



Hochwasserschutz Buoholzbach

Auflageprojekt

Geologischer Bericht

Auftraggeber:		
Bauherrschaft:	Projektleiter Bauherr:	Stv. Projektleiter Bauherr:
Landwirtschafts- und Umweltdirektion Kanton Nidwalden Amt für Wald und Naturgefahren Stansstadterstrasse 59 Postfach 1251 6371 Stans	 KISSLING + ZBINDEN AG INGENIEURE PLANER USC Tempelstrasse 8A Fon 033 334 20 50 3608 Thun www.kzag.ch martin.andres@kzag.ch	INDERGAND AG Bauherrenunterstützung Raumplanung – Planungs-/Baurecht Chälengasse 26 Fon 079 257 03 39 6053 Alpnachstad u.indergand@indergand-ag.ch

Projektbearbeitung:		
Bauingenieur:	Hydraulik/Geschiebe:	Geologie:
 SCHUBIGER AG BAUINGENIEURE 6052 Hergiswil Fon 041 632 66 22 6375 Beckenried info@schubiger-nw.ch 6048 Horw www.schubiger-nw.ch	Beffa tognacca gmbh A San Rocch Fon 091 863 44 41 6702 Claro www.fluvial.ch	GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE Humligenweid 4 Fon 041 624 55 00 6386 Wolfenschiessen www.geotest.ch

Datum:	erst.	gepr.	Dokumentenbezeichnung in Projektmappe	Format:
02.06.2023	ss	ml	1.23	A4
a 12.04.2024	ss	ml		Dok. Nr.: 2287-52a
b				
c				
d				

Bericht Nr. 2322377.1

**Kanton Nidwalden, Landwirtschafts- und Umweltdirektion,
Amt für Naturgefahren**

Oberdorf/Wolfenschiessen, Hochwasserschutz Buoholzbach

Geologischer Bericht (Bauprojekt 2023)

Wolfenschiessen, 12. Juni 2023

GEOTEST AG
HUMLIGENWEID 4
CH-6386 WOLFENSCHIESSEN
T +41 (0)41 624 55 00
wolfenschiessen@geotest.ch
www.geotest.ch

Autor(en)	Bearbeitete Themen
Stefan Spichtig	Alle Kapitel
Valentin Nigg	Alle Kapitel
Supervision	Visierte Inhalte
Markus Liniger	Alle Kapitel
Hinweise	

GEOTEST AG


Markus Liniger
Stefan Spichtig

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
1.1	Auftrag und Objekt	4
1.2	Projekt	4
1.3	Fragestellung	5
2.	Verwendete Unterlagen	6
3.	Ausgeführte Untersuchungen	6
4.	Untersuchungsergebnisse	7
4.1	Allgemeine geologische Verhältnisse	7
4.2	Schichtaufbau des Untergrundes.....	7
4.3	Baugrundwerte.....	10
4.4	Hydrogeologische Verhältnisse	10
4.4.1	Versickerungs- und Flowmeterversuche 2017	11
5.	Folgerungen	12
5.1	Geländeanpassungen, Dammschüttungen	12
5.2	Aushub, Wiederverwendbarkeit.....	12
5.3	Wasserhaltung	13
5.4	Foundation	13
5.5	Baugrundklasse bezüglich Erdbebeneinwirkung.....	14
6.	Beeinträchtigungen Dritter	15
7.	Schlussbemerkungen.....	15

Anhang

Situation 1:3'000, mit Lage der Sondierungen	1
Bohrprofil / Fotodokumentation KB 05/23	2.1 / 2.2
Bohrprofil / Fotodokumentation KB 06/23	3.1 / 3.2
Bohrprofil / Fotodokumentation KB 07/23	4.1 / 4.2
Bohrprofil / Fotodokumentation KB 08/23	5.1 / 5.2
Bohrprofil / Fotodokumentation KB 09/23	6.1 / 6.2
Bohrprofil / Fotodokumentation KB 10/23	7.1 / 7.2
Grundwasserganglinien Februar – Mai 2023.....	8
Grundwasserisohypsen am 08. März 2023.....	9

1. Einleitung

1.1 Auftrag und Objekt

Projekt:	Hochwasserschutz Buholzbach, Massnahmenkonzept auf Stufe Vorprojekt 2022
Bauherrschaft:	Kanton Nidwalden, Landwirtschafts- und Umweltdirektion Amt für Naturgefahren Buochserstrasse 1, Postfach 1241, 6371 Stans
Bauingenieur:	Schubiger AG Bauingenieure Müliweg 2, 6052 Hergiswil
Hydraulik / Geschiebe:	Beffa Tognacca GmbH In Carée Ventivi 27, 6702 Claro
Umwelt:	Tensor AG Heubachstrasse 61, 8810 Horgen
Offerte:	OF2322377.1a vom 13.12.2022
Auftragsbestätigung:	15.12.2022, Landwirtschafts- und Umweltdirektion Kt. NW
Mittlere Koordinaten:	2'672'680 / 1'198'270
Mittlere Höhenlage:	495 m ü. M.
Gewässerschutzbereich:	A _U [2]
Baugrundklasse:	C [1]
Erdbebenzone:	Z2 [2]
Gelände:	Bachschuttkegel, teilweise bebaut/bewaldet

1.2 Projekt

Das Massnahmenkonzept auf Stufe Vorprojekt 2022 sieht oberhalb des Gewerbegebietes Hofwald einen Schutzdamm mit einem Auslauf- und zwei Entlastungsbauwerken (je 13 m hoch) vor (Abbildung 1). Der Mündungsbereich des Buholzbachs wird dadurch rund 300 m nach Norden verlegt. Der Schutzdamm, welcher den

Geschieberückhalteraum nach Westen/Nordwesten begrenzt, erstreckt sich über eine Länge von ca. 300 m und ist rund 10 m hoch. Für den Rückhalteraum sind Terrainabsenkungen erforderlich, als südliche Begrenzung wird ein Leitdamm erstellt. Nebst weiteren Geländeanpassungen ist eine neue Brücke über den Buholzbach und ein Fussgängersteg über die Engelberger Aa vorgesehen.



Abbildung 1: Visualisierung Geschiebesammler Buholzbach, Blickrichtung nach Süden. Im Vordergrund das Auslaufbauwerk aus dem Geschiebesammler (Quelle: Kt. NW, Baudirektion, Amt für Gefahrenmanagement, Protokollauszug Nr. 180, 30.03.2021).

1.3 Fragestellung

Mit der Baugrunduntersuchung waren als Grundlage für die Ausarbeitung des Bauprojektes folgende Fragen zu klären:

- Schichtaufbau des Untergrundes.
- Geotechnische Eigenschaften der Bodenschichten, insbesondere Durchlässigkeitsbeiwert.
- Grundwasserverhältnisse.

Die Resultate der Baugrunduntersuchungen sowie die Erkenntnisse daraus sind im vorliegenden geologischen Bericht zusammengestellt.

2. Verwendete Unterlagen

- [1] Bundesamt für Landestopografie Swisstopo (2023); Geologischer Atlas der Schweiz, geocover, Erdebzonen SIA 261, Karte der seismischen Baugrundklassen; www.map.geo.admin.ch; April 2023.
- [2] GIS Daten AG, Stans; Kanton Nidwalden (2023), Gewässerschutz- und Grundwasserkarten / Grundbuchplan; www.gis-daten.ch; April 2023.
- [3] Kanton Nidwalden, Finanz- & Baudirektion, Amt für Gefahrenmanagement, 6371 Stans; Hochwasserschutz Buholzbach, Protokollauszug Nr. 180; 30. März 2021.
- [4] Schubiger AG, 6371 Stans; Hochwasserschutz Buholzbach, Vorprojekt: Geologische Untersuchungen, Pflichtenheft, Dokument Nr. 05130-TB; 25. November 2022.
- [5] Schubiger AG, 6371 Stans; Hochwasserschutz Buholzbach, Vorprojekt: Übersichtplan, Vorabzug Plan Nr. 05130-2001; 15. November 2022.
- [6] Schubiger AG, 6371 Stans; Hochwasserschutz Buholzbach, Vorprojekt: Entlastungsbauwerk I+II und Leitdämme, Querprofile, Vorabzug Plan Nr. 05130-2071; 21. November 2022.
- [7] GEOTEST AG, 6374 Buochs; Oberdorf / Wolfenschiessen, Ausbau Buholzbach Massnahmenkonzept, Geologische Vorabklärungen, Bericht Nr. L07219.1; 27. Februar 2008.
- [8] GEOTEST AG, 6386 Wolfenschiessen; Oberdorf, Wolfenschiessen, Hochwasserschutz Buholzbach, Geologischer Bericht Nr. 2314070.1; 04. Juli 2017.
- [9] GEOTEST AG, 6048 Horw; Oberdorf, Wolfenschiessen, Hochwasserschutz Buholzbach, Flowtermessungen: Messprotokoll und Kurzinterpretation der Messresultate, Bericht Nr. 2314070.2; 03. Mai 2017.

3. Ausgeführte Untersuchungen

- Abteufen von 6 Rotationskernbohrungen à 2 x 20 m und 4 x 30 m Tiefe und Filterausbau in 5 Bohrungen bis auf 13 m, 19 m, 27 m und 2 x 30 m Tiefe (Piezometer-Ø 2") vom 06.02. bis 03.03.2023, Gebr. Mengis AG.
- Grundwasserüberwachung mittels 9 automatischen Grundwasserloggern in den bereits vorhandenen und neu erstellten Filterbrunnen (KB 01/17 - KB 04/17 und KB 07/23 - KB 10/23) sowie im Entnahmebrunnen EB 1508-205 vom 09.02.2023 bis 31.05.2023, GEOTEST AG.
- Auswertung sämtlicher Sondierungen, Interpretation und Dokumentation der Ergebnisse, Erstellen des vorliegenden Berichtes, GEOTEST AG.

4. Untersuchungsresultate

4.1 Allgemeine geologische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet liegt im unteren Bereich des Bachschuttkegels des Buoholzbaches am südwestlichen Hangfuss des Buochserhorns (Abbildung 2). Die nacheiszeitlichen Talfüllungen sind hier hauptsächlich von der Engelberger Aa und vom Buoholzbach geprägt. Auch durch den Steinibach, welcher nur wenig oberhalb des Buoholzbaches auf der Westseite in die Engelberger Aa mündet, hat ein wesentlicher Geschiebeeintrag stattgefunden. Die Ablagerungen der beiden Wildbäche bestimmen den Verlauf der Engelberger Aa. Bezüglich des Grundwasserflusses spielen sie ebenfalls eine wichtige Rolle, indem sie mit teilweise schlechter durchlässigeren Ablagerungen (Murgangablagerungen) die Durchflusskapazität im Talquerschnitt verringern. Dies führt zu einem stark unterschiedlichen Gefälle des Grundwasserspiegels im Untersuchungsgebiet.

