

*SÜDI-AREAL IN HOCHDORF*

**GEOLOGISCH-GEOTECHNISCHER VORBERICHT  
(GRUNDLAGE FÜR BEBAUUNGSPLAN)**

**Baugrundverhältnisse, generelle geologisch-  
geotechnische Folgerungen**

<b>Objekt</b>	Südi-Areal in Hochdorf		
<b>Bauherrschaft</b>	Gemeindeverwaltung Hochdorf, Hauptstrasse 3, 6280 Hochdorf		
<b>Bauherrenvertretung</b>	Kieliger & Gregorini AG, Seestrasse 103, 8806 Bäch SZ		
<b>Koordinaten</b>	2'664'235 / 1'224'380	<b>Auftragsnummer</b>	25 6665
<b>Ort, Datum</b>	Luzern, 5. November 2025 EH/IS/RM/ME/eh/me		

*Inhaltsverzeichnis*

<b>1</b>	<b>Einleitung und Auftrag</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Verwendete Unterlagen</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Durchgeführte Arbeiten</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Geologische Verhältnisse</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Angaben zur Belastungssituation des Standortes</b> .....	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Hydrogeologie</b> .....	<b>7</b>
6.1	Lokale Grundwasserverhältnisse .....	7
6.2	Gewässerschutz .....	8
6.3	Bautechnisch Relevante Folgerungen .....	9
6.3.1	Bauzustand .....	9
6.3.2	Endzustand .....	10
<b>7</b>	<b>Naturgefahren</b> .....	<b>11</b>
7.1	Wasserprozesse.....	11
7.2	Oberflächenabfluss.....	13
7.3	Erdbebensicherheit.....	14
<b>8</b>	<b>Archäologische Fundstellen</b> .....	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Baugrundmodell mit geotechnischen Eigenschaften der Locker- und Festgesteine</b> .....	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>Erste geotechnische Folgerungen</b> .....	<b>17</b>
10.1	Geotechnische Erschwernisse / Risiken .....	17
10.2	Foundation .....	18
10.3	Baugruben.....	19
<b>11</b>	<b>Meteorwasserversickerung</b> .....	<b>20</b>
<b>12</b>	<b>Machbarkeit geothermische Wärmenutzung</b> .....	<b>21</b>
12.1	Thermische Grundwassernutzung .....	21
12.2	Erdwärmesonden .....	21
12.3	Energiepfähle .....	21
12.4	Empfehlung .....	21
<b>13</b>	<b>Kenntnisstand und Empfehlungen für ergänzende, objektspezifische Baugrundsondierungen</b> .....	<b>22</b>

---

**14 Empfehlungen für die Überwachung der Umgebung während der Tiefbauarbeiten..... 22***Anhang*

Anhang 1 Übersicht Projektperimeter, Situation 1:1'500.

Anhang 2 Geologische Profile, 1:1'000/1'000.

## Hinweise zum Urheberrecht:

Das Urheberrecht des vorliegenden Gutachtens ist gemäss SIA 118 Art. 24 geschützt. Der vorliegende Bericht darf vom Empfänger nur im Rahmen des Vertrages verwendet werden; er darf diesen weder für eigene Zwecke weiter verwenden noch an unberechtigte Dritte zur Verwendung weitergeben; auch hat er dafür zu sorgen, dass die Unterlagen Dritten nicht zugänglich sind. Ohne unsere schriftliche Zustimmung sind Veröffentlichungen im Internet untersagt, auch von Auszügen, einzelnen Figuren oder Profilen.

## 1 EINLEITUNG UND AUFTRAG

Auf den derzeit teilweise bebauten Parzellen 174, 178, 553, 917, 1178, 1691, 1719, 1720, 1721, 1740 und 1741 (GB Hochdorf) mit Abmessungen von insgesamt ca. 292 m x 382 m plant die Einwohnergemeinde Hochdorf die Entwicklung eines neuen Ortszentrums. Dazu sollen bestehende Gebäude aufgestockt oder Neubauten sowie Parkanlagen geschaffen werden.

Von der Kieliger & Gregorini AG erhielten wir im Namen der Bauherrschaft den Auftrag für eine stufengerechte Beschreibung der geologisch-hydrogeologischen und geotechnischen Verhältnisse. Dabei stützen wir uns auf zahlreiche bestehende Sondierungen und Grundwasserspiegelmessungen auf dem Projektperimeter selbst, aus der nahen Umgebung sowie auf unsere profunden Erfahrungen (Kap. 3).

Die Ziele des vorliegenden geologisch-geotechnischen Vorberichts (Grundlage für Bebauungsplan) sind:

- Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse.
- Erste Angaben über belastete Standorte.
- Angaben zu Naturgefahren (Baugrundklasse für Erdbebenbemessung, Wasserprozesse, Oberflächenabfluss).
- Baugrundmodell mit geotechnischen Kennwerten.
- Geotechnische Folgerungen für die Ausführung von Baugruben mit Wasserhaltung und für die Foundation.
- Angaben zu Meteorwasserversickerung oder Retention.
- Aufzeigen Möglichkeiten für geothermische Wärmenutzung.
- Aufzeigen des Kenntnisstands und Empfehlungen für objektspezifische Baugrundsondierungen.
- Empfehlungen für Überwachung der Tiefbauarbeiten.

## 2 VERWENDETE UNTERLAGEN

Die Ausarbeitung des vorliegenden geologisch-geotechnischen Vorberichts (Grundlage für Bebauungsplan) basiert auf folgenden Grundlagen:

*Projektgrundlagen:*

CSD INGENIEURE AG (2021): Gemeindeverwaltung Hochdorf Entwicklungsareal Hochdorf Technische due Diligence, Bericht, datiert 25.10.2021.

EMCH+BERGER WSB AG (2025): 4.25016 Erschliessungsrichtplan Hochdorf Teilgebiet Südiareal, Bericht, datiert 16.06.2025.

IPSO ECO AG (2025): Entwicklung Südiareal, Hochdorf LU Phase Umzonung + Bebauungsplan Umweltnotiz, Bericht, datiert 26.06.2025.

SALEWSKI NATER KRETZ AG, BRYUM GMBH, TEAMVERKEHR.ZUG AG, CABANE PARTNER URBANE STRATEGIEN UND ENTWICKLUNG GMBH, SITO DEVELOPMENT AG (2025): Südiareal: Masterplan, datiert 08.04.2025.

#### *Geologie / Hydrogeologie / Naturgefahren:*

BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE, SWISSTOPO (2025): Zeitreise Kartenwerke und Zeitreise Swissimage. <https://map.geo.admin.ch>, Zugriff Oktober 2025.

EGLI (2005): Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren. Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (Hrsg.), Bern, 2005

EGLI (2007): Wegleitung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren. Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (Hrsg.), Bern, 2007.

KANTON LUZERN, RAWI (2025): Grundbuchplan, Gewässerschutzkarte, Gefahrenkarte, Oberflächenabfluss, Kataster der belasteten Standorte, Baugrundklassen, Wassernutzungen, <https://geoportal.lu.ch/karten>; Zugriff Oktober 2025.

KANTON LUZERN, VIF (2012): Richtlinie Gefahrenkarten im Kanton Luzern. Teil A – Gefahrenbeurteilungen, Version 3.7 (Änderungsdatum 10.09.2020), Ausgabe 2012.

KELLER+LORENZ AG (LUZERN): Bestehende Gutachten und Sondierungen aus unserem Archiv.

#### *Gesetzliche Grundlagen und Richtlinien:*

BAFU HRSG. (2016): Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Herausgegeben von Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern.

BUNDESAMT FÜR WASSER UND GEOLOGIE: Massgebende, aktuelle Richtlinien und Wegleitungen des BWG.

GEMEINDE HOCHDORF (2021): Bau- und Zonenreglement, datiert 15.06.2021.

GEWÄSSERSCHUTZGESETZ vom 1. Januar 1991 (GSchG, SR814.20).

GEWÄSSERSCHUTZVERORDNUNG vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR814.201).

INNERSCHWEIZER UMWELTSCHUTZDIREKTIONEN (2001): Entwässerung von Baustellen. Merkblatt (Ausgabe Februar 2001).

KANTON LUZERN, UWE (2020): Merkblatt Versickerung - Versickerung von Regenwasser im Liegenschaftsbereich, datiert Juni 2020.

SCHWEIZERISCHER INGENIEUR- UND ARCHITEKTENVEREIN: Massgebende, aktuelle SIA-Normen (u.a. 260, 261, 261/1, 267, 318, 431).

UMWELT ZENTRALSCHWEIZ (2024): Bauten im Grundwasser, Berechnungsgrundlagen. Merkblatt (Ausgabe Januar 2024).

VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE, VSA (2019): Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter – Gesamtpaket, Richtlinie.

VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE, VSA (2024): Gewässerschutz in Industrie und Gewerbe, Baustellen, Interkantonales Merkblatt für den Vollzug, Stand August 2024.

VERORDNUNG ÜBER DIE SICHERHEIT UND DEN GESUNDHEITSSCHUTZ DER ARBEITNEHMERINNEN UND ARBEITER BEI BAUARBEITEN (2022): Bauarbeitenverordnung, BauAV, Nr. 832.311.141, datiert 01.01.2022.

### 3 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN

Für den vorliegenden Bericht wurden die geologisch-geotechnischen Grundlagen in folgenden Arbeitsschritten erarbeitet:

---

Vorbereitende Arbeiten, Data-Mining	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagenstudium.</li><li>• Archivarbeiten und Aktenstudium.</li><li>• Zusammenstellung und digitale Erfassung vorhandener Sondierungen und Aufschlüsse sowie Grundwasserdaten.</li></ul>
Auswertungen und Berichtverfassung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auswertung der Erkenntnisse bezüglich der Geologie, Hydrogeologie, Naturgefahren und belasteter Standorte.</li><li>• Darstellung der Ergebnisse im Projektperimeter in einem geologischen Baugrundmodell an Hand von vier geologischen Profilen.</li><li>• Berichtverfassung.</li></ul>

---

Aus unserem Archiv wurden sämtliche bekannten, wesentlichen Gutachten zusammengetragen und daraus die Sondierungen und Aufschlüsse extrahiert. Die so erhaltenen Kenntnisse der geologischen Verhältnisse wurden in die geologischen Profile integriert. Anschliessend wurden die Daten unter Berücksichtigung der Originalgutachten interpretiert und als geologisch-geotechnisches Modell dargestellt (Anhang 2).

### 4 GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

Die schichtweise heterogenen und asymmetrischen Baugrundverhältnisse im Bereich des Projektperimeters lassen sich aufgrund der allgemeinen Geologie, bestehender Sondierungen und unserer Erfahrung wie folgt prognostizieren (vgl. geologische Profile in Anhang 2).

- Unterhalb der heutigen Geländeoberkante stehen örtlich bis zu wenige Meter mächtige, *heterogen gelagerte künstliche Auffüllungen* an. Es handelt sich erfahrungsgemäss um vorwiegend unterschiedlich siltige Kies-Sand-Gemische mit variablem Anteil an Steinen, Blöcken und teilweise organischen Beimengungen. In den künstlichen Auffüllungen ist wie im urbanen Raum üblich mit eingelagerten Fremdstoffen zu rechnen (Kap. 5). Auf dem Projektperimeter liegen vollumfänglich bzw. teilweise die zwei Kataster-Standorte "ehem. Tankstelle Schweiz. Milchgesellschaft" (1031B0023) mit dem altlastenrechtlichen Status *belastet, keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen* zu

erwarten sowie "Südiweiher" (1031A0019) mit dem altlastenrechtlichen Status *belastet, untersuchungsbedürftig*. Nähere Angaben zur Belastungssituation finden sich Kap. 5.

