

Tiefbauamt Graubünden, Chur

748.00 Valserstrasse

Abschnitt Uorsertobel – Sontga Catrina

Geologische Grundlagen

GEOLOGISCH-GEOTECHNISCHER BERICHT

Bericht Nr.: 5985-2
Datum: 8. Mai 2019
Sachbearbeiter: F. Brunold MSc ETH Erdw., Th. Breitenmoser Dipl. Natw. ETH



Büro für Technische Geologie AG

Grossfeldstrasse 74, Postfach 78, CH-7320 Sargans
Telefon +41 81 720 09 39, Fax +41 81 720 09 30
info@btgeo.ch, www.btgeo.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	1
1.1.	Auftrag	1
1.2.	Aufgabenstellung	1
1.3.	Verwendete Unterlagen	1
2.	Durchgeführte Untersuchungen	2
3.	Geologisch-hydrogeologischer Überblick	2
4.	Resultate der Untersuchungen	2
4.1.	Feldkartierung	2
4.1.1.	Lockergestein	2
4.1.2.	Fels	3
4.2.	Baggerschlitz	4
4.3.	Hydrogeologie	9
4.4.	Strasse und Kunstbauten	10
4.5.	Prüfperimeter chemische Bodenbelastungen	11
5.	Beurteilung / Geologisches Modell	12
5.1.	Geologisches Modell	12
5.2.	Baugrundwerte	13
5.3.	Felskennwerte	13
5.4.	Standortrisiken	14
5.4.1.	Gravitative Naturgefahren	14
5.4.2.	Erdbeben	14
5.5.	Hydrogeologie	14
5.6.	Kenntnislücken, Unsicherheiten	15
6.	Bauliche Folgerungen	15
6.1.	Allgemeines	15
6.2.	Aushub	15
6.3.	Hang- und Böschungsstabilitäten	16
6.3.1.	Temporäre Böschungen	16
6.3.2.	Permanente Böschungen	16
6.4.	Foundation: Tragfähigkeit, Setzungen	17
6.5.	Wasserhaltung	17

6.5.1.	Temporär	17
6.5.2.	Permanent	18
6.5.3.	Meteorwasserversickerung	18
6.6.	Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials	18
7.	Abschliessende Bemerkungen / Empfehlungen	18

ANHÄNGE

- 1 Übersichtskarte, 1:25'000
- 2 Geologische Karte, 1:10'000
- 3 Gefahrenkarte Rutschung, Kanton Graubünden, 1:5'000
- 4 Statistische Auswertung Gefügemessungen; Stereographische Projektion
- 5 Fotodokumentation

BEILAGEN

- 1 Situation mit geologischer Oberflächenkartierung, 1:1'000
- 2 Geologische Querprofile 1 bis 11, 1:100

1. EINLEITUNG

1.1. Auftrag

Mit schriftlicher Auftragsvergabe vom 4. Dezember 2018 erteilte das Tiefbauamt Graubünden, Chur, unserem Büro den Auftrag zur Erarbeitung der allgemeinen geologischen Grundlagen für die Projektierung des Strassenausbaus der Valserstrasse zwischen dem Uorsertobel und Sontga Catrina (mittlere Koordinaten: 2'733'410/1'172'875).

1.2. Aufgabenstellung

Die Valserstrasse wird zwischen dem Uorsertobel und Sontga Catrina ausgebaut. Für die Projektierung des Strassenausbaus sollen die allgemeinen geologischen Grundlagen erarbeitet werden.

Die geologischen Grundlagen für den Neubau der Brücke Uorsertobel sind in unserem Bericht-Nr. 5985-1 [8] erläutert.

1.3. Verwendete Unterlagen

- [1] BUWAL 2002: Vollzug Umwelt, Wegleitung; Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen.
- [2] Schweizer Norm SIA 261 Bauwesen, 2014: Einwirkungen auf Tragwerke (SN 505 261).
- [3] Casutt Wyrsch Zwicky AG, Chur, Plan-Nr. 1344.004 vom 31.03.2017: Valserstrasse, Uorsertobel – Sontga Catrina, Ausführungsprojekt, Querprofile 1:100 / 200.
- [4] Casutt Wyrsch Zwicky AG, Chur, Plan-Nr. 1344.001 vom 10.07.2017: Valserstrasse, Uorsertobel – Sontga Catrina, Variantenstudie, Situation 1:500, m 0 – m 520.
- [5] Casutt Wyrsch Zwicky AG, Chur, Plan-Nr. 1344.002 vom 10.07.2017: Valserstrasse, Uorsertobel – Sontga Catrina, Variantenstudie, Situation 1:500, m 520 – m 900.
- [6] Geoportal der kantonalen Verwaltung Graubünden (map.geo.gr.ch, November 2018): Gewässerschutzkarte, Kataster belastete Standorte, Prüfperimeter chemische Bodenbelastungen, Geocover, INSAR-Karte, Gefahrenkarte, Prüfperimeter chemische Bodenbelastungen.
- [7] Geoportal der Schweizer Eidgenossenschaft – swisstopo (map.geo.admin.ch, November 2018): Orthophoto, Landeskarte 1:10'000.
- [8] BTG Büro für Technische Geologie AG, Sargans, Bericht Nr. 5985-1 vom 27. Februar 2019: 748.00 Valserstrasse, Brücke Uorsertobel, Geologisch-geotechnischer Bericht.

2. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Am 6. November 2018 fand eine erste Begehung des Untersuchungsgebietes mit Christoph Nänni (TBA GR) und Thomas Breitenmoser (BTG) statt.

Am 21. und 22. November 2018 wurden durch die Bauunternehmung Richard Schmid AG, Ilanz, 11 bis 6.0 m tiefe Baggerschlitze (BS1/18 bis BS11/18) ausgeführt. Die Baggerschlitze wurden von uns begleitet, geologisch aufgenommen und interpretiert.

Ebenfalls am 21. und 22. November 2018 wurden die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse berg- und talseits der Valserstrasse zwischen dem Uorsertobel und Sontga Catrina mit einer Oberflächenkartierung erfasst.

3. GEOLOGISCH-HYDROGEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich zwischen der Brücke Uorsertobel und Sontga Catrina (Abzweigung nach Tersnaus) über eine Länge von rund 900 m. Gemäss der geologischen Karte [6] besteht der Untergrund in der näheren Umgebung der Strasse aus Hangschutt, Moräne und Fels.

Der im Untersuchungsperimeter anstehende Fels besteht aus Gesteinen der Peidener-Schuppenzone und der Grava-Decke. Bei den Gesteinen der Peidener-Schuppenzone handelt es sich um Sandkalke und tonige Kalkschiefer (Untere Stgir-Serie) sowie sandiger Tonschiefer mit grauen Kalkbänken (Inferno-Serie). Die Grava-Decke besteht an der Grenze zur Peidener-Schuppenzone aus Trias (Dolomit, Marmor, Quarzit, Phyllite). Darüber folgt eine Wechsellagerung aus schwarzen Tonschiefern und sandigen Kalkbänken (Bündnerschiefer).

Das Untersuchungsgebiet liegt vollständig im Gewässerschutzbereich üB [6]. In der näheren Umgebung der Strasse sind keine Quellen vorhanden. Im Untersuchungsgebiet sind mehrere Oberflächengewässer (Valser Rhein, Bach Uorsertobel, Bach Gruoba) sowie zeitweise wasserführende Rinnen, welche die Strasse queren, vorhanden.

4. RESULTATE DER UNTERSUCHUNGEN

4.1. Feldkartierung

An den Feldbegehungen wurde das Gelände geologisch kartiert. Die Befunde sind in der Situation (Beilage 1) dargestellt. Die Fotodokumentation im Anhang 5 enthält Fotos der relevanten Beobachtungen.

4.1.1. Lockergestein

Die Lockergesteinsbedeckung besteht im Untersuchungsgebiet bergseits der Valserstrasse aus Moräne und talseits aus künstlicher Schüttung, Hangschutt und Moräne.

Die Moräne ist hauptsächlich bergseits der Strasse als relativ geringmächtige Schicht über dem Fels sowie talseits zwischen der Brücke Uorsertobel und Runtschi (Pm120-Pm545) und zwischen Pm675 und Sontga Catrina (oberes Projektende) vorhanden. Hangschutt tritt talseits der Valserstrasse zwischen Pm240-Pm300, Pm325-Pm395, Pm410-Pm485 und Pm600-Pm675 auf. Künstliche Schüttung ist talseits entlang der Valserstrasse zwischen Pm100 und Pm490, im Bereich Pm600 sowie zwischen Pm 685 bis Pm820 (SM9 und SM10) vorhanden.

Die Zusammensetzung der vorhandenen Lockergesteinsvarietäten ist aus den Beschreibungen der Baggerschlitzte BS1/18 bis BS11/18 im Kapitel 4.2 zu entnehmen.

4.1.2. Fels

Felsaufschlüsse sind mehrheitlich bergseits und nur vereinzelt talseits der Valserstrasse vorhanden (vgl. Beilage 1).