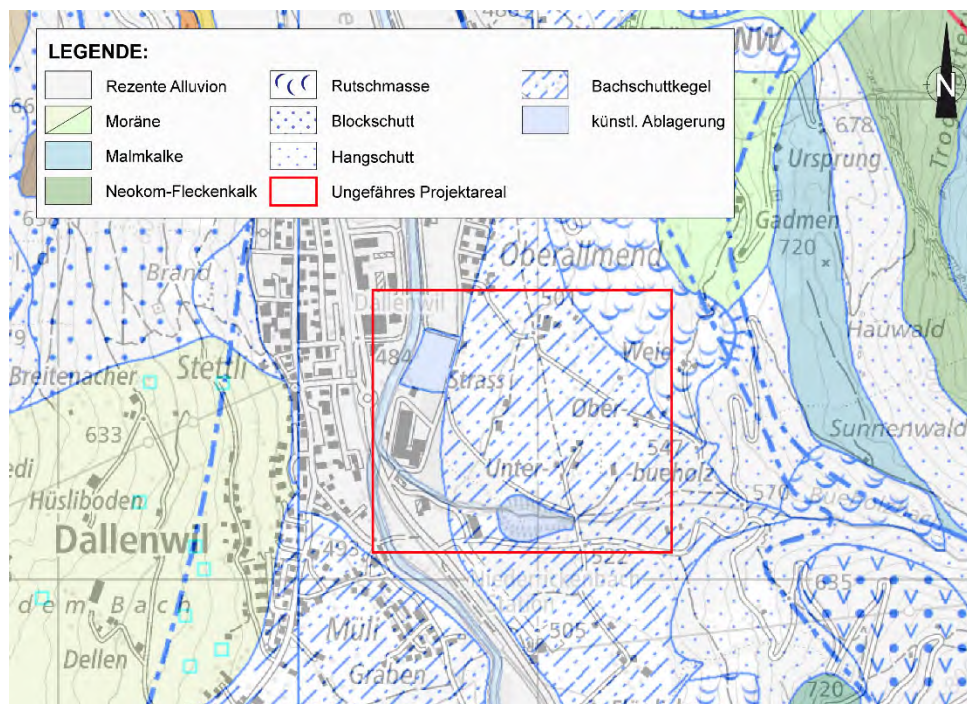


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem GeoCover [1] mit ungefährem Projektstandort (rotes Viereck).

4.2 Schichtaufbau des Untergrundes

Aufgrund der bereits früher durchgeführten Sondierungen KB 01/18 [7], KB 01/17 [8] sowie den neuen Bohrungen KB 06/23 bis KB 10/23 (vgl. Anhänge 2 bis 7)

kann der Untergrundaufbau im Bereich der geplanten Hochwasserschutzmassnahmen von oben nach unten wie folgt beschrieben werden:

Schichttyp A: Deckschicht / Auffüllung

Die Deckschicht ist im Untersuchungsgebiet heterogen zusammengesetzt und ist ca. 0.4 m bis 1.3 m mächtig. Die Deckschicht besteht vorwiegend aus siltigem, sandigem Kies mit Steinen und unterschiedlich kiesigem Sand. Bei KB 05/23 besteht die Deckschicht bis in eine Tiefe von 3 m aus Dammfüllungen. Die Deckschicht ist locker bis mitteldicht gelagert. Bei den Sondierungen KB 06/23 und KB 08/23 ist die Deckschicht humos. Bei KB 08/23 wurden zusätzlich Fremdstoffe (Blähton, Ziegelsteine, <1%) vorgefunden. Bei KB 09/23 besteht die Deckschicht aus einem Asphaltbelag und aufgefülltem Material (Steine mit Sand und Kies). Aufgefülltes Material ist ebenfalls in KB 07/23 und KB 10/23 vorzufinden.

Schichttyp B: Bach- und Flussschotter

Unterhalb der Deckschicht folgen bis in grössere Tiefen Bach- und Flussschotterablagerungen der Engelberger Aa und des Buholzaches. Es handelt sich dabei um unterschiedlich siltige, sandige Kiese mit Steinen und teilweise Blöcken. Die Schotterablagerungen sind mitteldicht bis dicht gelagert. Untergeordnet sind immer wieder mehrere Dezimeter mächtige unterschiedlich siltige, sandige und kiesige Stein- und Blocklagen vorhanden. Der Anteil an Blöcken nimmt bachaufwärts tendenziell zu. In Tiefen von 8 m – 13 m kommen vereinzelt auch wenige Dezimeter mächtige siltige-feinsandige Zwischenschichten vor. Die Unterkante dieser Schicht wurde in sämtlichen Bohrungen im Bereich der geplanten Massnahmen bis auf die Bohrendtiefen von 20 m und 30 m jeweils nicht erreicht.

Im Bereich der geplanten Hochwasserschutzmassnahmen kann somit von folgendem Baugrundmodell ausgegangen werden:

Tabelle 1: Baugrundmodell im Bereich Auslauf-/Entlastungsbauwerke, Geschieberückhalte-
raum bis Brücke Buoholzbach

Schicht	Untergrenze [m u. T.]	Geologisch Interpretation, Beschreibung, Lagerungsdichte
A	ca. 1.0 m bis 1.5 m	Deckschicht / Auffüllungen Sand, kiesig / Kies, siltig, sandig locker bis mitteldicht gelagert
B	unbekannt mind. 30 m	Bach- und Flussschotter Kies, schwach bis stark siltig, sandig mit Steinen und Blöcken mitteldicht - dicht gelagert

Im Bereich der Bohrung KB 05/23, linksufrig der Engelberger Aa (Fussgängersteg), besteht der Untergrund bis in eine Tiefe von 3 m aus künstlich aufgefülltem Dammschüttmaterial. Darunter folgen knapp 2 m mächtige Überschwemmungssedimente. Diese bestehen aus unterschiedlich siltigem bis sauberem Sand. Ab einer Tiefe von 4.9 m folgen die Flussschotter der Engelberger Aa. Zwischen 15.6 m bis 18 m Tiefe werden diese von Moränenmaterial aus siltigem, stark kiesigen Feinsand unterbrochen. Darunter folgen bis auf die Bohrendtiefe von 20 m nochmals Flussschotter. Im Bereich des Fussgängerstegs über die Engelberger Aa kann somit von folgendem Baugrundmodell ausgegangen werden:

Tabelle 2: Baugrundmodell im Bereich Fussgängersteg (Damm Engelberger Aa)

Schicht	Untergrenze [m u. T.]	Geologisch Interpretation, Beschreibung, Lagerungsdichte
A*	ca. 3.0 m	Dammschüttung Fein-/Mittelsand, stark siltig kiesig und Kies/Steine schwach siltig, sandig mitteldicht gelagert
C	ca. 4.9 m	Überschwemmungssedimente Sand, siltig bis sauber locker bis mitteldicht gelagert
B	ca. 15.6 m > 20 m	Flussschotter Kies, schwach siltig, sandig mit Steinen und wenigen Blöcken mitteldicht - dicht gelagert
D	ca. 18 m	Grundmoräne Feinsand, siltig, stark sandig, stark kiesig dicht - sehr dicht gelagert

4.3 Baugrundwerte

Aufgrund der durchgeführten Baugrundsondierungen sowie unserer Erfahrungen **schätzen** wir folgende charakteristische Baugrundwerte (Laborversuche wurden keine durchgeführt):

Tabelle 3: Geschätzte Baugrundwerte (Erfahrungswerte)

Schicht	γ [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c' [kN/m ²]	M_{E1} [MN/m ²]	M_{E2} [MN/m ²]
A/A*	19.5 (19.0 - 20.0)	32 (31 - 35)	0	stark variabel	stark variabel
B	20.0 (20.0 - 22.0)	35 (33 - 38)	0	30 (25 - 40)	90 (70 - 110)
C	19.5 (19.0 - 20.0)	32 (30 - 33)	0	10 (5 - 15)	30 (15 - 40)
D	21.0 (20.5 - 21.5)	32 (31 - 33)	2 (1 - 5)	40 (25 - 45)	100 (80 - 120)

Legende: fett	geschätzter Erwartungswert X_m	()	geschätzte Extremwerte bzw. charakt. Werte X_k
γ	Feuchtraumgewicht	c'	effektive Kohäsion
ϕ'_k	innerer charakteristischer Reibungswinkel	c_u	undrainierte Scherfestigkeit
M_{E1}	Zusammendrückungsmodul bei Erstbelastung	M_{E2}	Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung
A/A*:	Deckschicht / Auffüllungen, Dammschüttung	B:	Bach- und Flussschotter
C:	Überschwemmungssedimente	D:	Grundmoräne

4.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Bereich der Engelberger Aa fliesst das Grundwasser gemäss der kantonalen Grundwasserkarte [2] mit sehr unterschiedlichem Gradient in Richtung Norden.

In den Piezometern von 2017 im Entnahmebrunnen Nr. 1508-205 sowie in den neuen Piezometern (KB 07/23, KB 08/23, KB 09/23 und KB 10/23) werden die Grundwasserspiegel mittels automatischen Datenloggern überwacht. Die bisherigen Messungen sind in Anhang 8 dargestellt. Anhand dieser Ganglinien können die sehr unterschiedlichen Gradienten und Flurabstände innerhalb des Projektperimeters bestätigt werden.

Der Flurabstand beträgt im Bereich von KB 01/17 bis zu rund 20 m und bei den weiter südlich/südwestlich gelegenen Messstellen je nach Topografie nur noch jeweils rund 10 m bis 14 m. In den Bohrungen wurden teilweise hoch liegende, hängende Grundwasservorkommen vermutet. Das Piezometer in KB 06/23 wurde

deshalb nur bis auf 13 m Tiefe eingebaut und nach unten abgedichtet. Die folgenden Messungen haben jedoch gezeigt, dass das Piezometer stets trocken war und dort folglich kein hochliegender Grundwasserspiegel vorhanden ist.

Für den tiefen Grundwasserstand vom 08. März 2023 wurden die Grundwasserisohypsen im Projektperimeter konstruiert (Anhang 9). Anhand des Verlaufs der Isohypsen quer zum Bachschuttkegel ist eine Infiltration von Bachwasser des Buoholzbaches erkennbar. Der Gradient ist im Bereich des Geschieberückhalte- raums ähnlich wie zwischen KB 01/17 und KB 02/17 (ca. 6% bis 7%) und beträgt rund 8% bis 9%. Nördlich des Projektperimeters ist mit rund 1% Gefälle und süd- lich von KB 02/17 entlang der Engelberger Aa mit ca. 2% Gefälle des Grundwas- serspiegels zu rechnen.

Entlang des Bachschuttkegels infiltriert ein bedeutender Anteil des Abflusses in den Untergrund und trägt damit massgeblich zur Grundwasserneubildung bei. Das Wasser sickert, teilweise gestaut, auf undurchlässigeren Zwischenschichten trep- penartig tiefer, bis es den Hauptgrundwasserleiter erreicht. Dies hat zur Folge, dass das Grundwasser Richtung Westen, respektive Nordwesten in die Talebene abfließt. Insbesondere im Bereich des Geschiebesammlers ist aufgrund dieser Grundwasserverhältnisse ein starkes Gefälle zu beobachten, welches zwischen KB 06/23 und KB 09/23 rund 9 % beträgt.