- Unter den künstlichen Auffüllungen oder der ursprünglichen Geländeoberkante folgen mit Ausnahme entlang des westlichen Projektperimeters tw. setzungsempfindlichere, sehr locker bis mitteldicht gelagerte oder weiche bis steife **verwitterte und umgelagerte Moränenablagerungen**. Sie setzen sich aus unterschiedlich siltigem Sand mit variablem Anteil an Kies oder unterschiedlich tonigem Silt mit Sand und variablen Anteilen an Kies, Steinen und tw. sehr harten Blöcken (Durchmesser >1 m), schichtweise Diamiktiten<sup>1</sup>, sowie vereinzelt organischen Beimengungen zusammen.
- Entlang des westlichen Projektperimeters folgen unten den künstlichen Auffüllungen bzw. der bestehenden Geländeoberkante und seitlich mit den verwitterten und umgelagerten Moränenablagerungen bzw. den Flussablagerungen verzahnend *besonders setzungsempfindliche* **Überschwemmungssedimente und Verlandungsbildungen**. Diese bestehen erfahrungsgemäss aus tonigem Silt und unterschiedlich siltigem, tw. sauberem Feinsand, tw. mit Kies, mit organischen Beimengungen, *Torfzwischen-schichten* und gelegentlichen *Baumstämmen*. Diese besitzen eine sehr lockere bis lockere Lagerungsdichte oder weisen eine sehr weiche bis mittelsteife Konsistenz auf.
- Ebenfalls im Westen des Perimeters können unterhalb der Überschwemmungssedimente und Verlandungsbildungen locker bis mitteldicht gelagerte oder weiche bis mittelsteife, fein- und mittelkörnige, setzungsempfindliche **Seeablagerungen** aus siltigen Tonen, tonigen Silten und siltigen Feinsanden anstehen.
- Unter den verwitterten und umgelagerten Moränenablagerungen folgen über weite Bereiche und nach Westen auskeilende, mitteldicht bis sehr dicht gelagerte **Flussablagerungen** (sog. eiszeitliche Vorstossschotter). Deren Lagerungsdichte nimmt erfahrungsgemäss mit der Tiefe zu. Es handelt sich dabei um glazial vorbelastete, überkonsolidierte Lockergesteine. Diese bestehen aus mutmasslich fast sauberem bis leicht siltigem Kies mit variablen Anteilen an Sand, Steinen und Blöcken, tw. als Blocklagen. Lokal können locker gelagerte Zwischenschichten aus sauberem Sand bis Silt, oder schichtweise Diamiktiten (Murgänge) eingeschaltet sein. Gebietsweise sind die kiesigen Lockergesteine verkittet, und können damit bisweilen gesteinsähnliche Eigenschaften (Konglomerat) aufweisen.
- Unter den Seeablagerungen im Westen oder den Flussablagerungen folgen örtlich sehr dicht, untergeordnet mitteldicht bis dicht gelagerte und basal überkonsolidierte (vorbelastete) **Moränenablagerungen**. Diese Ablagerungen bestehen aus unterschiedlich siltigem Sand mit variablem Anteil an Kies oder unterschiedlich siltigem Kies mit variablen Anteilen an Sand, Steinen und sehr harten Blöcken mit Durchmesser >1 m (Findlinge, tw. nestweise angehäuft).

---

<sup>1</sup> Diamiktit: Unsortiertes oder schlecht sortiertes Korngemisch Kies-Sand-Silt/Ton, meist als Kies in einer Schlammatrix aus stark tonig/siltigem Sand.

- Ab ca. 15 ÷ 20 m unter der bestehenden Geländeoberkante folgt die verwitterte Fels-oberfläche der **Oberen Süsswassermolasse**. Der Felsen besteht aus einer Wechsel-lagerung mehrere Meter mächtiger Sandsteinbänke einerseits sowie bankigen Wech-selschichtungen aus bunten Silt- und Schlammsteinen sowie dünnen Sandstein-Bän-ken andererseits. Erfahrungsgemäss ist die Verwitterungszone des Felsen meist meh- rere Meter mächtig. Diesem Umstand sowie dem erfahrungsgemäss lebhaftem Klein- relief der Felsoberfläche mit einer Reliefamplitude von +/- 1 bis 2 m wäre bei einer all- fälligen Tiefenfundation bis in den Felsen durch ein entsprechend flexibles Konzept Rechnung zu tragen. Genauere Angaben über die Felsoberfläche liegen nicht vor und müssten bei Bedarf (z.B. Festlegung der massgebenden Baugrundklasse) durch Son- dierbohrungen bestimmt werden (Kap. 13).

## 5 ANGABEN ZUR BELASTUNGSSITUATION DES STANDORTES

Auf der dem Projektperimeter zugehörigen Parzelle 174 liegen gemäss dem aktuell gültigen Kataster der belasteten Standorte (KbS) des Kantons Luzern der Kataster-Eintrag des Be- tribsstandorts "ehem. Tankstelle Schweiz. Milchgesellschaft" (KbS-ID 1031B0023) sowie teilweise der Kataster-Eintrag des Ablagerungsstandorts "Südiweiher" (KbS-ID 1031A0019) (Abb. 1). Während der Standort ehem. Tankstelle Schweiz. Milchgesellschaft als *belastet, keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten* klassiert ist, wurde die Klassierung für den Ablagerungsstandort Südiweiher wieder auf *belastet, untersu- chungsbedürftig* zurückgesetzt. Hinsichtlich der Belastungssituation auf der Bauparzelle ist derzeit folgendes bekannt:

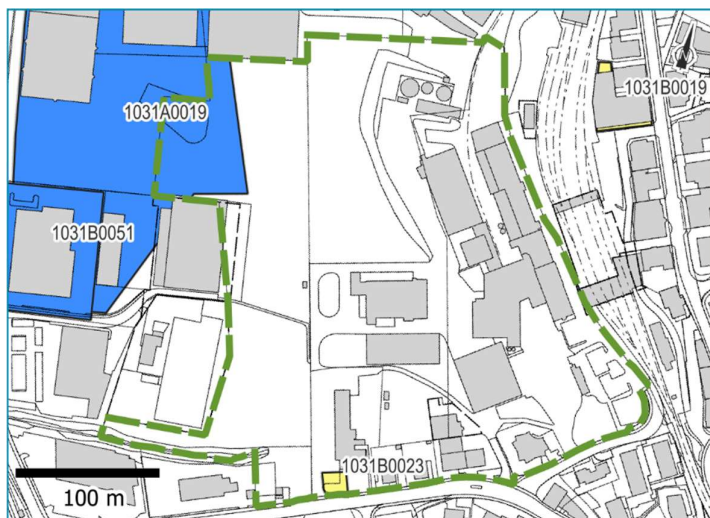
- Gemäss den historischen Karten (SWISSTOPO, 2025) bestand im Bereich des Ablage- rungsstandorts "Südiweiher" bis ca. 1964/65 noch ein Feuchtgebiet. Nach den vorlie- genden Unterlagen wurde das Areal danach bis ca. 1988 als Ablagerungsstandort ge- nutzt. Mit der folgenden Bebauung war die Nutzung als Ablagerungsstandort beendet (SWISSTOPO, 2025).
- Die ehem. Tankstelle Schweiz. Milchgesellschaft bestand gemäss den historischen Luftbildern (SWISSTOPO, 2025) zwischen ca. 1970 und 1999.
- Im Bereich des Standorts ehem. Tankstelle Schweiz. Milchgesellschaft muss mit Belas- tungen durch Kohlenwasserstoffe KW C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> sowie KW C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> gerechnet werden, wel- che durch Leckagen unterirdisch verlegter Tankanlagen oder kleinen Havarien und Handhabungsverluste in den Untergrund gelangen konnten.
- Gemäss dem KbS handelt es sich bei dem Ablagerungsstandort "Südiweiher" um eine Deponie des Typs VVEA<sup>2</sup> B. Erfahrungsgemäss muss im Bereich des Ablagerungs- standorts mit schwach bis gering verschmutztem Material (VVEA Typ Bv bis Typ B, "Inertstoff") wie z.B. mit Fremdstoffen durchsetztem Aushub gerechnet werden, wobei

<sup>2</sup> VVEA: Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen.

höhere Belastungen nicht vollständig auszuschliessen sind. Es sei hier bereits darauf hingewiesen, dass der altlastenrechtliche Status des Ablagerungsstandorts vor der Baueingabe abgeklärt sein muss.

Für den restlichen Projektperimeter bzw. generell gelten folgende Punkte:

- Es ist davon auszugehen, dass beim Aushub im Nahbereich bestehender Kunstbauten gewisse Kubaturen an schwach verschmutztem (VVEA Typ Bv; Fremdstoffanteile bis max. 5%) bis Inertstoffmaterial (VVEA Typ B) anfallen werden. Höher belasteter Aushub (Reaktormaterial, Sonderabfall) mit chemischen Belastungen (z.B. aus Havarien) sind wenig wahrscheinlich, können allerdings im urbanen Raum nicht vollständig ausgeschlossen werden.
- Unabhängig eines Eintrags in den Kataster der belasteten Standorte (KbS) wird gemäss aktueller Vollzugspraxis der Dienststelle für Umwelt und Energie (uwe) ab Kubaturen von ca. 100 m<sup>3</sup> belastetem Aushub eine Aushubbegleitung verlangt. Ab Kubaturen von ca. 300 m<sup>3</sup> belastetem Aushub wäre zusätzlich zu einer Aushubbegleitung ein Aushub- und Entsorgungskonzept (AEK) gefordert.
- Mit Fremdstoffen belastetes Material ist nach VVEA zu entsorgen. Wenn organoleptisch<sup>3</sup> auffälliges Material vorgefunden wird, ist dieses durch einen Altlastenspezialisten chemisch analysieren zu lassen.
- Entsprechende Zuschläge sind bei der Ausschreibung für die Verwertung/Deponierung einzurechnen.
- Wir empfehlen, die Tiefbauarbeiten durch eine Fachperson zu begleiten und die Behörden hinsichtlich der Vorgehensweise zu informieren.



**Abb. 1** Ausschnitt aus dem Kataster der belasteten Standorte des Kantons Luzern mit dem Ablagerungsstandort "Südiweiher" (1031A0019) sowie dem Betriebsstandort "ehem. Tankstelle Schweiz. Milchgesellschaft" (1031B0023). Kartengrundlage © KANTON LUZERN, RAWI, 2025. Massstab: 1:5'000. Grün gestrichelt umrahmt: Projektperimeter.

belastet, keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten  
 belastet, untersuchungsbedürftig

<sup>3</sup> organoleptisch: Hilfsmittelfreie Bewertung von Geruch und Aussehen.

