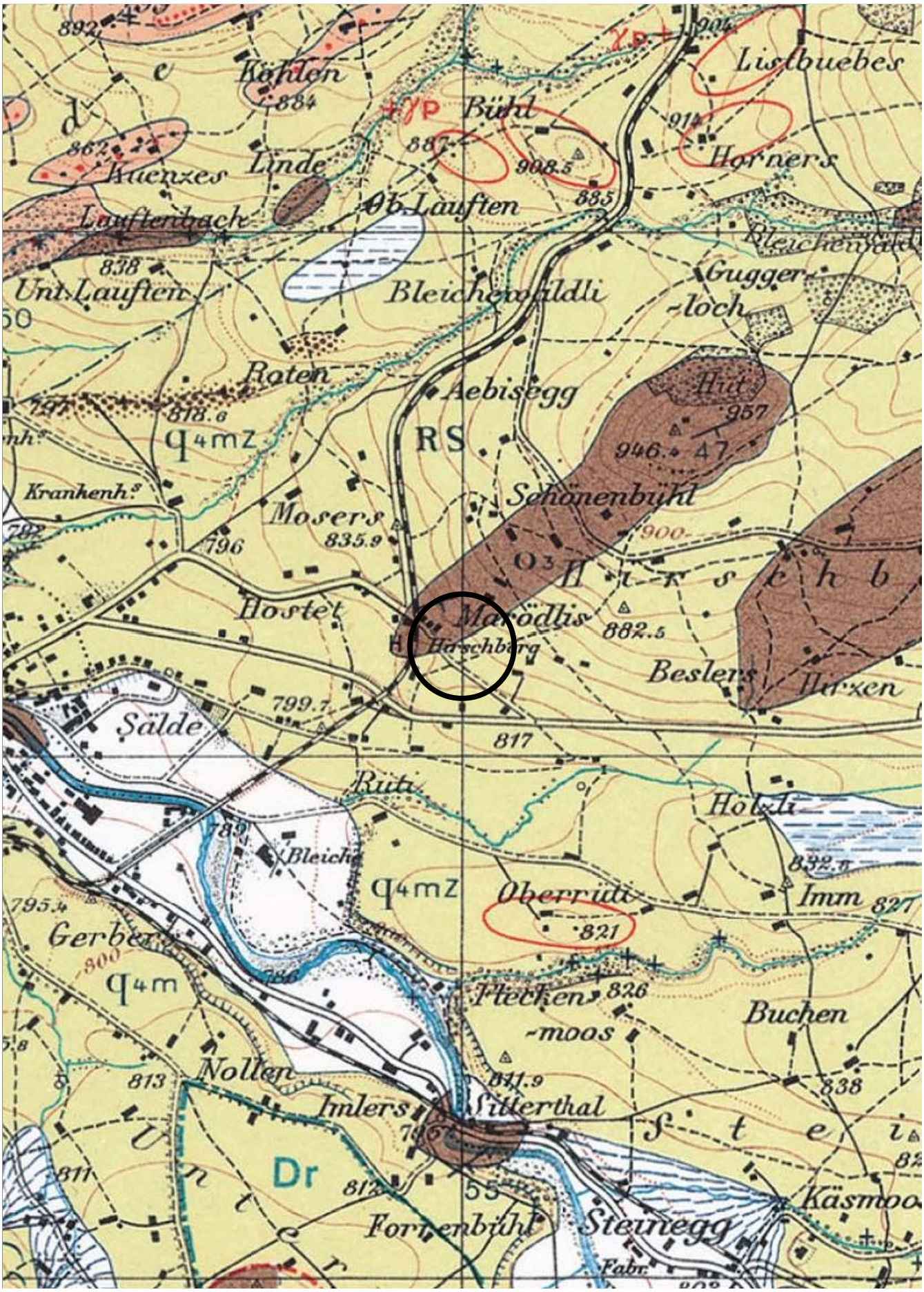
Quelle: Bundesamt für Landestopografie



2022 504 Appenzell
Hirschbergstrasse, Parz. 72
Wohnüberbauung Rässes

Geologie 1 : 10'000

Zentrum: 2'750'000 / 1'244'200
