

Gemeindeverwaltung  
Dorfstrasse 5  
6242 Wauwil

Buchrain, 24.04.2023 / Rev. 01.07.2023 SK/RA  
23-239 Geotechnische Grundlagen.docx

## **Wauwil, Schulhaus Linde, Architekturwettbewerb auf Parzelle 31 - Geotechnische Grundlagen**

Sehr geehrte Damen und Herren

Als Grundlage für die geotechnische Beurteilung dienen unsere geologischen Kenntnisse aus benachbarten Bauobjekten und Baugrunduntersuchungen sowie das öffentlich zugängliche Kartenmaterial (Geoportale vom Bund und vom Kanton Luzern). Es sind für diese Projektstufe noch keine Baugrundsondierungen durchgeführt worden, weshalb die nachfolgende Beschreibung des Baugrundes noch eine gewisse Unsicherheit beinhaltet. Für weitere Projektstufen sind auf das Bauvorhaben abgestimmte Sondierungen auf dem betroffenen Bauareal unerlässlich.

### **Geologischer Schichtaufbau**

Der Untergrund des Projektareals am Südhang des Egolzwilerbergs bzw. Engelberg wird aus Molassefels der Oberen Meeresmolasse (OMM) aufgebaut, welcher oberflächlich meist in zeretztem Zustand vorliegt. Darüber liegt eine geringmächtige Moräne. Die Schichten werden von einer Deckschicht bzw. allfälligen Auffüllung abgeschlossen.

Somit wird der geologische Schichtaufbau von oben nach unten gemäss folgendem Schema erwartet:

- **Deckschicht / Auffüllung**
- **Moräne**
- **Molassefels**

Zuoberst liegt die **Deckschicht / Auffüllung** aus meist siltigem, leicht kiesigem Feinsand. Allenfalls kann ein gewisser Anteil an Fremdstoffen wie z.B. Metall- oder Ziegelbruchstücke vorhanden sein. Diese Schicht ist locker gelagert und kann eine Dicke von rund  $1.0 \pm 0.5$  m aufweisen.

Darunter folgt die **Moräne**, welche meist aus siltigem, kiesigem, stellenweise tonigem Sand mit Steinen zusammengesetzt ist, wobei das Vorkommen von Blöcken bis  $\varnothing \geq 1.5$  m ebenfalls möglich ist. Die Lagerungsart ist locker bis mitteldicht und die Stärke liegt bei etwa 1.0 bis 4.0 m.

Der **Molassefels** wird im Raum Wauwil - Egolzwil als Sandstein, stellenweise mit Nagelfluh oder Mergellagen aufgeschlossen. Der Molassefels liegt meist in den obersten ca. 0.5 bis 2.0 m in entfestigtem Zustand vor (**Molassefels, zersetzt**) und geht dann in einen mässig harten Zustand über (**Molassefels, verwittert bis angewittert**). In der Region liegen die Schichten im Allgemeinen praktisch horizontal.

Die Schichtgrenzen dieser drei Schichten verlaufen voraussichtlich mehr oder weniger parallel zur Terrainoberfläche.

### **Grundwasserverhältnisse**

Das Projektareal liegt ausserhalb eines Gewässerschutzbereichs bzw. im übrigen Bereich üB; ein nutzbares Grundwasservorkommen ist nicht verzeichnet (Grundwasserkarte, Gewässerschutzkarte, [www.geo.lu.ch](http://www.geo.lu.ch), abgerufen am 20.03.23).

Aus der Nachbarschaft sind meist trockene Verhältnisse bekannt. Erfahrungsgemäss kann jedoch im Bereich von Schichtgrenzen oder lokal innerhalb vom Fels gewisses Wasser vorkommen. Es handelt sich um Schicht- und Kluftwasser, welches im Bereich von Schichtgrenzen oder in Klüften zirkuliert. Dieses Wasservorkommen ist örtlich begrenzt und abhängig von der Niederschlagsmenge. Das Auftreten von derartigem Kluft- und Schichtwasser kann die Stabilität von

Hanganschnitten erheblich vermindern (erhöhter Bergwasser- bzw. Strömungs- und Porenwasserdruck).