## 6 HYDROGEOLOGIE

### 6.1 LOKALE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

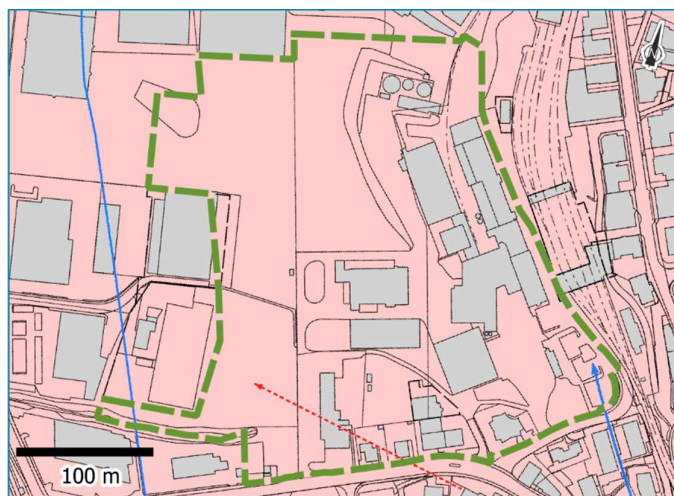
- Der Projektperimeter liegt gemäss der Gewässerschutzkarte fast vollumfänglich über dem ausgedehnten Grundwasservorkommen von Ballwil-Hochdorf wobei nur der westlichste, dem Bachverlauf des Brunnemöslibachs folgende Arealteil ausserhalb des kartierten Grundwasservorkommens liegt (Abb. 2).
- Das **Grundwasservorkommen von Ballwil-Hochdorf** ist generell kleinräumig gegliedert. Es ist sowohl von einer **heterogene** Lockergesteinsfüllung als auch einer räumlich deutlich variierenden Felsunterlage oder Moränenoberfläche (Stauer) auszugehen.
- Innerhalb der künstlichen Auffüllungen oder besser durchlässiger Zwischenschichten der Überschwemmungssedimente und Verlandungsbildungen sowie verwitterten und umgelagerten Moränenablagerungen sind lokale, **schwebende Grundwasservorkommen** möglich.
- Aufgrund von vorhandenen langjährigen Grundwassermessdaten der kantonalen Messstelle LUGHD201 südlich des Projektgebiets und Einzelmessdaten vom Projektareal lässt sich die Lage der Grundwasserdruckfläche des **nutzbaren Grundwasservorkommens im Projektperimeter innerhalb der Flussablagerungen** bei ca. 471 m ü.M im SSE und ca. 468 m ü.M. im NNW stufengerecht abschätzen. Bei Hochwasserstand ist gemäss heutigem Wissensstand ein Anstieg von bis ca. 2½ m über den Mittelwasserstand möglich.
- Gemäss heutiger Kenntnis liegen bei Grundwassermittelstand im mittleren und östlichen Teil des Projektperimeters gespannte Verhältnisse mit Flurabständen zwischen ca. 2½ und >10 m vor. Im Westen herrschen dagegen bis deutlich artesische Bedingungen (vgl. auch Darstellung in geologischen Profilen).
- Diese ersten Angaben sind mit Unsicherheit behaftet. Genauere Angaben zur Berandung des Grundwasservorkommens und zum Schwankungsbereich der Grundwasserdruckflächen der nutzbaren und von schwebenden Grundwasservorkommen empfehlen wir, mittels periodischen Grundwassermessungen in bestehenden Messstellen und neu zu erstellenden Piezometern zu bestimmen (Kap. 13). Bedeutsam sind vor allem Extremstände, d.h. bei seltenen Hochwasserereignissen ist nebst den **bis erheblich artesisch gespannten Druckflächen** im nutzbaren Grundwasservorkommen auch ein Anstieg der Druckfläche schwebender Grundwasservorkommen bis in den Bereich der heutigen Geländeoberkante zu erwarten. Diese Unsicherheit gilt es insbesondere bei der Konzeption der Anzahl Untergeschosse für den Nachweis einer genügenden Auftriebsicherheit für den Bau- und Endzustand zu beachten (Kap. 6.3).
- Die zu erwartenden, **gespannten Grundwasser-Druckverhältnisse** sind bei tiefen Einbauten oder bei Bohrarbeiten hinsichtlich der Grundbruch-Risiken (Kap. 6.3.1)

angemessen zu beachten. Weiter bestehen bei unsachgemässer Hinterfüllung von tiefen Untergeschossen oder z.B. nach dem Rückzug von temporären, tiefen Spundwänden Risiken von Grundwasseraufstössen, die zu unkontrollierten, weiträumigen Druckentspannungen führen können.

- Bei allfälligen Erdwärmesonden-Bohrungen oder Bohrpfählen bis in den Felsen sind innerhalb der Verwitterungszone des Felsen **gespannte Kluftwasservorkommen** zu beachten (Kap. 12.2).

## 6.2 GEWÄSSERSCHUTZ

- Gemäss der Gewässerschutzkarte des Kantons Luzern (KANTON LUZERN, RAWI, 2025) liegt der Projektperimeter innerhalb des **Gewässerschutzbereichs A<sub>U</sub>** und fast vollumfänglich innerhalb des als nutzbar eingestuften Grundwasservorkommens von Ballwil-Hochdorf (Abb. 2).



**Abb. 2** Ausschnitt aus Gewässerschutzkarte des Kantons Luzern. Kartengrundlage © Geoinformation Kanton Luzern 2025. Massstab: 1 : 5'000. Grüne Linie: Ungefäherer Projekperimeter.

- Gewässerschutzbereiche*
- Gewässerschutzbereich A<sub>U</sub>
- Grundwasservorkommen*
- ← Grundwasser-Fließrichtung
  - Exfiltration in Drainage
  - Berandung

- Bauten, die unter die höchste Grundwasserdruckfläche, bzw. unter die Grundwasserdeckfläche hineinreichen (UMWELT ZENTRALSCHWEIZ, 2024), z.B. Untergeschosse, Lifteschächte, Pfähle oder Baugrubenabschlüsse bedürfen einer **gewässerschutzrechtlichen Bewilligung** der kantonalen Dienststelle Umwelt und Energie (uwe). Um für solche Bauten unter die mittlere Grundwasserdruckfläche, bzw. -deckfläche eine Bewilligung erlangen zu können, wäre rechtzeitig ein **hydrogeologischer, rechnerischer Unbedenklichkeitsnachweis** über den Einfluss des Bauwerks auf die Durchflusskapazität zu erbringen, welcher als separater Bericht dem Baugesuch beigelegt werden muss.
- Die gewässerschutzrechtliche Machbarkeit und Bewilligungsfähigkeit von allfälligen tiefen Einbauten in den nutzbaren Grundwasserleiter und allfälligen Kompensationsmassnahmen ist möglichst in einer frühen Projektphase in Zusammenarbeit mit der zuständigen Behörde abzuklären.

- Es ist sicherzustellen, dass durch den Eingriff des Bauvorhabens keine negative quantitative oder qualitative Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse (z.B. bestehende Nutzungen) erfolgt. Dies ist insbesondere durch allfällige bauliche Massnahmen und eine zweckmässige Grundwasserüberwachung (Kap. 14) durch die Planer sicherzustellen.

## 6.3 BAUTECHNISCH RELEVANTE FOLGERUNGEN

### 6.3.1 Bauzustand

- Insbesondere während starken oder langanhaltenden Niederschlägen sind in Folge von schichtweiser Porenwassersättigung episodisch erhöhte Porenwasserdrücke und entfestigte, wassergesättigte, sandig-siltige Schichten auch von schwebenden Grundwasservorkommen zu erwarten (Kap. 6.1). Die daraus folgenden Erschwernisse sind vor allem in der Stabilitätsverminderung bei freien Baugrubenböschungen oder Zusatzbelastungen zu suchen. Grundsätzlich sind Baugrubensicherungen oder Planum für Schüttungen zu dränieren und vorgängig zu entwässern, um destabilisierende Porenwasserdrücke abzubauen.
- Wasseraustritte schwebender Grundwasservorkommen aus freien Böschungen oder eine Porenwassersättigung führen rasch zu Ausschwemmungen oder Bodenverflüssigungen der scheinkohäsiven sandig-siltigen Lockergesteine, so dass diese gerne abrutschen. Diesem Problem kann durch Fassung allfälliger Wasseraustritte und durch Sickerbetonverstärkungen begegnet werden.
- Alle sandigen Ablagerungen unterhalb der Grundwasserdruckfläche sind als **grundbruchempfindlich** einzustufen. Für Tiefbauarbeiten ist dieser Umstand insbesondere in den sandigen Zwischenschichten bedeutsam, weil hier mit geringeren vertikalen Durchlässigkeiten als horizontalen zu rechnen ist (Kap. 6.1). Dadurch entstehen schichtweise bis artesisch **gespannte Druckverhältnisse** und folglich eine erhebliche Grundbruchgefährdung sowohl in Baugruben als auch bei Bohrpfählen. Für Bohrarbeiten muss dies durch dauerndes Nachfüllen der Bohrröhre mit Wasser oder ev. Bentonitsuspension, genügend tiefes Vorpressen der Verrohrung, Betonieren nur mit Schüttrohr, Unterwasserbeton usw. berücksichtigt werden.
- Im Weiteren ist bereits bei untiefen Baugruben ohne dichte Baugrubenabschlüsse der **Nachweis gegenüber Sohlaufbruch** zu führen.
- Insbesondere die Überschwemmungssedimente und Verlandungsbildungen sowie verwitterten und umgelagerten Moränenablagerungen oder fein- bis mittelkörnige Zwischenschichten (Murgangablagerungen) innerhalb der Flussablagerungen müssen allgemein als **wasserempfindlich** eingestuft werden und können nur bei hinreichender Entwässerung und trockener Witterung ohne Zuschläge transportiert und deponiert werden. Entsprechende Mehraufwendungen / -kosten beim Ausheben, Transportieren und

Deponieren des Aushubmaterials müssen deshalb vorgesehen werden – die Kosten lassen sich vor allem durch eine gute Vorentwässerung des Aushubs reduzieren. Der Endaushub ist bei trockener Witterung und entwässerter Aushubsohle auszuführen.

- Die schichtweise vorhandenen unterschiedlich siltigen Sande besitzen meist eine **trügerische Scheinkohäsion**, die insbesondere bei Durchnässung entfällt und rasch zu einer Entfestigung und Verschlammung führt. Diese Eigenschaft wäre auch im Zusammenhang mit der erschwerten Befahrbarkeit der Aushubsohlen zu beachten.
- Im Weiteren muss das anfallende Oberflächenwasser oberhalb der Baugrubenböschungen durch Ableitungen in Sickergräben unbedingt von den wasserempfindlichen Lockergesteinsböschungen ferngehalten werden.
- Die erforderlichen **Wasserhaltungs- und Druckentspannungsmassnahmen** werden sich nach der Aushubtiefe, der Art und Grösse der Baugruben, nach den Grundwasserdruckflächen des Grundwasservorkommens und schwebender Grundwasservorkommen sowie der anfallenden Niederschlagsmenge richten. In der Ebene mit bis artesisch gespannter Grundwasserdruckfläche wird daher bereits bei untiefen Baugruben die Erstellung von dichten Baugrubenabschlüssen und eine Wasserhaltung mit genügend tiefen Entwässerungsgräben, Pumpensümpfen und Filterbrunnen für die kontrollierte Druckentspannung erforderlich sein.
- Für tiefere Baugruben empfehlen wir, bereits in einer frühen Projektphase genauere Abklärungen mit Pumpversuchen (Kap. 13) für die Planung der Wasserhaltung (genügend leistungsfähige Pumpensümpfe oder Filterbrunnen) zu prüfen. Bei einer nicht dichten Baugrube (Kap. 10.3) bestehen Risiken einer Grundwasserabsenkung unter den natürlichen Niederwasserstand ausserhalb der Baugrube und damit prinzipiell Risiken von Setzungen an umliegenden Gebäuden, Vorplätzen und Werkleitungen.
- Die gefassten Wassermengen der Wasserhaltungsmassnahmen sind zu messen und in Anlehnung an die Vorgaben der SIA431 über ein genügend leistungsfähiges Absetzbecken / Neutralisationsanlage zu führen. Eine Einleitung der Pumpwassermengen in die Kanalisation ist vorgängig mit den entsprechenden Behörden abzuklären (Achtung Verschlammung). Die Einleitbedingungen in Meteor- oder Abwasserleitungen gemäss der Gewässerschutzverordnung (GSchV) sind einzuhalten.