Karte: GEO-25 23.05.2022 14:34:55



FS GEOTECHNIK Anhang 2

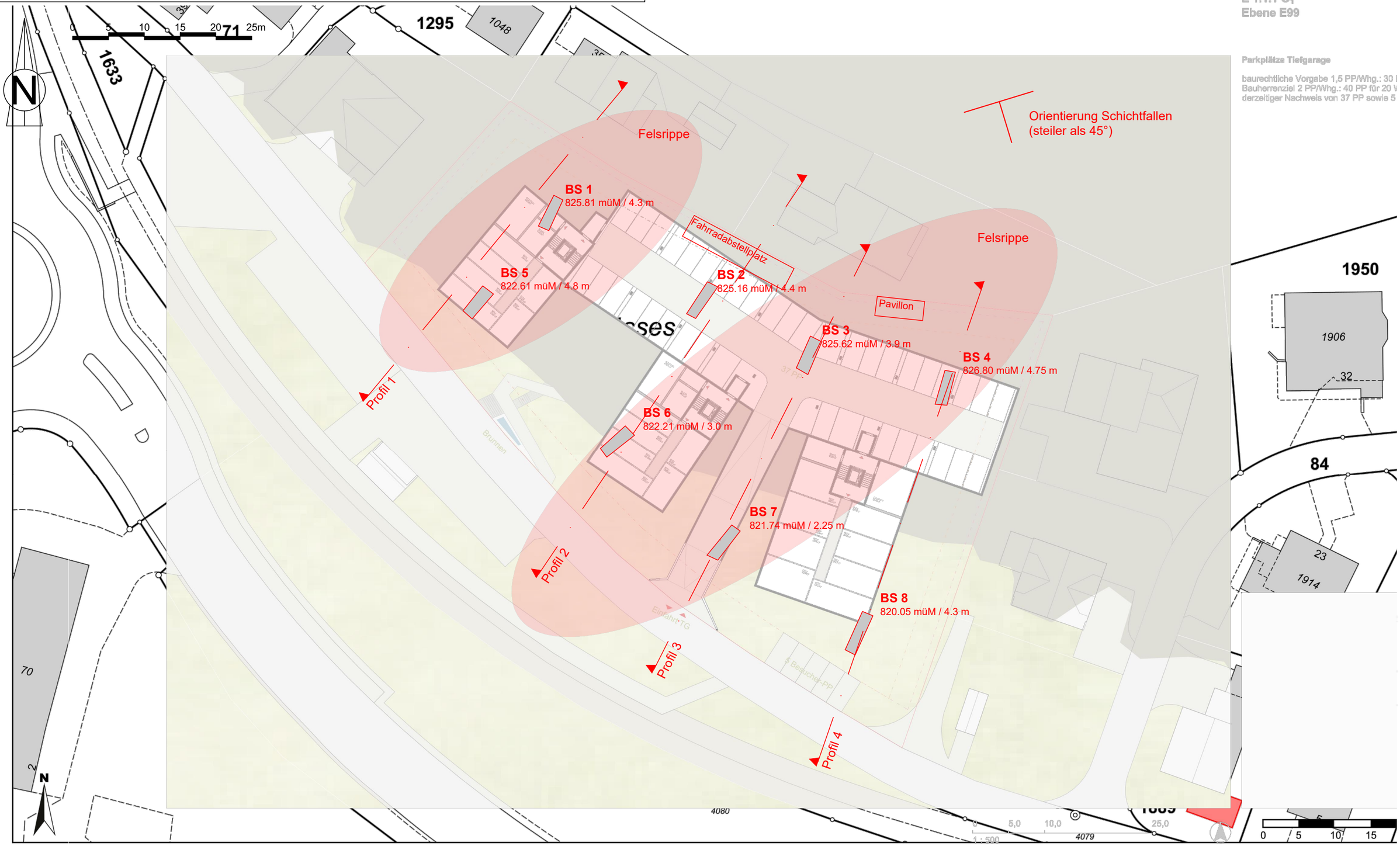
2022 504	Appenzell Hirschbergstrasse, Parz. 72 Wohnüberbauung Rässes	**Situation 1:500**