4.4.1 Versickerungs- und Flowmeterversuche 2017

In den Sondierbohrungen KB 01/17, KB 02/17, KB 03/17 und KB 04/17 wurden im Jahr 2017 insgesamt 12 Versickerungs- und Flowmeterversuche in unterschiedli- chen Tiefen durchgeführt. Die Dokumentation und Auswertung der Versuche ist ausführlich in den GEOTEST Berichten [8][9] zusammengestellt.

Aufgrund des insgesamt sehr homogenen Untergrundaufbaus können die aus die- sen Versuchen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte (Bereichs k-Wert) für unter- schiedliche Tiefen auch im neuen Projektperimeter verwendet werden. Für die Bach- und Flussschotter liegen die Bereichs k-Werte zwischen ca. 1.8×10^{-5} bis 6.3×10^{-4} m/s. Dies entspricht einer mässigen bis mittleren Durchlässigkeit.

5. Folgerungen

Das Projekt sieht unter anderem die Erstellung von einem Auslaufbauwerk, zwei Entlastungsbauwerken und mehreren Dämmen vor (Leitdamm Nord, Leitdamm Süd, Damm West, Murgangleitdamm). Im Bereich des Hauptgeschiebesammlers ist ein Materialabtrag bis auf eine Kote von maximal ca. 488.8 m ü. M., ca. 5.6 m unter die aktuelle Geländeoberfläche vorgesehen. Des Weiteren ist ein Ersatz der Brücke über den Buholzbach sowie ein Fussgängersteg über die Engelberger Aa vorgesehen.

5.1 Geländeanpassungen, Dammschüttungen

Die geplanten Böschungen mit maximalen Neigungen von 2:3 (vertikal:horizontal) sind idealerweise rasch zu begrünen sowie nötigenfalls mit einem Naturfasernetz abzudecken (ingenieurbioologische Massnahmen), um das Auswaschen von sandigen, feinkörnigeren Bereichen zu verhindern. Diesbezüglich sind auch die einwirkenden Bach-/Flussprozesse zu berücksichtigen und insbesondere die Böschungsfüsse gegen Erosion zu schützen.

Bei der Ausführung der Schüttungen ist darauf zu achten, dass diese gut mit dem anstehenden Untergrund verzahnt werden. Die obersten aufgelockerten Schichten sind vorgängig zu entfernen. Die Schüttungen müssen in Lagen von maximal ca. 0.3 m bis 0.5 m erfolgen (je nach Verdichtungsgerät) und dann sofort gut verdichtet werden. Die Oberfläche der verdichteten Schüttung muss bei Arbeitsunterbrüchen und vor Niederschlägen mit einem seitlichen Gefälle abgeglättet werden, damit möglichst wenig Meteorwasser in die Schüttung sickern kann. Bei nasser Witterung sind die Schütтарbeiten zu unterbrechen.

Der Untergrund ist nicht speziell setzungsempfindlich. Mit namhaften Setzungen im Untergrund als Folge der Schüttungen ist nicht zu rechnen.

5.2 Aushub, Wiederverwendbarkeit

Der für den Geschieberückhalt erforderliche Aushub wird nebst der unterschiedlich mächtigen Deckschicht ausschliesslich in den grobkörnigen Bach- und Flussschotter stattfinden. Dieses Material ist normal baggerfähig, enthält allerdings auch Blöcke. Deren Häufigkeit nimmt bachaufwärts tendenziell zu. Das Aushubmaterial kann für Auffüllungen, Geländeanpassungen und Dammschüttungen wiederverwendet werden. Trockenes und erdfeuchtes Material kann in der Regel eingebaut und verdichtet werden. Die grossen Blöcke sind vom übrigen Material zu trennen

und können separat wieder verwendet werden. Allenfalls auftretende feinkörnigere Zwischenschichten (wurde in den Bohrungen nur untergeordnet beobachtet) müssen je nach Verwendungszweck mit dem ausreichend vorhandenen grobkörnigeren Material durchmischt oder stabilisiert werden.

5.3 Wasserhaltung

Der Flurabstand zum Grundwasserspiegel ist beträchtlich und beträgt durchwegs mehr als 10 m. Abgesehen von den temporären Bachumleitungen ist nicht mit speziellen Wasserhaltungsmassnahmen zu rechnen. Allenfalls auf schlecht durchlässigen Zwischenschichten lokal gestaut und austretendes Wasser kann mit geeigneten Sickergräben/Ableitungen oder allenfalls Pumpensümpfen abgeleitet werden.

5.4 Foundation

Die Fundationsproblematik der einzelnen Bauwerke (Dämme, Auslaufbauwerk und Entlastungsbauwerke) für den Geschieberückhalt wird durch das Bauingenieurteam bearbeitet.

Der im Fundationsbereich der Bauwerke zu erwartende Untergrund ist grundsätzlich als Foundationsschicht geeignet. Wir empfehlen bei Flachfundationen die folgenden ausführungstechnischen Hinweise einzuhalten:

- Die letzten 0.4 m des Aushubs sollten zwingend bei trockener Witterung erfolgen, um eine Durchnässung der Aushubsohle und ein damit einhergehender Verlust der Tragfähigkeit des Untergrundes zu vermeiden.
- Stehen im Bereich der Aushubsohle grössere Blöcke an, so sind diese bis 0.3 m unter die Aushubsohle zu entfernen (Vermeidung von Spannungsspitzen).
- Nach Erreichen der Aushubkote ist idealerweise eine Sauberkeitsschicht mit einer mittleren Mächtigkeit von 0.2 m einzubringen (kiesiges Aushubmaterial ohne Blöcke) und zu verdichten/abzuwalzen, um auf diese Weise eine ebene Aushubsohle zu erreichen.
- Im Bereich von Lastkonzentrationen sind die Pressungen auf $\sigma_{zul} \leq 250 \text{ kN/m}^2$ (Gebrauchsniveau) in den Bach- und Flussschotter zu begrenzen. Leicht höhere Pressungen sind allenfalls nach einer Beurteilung der Aushubsohle durch den Geotechniker möglich (geotechnische Baubegleitung).

5.5 Baugrundklasse bezüglich Erdbebeneinwirkung

Gemäss SIA 261:2014 befindet sich der gesamte Projektperimeter in der Erdbebenzone Z2 [1], dies entspricht einer horizontalen Bodenbeschleunigung von $a_{gd} = 1.0 \text{ m/s}^2$.

Der örtliche Baugrund ist gemäss der Karte der seismischen Baugrundklassen nach SIA Norm 261:2014 [1] der **Baugrundklasse C** zugeordnet. Die durchgeführten Sondierungen bestätigen diese Zuordnung. Der Bereich bei der geplanten Brücke über den Buholzbach ist der Baugrundklasse D zugeordnet. Aufgrund der durchgeführten Sondierungen KB 10/23 kann das Gebiet ebenfalls der Baugrundklasse C zugeordnet werden.

Tabelle 4: Baugrundklasse (BGK) gemäss SIA 261.

BGK	Beschreibung	$V_{s,30}$ [m/s]	N_{SPT} [-]	C_u [kN/m ²]	S [-]
A	Fels oder andere felsähnliche geologische Formation mit höchstens 5 m Lockergestein an der Oberfläche	> 800	-	-	1,00
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	>250	1.20
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	70...250	1.45
D	Ablagerungen von lockerem bis mitteldichtem kohäsionslosem Lockergestein (mit oder ohne einigen weichen kohäsiven Schichten), oder von vorwiegend weichem bis steifem kohäsivem Lockergestein	<300	<15	<70	1.70
E	Oberflächliche Schicht von Lockergestein entsprechend C oder D mit Mächtigkeit zwischen 5 und 20 m und mittlerem v_s -Wert < 500 m/s über steiferem Bodenmaterial mit $v_s > 800 \text{ m/s}$	-	-	-	1.70
F	Strukturempfindliche, organische oder sehr weiche Ablagerungen (z.B. Torf, Seekreide, weicher Lehm) mit einer Mächtigkeit über 10 m	-	-	-	-

6. Beeinträchtigungen Dritter

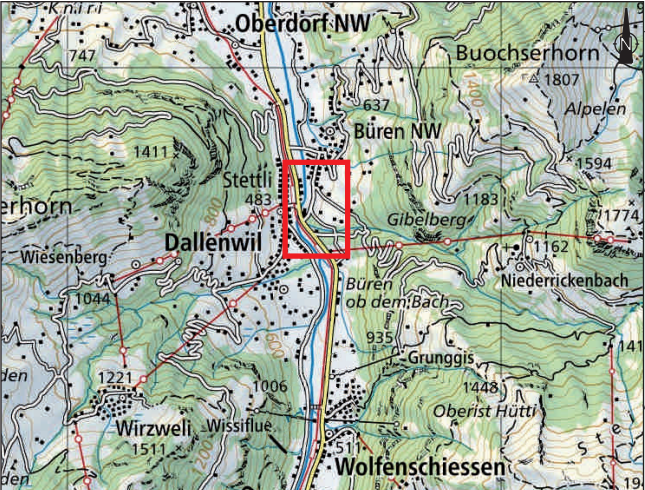
Durch die Umgestaltung des Mündungsbereichs des Buholzaches werden sich, zumindest temporär, gewisse Veränderungen bezüglich der Bachwasserinfiltration einstellen. Langfristig sind nebst einer möglicherweise leicht erhöhten Grundwasserneubildung infolge des vergrösserten Geschieberückhalterums, welcher grösstenteils nicht mit Vegetation bedeckt ist, keine weiteren Auswirkungen zu erwarten. Durch die grossen Flurabstände sind bei leicht höheren Grundwasserständen zudem keine negativen Beeinträchtigungen im näheren Umfeld zu erwarten.

Aufgrund der komplexen hydrogeologischen Verhältnisse und der bereits bestehenden diversen Grundwasserwärmenutzungen im Abstrom, empfehlen wir die Weiterführung der Grundwasserüberwachung in den bestehenden Piezometern. Dabei sollen die Parameter Temperatur und Wasserstand erfasst werden. Für die vorsorglichen Beweisaufnahmen können entsprechend die bereits installierten Grundwassermessungen weitergeführt werden.

7. Schlussbemerkungen

Die durch uns getätigten Untersuchungen erlauben nur eine generelle Beurteilung der geotechnischen Verhältnisse. Aus diesem Grund betrachten wir eine geotechnische Begleitung während der Bauphase zur Überprüfung unserer z.T. auf Annahmen gestützten Aussagen als erforderlich.

Insbesondere eine Begleitung der Materialbewirtschaftung mit einer Materialtriage und der Zuteilung für den Wiedereinbau respektive die Wiederverwendung (evt. unterstützt mit (Probenahme, Laboranalysen etc.) erachten wir als sinnvoll.