### 6.3.2 Endzustand

- Die baulichen Konsequenzen in Bezug auf die Wasserdichtigkeit und für eine genügende Steifigkeit und Tragsicherheit der erdberührten Geschosse (wasserdichte Wanne und/oder Entlastungsmassnahmen mittels dauerhaft gut funktionierender Spitzendränge mit Sickerleitungen im Freispiegelgefälle ev. im östlichen Projektperimeter, usw.) sind vom Ingenieur darzulegen. Für die massgebende Druckfläche der schwebenden Grundwasservorkommen im Hochwasserfall (Auftriebsnachweis ohne robuste

Entlastungsmassnahmen) wäre ungefähr die ursprüngliche Geländeoberkante anzunehmen (Kap. 6.1 und Kap. 7.1).

- Allfällige Kompensationsmassnahmen zur Erlangung einer gewässerschutzrechtlichen Bewilligungsfähigkeit oder auch aus privatrechtlicher Sicht empfehlen wir rechtzeitig mit der zuständigen Behörde zu besprechen. Robuste **Ersatzmassnahmen** können beispielsweise als basale Kofferung oder Sickerstränge, Hinterfüllung oder Kiespfähle ausgeführt werden. Wichtig ist dabei, dass das eingebaute Material den erforderlichen Durchlässigkeitseigenschaften entspricht.

## 7 NATURGEFAHREN

### 7.1 WASSERPROZESSE

Für den Projektperimeter besteht eine Gefährdung durch **Fluss- bzw. Bachhochwasser sowie stehendes Hochwasser**. Die Gefährdung besteht durch eine Überflutung der Ron sowie des Brunnemöslibachs, der im Ereignisfall vor dem Durchlass der Urswilstrasse rechtsufrig ausbricht und die Talebene überschwemmt. Weiter ist im Weiher mit einem erhöhten Wasserstand bei Überflutung durch die Ron zu erwarten. Gemäss der aktuellen Gefahrenkarte sind auf dem Projektperimeter folgende Szenarien von Fluss- bzw. Bachhochwasser zu erwarten:

- Bei häufigen<sup>4</sup> und seltenen<sup>5</sup> Ereignissen ist Bachhochwasser mit mittlerer Intensität im Gerinnebereich des Brunnemöslibachs zu erwarten.
- Bei sehr seltenen<sup>6</sup> Ereignissen ist Fluss- bzw. Bachhochwasser mit schwacher bis starker Intensität im westlichen Perimeter zu erwarten. Die starke Intensität beschränkt sich dabei auf den Bereich des kleinen Weihers. Mittlere bis schwache Intensitäten sind entlang eines Streifens bis auf eine Geländekote von etwa 470.5 m ü.M. zu erwarten. Entlang der südlichen Zufahrten zum Areal ergeben sich schwache Intensitäten durch den Brunnemöslibach.
- Die charakteristischen Parameter der Intensitätsstufen für fliessendes Fluss- bzw. Bachhochwasser sind in Tab. 1 zusammengestellt.

<sup>4</sup> Häufig = Eintrittswahrscheinlichkeit  $>1/30$  pro Jahr

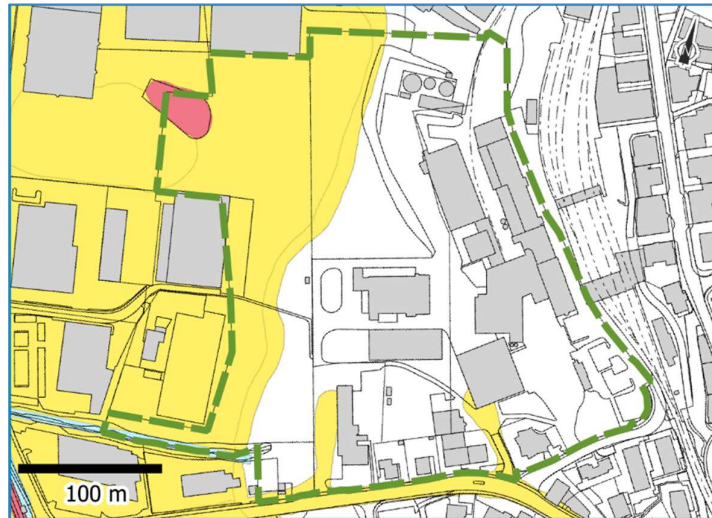
<sup>5</sup> Selten = Eintrittswahrscheinlichkeit  $1/30$  bis  $1/100$  pro Jahr

<sup>6</sup> Sehr selten = Eintrittswahrscheinlichkeit  $1/100$  bis  $1/300$  pro Jahr

Prozess	schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
Hochwasser inkl. Übersarung	$h < 0.5 \text{ m}$ <i>oder</i> $v \cdot h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$0.5 \text{ m} < h < 2 \text{ m}$ <i>oder</i> $0.5 < v \cdot h < 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$h > 2 \text{ m}$ <i>oder</i> $v \cdot h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$

**Tab. 1** Intensitätsstufen für Hochwasser inkl. Übersarung gemäss KANTON LUZERN, VIF (2012).  
 $h$  = Fliess- respektive Ablagerungshöhe.  
 $v$  = Fliessgeschwindigkeit  
 $V$  = Volumen

- Aufgrund der zugehörigen Intensitätskarten ist der westliche Teil des Projektperimeters flächig von einer **geringen Gefährdung** (gelbe Gefahrenzone), im Bereich des Gerinnes des Brunnemöslibachs von einer **mittleren Gefährdung** (blaue Gefahrenzone) sowie im Bereich des Weihers von einer **erheblichen Gefährdung** (rote Gefahrenzone) betroffen (Abb. 3).
- Gemäss BAFU (2016) ist das rote Gebiet „im Wesentlichen ein **Verbotsbereich**“, in welchen grundsätzlich ein **Bauverbot** besteht. Das **blaue Gefahrenggebiet** ist „im Wesentlichen ein Gebotsbereich“, in welchen angemessene **Vorsorgemassnahmen** empfohlen werden. Das gelbe Gefahrenggebiet sind ein Hinweisbereich, in dem minimal abgestimmte Objektschutzmassnahmen empfohlen werden.
- Gemäss dem Bau- und Zonenreglement der Gemeinde Hochdorf werden folglich im gelben Gefahrenggebiet entsprechende Auflagen erlassen, damit schwere Schäden durch geeignete Objektschutzmassnahmen verhindert werden können (Art. 24 in GEMEINDE HOCHDORF, 2021). Im gelben Gefahrenggebiet ist Bauen ohne Auflagen gestattet; die vorhandene Gefährdung ist aber zu beachten.
- Die Gefahrenkarte bezieht sich auf das Terrain zum Zeitpunkt der Erfassung, was nicht zwingend mit dem heutigen oder zukünftigen Terrain übereinstimmen muss. Falls es zu einer Einengung des Abflussquerschnitts durch das Bauvorhaben auf den Projektparzellen kommt, könnte es örtlich zu höheren Fliesstiefen sowie einer Verlagerung des Bachhochwassers Richtung Nord und Osten kommen. Eine **Verlagerung der Risiken** auf andere Grundstücke, z.B. durch Veränderung des Terrains, Ablenkung oder Durchflusseinengungen, ist nicht zulässig. Es ist sicherzustellen, dass infolge des Projekts keine Verlagerung des Fluss- bzw. Bachhochwasser entstehen, die zu Schäden an umliegenden Grundstücken und Gebäuden führen könnten. Sollte durch die vorgeschlagenen Objektschutzmassnahmen (Kap. 7.2) keine ausreichende Sicherheit gewährleistet werden können, wären allenfalls **Kompensationsmassnahmen** (u.a. Gerinneaufweitung, aktive Schutzmassnahmen im Gerinnebereich) auszuführen. Sollten Eingriffe den Gewässerraum geplant sein, so sind diese frühzeitig mit der zuständigen Dienststelle vif abzuklären.
- Falls die hydrologischen Verhältnisse im Hochwasserfall genauer quantifiziert werden sollen (insbesondere Auswirkungen des Bauprojekts auf Nachbarparzellen), wären der Verlauf der Fliesswege und -höhen in einer 3-dimensionalen Hochwasser-Simulation vor und nach den Baumassnahmen (Endzustand) zu ermitteln.



**Abb. 3** Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Wasserprozesse © KANTON LUZERN, RAWI (2025). Massstab: 1:5'000. Grün umrahmt: Projektperimeter.

#### Gefahrenstufen

- Geringe Gefährdung
- Mittlere Gefährdung
- Erhebliche Gefährdung
- Restgefährdung

## 7.2 OBERFLÄCHENABFLUSS

Auf der Hinweiskarte Oberflächenabfluss (nicht versickerndes Niederschlagswasser, welches dem nächsten Gewässer zuströmt) sind im Baubereich einzelne Zonen mit **potenzieller Überflutung** (Fliesstiefen > 25 cm; Abb. 4) ausgeschieden.

Weiter sind Überlasten aus der Kanalisation sowie der Strassenentwässerung zu beachten.



**Abb. 4** Ausschnitt aus der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss. Kartengrundlage © KANTON LUZERN, RAWI (2025). Massstab: 1:5'000. Grüne Linie ungefähre Projektperimeter.

- > 25 cm
- 11 - 25 cm
- < 10 cm

Grundsätzlich sind die zu erwartenden Schäden an der Bausubstanzen selber gering und Personen sind kaum gefährdet. Durch das Eindringen von Wasser durch Gebäudeöffnungen können hingegen auch bei geringer Fliesstiefe ganze Untergeschosse oder Einstellhallen unter Wasser gesetzt werden, woraus **erhebliche Sachschäden** (Schäden am Innenausbau und der Einrichtung sowie durch Verschmutzung / Vernässung und

Geruchsbelästigung) und gegebenenfalls auch **Personenschäden** (bei Aufenthalt im Untergeschoss) entstehen können.

Mit angemessenen Objektschutzmassnahmen können Schäden i.d.R. vermindert werden. Da sich Starkniederschläge nur kurzfristig vorhersagen lassen und die Abflussbildung im Ereignisfall äusserst rasch erfolgt, ist die Vorwarnzeit entsprechend kurz (EGLI 2005, 2007). Wo möglich sind **permanente Objektschutzmassnahmen** gegen Oberflächenabfluss vorzusehen (SIA 261/1). Dazu bieten sich u.a. an:

- Geeignete Anordnung der Koten von Erdgeschossen. Erhöhung von Eingängen, Kellerfenstern, Lichtschächten oder ähnlichen Gebäudeöffnungen über die massgebende Schutzhöhe. Es dürfen keine ungeschützten Fensteröffnungen / Eingänge vorhanden sein, in die das zuströmende Oberflächenwasser eindringen kann.
- Terraingestaltung, z.B. mittels Anpassung der Geländekoten in der Umgebung. Für einen geordneten Abfluss kommt durchdachten, durchgängigen und hindernisfreien Leitwerken (Stellplatten, Überstände, Vertiefungen in Fallrichtung u.dgl.) eine grosse Bedeutung zu. Zu beachten sind auch allfällige Ein- / Rückstaumöglichkeiten, z.B. umschlossene Terrassen mit ungenügend dimensionierten oder leicht verstopfenden Abflüssen. Die Abflusskorridore sind im Umgebungsplan darzustellen.
- Berücksichtigung der **Auftriebssicherheit** und der Wasserdichtigkeit erdberührter Bauteile.
- Alternativ sind ungeschützte Gebäudeöffnungen durch automatische Fluttore durch teilmobile Schutzelemente (hochziehbare Konstruktionen, dichte Fensterklappen, Damm Balken, o. ä.) angemessen zu schützen. Bei erhöhten Risiken (kritische Untergeschosse) Erstellung eines Notfallkonzepts mit den organisatorischen Massnahmen.
- Es ist sicherzustellen, dass infolge des Projekts keine **neuen, oberirdischen Fliesswege** entstehen, die zu Schäden an umliegenden Grundstücken und Gebäuden führen könnten.