Version	1
Bearbeiter	AM
Datum	16.5.2022

Datei P:\2022\2022504\12_cad\2022504ber001.dwg
Format ISO full bleed A3 (420.00 x 297.00 mm)
CTB ----
Plotter DWG To PDF.pc3 **Plotdatum** 02.06.2022

Parkplätze Tiefgarage

baurechtliche Vorgabe 1,5 PP/Whg.: 30 I
Bauherrenziel 2 PP/Whg.: 40 PP für 20 W
derzeitiger Nachweis von 37 PP sowie 5



Massstab 1: 500

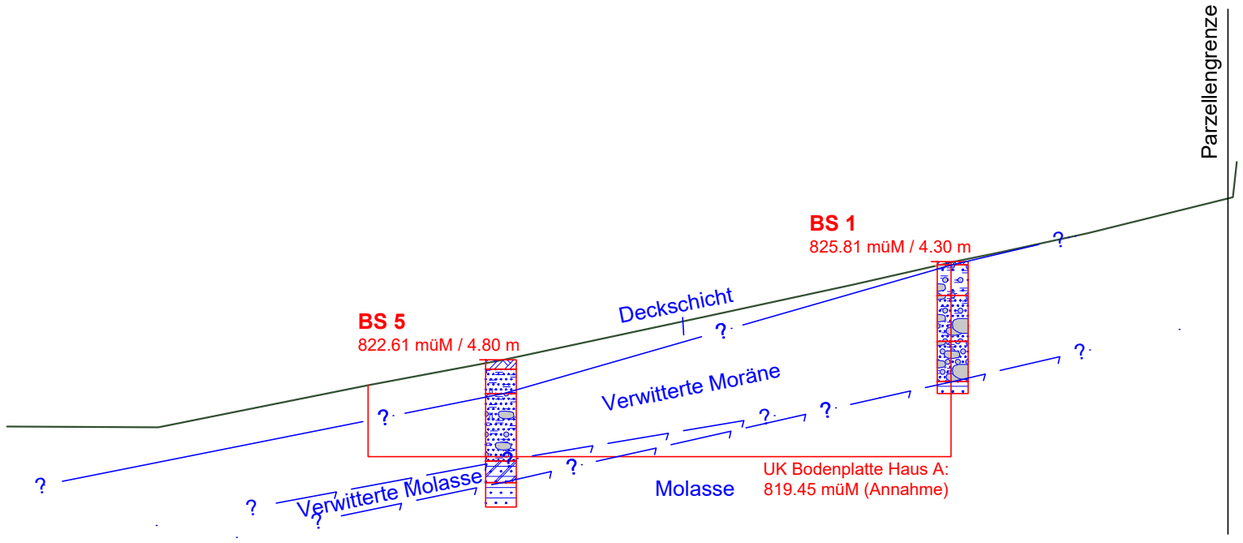
Für die Richtigkeit und Aktualität der Daten wird keine Garantie übe
Es gelten die Nutzungsbedingungen des G

FS GEOTECHNIK

Anhang 3.1

2022 504	Appenzell Hirschbergstrasse, Parz. 72 Wohnüberbauung Rässes	**Profil 1 1:200**	
Version	1	**Datei**	P:\2022\2022504\12_cad\2022504ber001.dwg
Bearbeiter	AM	**Format**	ISO full bleed A3 (420.00 x 297.00 mm)
Datum	16.5.2022	**CTB**	----
		Plotter	DWG To PDF.pc3 **Plotdatum** 02.06.2022