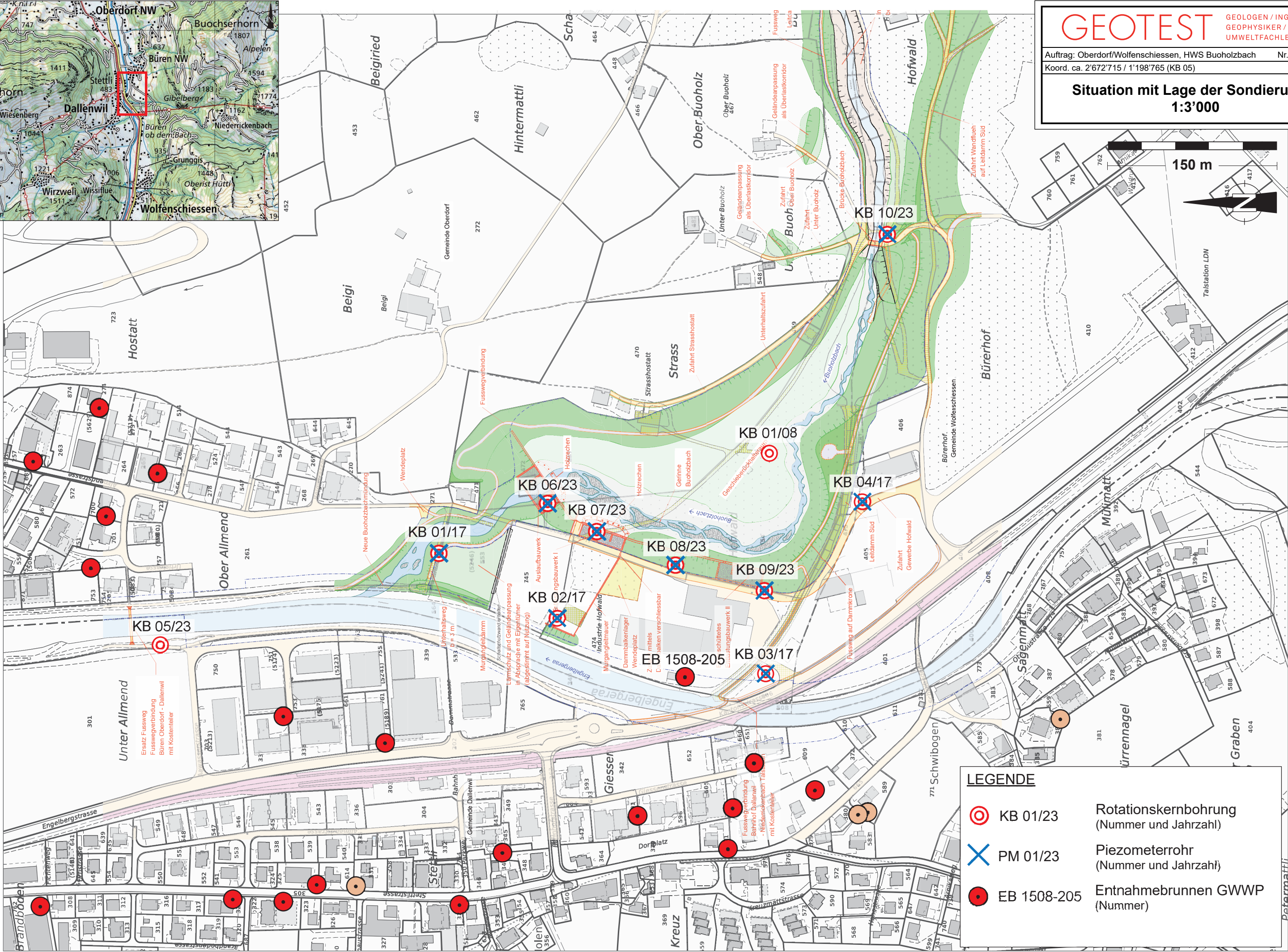
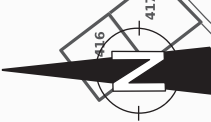
GEOTEST

GEOLOGEN / INGENIEURE /
GEOPHYSIKER /
UMWELTFACHLEUTE

Auftrag: Oberdorf/Wolfenschiessen, HWS Buholzbach Nr. 2322377.1
Koord. ca. 2'672'715 / 1'198'765 (KB 05)

Situation mit Lage der Sondierungen
1:3'000

150 m



LEGENDE

KB 01/23

Rotationskernbohrung
(Nummer und Jahrzahl)

PM 01/23

Piezometerrohr
(Nummer und Jahrzahl)

EB 1508-205

Entnahmebrunnen GWWP
(Nummer)

Objekt : Oberdorf, Wolfenschiessen,
HWS Buholzbach

Bohrprofil KB 05/23

Masstab 1:100

Auftrag Nr. : 2322377.1

Ausführungs-
datum : 06.02.2023 - 08.02.2023

Unternehmung : Gebr. Mengis AG

Bohrmeister : J. Rüdisüli

Bohrmethode : Kernbohrung

Koordinaten : 2'672'716 / 1'198'765

Plan Nr. : 2322377.1_KB05-23

Aufgenommen : S. Spichtig

Gezeichnet : A. Tarasińska

Geprüft : V. Nigg

Format : A3

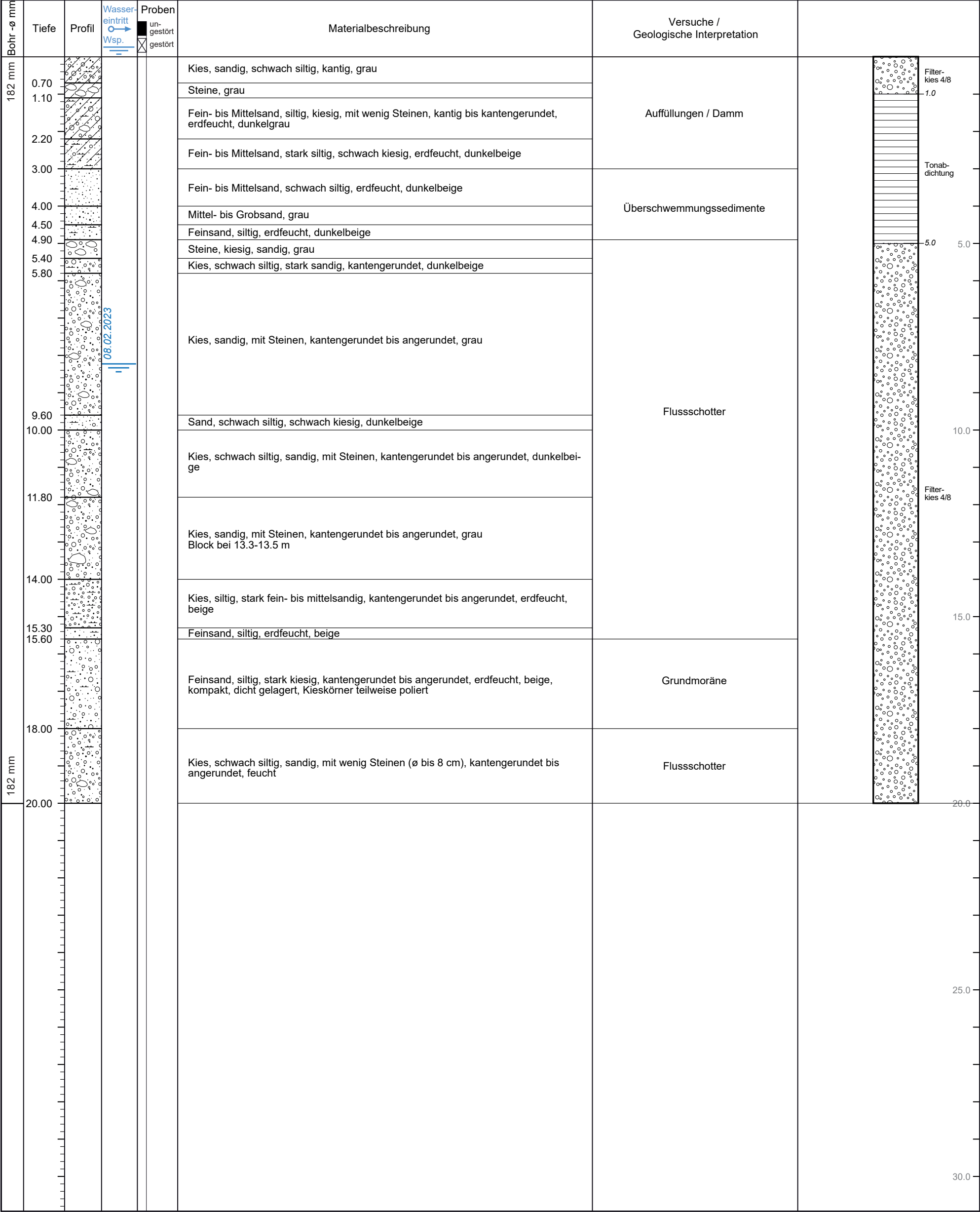
Terrainkote : ca. 483 m ü.M.