### 7.3 ERDBEBENSICHERHEIT

Der **Erdbebensicherheit** ist je nach Gefährdungsbild eine angemessene Priorität zuzuordnen. Nach SIA261 (Ausgabe 2020) und BWG (2004) können für einen ersten Nachweis der ausserordentlichen Einwirkung von Erdbeben folgende Zuordnungen verwendet werden:

- Für das Bauwerk sind die Bauwerksklassen gemäss SIA261 (Ausgabe 2020) festzulegen.
- Hinsichtlich der **Erdbebengefährdungszonen** wird das Gebiet nach der aktuellen Karte SIA261:2020 der Zone 1a mit Beschleunigungswerten  $0.6 \text{ m/s}^2$  zugeschlagen.
- Der Untergrund im Baubereich wird je nach Tiefenlage der glazial vorbelasteten Moränenablagerungen oder der Felsoberfläche der **Baugrundklasse E**

(Lockergesteinsbedeckung über Felsen oder glazial vorbelasteten Ablagerungen von 5 bis 20 m Mächtigkeit) oder **Baugrundklasse C** (normal konsolidierte, überwiegend mittel- bis grobkörnige Lockergesteinsbedeckung über Felsen oder glazial vorbelasteten Ablagerungen von über 20 m) zugeschlagen.

- Im äussersten westlichen Projektperimeter ist es möglich, dass die **Baugrundklasse D** (Beckenfüllung mehrheitlich aus über 10 m mächtigen, gering konsolidierten, d.h. sehr weichen bis weichen oder sehr locker bis locker gelagerten Lockergesteinen über normal konsolidierten Lockergesteinen in einer Gesamtmächtigkeit von mehrheitlich mehr als 20 m) massgebend wird. Ebenso wären für flachfundierte Bauwerke allenfalls die **Baugrundklasse F** anzuwenden (strukturempfindliche und organisch reiche Ablagerungen mit einer Mächtigkeit über 10 m). Somit wären für empfindliche Flachfundationen besondere Untersuchungen nach SIA261 (2020) Ziffer 16.2.2.2 mit einer spektralen Standortstudie zur Bestimmung der Erdbebeneinwirkung erforderlich.
- Für gesicherte Angaben der massgebenden Baugrundklasse empfehlen wir, objektspezifische Baugrundsondierungen (Kap. 13). Im Weiteren empfehlen wir, die Auswirkungen des ausserordentlichen Lastfalles Erdbeben in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten (Kap. 13).

## 8 ARCHÄOLOGISCHE FUNDSTELLEN

Gemäss dem aktuellen archäologischen Fundstellenkataster des Kantons Luzern (KANTON LUZERN, RAWI 2025) ist das Projektgebiet nicht als archäologische Fundstelle ausgeschieden. Deshalb wird für Eingriffe in den Untergrund **keine Bewilligung** durch die Denkmalpflege und Archäologie (da) in Luzern benötigt.

## 9 BAUGRUNDMODELL MIT GEOTECHNISCHEN EIGENSCHAFTEN DER LOCKER- UND FESTGESTEINE

Nach Auswertungen früherer Sondierungen wurde für das Projektareal ein stufengerechtes Baugrundmodell erstellt, das als Grundlage für die weitere Projektierung dienen soll.

Einheit	Beschreibung	Feuchtraumgewicht	Raumgewicht unter Auftrieb	Effektiver Winkel der inneren Reibung	Effektive Kohäsion (undrained Scherfestigkeit $s_u$ )	Durchlässigkeit	$M_E$ -Wert ( $M_E$ -Wert)
		$\gamma_e$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	[MN/m <sup>2</sup> ]
<i>Künstliche Auffüllungen</i>	Unterschiedlich siltige Kies-Sand-Gemische mit var. Anteil an Steinen, Blöcken, tw. organischen Beimengungen und Fremdstoffen. Heterogen gelagert.	18.5 ± 2.0	9.0 ± 2.0	32 ± 4	0 *)	sehr variabel $x \cdot 10^{-3}$ ÷ $x \cdot 10^{-7}$	heterogen
<i>Überschwemmungssedimente und Verlandungsbildungen</i>	Toniger Silt und unterschiedlich siltiger, tw. sauberer Feinsand, tw. mit Kies, mit organischen Beimengungen. Sehr locker bis locker gelagert oder sehr weich bis weich.	18.5 ± 0.5	9.0 ± 0.5	27 ± 2	0 *) (15 ± 5)	$x \cdot 10^{-5}$ ÷ $x \cdot 10^{-7}$ $k_v \neq k_h$	1 ÷ 5 (3 ÷ 15)
	Torf.	11.5 ± 0.5	2.0 ± 0.5	16 ± 1	0	$x \cdot 10^{-4}$ ÷ $x \cdot 10^{-7}$	0.1 ÷ 1 (<3)
<i>Verwitterte und umgelagerte Moränenablagerungen</i>	Unterschiedlich siltiger Sand mit variablem Anteil an Kies oder unterschiedlich toniger Silt mit Sand und variablen Anteilen an Kies, Steinen und tw. sehr harten Blöcken, schichtweise Diamiktiten, sowie vereinzelt organischen Beimengungen. Sehr locker bis mitteldicht gelagert oder weich bis steif.	19.5 ± 0.5	10.0 ± 0.5	28 ± 2	0 *)	$x \cdot 10^{-4}$ ÷ $x \cdot 10^{-7}$	3 ÷ 15 (15 ÷ 45)
<i>Flussablagerungen</i>	Fast sauberer bis leicht siltiger Kies mit variablen Anteilen an Sand, Steinen und Blöcken, tw. als Blocklagen. Mitteldicht bis sehr dicht gelagert.	21.5 ± 0.5	12.0 ± 0.5	35 ± 2	0 *)	$x \cdot 10^{-3}$ ÷ $x \cdot 10^{-4}$	20 ÷ 40 (>50)
	Zwischenschichten aus sauberem Sand bis Silt, oder schichtweise Diamiktiten (Murgänge). Locker gelagert.	19.5 ± 0.5	10.0 ± 0.5	32 ± 2	0 *)	$x \cdot 10^{-3}$ ÷ $x \cdot 10^{-5}$	10 ÷ 15 (30 ÷ 45)
<i>Seeablagerungen</i>	Siltiger Ton, toniger Silt und siltiger Feinsand. Sehr locker bis mitteldicht gelagert oder sehr weich bis mittelfest.	17.5 ± 0.5	8.0 ± 0.5	25 ± 2	0 *) (30 ± 10)	$x \cdot 10^{-6}$ ÷ $x \cdot 10^{-8}$	6 ÷ 15 (12 ÷ 45)
<i>Moränenablagerungen</i>	Unterschiedlich siltiger Sand mit variablem Anteil an Kies oder unterschiedlich siltiger Kies mit variablem Anteil an Sand, Steinen und Blöcken mit Durchmesser > 1 m, zuweilen nestweise angehäuft, tw. matrixgestützt, komplex, tw. Diamiktit. Sehr dicht, untergeordnet mitteldicht bis dicht gelagert.	21.5 ± 0.5	12.0 ± 0.5	34 ± 2 (28 ± 2) **)	0 *)	$x \cdot 10^{-4}$ ÷ $x \cdot 10^{-7}$	20 ÷ 60 (>100)

Einheit	Beschreibung	Feuchtraumgewicht $\gamma_e$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Raumgewicht unter Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Effektiver Winkel der inneren Reibung $\phi'$ [°]	Effektive Kohäsion (undrännierte Scherfestigkeit $s_u$ ) $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Durchlässigkeit $k$ [m/s]	$M_E$ -Wert ( $M_E'$ -Wert) [MN/m <sup>2</sup> ]
Verwitterter Molassefelsen	Geklüftete Sandsteine.	24.0 ± 1.0	-	32 ± 2 Schichtfugen tw. <20°	60 ± 40 Trennflächen tw. 0	$\times 10^{-4}$ ÷ $\times 10^{-6}$	> 100
	Silt- und Schlammsteine.	22.5 ± 0.5	-	22 ± 2 Schichtfugen tw. <20°	25 ± 15 Trennflächen tw. 0	$\times 10^{-6}$ ÷ $\times 10^{-9}$	50 ÷ 100

**Tab. 2** Tabellarische Zusammenstellung der geotechnischen Kennwerte der verschiedenen geologischen Einheiten. \*) Scheinkohäsion vorhanden. \*\*) Bei Entfestigung infolge Durchnässung.

- Die zugehörigen charakteristischen Bodenkennziffern ( $X_k$ ) beruhen auf Abschätzungen. Wir empfehlen, diese allenfalls durch zusätzliche aufgabenspezifische Baugrundsondierungen oder Laboruntersuchungen zu verifizieren. Der angegebene Wert gilt als vorsichtiger Erfahrungswert und kann je nach Bemessungssituation mit der angegebenen Bandbreite variieren (vgl. SIA 267, Ziffer 4.2.1.4).
- Die für die Berechnungen einzusetzenden Bemessungswerte sind gemäss der SIA-Norm 267 vom Ingenieur aus den charakteristischen Kennwerten ( $X_k$ ) unter Berücksichtigung der, je nach Art der Einwirkungen (Grenzzustände) festzulegenden Partialfaktoren, abzuleiten und spezifisch für den jeweiligen geotechnischen Nachweis festzulegen (vgl. SIA 267, Ziffer 4.2).
- Der  $M_E'$ -Wert gilt für Belastungen, welche kleiner oder gleich gross wie die Aushubentlastung sind (Wiederbelastung), der  $M_E$ -Wert für Belastungen, welche darüber hinausgehen (Erstbelastung).

## 10 ERSTE GEOTECHNISCHE FOLGERUNGEN

### 10.1 GEOTECHNISCHE ERSCHWERNISSE / RISIKEN

- Die bautechnisch relevanten Folgerungen bezüglich der Geologie (Kap. 4), der hydrogeologischen Verhältnisse (Kap. 6) sowie der Naturgefahren (Kap. 7) sind angemessen zu berücksichtigen.
- Es ist davon auszugehen, dass Bauvorhaben unmittelbar an bestehende Bauten mit zweifelhafter Foundation, an Strassen und Vorplätze und mögliche Werkleitungen

angrenzen. **Sowohl im Bau- als auch im Endzustand** ist zu beachten, dass **je nach Vulnerabilität keine Deformationen akzeptabel** sind. Wir empfehlen, die Empfindlichkeit dieser Bauten und die genauen Fundationsverhältnisse frühzeitig abzuklären, um allenfalls schadensvorbeugende Massnahmen, wie vorgängige Fundations-verstärkungen, Werkleitungsumlegungen usw. in die Projektierung einfließen lassen zu können (Kap. 13).