0 2 4 6 8 10m



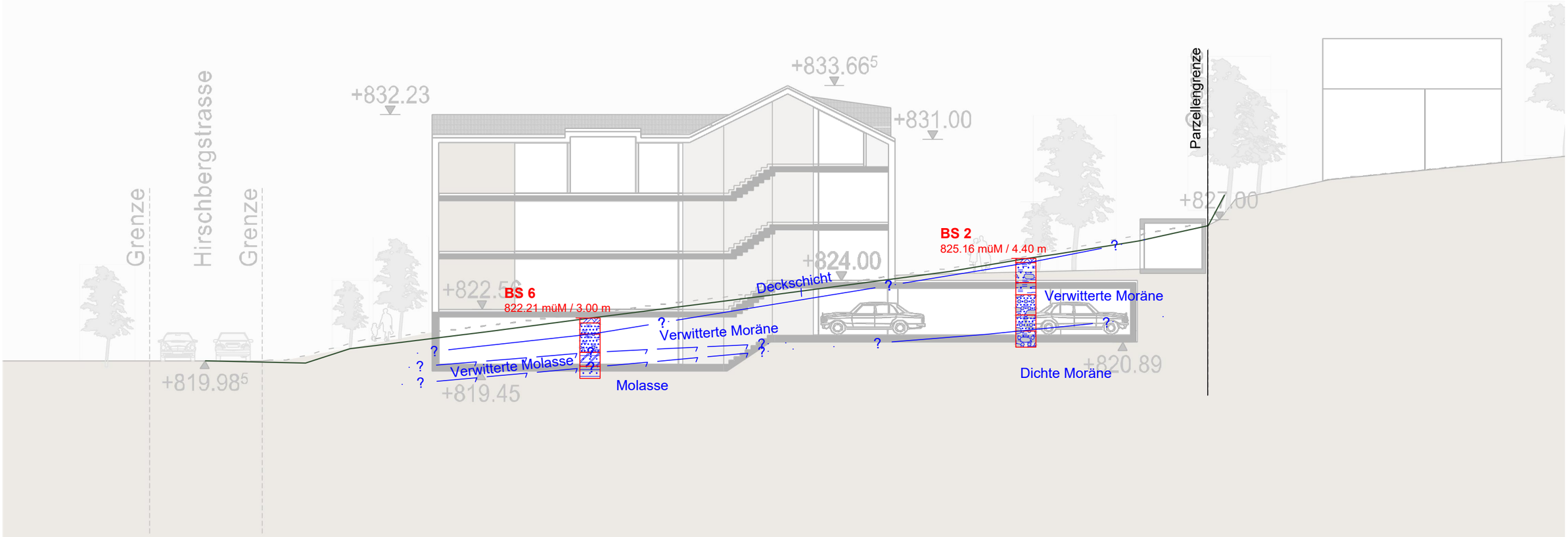
Profil 1, z = 810.00 müM

FS GEOTECHNIK

Anhang 3.2

2022 504	Appenzell Hirschbergstrasse, Parz. 72 Wohnüberbauung Rässes	**Profil 2 1:200**	
Version	1	**Datei**	P:\2022\2022504\12_cad\2022504ber001.dwg
Bearbeiter	AM	**Format**	ISO full bleed A3 (420.00 x 297.00 mm)
Datum	16.5.2022	**CTB**	----
		Plotter	DWG To PDF.pc3 **Plotdatum** 02.06.2022