### **Boden- und felsmechanische Aspekte**

Die Deckschicht / Auffüllung und die Moräne sind als stark setzungsempfindlich einzustufen. Der zersetzte Molassefels ist voraussichtlich mässig setzungsempfindlich. Hingegen wird der verwitterte bis angewitterte Molassefels als praktisch inkompressibel betrachtet.

In stabilitätsmässiger Hinsicht ist in erster Linie die mehrheitlich schlechte Tragfähigkeit der Deckschicht / Auffüllung und der Moräne zu beachten. Des Weiteren ist auch die verhältnismässig geringe Standfestigkeit freier Böschungen innerhalb der Lockergesteine zu berücksichtigen. Insbesondere im Umfeld allfälliger Wasseraustritte ist die Stabilität stark reduziert. Der verwitterte bis angewitterte Molassefels kann in der Regel als relativ standfest und stabil beurteilt werden. Allerdings sind allfällige Mergellagen generell aufgrund des hohen Ton- und Kalkanteils wasserempfindlich und daher sehr verwitterungsanfällig.

### **Geotechnische Folgerungen**

Zurzeit liegt noch kein konkretes Projekt vor, weshalb nachfolgend nur allgemeine geotechnische Angaben gemacht werden. Es wird von den üblichen Gebäudelasten ausgegangen.

Der Bauperimeter befindet sich in mittelsteiler Hanglage und weist nur einen Verbindungsweg und eine Treppe auf. Die Umgebung hingegen ist praktisch rundum bebaut.

## Foundationen

Aufgrund der geneigten Lage der Bodenschichten und der heterogenen Setzungsempfindlichkeit besteht bei einer schichtquerenden Foundation das Risiko von differenziellen Setzungen. Dieses Risiko und die Wahl der Fundationsart hängt jedoch stark von der effektiven Lage der Felsoberfläche und der gewählten Tiefe der Bodenplatte ab:	günstige Situation: Flachfundation möglich	ungünstige Situation: Tiefgründung mit Pfählen erforderlich
Fels überwiegend oder ganz auf Niveau der Bodenplatte anstehend.	X	
Fels teilweise oder untergeordnet auf Niveau der Bodenplatte anstehend.		X
Nur Lockergestein auf Niveau der Bodenplatte anstehend.	je nach Lagerungsdichte der Schichten	

Bei einer herkömmlichen Flachfundation sind die folgenden Randbedingungen einzuhalten:

- Das Aushubplanum ist ausreichend zu stabilisieren. Dies bedingt eine einwandfrei funktionierende Wasserhaltung zur Trockenlegung der Aushubsohle. Unmittelbar nach erfolgreichem Aushub ist die Baugrubensohle mit einer Magerbetonschicht abzudecken und vor Verwitterung zu schützen.
- Sämtliche konzentrierte Lasten müssen je nach Situation auf die Moräne oder auf den Molassefels abgeleitet werden. Für die Bemessung der Foundation kann dann von folgenden zulässigen Boden- bzw. Felspressungen ausgegangen werden (Gebrauchsniveau):
  - Moräne  $\sigma_{\text{ser, adm}} \cong 200 \pm 20 \text{ kN/m}^2$
  - Molassefels, zersetzt:  $\sigma_{\text{ser, adm}} \cong 350 \pm 50 \text{ kN/m}^2$
  - Molassefels, verwittert bis angewittert:  $\sigma_{\text{ser, adm}} \cong 800 \pm 200 \text{ kN/m}^2$ .

- Falls keine tragfähige Schicht auf dem Fundationsplanum ansteht, müssen zusätzliche bauliche Massnahmen getroffen werden. Hierzu kommt vor allem ein Materialersatz bis auf die tragfähigen Schichtlagen oder Fundamentvertiefungen mittels Magerbeton in Frage. Als Materialersatz eignet sich dabei gebrochener Kiessand, welcher lagenweise einzubringen und einwandfrei zu verdichten ist. Zwischen Untergrund und Materialersatz ist ein hochwertiges Geotextil zu verlegen (Reisskraft längs und quer  $\geq 50$  kN/m).
- Im Bereich des Fundationsplanums müssen allfällige aufgeweichte, mergelige Partien entfernt und ebenfalls durch besagtes Material ersetzt werden.