- Mit **Bohr- und Rammhindernissen** innerhalb der Überschwemmungssedimente und Verlandungsbildungen sowie verwitterten und umgelagerten Moränenablagerungen, Flussablagerungen oder Moränenablagerungen mit möglichen sehr harten Blöcken mit Durchmessern >1 m, tw. schicht- oder nestweise angehäuft, setzungsempfindlichen sandigen Zwischenschichten mit schichtweise organischen Beimengungen (Torf, Baustämme) sowie lokalen Fremdstoffen innerhalb künstlicher Auffüllungen muss gerechnet werden.
- Weiter sind die schichtweise schlechte Dränierbarkeit und damit hohe Wassersättigung der wasserempfindlichen Lockergesteine (Kap. 6.3.1) insbesondere während nasser Witterung zu beachten. Entsprechende Erschwernisse sind einzurechnen.
- Bestehende Fundamente oder alte Baugrubenabschlüsse sowie zweifelhaft verdichtete künstliche Aufschüttungen (mit tw. mangelhaft fundierten Stützkonstruktionen oder Grenzmauern für Umgebungsgestaltung) mit schichtweise höherem Fremdstoffanteil sind bei der Planung angemessen zu berücksichtigen.
- Grobkörniger Kies, Stein- und Blocklagen der Flussablagerungen sind zuweilen ohne Matrix (sogenannte open work gravel) mit offenen Makroporen, was u.a. zu erheblichem Mehraufwand bei Injektionen oder Spülbohrungen bei Bohr- und Ankerarbeiten führen kann.
- An dieser Stelle sei wiederholt, dass die im Aushubbereich anstehenden Lockergesteine tw. besonders wasserempfindlich sind und eine deutliche **trügerische Scheinkohäsion** besitzen, die insbesondere bei Durchnässung entfällt und rasch zu einer Entfestigung und Verschlammung führt, auch z.B. bei Bohrfahrarbeiten (Kap. 6.3.1).

## 10.2 FUNDATION

- Der leicht asymmetrische und kleinräumig heterogenen Baugrund weist streifenweise sehr unterschiedliche Fundationsverhältnisse auf: Je nach Einbindetiefe und Lage im projektperimeter ist mit unterschiedlichen Lagerungsverhältnissen zwischen sehr locker oder sehr weichen Überschwemmungsablagerungen und Verlandungsbildungen, verwitterten und umgelagerten Moränenablagerungen bis sehr dicht gelagerten Fluss- oder Moränenablagerungen zu rechnen.
- Für die Fundation der Neubauten empfehlen wir, die Lasten durchwegs bis in die mindestens mitteldicht gelagerten verwitterten und umgelagerten Moränenablagerungen, Flussablagerungen, Moränenablagerungen oder in den Felsen abzutragen. Je nach

Tiefe der Foundation stehen Verstärkungsmassnahmen mittels Materialersatz, Betontatzen oder Bohrpfählen im Vordergrund. Bedingt durch die unregelmässige Oberfläche der tragfähigen Schichten empfehlen wir, nebst **objektspezifischen Baugrundsondierungen** auch ein möglichst **flexibles Fundationskonzept** vorzusehen.

- Bohrpfähle könnten bei Bedarf auch als allfällige Zugpfähle bei einer Auftriebsproblematik oder für die Erdbebensicherheit ausgebildet werden.

### 10.3 BAUGRUBEN

- Infolge der allgemein beengten Platzverhältnisse innerhalb der Baugrube gebührt der Arbeitssicherheit angemessene Bedeutung. Gemäss der Bauarbeitenverordnung (BauAv, 2022), 5. Kapitel (Gräben, Schächten, Baugruben) der SUVA ist bei Böschungen ein Sicherheitsnachweis zu erbringen (Art. 76 Sicherheitsnachweis bei Böschungen), wenn:
  - die Böschung mehr als 4 m hoch ist,
  - die Böschung steiler als 2:1, bzw. 1:1 (je nach Standfestigkeit)
  - die Böschung voraussichtlich durch Fahrzeuge, Baumaschinen oder Materialdepots zusätzlich belastet wird,
  - der Böschungsfuss sich im Grundwasserbereich befindet.
- Die geotechnischen Erschwernisse gemäss Kap. 10.1 sind zu beachten.
- Für die Baugrubenstabilität von Bedeutung ist die hohe Lage der Grundwasserdruckfläche (Kap. 6.1). Wasseraustritte aus freien Böschungen führen schnell zu Ausschwemmungen und dadurch zu Böschungsbrüchen. Für temporäre, untiefe Baugruben oberhalb der Grundwasserdruckfläche steht die Ausführung von freien Böschungen und / oder eine Sickerbetonmauer im Vordergrund.
- Die Aufwendungen für die Baugrubensicherungen und für Wasserhaltungsmassnahmen nehmen mit zunehmender Aushubtiefe deutlich zu. **Besonders zu beachten sind die bis erheblich artesisch gespannte Druckfläche des nutzbaren Grundwasservorkommens** (Kap. 6.1).
- Hinsichtlich der Risiken von unerwünschten Grundwasserabsenkungen (Kap. 6.3.1) in der Umgebung sowie zur Reduktion der Aufwendungen für die Wasserhaltung, stehen für Neubauten mit Aushubsohlen unterhalb der mittleren Grundwasserdruckfläche, bzw. -deckfläche des nutzbaren Grundwasservorkommens die Ausführung eines dichten, temporären Baugrubenabschlusses mittels temporärer Spundwand mit Einbindung bis in die stauenden Moränenablagerungen oder in den Felsen im Vordergrund. Mit diesen Massnahmen lassen sich die Wasserhaltungsmassnahmen und die bekannten Risiken deutlich reduzieren. Allfällige Umläufigkeiten infolge von Kluftwasseraustritten können jedoch auch mit einem dichten Baugrubenabschluss kaum verhindert werden. Falls sich

solche einstellen, wie dies in dieser Lage anderenorts schon vorgekommen ist, müssten diese u.U. durch Injektionen abgedichtet werden.

- Das genaue Ausmass von Baugrubensicherungen sollte nach Vorliegen konkreter Projektpläne und von projektspezifischen Baugrundsondierungen (Kap. 13) in Zusammenarbeit mit dem Geotechniker/Geologen und Ingenieur bestimmt und durch Stabilitätsberechnungen überprüft werden.

## 11 METEORWASSERVERSICKERUNG

- Gemäss Gewässerschutzgesetz muss anfallendes Meteorwasser nach Möglichkeit in den Untergrund versickert werden. Dabei sollten in erster Linie oberflächliche, humusierte Versickerungsmulden (Typ H) zur Anwendung kommen.
- Bei den mutmasslich vorhandenen, besser durchlässigen Schichten innerhalb der verwitterten und umgelagerten Moränenablagerungen könnte allenfalls lokal Meteorwasser bei ausreichendem Flurabstand (siehe unten) versickert werden.
- Aufgrund der gespannten Grundwasserdruckverhältnisse des nutzbaren Grundwasservorkommens muss diesen Verhältnissen Rechnung getragen werden und es ist auch ein ausreichender Flurabstand einzuhalten.
- Unterhalb der Sohle von Versickerungsanlagen wird je nach Einbindetiefe ein lokaler Materialersatz aus gut durchlässigem Kiessand erforderlich, damit eine direkte Anbindung an die besser durchlässigen Lockergesteine gewährleistet ist.
- Die Sohle von Versickerungsanlagen muss mindestens 1 m über dem massgebenden 5- bis 10-jährlichen Grundwasserhochstand liegen (vgl. Kap. 6.1). Falls Versickerungsanlagen geplant würden, empfehlen wir zur Verifikation der Versickerungsleistung an den vorgesehenen Positionen länger andauernde **Versickerungsversuche** und Grundwasserspiegelmessungen in besser durchlässigen Schichten durchzuführen (Kap. 13).
- Zu beachten ist, dass Versickerungsanlagen nicht zur Destabilisierung talseitiger Lockergesteinsböschungen oder von Wasseraustritten in bestehenden Bauten führen.
- Wird eine Versickerung nicht möglich sein, muss als Alternative zu einer Versickerung des anfallenden Meteorwassers die Möglichkeit mit der Gemeinde Hochdorf geprüft werden, das anfallende Meteorwasser in einen Vorfluter (Ron, Brunnemöslibach) oder in die Kanalisation einzuleiten. Eine verzögerte Einleitung, d.h. ein Zwischenspeichern des Dachwassers mit Hilfe eines Rückhaltebeckens und eine gedrosselte Abgabe nach dem Regenereignis (Retention), sollte dabei vorgesehen werden. Ein solcher Zwischenspeicher wird in Form einer Kiespackung (Kieskörper), als Teich mit Biotop oder als Speicherleitung möglich sein. Detaillierte Angaben sind in der Richtlinie

Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter (VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE, 2019) zu entnehmen.

## **12 MACHBARKEIT GEOTHERMISCHE WÄRMENUTZUNG**

### **12.1 THERMISCHE GRUNDWASSERNUTZUNG**

Basierend auf den aktuellen hydrogeologischen Kenntnissen ist davon auszugehen, dass der Projektperimeter grossteils über dem nutzbaren, ergiebigen Grundwasservorkommen von Ballwil-Hochdorf liegt (Kap. 6.1). Auf dem Areal selbst sind bereits heute Nutzungen des Grundwassers vorhanden. Zur Machbarkeitsbeurteilung wären nach vorbereiteten Arbeiten nebst der Weiternutzung bestehender Fassungen Sondierbohrungen und Pump-Rückgabeversuche vorzunehmen (Kap. 13).

### **12.2 ERDWÄRMESONDEN**

Gemäss der Übersichtskarte für die Erdwärmenutzung befindet sich der Projektperimeter in einem Gebiet, in dem Erdwärmesonden mit Auflagen (bedingt nutzbares Grundwasser) zugelassen sind (KANTON LUZERN, RAWI, 2025). Es sei darauf hingewiesen, dass in den Bereichen der bestehenden Einträge im Kataster der belasteten Standorte die Erdwärmenutzung vorgängig bei der zuständigen Dienststelle abzuklären ist.

Bei der Planung und Ausführung wäre den speziellen hydrogeologischen Verhältnissen mit bis artesisch gespannten Lockergesteinsgrundwasservorkommen und von Kluftwasser im Felsen Rechnung zu tragen.

### **12.3 ENERGIEPFÄHLE**

Bei einer ausreichend langen Pfahlfundation liessen sich die Pfähle mit HDPE-Rohren quasi als Erdwärmesonden bestücken und unter relativ geringem Mehraufwand realisieren. Die Ausführung von Energiepfählen im Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub> ist grundsätzlich zulässig. Es ist jedoch eine Bewilligung nach Artikel 32 GSchV erforderlich, d.h. dafür müssen entsprechende Nachweise zur Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen erbracht werden. Eine Energiepfahlnutzung führt zu einer Reduktion des Potentials an thermisch nutzbarem Grundwasser.

### **12.4 EMPFEHLUNG**

Werden Energiekonzepte mit erneuerbaren Energien als wünschenswert erachtet, was bei derartigen Investitionen längerfristig sinnvoll ist, so empfehlen wir auf Grund unserer breiten

Erfahrung, auch mit wegweisenden Grossprojekten, die nötigen Abklärungen – auch mit Behörden – rechtzeitig vorzunehmen und einen mit solchen Systemen vertrauten HLK-Planer beizuziehen. Für die Belange des zu nutzenden geologischen Untergrundes können wir unser breites Fachwissen und unsere Erfahrungen aus zahlreichen Projekten einbringen.