GEOTEST

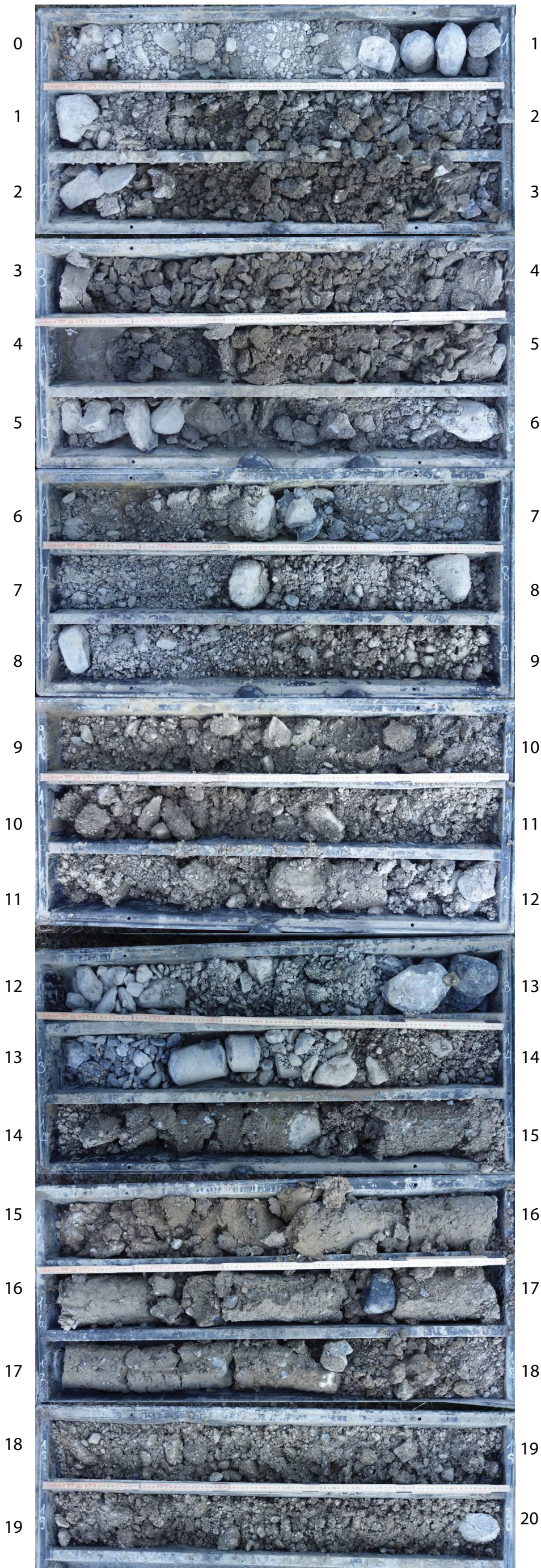
GEOLOGEN / INGENIEURE /
GEOPHYSIKER /
UMWELTFACHLEUTE

GEOTEST AG
GRISIGENSTRASSE 6
CH-6048 HORW

T + 41 (0)41 349 24 50
F + 41 (0)41 349 24 51
horw@geotest.ch

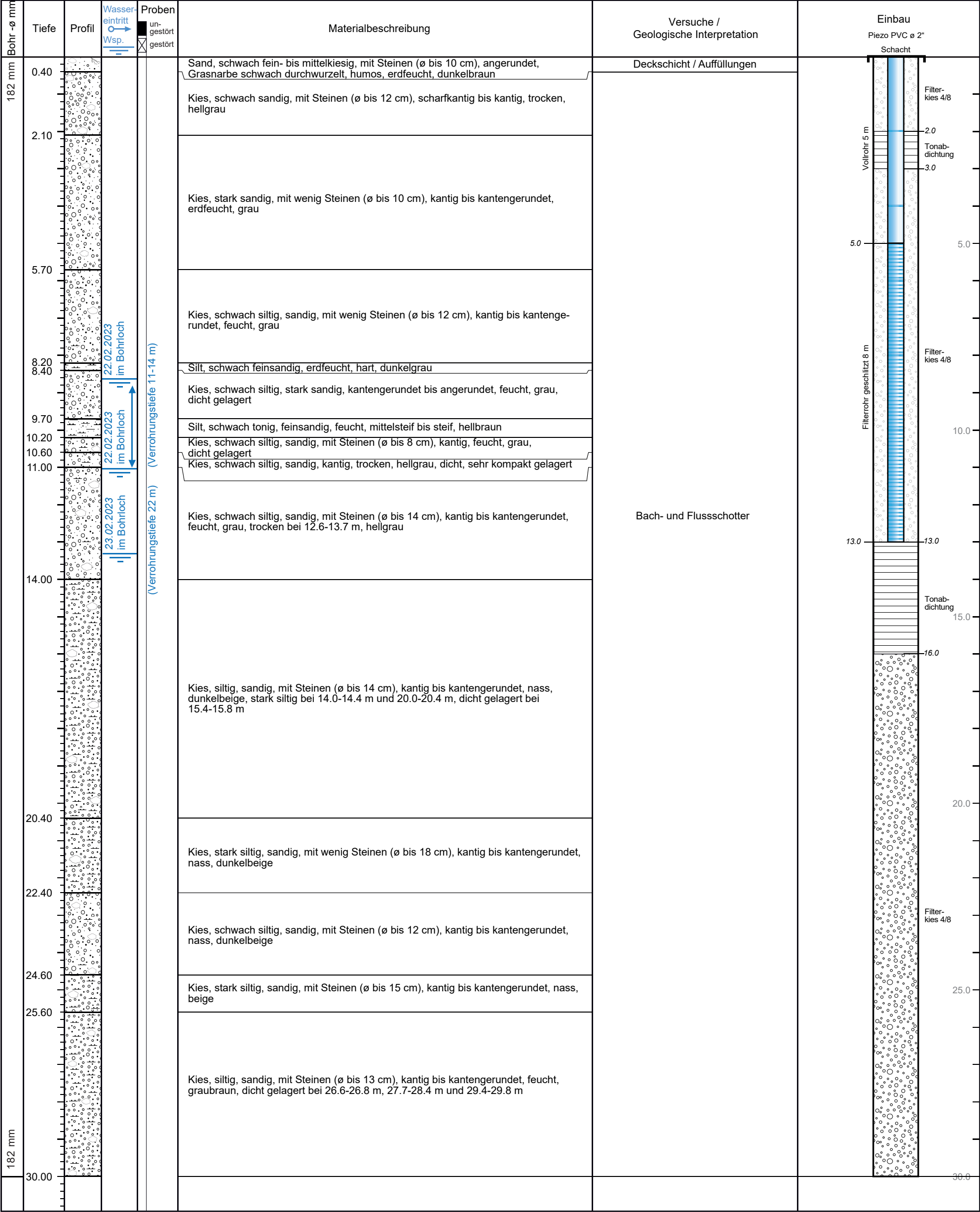


1 m bis 20 m

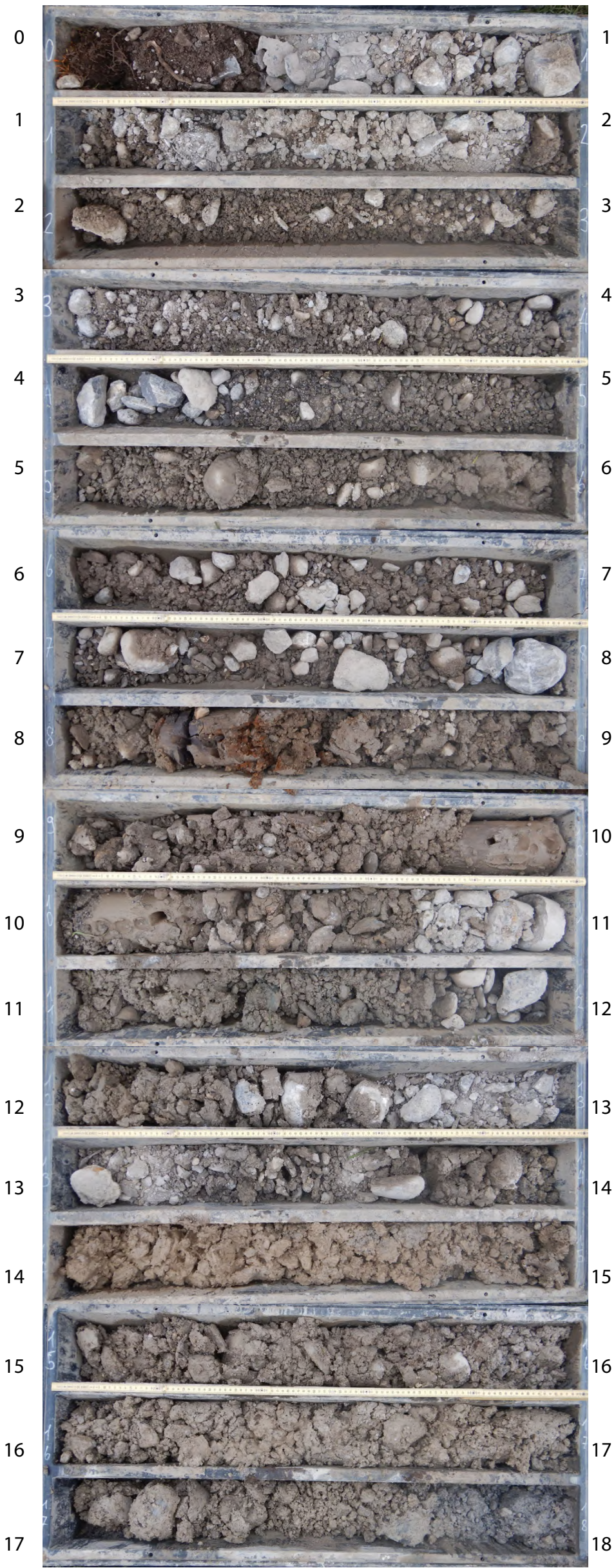


GEOTEST		GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE
Auftrag: Oberdorf/Wolfenschlessen, HWS Buchholzbad		Nr. 2322377.1
Koord. ca. 2672715 / 1198771		
Fotokokumentation		
KB 05/23		

Objekt : Oberdorf, Wolfenschiessen, HWS Buholzbach Bohrprofil KB 06/23 Masstab 1:100	Auftrag Nr. : 2322377.1	Plan Nr. : 2322177.1_KB06-23	GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE GEOTEST AG GRISIGENSTRASSE 6 CH-6048 HORW T + 41 (0)41 349 24 50 F + 41 (0)41 349 24 51 horw@geotest.ch
	Ausführungs- datum : 21.02.2023 - 23.02.2023	Aufgenommen : V. Nigg	
	Unternehmung : Gebr. Mengis AG	Gezeichnet : A. Tarasińska	
	Bohrmeister : J. Rüdüsüli	Geprüft : V. Nigg	
	Bohrmethode : Kernbohrung	Format : A3	
	Koordinaten : 2'672'839 / 1'198'413	Terrainkote : ca. 489.08 m ü.M. OK-Rohr : ca. 488.97 m ü.M.	



1 m bis 18 m

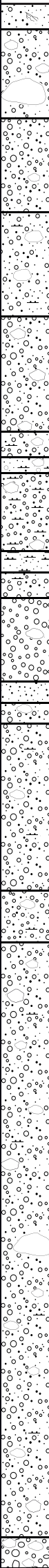
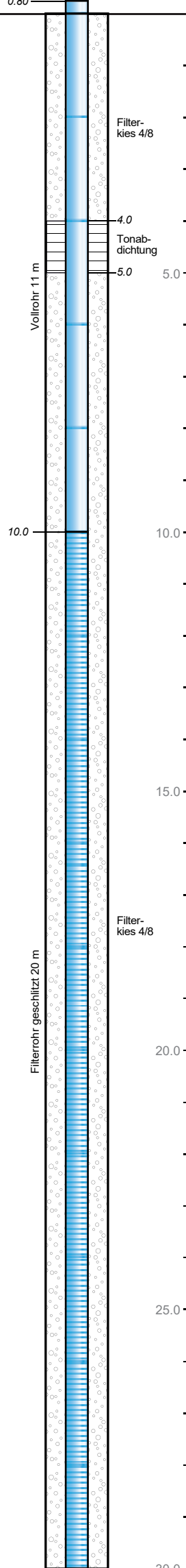