0 2 4 6 8 10m



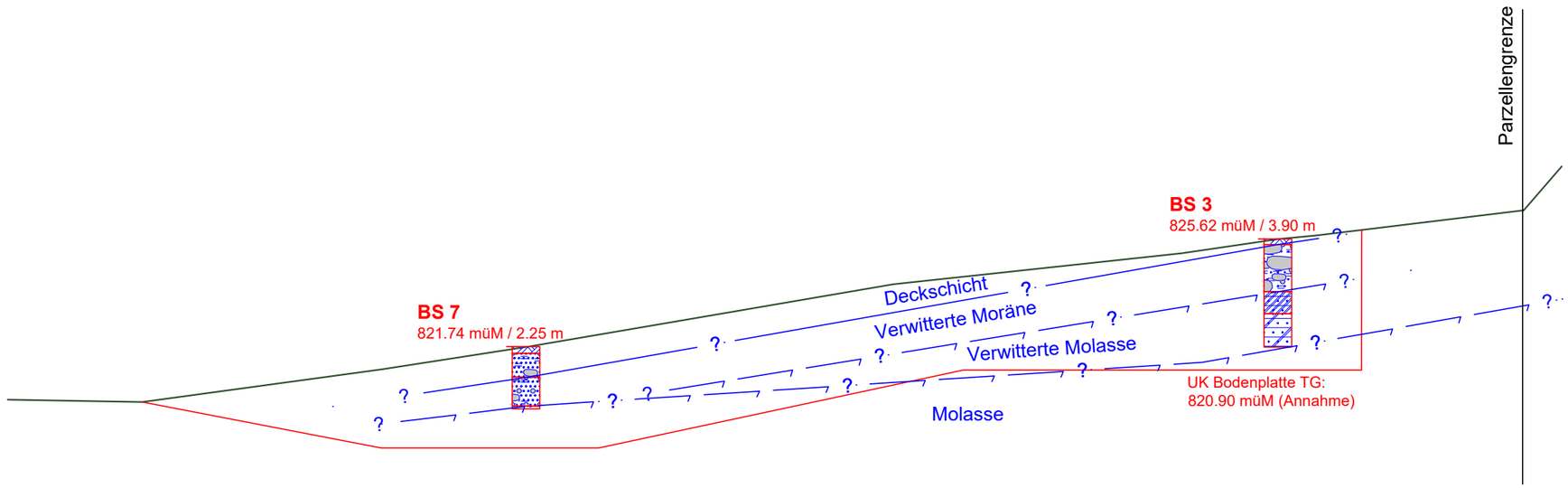
Profil 2, z = 810.00 müM

FS GEOTECHNIK

Anhang 3.3

2022 504	Appenzell Hirschbergstrasse, Parz. 72 Wohnüberbauung Rässes	**Profil 3 1:200**	
Version	1	**Datei**	P:\2022\2022504\12_cad\2022504ber001.dwg
Bearbeiter	AM	**Format**	ISO full bleed A3 (420.00 x 297.00 mm)
Datum	16.5.2022	**CTB**	----
		Plotter	DWG To PDF.pc3 **Plotdatum** 02.06.2022