Bei einer allfälligen Tiefgründung sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Pfahllänge variiert je nach Pfahlsystem, Standort und Fundationskote.
- Die definitiven Pfahllängen ergeben sich zwangsmässig erst am Bau. Bei einer genügenden Einbindung der Pfähle in eine dichte Schicht können diese auf die innere Tragfähigkeit belastet werden.
- Für die Bestimmung / Bestätigung der effektiven Pfahltragfähigkeit sind mehrere Probestpfähle vorzusehen, bei welchen allenfalls die Tragfähigkeit mittels Pfahlversuchen verifiziert wird.
- Bei der Bemessung der Pfähle muss die durch eine Aufschüttung bewirkte negative Mantelreibung berücksichtigt werden.

### Baugrubensicherung

Bei einem mehrstöckigen Bau in den Hang ist eine Aushubtiefe bzw. ein Hanganschnitt von etwa 4 bis 10 m zu erwarten. Dabei ergeben sich für den Baugrubenabschluss folgende Situationen:

Bei Tiefen von  $> 3$  bis 4 m sind statisch-konstruktive Stützmassnahmen zur Gewährleistung der Böschungstabilität auszuführen. Hierfür erweist sich eine Nagelwand (bewehrter Spritzbeton in Kombination mit Nägeln) mit einer Neigung von maximal 5:1 als zweckmässig. In die Tiefe hin kann dann dieses System je nach Felsqualität durch ein Steinschlagnetz mit kurzen Felsankern und Randseil abgelöst werden. Für die Erstellung von Nägeln in Fremdgrundstücke hinein ist vor Beginn der Sicherungsarbeiten eine Bewilligung vom jeweiligen Eigentümer einzuholen (Ankerrecht).

Mit ausreichenden Platzverhältnissen und ohne Auflast in der unmittelbaren Umgebung (z.B. durch Baustellenzufahrt, Installations- und Umschlagflächen), sind grundsätzlich bei Aushubtiefen von < 3 bis 4 m freie Böschungen möglich. Die Böschungsneigungen im Lockergestein und im zersetzten Molassefels können mit 1:1 vorgesehen werden. Im verwitterten bis angewitterten Molassefels können freie Böschungen je nach Felsqualität und Verlauf von Trennflächen mit 3:1 bis 5:1 ausgebildet werden. Am Übergang zum Molassefels ist eine Berme vorzusehen. Dort wo die räumlichen Verhältnisse dies nicht erlauben, oder derart flache Böschungen nicht zweckmässig sind, müssen Stützmassnahmen zur Gewährleistung der Böschungsstabilität ausgeführt werden; dasselbe gilt auch für die Bereiche, wo Wasserzutritte festgestellt werden. Als bauliche Massnahme eignen sich z.B. vollflächige massive Sickerbetonvorlagen im Sinne einer Schwergewichtsmauer.

#### Aushub und Materialbewirtschaftung

Der Aushub in den Lockergesteinen und im zersetzten Molassefels kann ohne ausserordentliche Erschwernisse mit den üblichen Baumaschinen vorgenommen werden (normal baggerfähiges Lockermaterial), wobei das allfällige Vorkommen von metergrossen Blöcken das Erstellen von gleichmässig geneigten Böschungen erschweren kann. Der verwitterte bis angewitterte Molassefels wird sich hingegen, je nach Qualität bzw. Festigkeit, als Ripper- oder Kompressorfels erweisen (schwer abbaubarer Fels). Allfällige Mergellagen im Molassefels sind stark wasserempfindlich. Hier hat der Aushub soweit möglich von einem festen Standort aus zu erfolgen.