### 13 KENNTNISSTAND UND EMPFEHLUNGEN FÜR ERGÄNZENDE, OBJEKTSPEZIFISCHE BAUGRUNDSONDIERUNGEN

- Die beschriebenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sind auf Grund vorhandener Baugrundsondierungen im Projektperimeter, dessen Umgebung sowie auf unsere allgemeinen geologischen Kenntnisse zurückzuführen. Als Grundlage für die Projektierung empfehlen wir je nach Fragestellungen und Ansprüchen der Fachplaner stufengerechte, objektspezifische Baugrundsondierungen auszuführen. Diese sind in Absprache mit dem Bauingenieur unter Berücksichtigung der möglichen Risiken bei den Bauverfahren sowie des Kosten / Nutzen-Verhältnisses anzuordnen.
- Für eine gesicherte Aussage über die Ausdehnung und Zusammensetzung sowie Lagerungsdichte der heterogenen Lockergesteine sowie der Tiefenlage der Flussablagerungen und Moränenablagerungen, resp. der Felsoberfläche (auch hinsichtlich der massgebenden Baugrundklasse oder für die Machbarkeit einer thermischen Wärmenutzung), ist die Ausführung von Sondierbohrungen mit Pumpversuchen angezeigt.
- Für eine bessere Erfassung des Schwankungsbereichs der Grundwasserdruckfläche empfehlen wir, neue Piezometer zu erstellen und die Druckspiegel darin und in bestehenden Messstellen frühzeitig über einen möglichst langen Zeitraum zu erheben (Kap. 6.1).
- Durchführen von Versickerungsversuchen an geplanten Standorten der Versickerungsanlagen.
- Die akzeptierten Risiken unter Nennung von Ausmass und Kostenfolge in Absprache mit der Bauherrschaft sowie die geotechnischen Risiken und die Massnahmen zur Risikominderung sind in der Nutzungsvereinbarung, bzw. in der Projektbasis festzuhalten (Kap. 10.1). Dazu sind u.a. SIA 260 Ziff. 2.2 und 2.5 zu berücksichtigen.

### 14 EMPFEHLUNGEN FÜR DIE ÜBERWACHUNG DER UMGEBUNG WÄHREND DER TIEFBAUARBEITEN

- Um mögliche Auswirkungen der Tiefbauarbeiten auf nahe gelegene Bauwerke festhalten zu können, empfehlen wir in einem Perimeter von min. 25 bis 30 m um das Baugeände vorgängige **vorsorgliche Beweisaufnahmen** (Rissprotokolle, Fotos und Kanalfernsehaufnahmen). Für kritische Bauwerke im Nahbereich oder Werkleitungen

empfehlen wir bereits in einer frühen Projektphase eine saubere vorsorgliche Beweis-  
aufnahme. Falls dabei Risse oder Anzeichen auf Mängel festgestellt werden, sind diese  
bei der Planung unbedingt angemessen zu berücksichtigen (Kap. 10.1).

- Im Bereich angrenzender Bauten und Vorplätze sowie ggf. an den eigenen Gebäuden empfehlen wir ein **Netz von Messpunkten** einzurichten, die periodisch auf ihre Höhenlage hin kontrolliert werden.
- Falls im Zusammenhang mit den Tiefbauarbeiten Erschütterungen zu erwarten wären, würde sich bei nachbarschaftlich empfindlichen Verhältnissen eine Überwachung mit **Erschütterungsmessungen** anbieten.
- Der Umfang der **Grundwasserüberwachung** wird in der hydrogeologischen Unbedenklichkeitsprüfung beschrieben.

**Keller+Lorenz AG**

Geotechnik Geologie Hydrogeologie  
Naturgefahren Altlasten



Dr. Eric Heerwagen



Markus Ehrler

*Sachbearbeitung:*

Geologie / Naturgefahren: Dr. E. Heerwagen, M. Rickenbacher

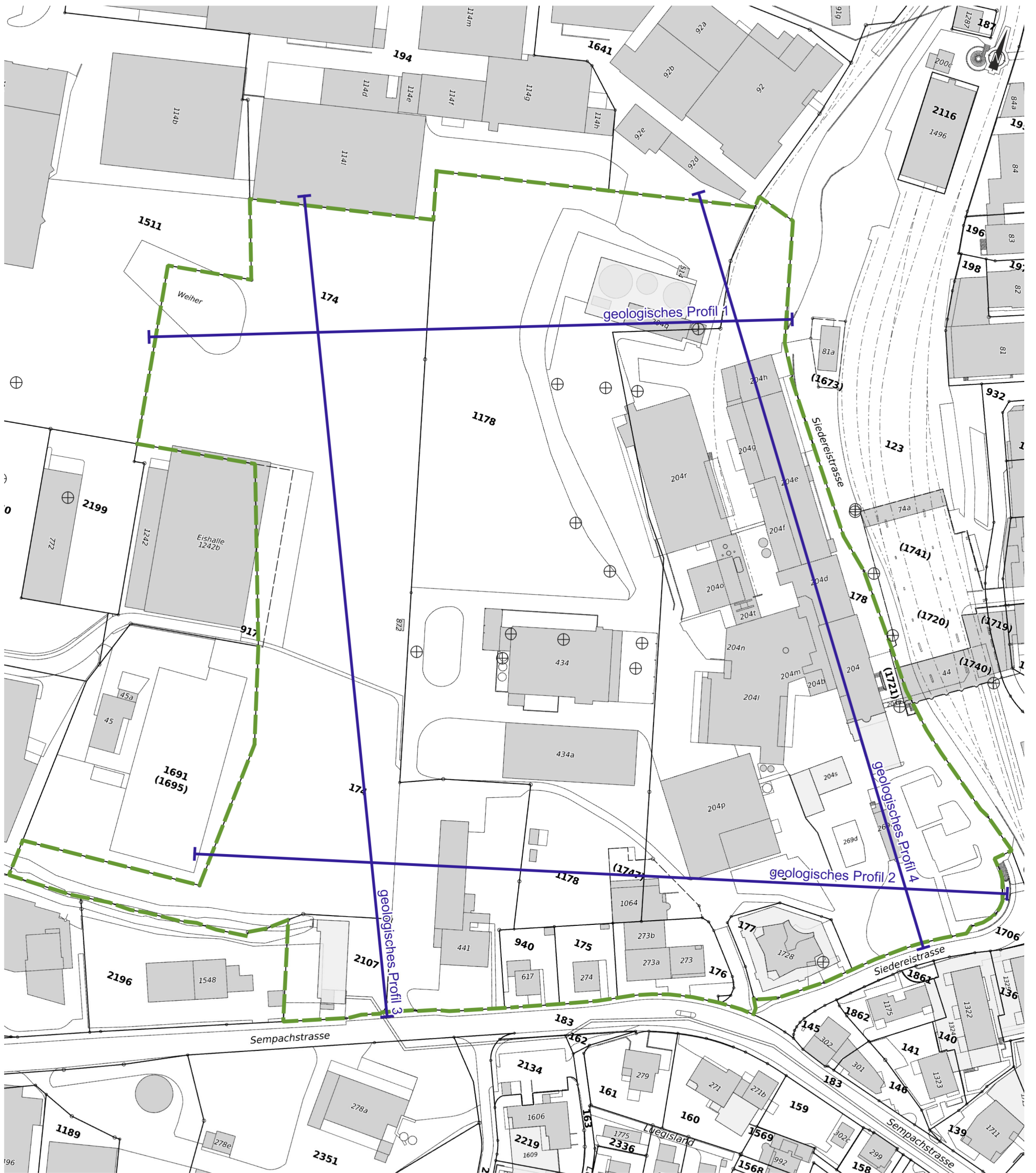
Hydrogeologie: ..... Dr. E. Heerwagen, I. Schwenk

Geotechnik: ..... M. Ehrler

Review / Qualitätssicherung: ..... I. Schwenk

# Übersicht Projektperimeter

1:1'500



© 2025 Geoinformation Kanton Luzern

**Legende:**

- Spur geologisches Profil
- Projektperimeter
- + Bestehende Sondierung

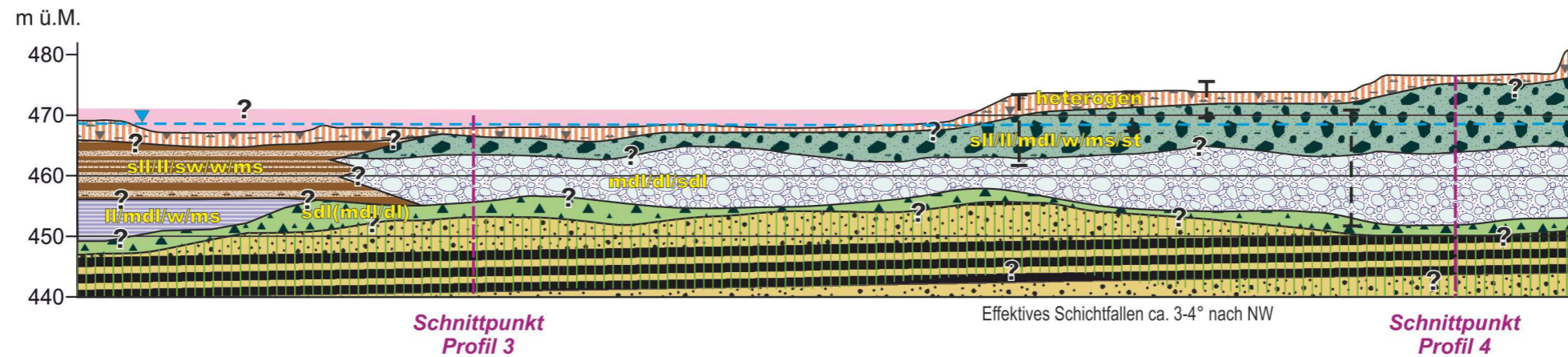
# Geologisches Profil 1

1 : 1'000 / 1'000



**WSW**  
2'664'072.0 / 1'224'394.3

**ENE**  
2'664'303.6 / 1'224'485.8



Geländeoberfläche gemäss digitalem Höhenmodell (swissALTI3D, 2019)





**Legende:**

**Lockergestein**

-  **Künstliche Auffüllungen**  
Unterschiedlich siltige Kies-Sand-Gemische mit variablem Anteil an Steinen, Blöcken, teilweise organischen Beimengungen und Fremdstoffen. Heterogen gelagert.
-  **Verwitterte und umgelagerte Moränenablagerungen**  
Unterschiedlich siltiger Sand mit variablem Anteil an Kies oder unterschiedlich toniger Silt mit Sand und variable Anteilen an Kies, Steinen und Blöcken sowie organische Beimengungen, schichtweise Diamiktite, tw. setzungsempfindlich. Sehr locker bis mitteldicht gelagert oder weich bis steif.
-  **Überschwemmungssedimente und Verlandungsbildungen**  
Toniger Silt und unterschiedlich siltiger, tw. sauberer Feinsand, tw. mit Kies und organischen Beimengungen (Baumstämme), Torfzwischen-schichten. Sehr locker bis locker gelagert oder sehr weich bis mittelsteif.
-  **Seeablagerungen**  
Siltiger Ton bis toniger Silt und siltiger Feinsand, setzungsempfindlich. Locker bis mitteldicht gelagert oder weich bis mittelsteif.

-  **Flussablagerungen**  
Fast sauberer bis leicht siltiger Kies mit variablen Anteilen an Sand, Steinen und Blöcken, tw. Blocklagen, gebietsweise verkittet. Mitteldicht bis sehr dicht gelagert. Zwischenschichten aus sauberem Sand bis Silt, oder schichtweise Diamiktite (Murgänge). Locker gelagert.
-  **Moränenablagerungen**  
Unterschiedlich siltiger Sand mit variablem Anteil an Kies oder unterschiedlich siltiger Kies mit variablen Anteilen an Sand, Steinen und Blöcken (Findlinge, tw. nestweise angehäuft). Sehr dicht, untergeordnet mitteldicht bis dicht gelagert (basal überkonsolidiert).
-  **Felsen**  
**Felsen der Oberen Süswassermolasse**  
Wechsellagerung mehrere Meter mächtiger Sandsteinbänke einerseits sowie bankigen Wechselschichtungen aus bunten Silt- und Schlammsteinen sowie dünnen Sandstein-Bänken andererseits.
-  **Verwitterungszone des Felsen (schematisch)**

Ausgehend von der dargestellten mittleren Lage der Felsoberfläche ist grundsätzlich mit einer kleinräumigen, kaum prognostizierbaren Reliefamplitude von ca. ± 2 m zu rechnen.