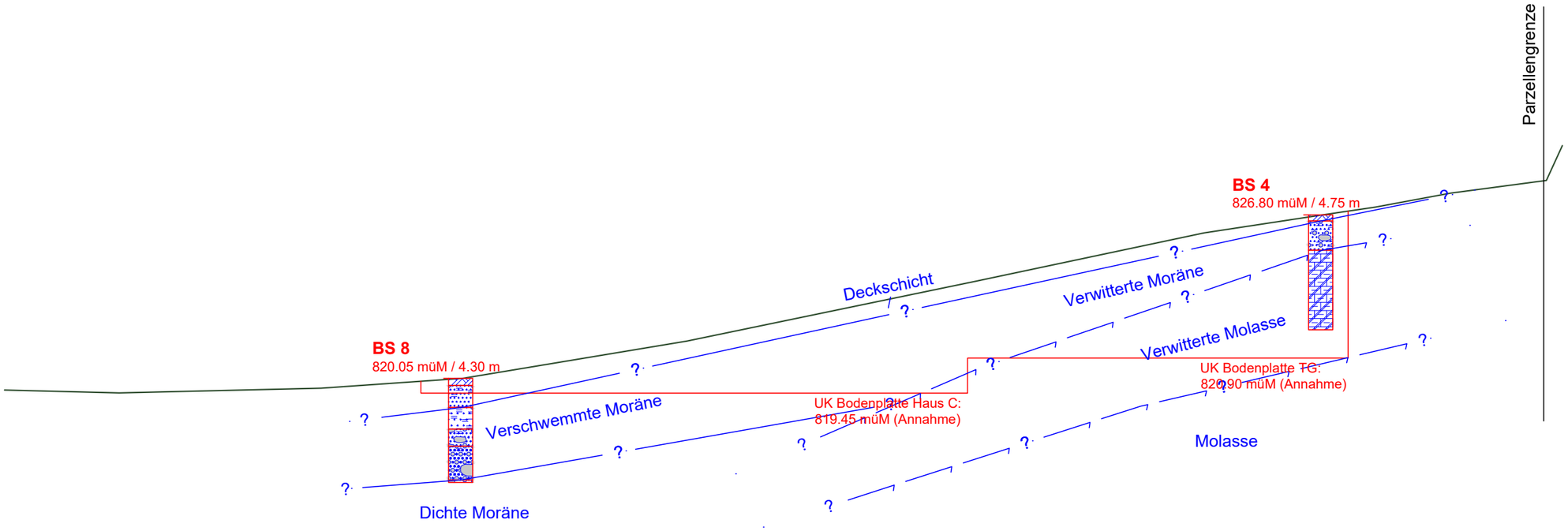
0 2 4 6 8 10m



Profil 3, z = 810.00 müM

FS GEOTECHNIK			Anhang 3.4
2022 504	Appenzell Hirschbergstrasse, Parz. 72 Wohnüberbauung Rässes	**Profil 4 1:200**	
Version	1	**Datei**	P:\2022\2022504\12_cad\2022504ber001.dwg
Bearbeiter	AM	**Format**	ISO full bleed A3 (420.00 x 297.00 mm)
Datum	16.5.2022	**CTB**	----
		Plotter	DWG To PDF.pc3 **Plotdatum** 02.06.2022

0 2 4 6 8 10m



Profil 4, z = 810.00 müM

2022 504 Appenzell
Hirschbergstrasse, Parz. 72
Wohnüberbauung Rässes

Baggerschlitz BS 1

Massstab: 1 : 50

Aufnahme: AM am 13.05.2022
Ausführung: Zimmermann

Höhe: 825.81 m
Länge: 4.30 m

Koordinaten: 2'749'990.52 / 1'244'215.09

31.05.2022 10:14:31 1/1

standfest
trocken

Tiefe [m]	Kote [m]	Tiefe [m]	Profil	Bodenbeschreibung	Schichten
		0.10		Humus, total zersetzt, schwarz-braun	Verwitterte Moräne
1	825	1.10		Silt mit viel Kies, mit mässig Steinen und feinem Sand, mit wenig Ton, weich, braun-rot	
2	824	2.60		feinsandiger Silt mit viel Kies, mit mässig Steinen, mit wenig, aber teils sehr grossen (80 cm) Blöcken und Ton, weich, beige; leicht nass	
3	823	3.90		kiesiger feiner Sand mit viel Steinen, mit mässig Silt, mit wenig Blöcken, locker, beige	
4	822	4.30		Sandstein, hart, grau	Molasse

FS GEOTECHNIK

2022 504 Appenzell
Hirschbergstrasse, Parz. 72
Wohnüberbauung Rässes

Baggerschlitz BS 2

Massstab: 1 : 50

Aufnahme: AM am 13.05.2022 Höhe: 825.16 m Koordinaten: 2'750'011.75 / 1'244'203.15
Ausführung: Zimmermann Länge: 4.40 m