Die Schicht A kann je nach Korngrösse als sauberes Aushubmaterial für Rekultivierungszwecke verwendet werden. Die Moräne kann für anspruchlose Hinterfüllungen verwertet werden. Der Molassefels eignet sich voraussichtlich ebenfalls für Hinterfüllungen. Falls eine grosse Menge Mergel anfällt, kann das Material jedoch nicht mehr verwendet werden.

#### Wasserhaltung und Entwässerung

Das innerhalb der Baugrube anfallende Schicht-, Kluft- und Meteorwasser kann während des Bauzustandes voraussichtlich mit einer offenen Wasserhaltung abgeleitet werden (Drainagegräben, Sauger und Pumpensümpfe). Zur Erhaltung der Trageigenschaften des Molassefelsens ist stehendes Wasser auf der Aushubsohle zu vermeiden.

Aufgrund der Einbindung des Untergeschosses in schlecht durchlässige Schichten bildet sich hier unter Umständen eine unterirdische abflusslose Wanne aus. Der unter Terrain liegende Bereich des Baukörpers ist deshalb einwandfrei gegen Grundwasser zu isolieren und gegen Auftrieb zu sichern oder entsprechend zu entwässern. Am zweckmässigsten wird hierbei die

Hinterfüllung des Gebäudes mit gut sickerfähigem Material ausgeführt und dann das anfallende Wasser z.B. mittels einer Objektschutzleitung abgeleitet.

### **Meteorwasserversickerung**

Gemäss Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991 muss nicht verschmutztes Abwasser nach Anordnungen der kantonalen Behörde versickert werden. Die Möglichkeit einer konzentrierten Versickerung grösserer Wassermengen auf dem betreffenden Bauareal ist aufgrund der geologischen Gegebenheiten nicht gegeben. Die dünnen Lockergesteinsschichten weisen meist einen hohen Anteil an Feinkorn auf, und der Molassefels liegt untief vor, welcher mit Ausnahme von allenfalls lokal vorhandenen Klüften praktisch keine Wasserdurchlässigkeit aufweist. Zudem würde sich eine Versickerung in einem steilen, rutschgefährdeten Hang ungünstig auf die Stabilität auswirken. Deshalb sind Retentionsmassnahmen zur Abflussverminderung vorzusehen und das anfallende Meteorwasser ist in den nächsten geeigneten Vorfluter einzuleiten. Generell helfen wenig versiegelte bzw. durchlässige Flächen den Regenwasseranfall zu verringern und sorgen nebenbei auch für eine Verbesserung des Mikroklimas und der Reduktion von Luftschadstoffen.

### **Naturgefahren**

Der Neubau befindet sich in der Gefahrenstufe «mittlere Gefährdung» (blau). Die synoptische Gefahrenkarte zeigt eine mittlere Gefährdung bezüglich Hangmuren ([www.geo.lu.ch](http://www.geo.lu.ch), abgerufen am 20.03.23).

Das Objektschutzkonzept kann im Rahmen der weiteren Projektierung erfolgen. Die diesbezüglichen Massnahmen sind voraussichtlich verstärkte Nordfassade mit speziellen Fenstern und/oder eine bergseitige Stützmauer, um dem Gefährdungsbild „Hangmure“ gerecht zu werden. Für eine abschliessende Beurteilung bzw. aufgrund des beschränkten Einzugsgebietes für eine Hangmure muss ein adäquates Naturgefahrengutachten ausgearbeitet werden.

Nördlich des Neubaus liegende Eingänge und Aufenthaltsflächen sind möglich; dies sofern z.B. entsprechende Hangsicherungen realisiert werden

## **Erdbebeneinwirkungen**

Für die erdbebengerechte Projektierung des Bauwerks gemäss Norm SIA 261 (2020) „Einwirkungen auf Tragwerke“ sind folgende Zuordnungen des Standortes in Bezug auf die ausserordentlichen Einwirkungen von Erdbeben zu verwenden:

- Betreffend die Erdbebenzonen ist der Standort der Zone Z1a mit einem horizontalen Bodenbeschleunigungswert  $a_{gd} = 0.6 \text{ m/s}^2$  zuzuordnen.
- Der Untergrund kann vorläufig der Baugrundklasse A zugeordnet werden: Fels oder andere felsähnliche geologische Formation mit höchstens 5 m Lockergestein an der Oberfläche. Diese Einteilung ist jedoch nach Vorliegen von projektspezifischen Sondierungen zu überprüfen.