18 m bis 30 m

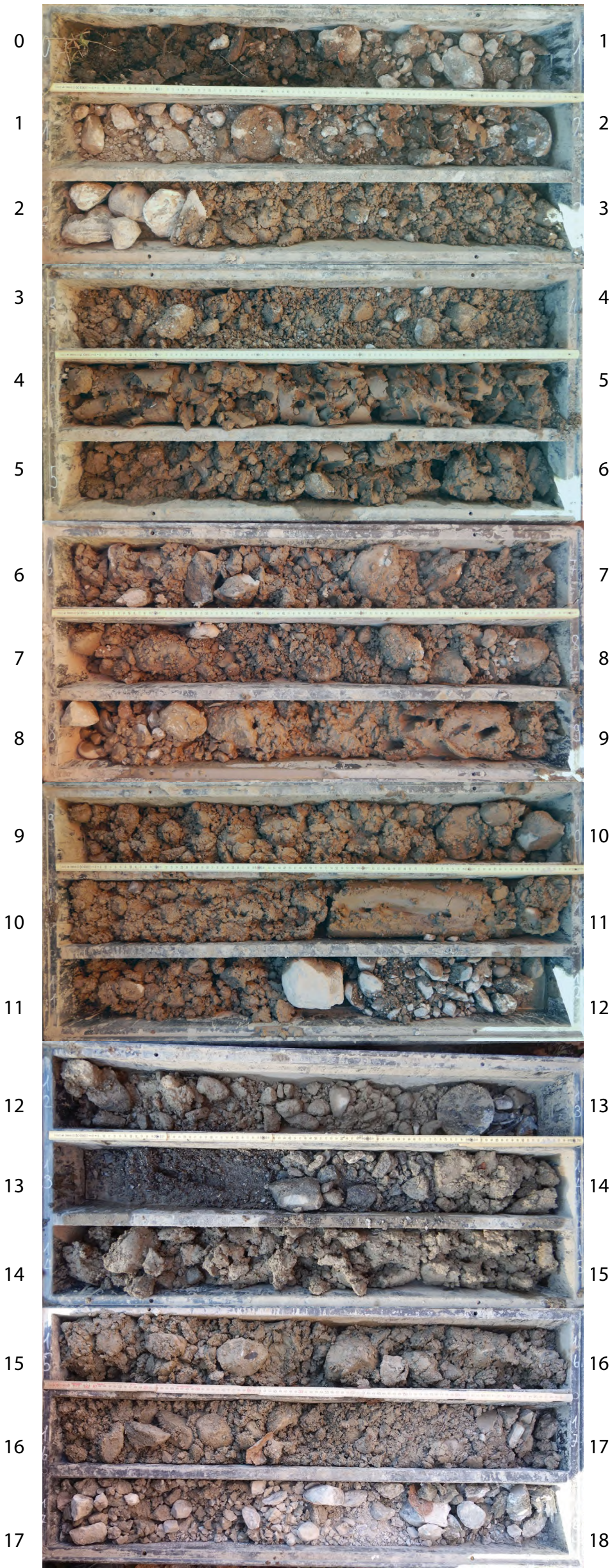


GEOTEST	
GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE	
Auftrag: Oberdorf/Wollenschlössen, HWS Buchholzbad	Nr. 2322377.1
Koord. ca. 2672839 / 1198413	
Fotokokumentation	
KB 06/23	

Objekt : Oberdorf, Wolfenschiessen, HWS Buholzbach Bohrprofil KB 07/23 Masstab 1:100	Auftrag Nr. : 2322377.1	Plan Nr. : 2322377.1_KB07-23	GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE GEOTEST AG GRISIGENSTRASSE 6 CH-6048 HORW T + 41 (0)41 349 24 50 F + 41 (0)41 349 24 51 horw@geotest.ch
	Ausführungs- datum : 10.02.2023 - 13.02.2023	Aufgenommen : V. Nigg/ S. Spichtig (16-30 m)	
	Unternehmung : Gebr. Mengis AG	Gezeichnet : A. Tarasińska	
	Bohrmeister : J. Rüdisüli	Geprüft : V. Nigg	
	Bohrmethode : Kernbohrung	Format : A3	
	Koordinaten : 2'672'817 / 1'198'372	Terrainkote : ca. 490.56 m ü.M. OK-Rohr : ca. 491.36 m ü.M.	

Bohr-ø mm	Tiefe	Profil	Wasser- eintritt Wsp.	Proben un- gestört gestört	Materialbeschreibung	Versuche / Geologische Interpretation	Einbau Piezo PVC ø 2" (obersten 2 m Stahlrohr)
182 mm	0.50				Sand, schwach kiesig, kantig, Streuschicht, Humos, Wurzeln, erdfeucht, dunkel- braun	Deckschicht / Auffüllungen	
	2.20				Mittel- bis Grobkies, sandig, mit Steinen (ø bis 12 cm), kantig bis kantengerundet, trocken, hellgrau, Block bei 1.8-2.0 m		
	4.00				Kies, stark mittel- bis grobsandig, mit wenig Steinen (ø bis 8 cm), kantig bis kantengerundet, nass, grau		
	6.00				Feinsand, schwach siltig, mittel- bis grobkiesig, mit Steinen (ø bis 13 cm), angerun- det, feucht, dunkelbeige, kompakt, sehr dicht, kiesiger Mittelsand in 5.0-5.2 m und 5.9-6.0 m Tiefe		
	8.20				Kies, mittel- bis grobsandig, mit Steinen (ø bis 12 cm), kantengerundet bis angerun- det, feucht, hellgrau		
	8.70				Mittel- bis Grobkies, schwach siltig, sandig, mit Steinen (ø bis 11 cm), kantengerun- det, nass, dunkelbeige		
	9.00				Feinsand, siltig, grobkiesig, mit wenig Steinen (ø bis 8 cm), kantig bis kantengerun- det, feucht, hellbraun, kompakt, sehr dicht		
	10.50				Kies, siltig, stark sandig, mit Steinen (ø bis 14 cm), kantengerundet bis angerundet, nass, grau		
	10.90				Silt, feinsandig, feucht, steif, dunkelbeige	Bach- und Flussschotter	
	11.40				Kies, schwach siltig, sandig, nass, grau		
	13.00				Kies, mit wenig Steinen (ø bis 13 cm), kantengerundet bis angerundet, nass, grau		
	13.40				Mittel- bis Grobsand, nass, grau		
	13.80				Kies, schwach mittel- bis grobsandig, mit wenig Steinen (ø bis 12 cm), kantengerun- det, nass, grau		
	17.00				Kies, schwach siltig, sandig, mit wenig Steinen (ø bis 12 cm), kantengerundet, feucht, grau, dicht gelagert		
	18.00				Kies, schwach siltig, stark feinsandig, mit Steinen, kantig bis kantengerundet, trocken, grau, dicht, kompakt gelagert		
	29.40				Kies, schwach siltig, sandig, mit Steinen, kantig bis kantengerundet, nass, dunkel- beige, Block bei 23.8-24 m		
	30.00				Steine, stark kiesig, kantig bis kantengerundet, nass, grau		

1 m bis 18 m



18 m bis 30 m



GEOTEST

GEOL. OGEN / INGENIEURE /
GEOPHYSIKER /
UMWELTFACHLEUTE

Auftrag: Oberdorf/Wolfenschlössen, HWS Buchholzbad

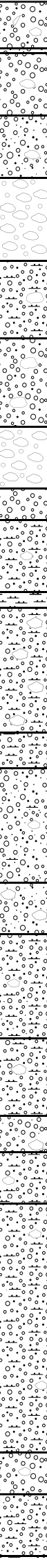
Nr. 2322377.1

Koord. ca. 2672817 / 1198372

Fotokokumentation

KB 07/23

Objekt : Oberdorf, Wolfenschiessen, HWS Buholzbach Bohrprofil KB 08/23 Massstab 1:100	Auftrag Nr. : 2322377.1	Plan Nr. : 2322377.1_KB08-23	GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE GEOTEST AG GRISIGENSTRASSE 6 CH-6048 HORW T + 41 (0)41 349 24 50 F + 41 (0)41 349 24 51 horw@geotest.ch
	Ausführungs- datum : 16.02.2023 - 17.02.2023	Aufgenommen : V. Nigg	
	Unternehmung : Gebr. Mengis AG	Gezeichnet : A. Tarasińska	
	Bohrmeister : J. Rüdisüli	Geprüft : V. Nigg	
	Bohrmethode : Kernbohrung	Format : A3	
	Koordinaten : 2'672'785 / 1'198'303	Terrainkote : ca. 492.28 m ü.M. OK-Rohr : ca. 492.12 m ü.M.	

Bohr-ø mm	Tiefe	Profil	Wasser- eintritt Wsp.	Proben un- gestört gestört	Materialbeschreibung	Versuche / Geologische Interpretation	Einbau Piezo PVC ø 2" Schacht
182 mm	0.90 1.00 2.20 3.40 5.00 6.50 8.20 9.40 10.00 11.40 11.70 14.10 14.80 17.00 18.00 20.00 21.50 22.20 23.20 28.00 28.80 30.00		03.03.2022, 18:50		Kies, schwach mittel- bis grobsandig, mit wenig Steinen (ø bis 8 cm), Fremdstoffe (Blähton, Ziegelsteine, <1%), kantig, geringmächtige Deckschicht mit Waldboden, erdfeucht, grau Sand, kiesig, Humos, feine Wurzeln, feucht, braun Mittel- bis Grobkies, mit wenig Steinen (ø bis 10 cm), kantengerundet, feucht, grau Kies, mittel- bis grobsandig, mit wenig Steinen (ø bis 8 cm), kantengerundet, feucht, grau Steine, mittel- bis grobkiesig, kantengerundet bis angerundet, feucht, hellgrau Fein- bis Mittelkies, siltig, sandig, mit wenig Steinen (ø bis 15 cm), kantengerundet, feucht, grau Kies, schwach grobsandig, mit Steinen (ø bis 13 cm), kantengerundet, feucht, grau Steine, grobkiesig, kantengerundet, feucht, hellgrau Kies, kantengerundet, feucht, hellgrau, Block bei 9.8-10.0 m Kies, siltig, sandig, mit wenig Steinen (ø bis 10 cm), kantig bis kantengerundet, nass, dunkelbeige Silt, feucht, weich, dunkelbeige Kies, siltig, sandig, mit Steinen (ø bis 14 cm), kantig bis kantengerundet, feucht, grau bis dunkelbeige Kies, stark siltig, sandig, kantengerundet, nass, beige Kies, schwach siltig, sandig, mit wenig Steinen (ø bis 8 cm), kantig bis kantengerundet, feucht, grau bis dunkelbeige Kies, sandig, mit Steinen (ø bis 12 cm), kantig bis kantengerundet, trocken, grau Kies, siltig, stark sandig, mit wenig Steinen (ø bis 8 cm), kantengerundet, feucht, dunkelbeige Kies, stark siltig, sandig, mit wenig Steinen (ø bis 12 cm), kantig bis kantengerundet, nass, beige Kies, schwach sandig, mit wenig Steinen (ø bis 17 cm), kantig bis kantengerundet, feucht, grau Kies, stark siltig, sandig, mit wenig Steinen (ø bis 8 cm), kantig bis kantengerundet, nass, beige Kies, stark siltig, sandig, mit wenig Steinen (ø bis 8 cm), kantig bis kantengerundet, feucht, dunkelbeige, dicht gelagert bei 23.8-24.2 m und 24.8-25.2 m, Mittel- bis Grobsand, schwach kiesig bei 27.5-27.8m Kies, schwach grobsandig, mit Steinen (ø bis 12 cm), kantig, nass, grau Kies, stark siltig, stark feinsandig, kantig, feucht, dunkelbeige, sehr dicht, kompakt gelagert bei 29.0-29.4 m	Deckschicht / Auffüllungen Bach- und Flussschotter	Vollrohr 10 m Filter- kies 4/8 2.0 Tonab- dichtung 3.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 Filterrohr geschlitzt 20 m

A vertical sequence of 18 horizontal wooden trays, each containing a different soil or sediment sample. The samples vary in color (brown, tan, grey, black), texture (fine, coarse, clumpy), and composition (clay, sand, silt, pebbles, rocks). The trays are arranged in a single column, showing a variety of geological or environmental specimens.