31.05.2022 10:14:31 1/1

standfest
trocken

Tiefe [m]	Kote [m]	Tiefe [m]	Profil	Bodenbeschreibung	Schichten
	825	0.20		Humus, total zersetzt, schwarz-braun	Verwitterte Moräne
1	824	1.20		Silt mit viel feinem Sand, mit mässig Kies, mit wenig Steinen und Ton, weich, beige	
		1.80		Silt mit viel Ton, mit wenig Sand, weich, beige-grau	
2	823	2.80		kiesiger feiner Sand mit mässig Steinen, mit wenig Blöcken und Silt, mitteldicht, grau	
3	822	3.60		feiner Sand mit viel Kies und Silt, mit mässig Steinen, mitteldicht, grau-grün	
4	821	4.40		kiesiger Silt mit viel Steinen und feinem Sand, mit wenig Blöcken, hart, grau	Dichte Moräne

2022 504 Appenzell
Hirschbergstrasse, Parz. 72
Wohnüberbauung Rässes

Baggerschlitz BS 3

Massstab: 1 : 50

Aufnahme: AM am 13.05.2022 Höhe: 825.62 m Koordinaten: 2'750'026.37 / 1'244'195.40
Ausführung: Zimmermann Länge: 3.90 m

31.05.2022 10:14:32 1/1

leicht nachbrüchig
trocken

Tiefe [m]	Kote [m]	Tiefe [m]	Profil	Bodenbeschreibung	Schichten
		0.20		Humus, total zersetzt, schwarz-braun	Verwitterte Moräne
	825			Silt mit viel teils grossen (ca. 50 cm) Blöcken und feinem Sand, mit mässig Steinen und Kies, mit wenig Ton, weich, braun-rot	
1					
	824				
		1.90			
2				mergeliger Feinsandstein, total verwittert, beige	Verwitterte Molasse
	823	2.70			
3				mergeliger Feinsandstein, verwittert, beige-grau, mit Zahnkübel gut baggerbar	
	822				
		3.90			

2022 504 Appenzell
Hirschbergstrasse, Parz. 72
Wohnüberbauung Rässes

Baggerschlitz BS 4

Massstab: 1 : 50

Aufnahme: AM am 13.05.2022 Höhe: 826.80 m Koordinaten: 2'750'046.02 / 1'244'191.68
Ausführung: Zimmermann Länge: 4.75 m

31.05.2022 10:14:32 1/1

leicht nachbrüchig
trocken

Tiefe [m]	Kote [m]	Tiefe [m]	Profil	Bodenbeschreibung	Schichten
		0.25		Humus, total zersetzt, schwarz-braun	Verwitterte Moräne
1	826	1.45		feinsandiger Silt mit viel Kies, mit wenig Steinen, weich, braun-rot	
2	825			Mergel, stark verwittert, grau, gut baggerbar, standfest	Verwitterte Molasse
3	824				
4	823	4.75			

2022 504 Appenzell
Hirschbergstrasse, Parz. 72
Wohnüberbauung Rässes

Baggerschlitz BS 5

Massstab: 1 : 50

Aufnahme: AM am 13.05.2022 Höhe: 822.61 m Koordinaten: 2'749'981.51 / 1'244'203.46
Ausführung: Zimmermann Länge: 4.80 m

31.05.2022 10:14:33 1/1

leicht nachbrüchig
trocken

Tiefe [m]	Kote [m]	Tiefe [m]	Profil	Bodenbeschreibung	Schichten
		0.30		Humus, total zersetzt, schwarz-braun	Deckschicht
	822			feinsandiger Silt mit wenig Ton und organischen Beimengungen, weich, braun	
1		1.10			
	821			siltiger feiner Sand mit mässig Kies, mit wenig Steinen und organischen Beimengungen, locker, braun; zunehmen kiesiger und steiniger gegen unten	Verwitterte Moräne
2					
	820				
3		3.30			
	819			Feinsandstein, stark verwittert, beige	Verwitterte Molasse
4		4.00			
	818			Feinsandstein, angewittert, beige	Molasse
		4.80			