## **Kontroll- und Überwachungsplan**

Das Bauvorhaben erfordert ein angemessenes Kontroll- und Überwachungssystem. Die unter anderem hierzu gehörenden Kriterien der Überwachung und die entsprechenden Kontrollmittel sind:

Kriterium	Kontroll- und Überwachungsmittel
Rissbildung / Setzungen Umgebung	<ul style="list-style-type: none"><li>- Zustandsaufnahme der benachbarten Gebäude und Strassen</li><li>- Nivellement der benachbarten Gebäude</li></ul>
Ausmass Fundamentvertiefungen / Materialersatz	<ul style="list-style-type: none"><li>- geotechnische Begutachtung Fundationsplanum</li></ul>
Stabilität Baugrubenabschluss	<ul style="list-style-type: none"><li>- Visurdraht</li><li>- Inklinometer</li></ul>
Nageltragfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ausziehversuche</li></ul>
Tragfähigkeit Pfähle	<ul style="list-style-type: none"><li>- Probepfähle</li><li>- Einbindetiefe in tragfähige Schichten</li><li>- Ramm- oder Drehbohrwiderstand</li><li>- Pfahlversuche</li></ul>
Erschütterungen	<ul style="list-style-type: none"><li>- Erschütterungsmessungen beim Felsabbau (Geophone und Seismograph)</li></ul>
Baugrund- und Bauwerkverhalten	<ul style="list-style-type: none"><li>- Beobachtungen, geotechnische Beratung (geologische Aufnahmen, Verhalten der Sicherungskonstruktionen, Verifizierung von Kennwerten und Modellen)</li></ul>

Der definitive Umfang der Kontroll- und Überwachungsmittel sowie die Messintervalle und die Interventionswerte sind vor Baubeginn festzulegen. Zudem sind die Kompetenzen und Verantwortlichkeiten bezüglich der Überwachung vertraglich zu regeln.