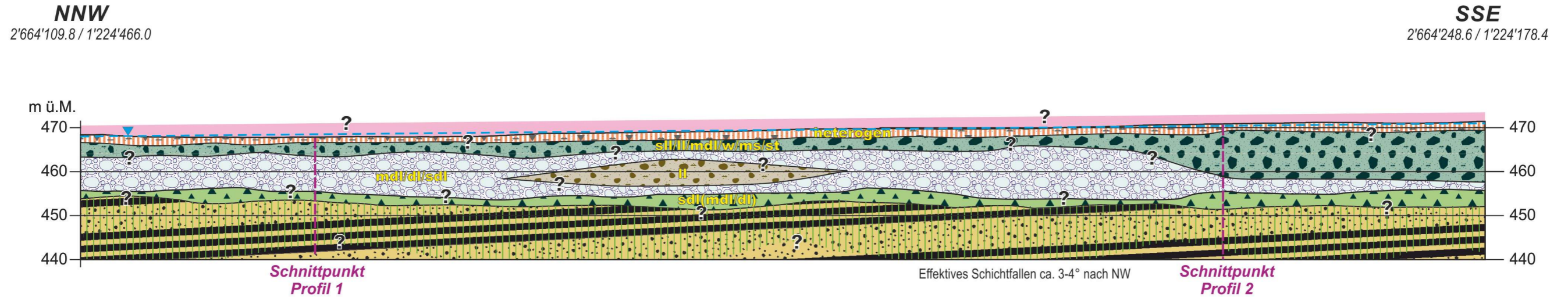
-  Unsichere Prognose, bei Bedarf situativ sondieren.
-  Verwendete Sondierungen
-  **Grund- / Kluftwasser (schematisch)**  
Insbesondere nach starken und/oder langanhaltenden Niederschlägen ist mit lokalem Grund- und Kluftwasservorkommen mit einer Druckfläche bis in den Bereich der heutigen Geländeoberkante zu rechnen.
-  Artesische Druckfläche im nutzbaren Grundwasservorkommen (bei Hochwasserstand > 4 m)

- | Lagerungsdichte                  | Konsistenz                      |
|----------------------------------|---------------------------------|
| <b>sll</b> sehr lockere Lagerung | <b>sw</b> sehr weich            |
| <b>ll</b> lockere Lagerung       | <b>w/ms</b> weich / mittelsteif |
| <b>mdl</b> mitteldichte Lagerung | <b>st</b> steif                 |
| <b>dl</b> dichte Lagerung        | <b>h</b> hart                   |
| <b>sdl</b> sehr dichte Lagerung  | <b>sh</b> sehr hart             |



# Geologisches Profil 3

1 : 1'000 / 500



Geländeoberfläche gemäss digitalem Höhenmodell (swissALTI3D, 2019)

**Legende:**

**Lockergestein**

- Künstliche Auffüllungen**  
Unterschiedlich siltige Kies-Sand-Gemische mit variablem Anteil an Steinen, Blöcken, teilweise organischen Beimengungen und Fremdstoffen. Heterogen gelagert.
- Verwitterte und umgelagerte Moränenablagerungen**  
Unterschiedlich siltiger Sand mit variablem Anteil an Kies oder unterschiedlich toniger Silt mit Sand und variable Anteilen an Kies, Steinen und Blöcken sowie organische Beimengungen, schichtweise Diamiktite, tw. setzungsempfindlich. Sehr locker bis mitteldicht gelagert oder weich bis steif.
- Überschwemmungssedimente und Verlandungsbildungen**  
Toniger Silt und unterschiedlich siltiger, tw. sauberer Feinsand, tw. mit Kies und organischen Beimengungen (Baumstämme), Torfzwischen-schichten. Sehr locker bis locker gelagert oder sehr weich bis mittelsteif.
- Seeablagerungen**  
Siltiger Ton bis toniger Silt und siltiger Feinsand, setzungsempfindlich. Locker bis mitteldicht gelagert oder weich bis mittelsteif.

- Flussablagerungen**  
Fast sauberer bis leicht siltiger Kies mit variablen Anteilen an Sand, Steinen und Blöcken, tw. Blocklagen, gebietsweise verkittet. Mitteldicht bis sehr dicht gelagert. Zwischenschichten aus sauberem Sand bis Silt, oder schichtweise Diamiktite (Murgänge). Locker gelagert.
- Moränenablagerungen**  
Unterschiedlich siltiger Sand mit variablem Anteil an Kies oder unterschiedlich siltiger Kies mit variablen Anteilen an Sand, Steinen und Blöcken (Findlinge, tw. nestweise angehäuft). Sehr dicht, untergeordnet mitteldicht bis dicht gelagert (basal überkonsolidiert).
- Felsen**
  - Felsen der Oberen Süswassermolasse**  
Wechsellagerung mehrere Meter mächtiger Sandsteinbänke einerseits sowie bankigen Wechselschichtungen aus bunten Silt- und Schlammsteinen sowie dünnen Sandstein-Bänken andererseits.
  - Verwitterungszone des Felsen (schematisch)**

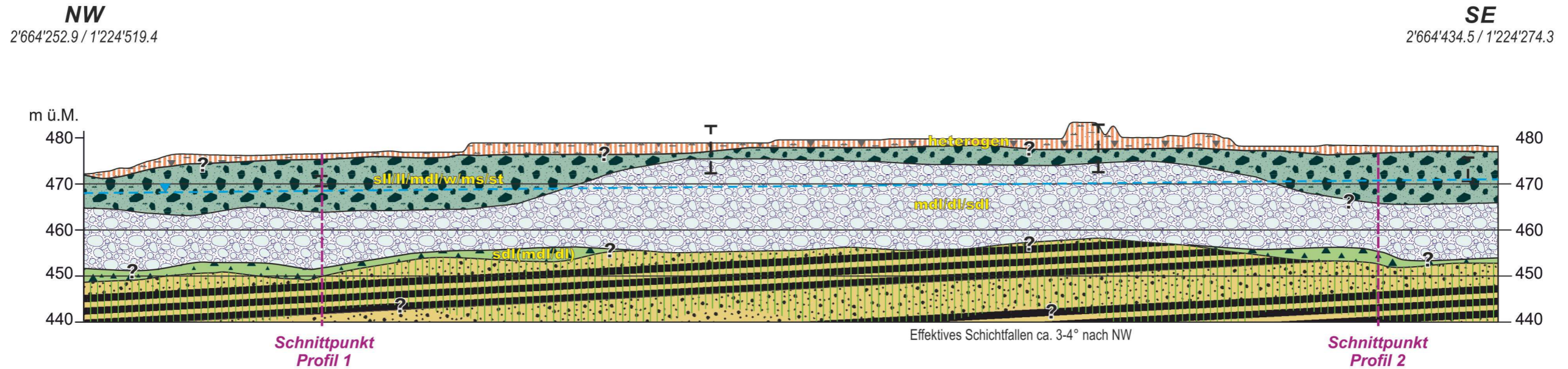
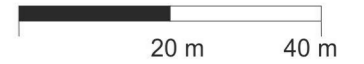
Ausgehend von der dargestellten mittleren Lage der Felsoberfläche ist grundsätzlich mit einer kleinräumigen, kaum prognostizierbaren Reliefamplitude von ca. ± 2 m zu rechnen.

- Unsichere Prognose, bei Bedarf situativ sondieren.
- Verwendete Sondierungen
- Grund- / Kluftwasser (schematisch)**  
Insbesondere nach starken und/oder langanhaltenden Niederschlägen ist mit lokalem Grund- und Kluftwasservorkommen mit einer Druckfläche bis in den Bereich der heutigen Geländeoberkante zu rechnen.
- Artesische Druckfläche im nutzbaren Grundwasservorkommen (bei Hochwasserstand > 4 m)

Lagerungsdichte	Konsistenz
<b>sll</b> sehr lockere Lagerung	<b>sw</b> sehr weich
<b>ll</b> lockere Lagerung	<b>w/ms</b> weich / mittelsteif
<b>mdl</b> mitteldichte Lagerung	<b>st</b> steif
<b>dl</b> dichte Lagerung	<b>h</b> hart
<b>sd</b> sehr dichte Lagerung	<b>sh</b> sehr hart

# Geologisches Profil 4

1 : 1'000



Geländeoberfläche gemäss digitalem Höhenmodell (swissALTI3D, 2019)

**Legende:**

**Lockergestein**

- Künstliche Auffüllungen**  
Unterschiedlich siltige Kies-Sand-Gemische mit variablem Anteil an Steinen, Blöcken, teilweise organischen Beimengungen und Fremdstoffen. Heterogen gelagert.
- Verwitterte und umgelagerte Moränenablagerungen**  
Unterschiedlich siltiger Sand mit variablem Anteil an Kies oder unterschiedlich toniger Silt mit Sand und variable Anteilen an Kies, Steinen und Blöcken sowie organische Beimengungen, schichtweise Diamiktite, tw. setzungsempfindlich. Sehr locker bis mitteldicht gelagert oder weich bis steif.
- Überschwemmungssedimente und Verlandungsbildungen**  
Toniger Silt und unterschiedlich siltiger, tw. sauberer Feinsand, tw. mit Kies und organischen Beimengungen (Baumstämme), Torfzwischen-schichten. Sehr locker bis locker gelagert oder sehr weich bis mittelsteif.
- Seeablagerungen**  
Siltiger Ton bis toniger Silt und siltiger Feinsand, setzungsempfindlich. Locker bis mitteldicht gelagert oder weich bis mittelsteif.

- Flussablagerungen**  
Fast sauberer bis leicht siltiger Kies mit variablen Anteilen an Sand, Steinen und Blöcken, tw. Blocklagen, gebietsweise verkittet. Mitteldicht bis sehr dicht gelagert. Zwischenschichten aus sauberem Sand bis Silt, oder schichtweise Diamiktite (Murgänge). Locker gelagert.
- Moränenablagerungen**  
Unterschiedlich siltiger Sand mit variablem Anteil an Kies oder unterschiedlich siltiger Kies mit variablen Anteilen an Sand, Steinen und Blöcken (Findlinge, tw. nestweise angehäuft). Sehr dicht, untergeordnet mitteldicht bis dicht gelagert (basal überkonsolidiert).
- Felsen**
  - Felsen der Oberen Süswassermolasse**  
Wechsellagerung mehrere Meter mächtiger Sandsteinbänke einerseits sowie bankigen Wechselschichtungen aus bunten Silt- und Schlammsteinen sowie dünnen Sandstein-Bänken andererseits.
  - Verwitterungszone des Felsen (schematisch)**

Ausgehend von der dargestellten mittleren Lage der Felsoberfläche ist grundsätzlich mit einer kleinräumigen, kaum prognostizierbaren Reliefamplitude von ca. ± 2 m zu rechnen.

- Unsichere Prognose, bei Bedarf situativ sondieren.
- Verwendete Sondierungen
- Grund- / Kluftwasser (schematisch)**  
Insbesondere nach starken und/oder langanhaltenden Niederschlägen ist mit lokalem Grund- und Kluftwasservorkommen mit einer Druckfläche bis in den Bereich der heutigen Geländeoberkante zu rechnen.
- Artesische Druckfläche im nutzbaren Grundwasservorkommen (bei Hochwasserstand > 4 m)

Lagerungsdichte	Konsistenz
<b>sll</b> sehr lockere Lagerung	<b>sw</b> sehr weich
<b>ll</b> lockere Lagerung	<b>w/ms</b> weich / mittelsteif
<b>mdl</b> mitteldichte Lagerung	<b>st</b> steif
<b>dl</b> dichte Lagerung	<b>h</b> hart
<b>sdl</b> sehr dichte Lagerung	<b>sh</b> sehr hart