2022 504 Appenzell
Hirschbergstrasse, Parz. 72
Wohnüberbauung Rässes

Baggerschlitz BS 6

Massstab: 1 : 50

Aufnahme: AM am 13.05.2022 Höhe: 822.21 m Koordinaten: 2'750'001.41 / 1'244'183.93
Ausführung: Zimmermann Länge: 3.00 m

31.05.2022 10:14:33 1/1

standfest
trocken

Tiefe [m]	Kote [m]	Tiefe [m]	Profil	Bodenbeschreibung	Schichten
	822	0.25		Humus, total zersetzt, schwarz-braun	Deckschicht
		0.80		siltiger feiner Sand mit wenig Kies, Ton und organischen Beimengungen, locker, braun	
1	821	1.70		feinsandiger Silt mit mässig Kies und organischen Beimengungen, mit wenig Ton, weich, beige	Verwitterte Moräne
2	820	2.40		siltiger Feinsandstein, stark verwittert, grau-beige	Verwitterte Molasse
3		3.00		siltiger Feinsandstein, hart, grau-beige	Molasse

2022 504 Appenzell
Hirschbergstrasse, Parz. 72
Wohnüberbauung Rässes

Baggerschlitz BS 7

Massstab: 1 : 50

Aufnahme: AM am 13.05.2022 Höhe: 821.74 m Koordinaten: 2'750'016.26 / 1'244'170.11
Ausführung: Zimmermann Länge: 2.25 m

31.05.2022 10:14:34 1/1

standfest
leicht nass

Tiefe [m]	Kote [m]	Tiefe [m]	Profil	Bodenbeschreibung	Schichten
		0.25		Humus, total zersetzt, schwarz-braun	Deckschicht
1	821	1.10		Sand mit viel Silt, mit wenig Steinen und Kies, locker, beige; lehmig und vereinzelt mit leicht nassen Sandlinsen	
2	820	2.15		Sand mit viel Kies, mit mässig Steinen und Silt, locker, braun	Verwitterte Moräne
		2.25		Sandstein, hart, grau; Felstiefe variiert leicht wegen steilstehender Schichtung	Molasse

2022 504 Appenzell
Hirschbergstrasse, Parz. 72
Wohnüberbauung Rässes

Baggerschlitz BS 8

Massstab: 1 : 50

Aufnahme: AM am 13.05.2022 Höhe: 820.05 m Koordinaten: 2'750'034.51 / 1'244'158.04
Ausführung: Zimmermann Länge: 4.30 m

31.05.2022 10:14:34 1/1

nachbrüchig
teilweise nass

Tiefe [m]	Kote [m]	Tiefe [m]	Profil	Bodenbeschreibung	Schichten
	820			Humus, total zersetzt, schwarz-braun	Deckschicht
		0.30		feiner Sand mit viel Silt, mit wenig Kies, locker, braun	
1	819	1.20		Silt mit viel feinem Sand, mit mässig Ton, mit wenig Kies, weich, beige; lateral stark unterschiedlich, lehmige bis kiesige (nachbrüchig) Bereiche	Verschwemmte Moräne
2	818	2.10		Sand mit viel Steinen, mit mässig Kies und Silt, mit wenig Blöcken, locker bis mitteldicht, beige	
		2.80		kiesiger grober Sand mit mässig Silt, mit wenig Blöcken, locker bis mitteldicht, beige; nass	
3	817				
4	816	4.20			
		4.30		feiner Sand mit viel Silt, mit mässig Steinen und Kies, dicht, beige; Wasser drückt an einer Stelle springbrunnenartig durch die dichte Moräne hindurch	Dichte Moräne