Freundliche Grüsse

BK Grundbauberatung AG

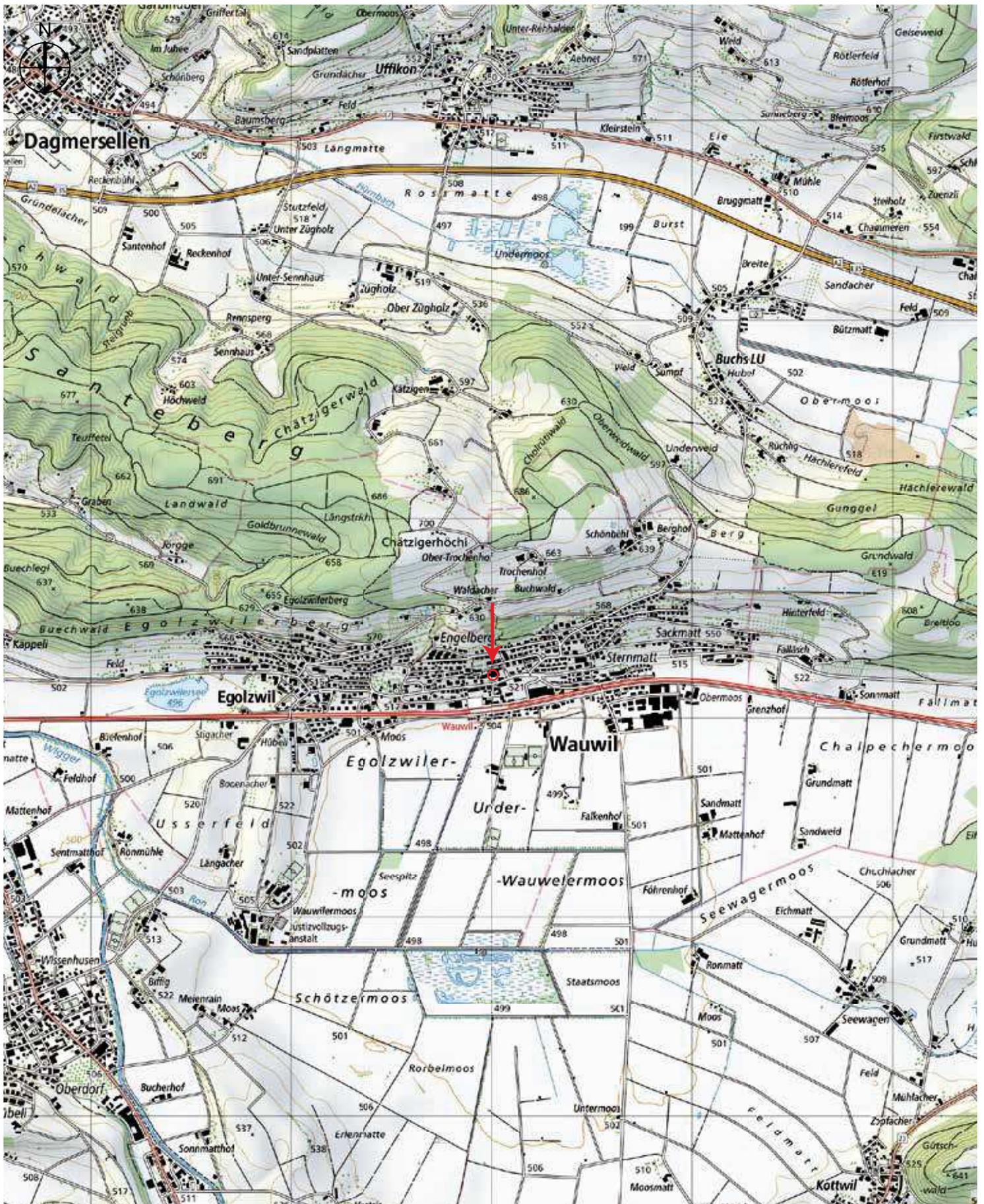


Dr. Stéphane Kock



Rainer Affentranger

- 1 Kartenausschnitt 1 : 25'000
- 2.1 Ausschnitt Gewässerschutzkarte 1 : 1'000
- 2.2 Gefahrenkarte Rutschung 1 : 1'000
- 2.3 Oberflächenabfluss 1 : 1'000
- 3 Schematisch geologischer Schnitt A-A 1 : 250



Quelle: Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Wauwil, Schulhaus Linde, Architekturwettbewerb auf Parzelle 31