A vertical sequence of 12 soil profile photographs, each showing a different layer of soil. Each photograph includes a yellow ruler at the bottom for scale. The layers vary in color (brown, tan, grey) and texture (clayey, silty, pebbly). The layers are numbered 2 through 13 on the left side of the image.

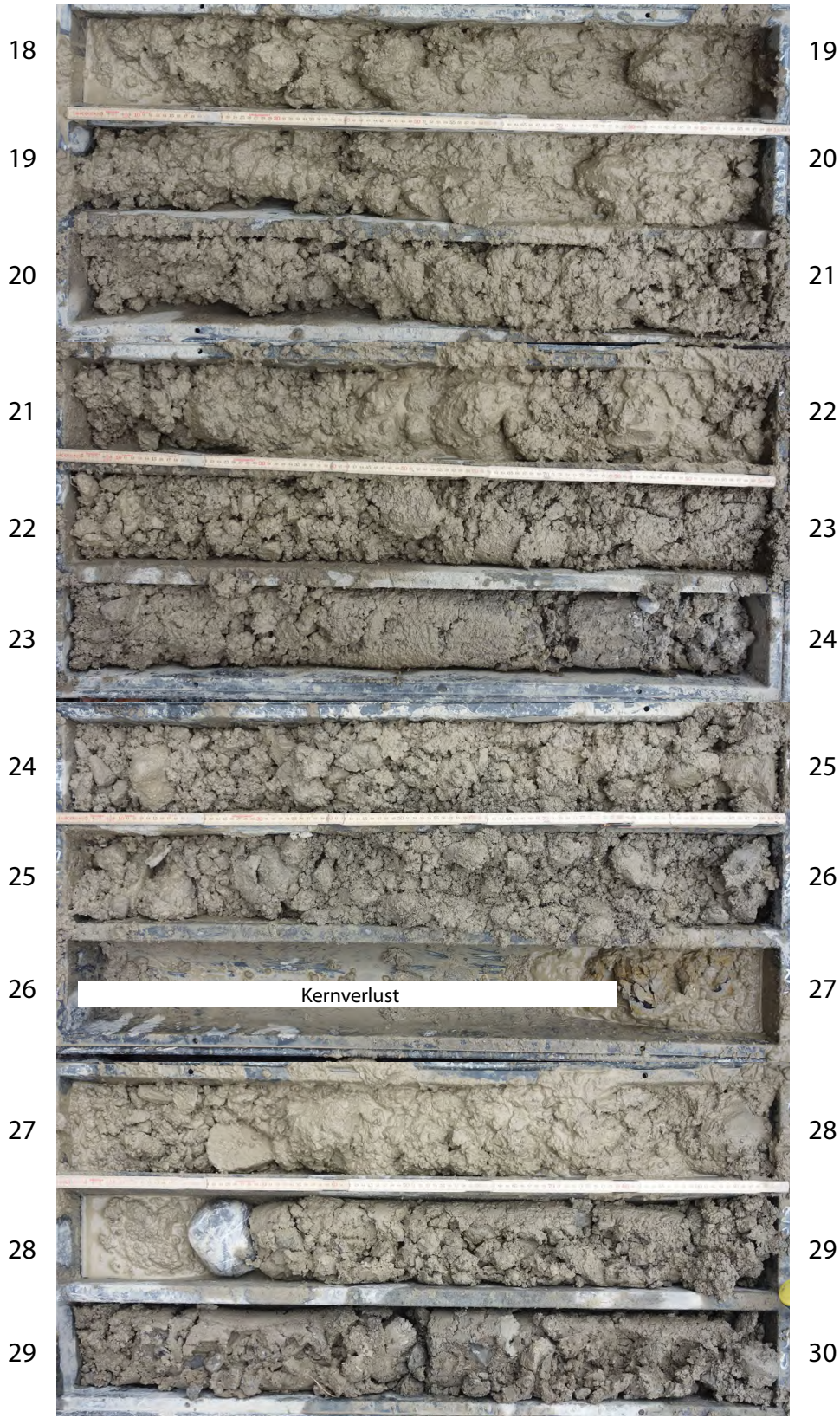
Objekt : Oberdorf, Wolfenschiessen, HWS Buholzbach Bohrprofil KB 09/23 Massstab 1:100	Auftrag Nr. : 2322377.1	Plan Nr. : 2322377.1_KB09-23	GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE GEOTEST AG GRISIGENSTRASSE 6 CH-6048 HORW T + 41 (0)41 349 24 50 F + 41 (0)41 349 24 51 horw@geotest.ch
	Ausführungs- datum : 27.02.2023 - 01.03.2023	Aufgenommen : S. Spichtig	
	Unternehmung : Gebr. Mengis AG	Gezeichnet : S. Wettstein	
	Bohrmeister : J. Rüdisüli	Geprüft : V. Nigg	
	Bohrmethode : Kernbohrung	Format : A3	
	Koordinaten : 2'672'764 / 1'198'232	Terrainkote : ca. 492.17 m ü.M. OK-Rohr : ca. 492.10 m ü.M.	

Bohr-ø mm	Tiefe	Profil	Wasser- eintritt Wsp.	Proben un- gestört gestört	Materialbeschreibung	Versuche / Geologische Interpretation	Einbau Piezo PVC ø 2" Schacht
182 mm	0.10				Asphaltbelag, schwarz	Deckschicht / Auffüllungen	
	1.30				Steine, sandig, kiesig, kantig bis kantengerundet, trocken, grau		Filter- kies 4/8
	2.00				Kies, schwach siltig, schwach sandig, mit wenig Steinen, kantengerundet, nass, dunkelbeige		1.0 Tonab- dichtung
	4.50				Steine und Blöcke, schwach siltig, sandig, stark kiesig, kantengerundet bis angerundet, feucht, dunkelbeige, grau		2.0
	10.00				Kies, schwach siltig, sandig, mit wenig Steinen, angerundet, nass, grau		5.0
	10.40				Kernverlust		10.0
	11.50				Kies, schwach siltig, stark sandig, mit wenig Steinen, angerundet, nass, dunkelbeige		
	12.00				Kies, schwach siltig, stark feinsandig, mit Steinen, kantig bis kantengerundet, erdfeucht, grau; dicht kompakt gelagert	Bach- und Flussschotter	12.0
	13.00				Kies, siltig, sandig, mit Steinen, kantengerundet, nass, hellbraun		
	13.40				Kies, schwach siltig, stark fein- bis mittelsandig, kantengerundet, erdfeucht, dunkelbeige; dicht kompakt gelagert		
	14.00				Steine und Blöcke, kiesig, grau		
	16.10				Kies, schwach siltig, stark fein- bis mittelsandig, mit Steinen, kantengerundet, erdfeucht, grau; dicht kompakt gelagert		15.0 Filter- kies 4/8
	18.00				Kies, schwach siltig, sandig, mit wenig Steinen, kantengerundet bis angerundet, feucht, beige		
	20.00				Kies, siltig, stark sandig, mit wenig Steinen, angerundet, nass, beige		20.0
	23.80				Kies, schwach siltig, sandig, mit wenig Steinen, kantengerundet bis angerundet, nass, beige		
	24.00				Kies, schwach siltig, fein- bis mittelsandig, erdfeucht, grau		
	25.40				Kies, schwach siltig, sandig, mit wenig Steinen, kantengerundet bis angerundet, nass, dunkelbeige		25.0
	26.00				Sand, schwach siltig, stark kiesig, mit wenig Steinen, kantengerundet bis angerundet, nass, dunkelbeige		26.0
	26.80				Kernverlust		Vollr. 1 m
	27.00				Feinsand, siltig, feucht, hellgrau, beige		27.0
	28.90				Kies, siltig, stark sandig, mit Steinen, kantengerundet, nass, beige		
	30.00				Kies, siltig, stark sandig, kantengerundet, feucht, grau, dicht gelagert		30.0

1 m bis 18 m

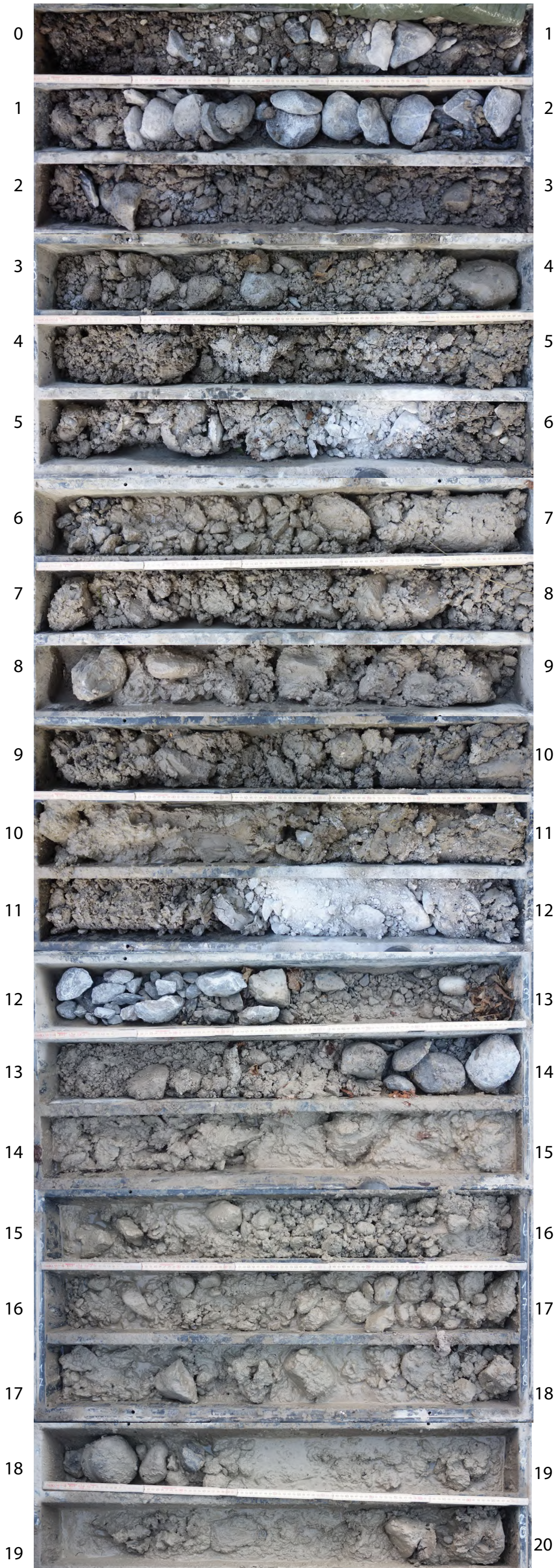


18 m bis 30 m



GEOTEST		GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE
Auftrag: Oberdorf/Wolfenschlessen, HWS Buchholzbad		Nr. 2322377.1
Koord. ca. 2672764 / 1198232		
Fotokokumentation		
KB 09/23		