Kartenausschnitt 1 : 25'000

Buchrain, 22.03.2023



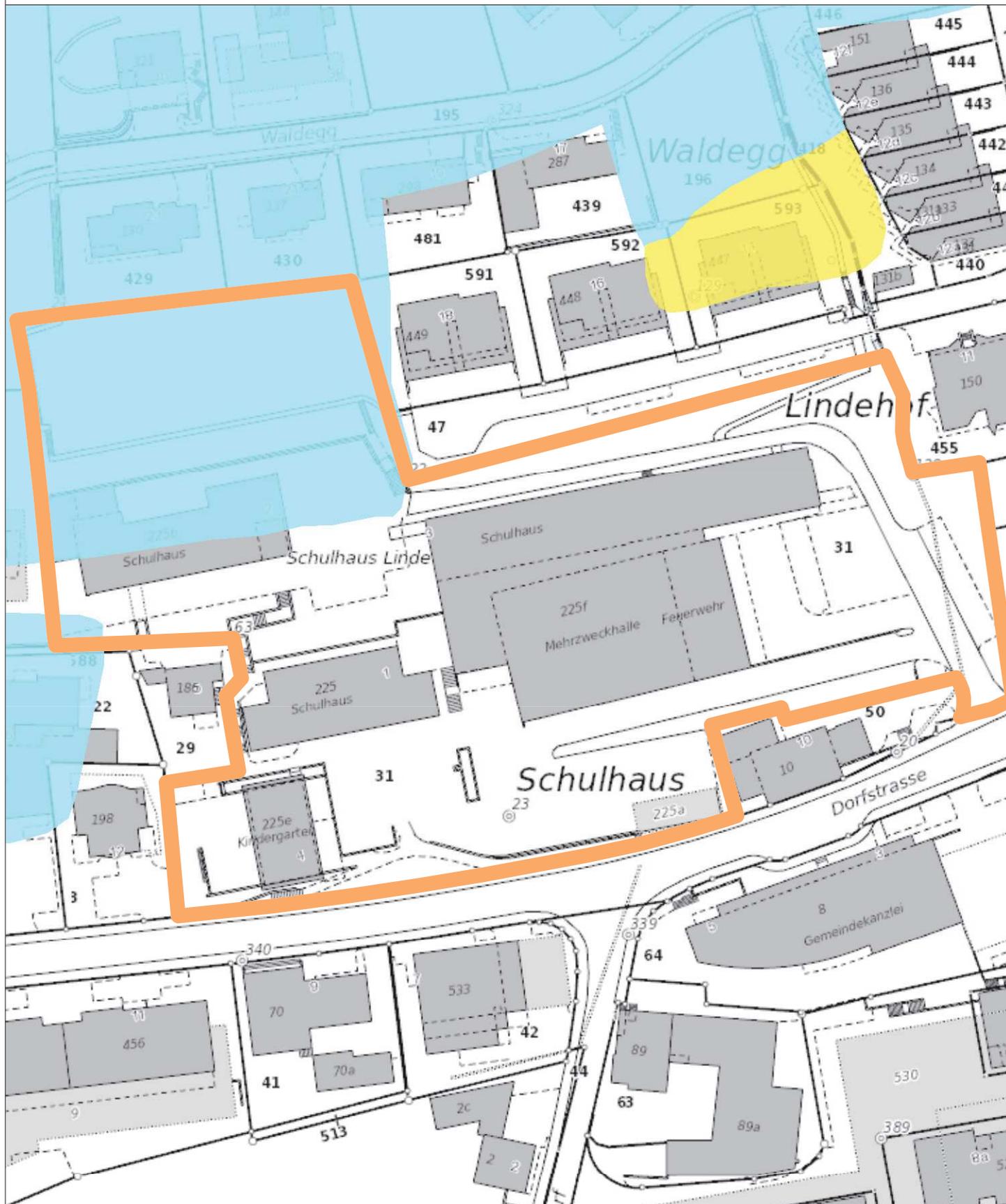
Beilage 1.1



Wauwil, Schulhaus Linde, Architekturwettbewerb auf Parzelle 31

**Ausschnitt Gewässerschutzkarte 1 : 1'000**

Buchrain, 22.03.2023



Wauwil, Schulhaus Linde, Architekturwettbewerb auf Parzelle 31

Gefahrenkarte Rutschung 1 : 1'000

Buchrain, 22.03.2023



Wauwil, Schulhaus Linde, Architekturwettbewerb auf Parzelle 31

**Oberflächenabfluss 1 : 1'000**

Buchrain, 22.03.2023

BK GRUNDBAUBERATUNG AG

UNTERDORFSTRASSE 9 TSCHANNHOF 6033 BUCHRAIN

TEL: 041-440 14 01 FAX: 041-440 95 65 www.bk-grundbau.ch



**Wauwil, Schulhaus Linde,  
Architekturwettbewerb auf Parzelle 31**

**Schematisch geologischer Schnitt A-A**

Auftrag	23-239
Beilage	3
Massstab	1 : 250
Sachbearbeiter	Dr. Stéphane Kock
Gezeichnet	Carlo Affentranger
Datum	16.03.2023
Format	A3

- (A) Deckschicht / Auffüllung
- (B) Moräne
- (C) Molassefels

Der dargestellte geologische Schichtaufbau beruht lediglich auf Projekterfahrungen in der näheren Umgebung und wurde ohne parzellenspezifische Baugrundsondierungen modelliert. Er ist dementsprechend mit Vorsicht zu geniessen; die Mächtigkeiten der entsprechenden Lithologien sind zu gegebener Zeit zu verifizieren.