1 m bis 20 m

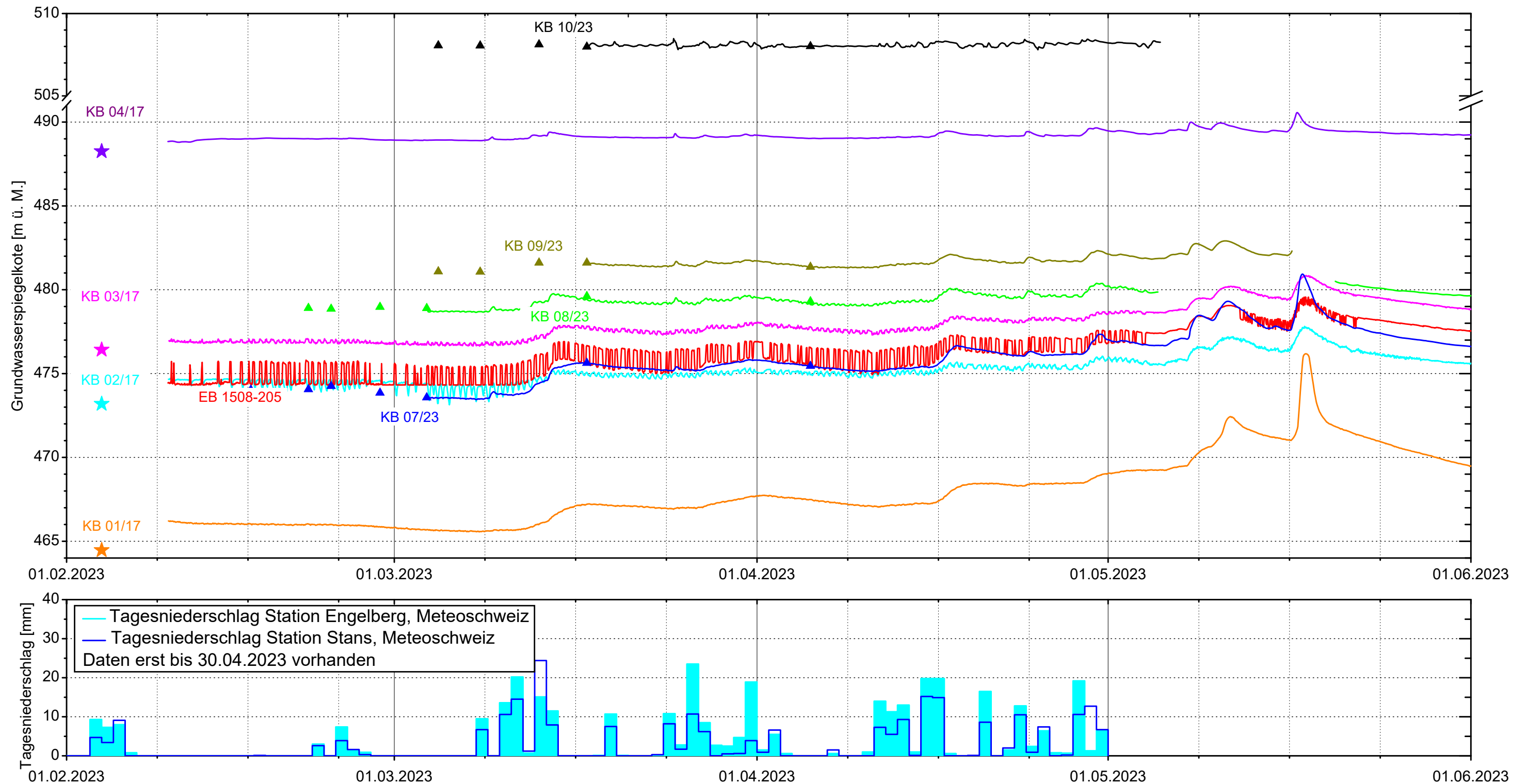


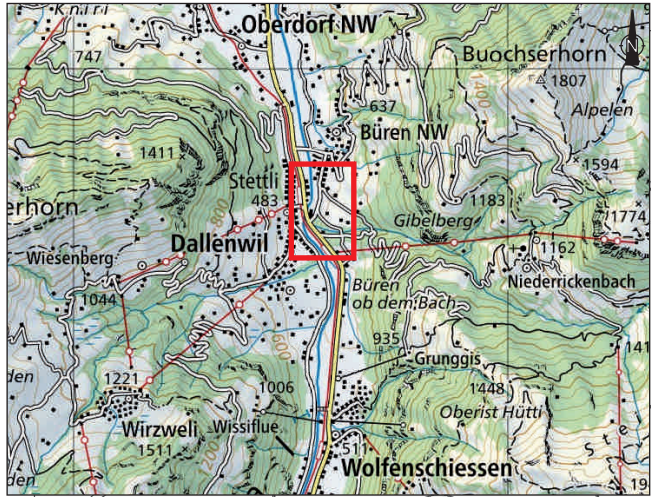
GEOTEST		GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE
Auftrag: Oberdorf/Wolfenschlessen, HWS Buchholzbad		Nr. 2322377.1
Koord. ca. 2673075 / 1198113		
Fotokokumentation		
KB 10/23		

Grundwasserganglinien Februar - Mai 2023

Legende

- | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|---------------|
| — KB 01/17 | — KB 03/17 | — EB 1508-205 |
| ★ KB 01/17 Minimalstand 01.12.2018 | ★ KB 03/17 Minimalstand 01.12.2018 | ▲ KB 07/23 |
| — KB 02/17 | — KB 04/17 | — KB 08/23 |
| ★ KB 02/17 (Minimalstand 15.02.2017) | ★ KB 04/17 Minimalstand 01.12.2018 | ▲ KB 09/23 |
| | | — ▲ KB 10/23 |



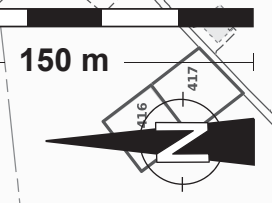
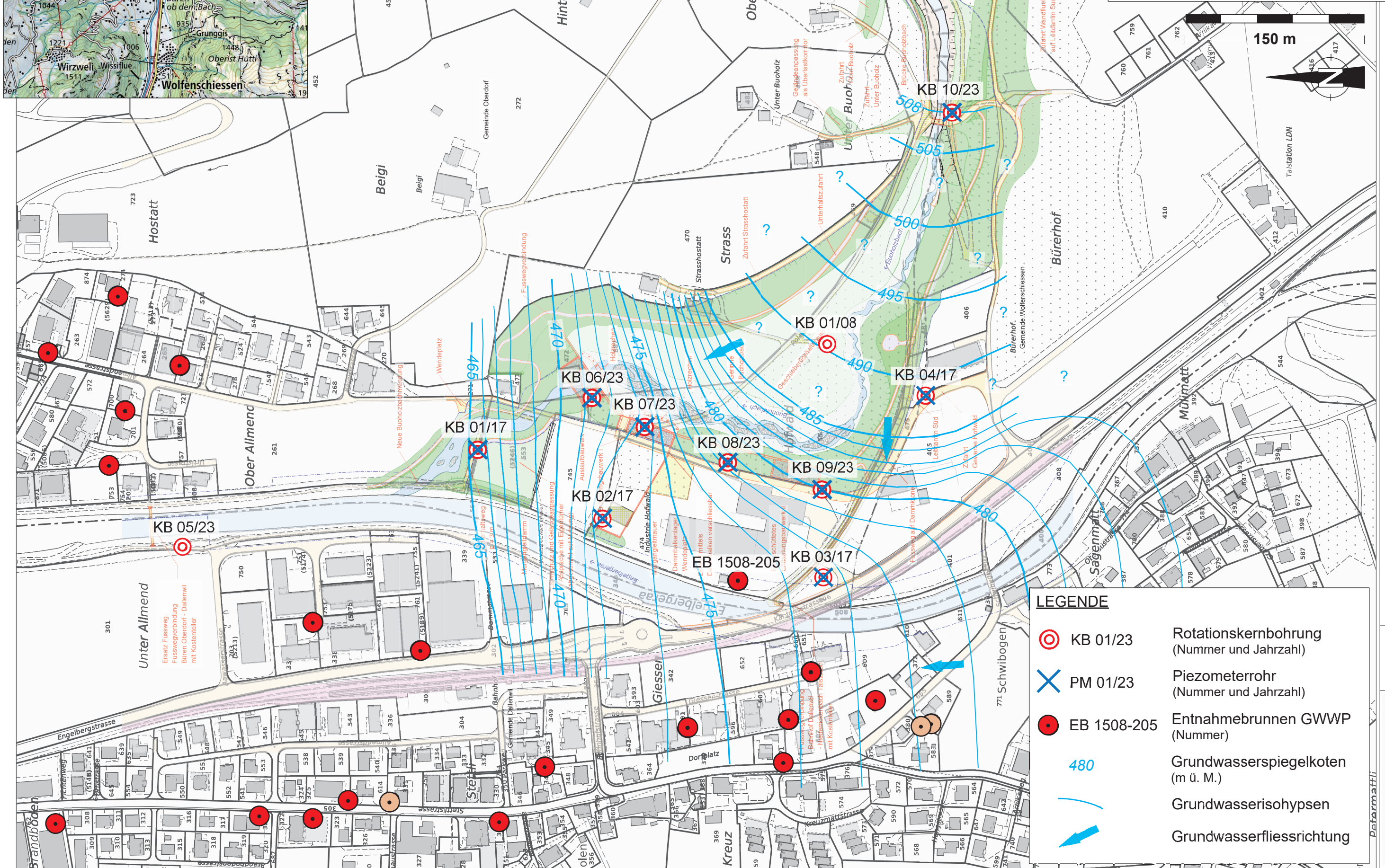


GEOTEST

GEOLOGEN / INGENIEURE /
GEOPHYSIKER /
UMWELTFACHLEUTE

Auftrag: Oberdorf/Wolfenschiessen, HWS Buholzbach Nr. 2322377.1
Koord. ca. 2'672'715 / 1'198'765 (KB 05)

Grundwasserisohypsen am 08. März 2023
1:3'000



LEGENDE

- KB 01/23 Rotationskernbohrung (Nummer und Jahrzahl)
- PM 01/23 Piezometerrohr (Nummer und Jahrzahl)
- EB 1508-205 Entnahmebrunnen GWWP (Nummer)
- 480 Grundwasserspiegelkoten (m ü. M.)
- Grundwasserisohypsen
- Grundwasserfliessrichtung