Bergseits der Valserstrasse handelt es sich bei den Felsaufschlüssen zwischen Pm100 (Brücke Uorsertobel) und ca. Pm230 um grünliche, feinkörnige, glimmerreiche Phyllite (Trias der Grava-Decke, Anhang 5, Fotos 16 und 17). Bei ca. Pm230 liegt die Grenze zwischen der Trias und dem Bündnerschiefer. Der Bündnerschiefer (Grava-Decke) besteht aus einer Wechsellagerung von dunkelgrauen, feinkörnigen, glimmerreichen, phyllitischen bis geschieferten Tonschiefern und grauen, mittelkörnigen, sandigen Kalkschiefern (Anhang 5, Fotos 18, 19, 21 und 29). Ab ca. Pm230 bis zum oberen Ende des Untersuchungsgebietes bei Sontga Catrina (Abzweigung Tersnaus) bestehen die berg- sowie die talseitigen Felsaufschlüsse aus Bündnerschiefer. Die Wechsellagerung bewegt sich im cm- bis dm-Bereich. Zudem treten im Bündnerschiefer oft Quarz- und Kalzit-Linsen bzw. -Adern auf.

An der Oberfläche ist der Bündnerschiefer sowie die Trias mehrheitlich stark verwittert, aufgelockert und zerbrochen. Dabei zeigen die Tonschieferlagen einen höheren Verwitterungsgrad als die Kalkschiefer- und Sandkalklagen.

Die Schieferung s zeigt unterschiedliche Orientierungen an, was auf die Verfaltung des Gebirges hinweist. Es können zwei Kluftscharen (k1, k2) unterschieden werden. Der Durchtrennungsgrad der Klüfte ist gering (< 1 m). Die Kluftflächenabstände sind klein bis mittel (0.15-2 m).

Die statistische Auswertung der eingemessenen Trennflächen erfolgte in einer flächentreuen stereographischen Projektion (Schmidt'sches Netz, vgl. Anhang 4). Die angegebenen Mittelwerte in der Tabelle 1 entsprechen nicht dem arithmetischen Mittel sondern der häufigsten Lage der Messwerte (= Dichtemaximum der Verteilung der Flächenpole).

Tabelle 1: Mittelwerte der Orientierung der Trennflächen (Schieferung, Klüftung)	
Trennfläche	Orientierung (Fallazimut/Fallwinkel)
Schieferung s	146/34
Klüftung k1	203/78
Klüftung k1'	019/75
Klüftung k2	279/69

4.2. Baggerschlitz

In den Tabellen 2 bis 12 sind die Befunde der Baggerschlitz BS1/18 bis BS11/18 aufgeführt. Die Sondierstandorte sind in der Beilage 1 eingezeichnet und die Fotodokumentation ist im Anhang 5 zu finden.

Tabelle 2: Baggerschlitz BS1/18 (Anhang 5, Fotos 1 und 2)		
Tiefe ab OKT [m] ab bergseitigem Baggerschlitzrand	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.15	Sand, siltig, schwach kiesig, schwach tonig; dunkelbraun; durchwurzelt; Komponenten: kantig; feucht	Boden
0.15 – 0.5	Sand, siltig, schwach kiesig, schwach tonig, wenig Steine Ø 8-10 cm, vereinzelt Blöcke Ø 0.2-0.3 m; dunkelbraun; Komponenten: kantig bis kantengerundet; feucht	Moräne
0.5 – 0.9	Sand, kiesig, schwach siltig, wenig Steine Ø 8-16 cm, vereinzelt Blöcke Ø 0.2-0.3 m; braun; Komponenten: kantig bis kantengerundet, polymikt (Bündnerschiefer, Gneis); feucht	
0.9 – 1.0	mürber, verwitterter Fels, Schieferung noch erkennbar (Silt, tonig, schwach sandig; schwarz)	Fels (Inferno-Serie)
1.0 – 1.3	verwitterter Fels, schwarzer, stark toniger, sandiger Kalkschiefer	
1.3 – 1.7	kompakter Fels, schwarzer, stark toniger, sandiger Kalkschiefer, fällt gegen Süden ein	

Bemerkungen:

- Baggerschlitz standfest
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 3: Baggerschlitz BS2/18 (Anhang 5, Foto 3)		
Tiefe ab OKT [m] ab bergseitigem Baggerschlitzrand	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.2	Feinsand, siltig, schwach kiesig; dunkelbraun; durchwurzelt; Komponenten: kantig, Bündnerschiefer; feucht	Boden
0.2 – 0.8	Kies, siltig, schwach sandig, schwach tonig, reichlich Steine Ø 6-20 cm, wenig bis reichlich Blöcke Ø 0.2-0.3 m, z.T. bis Ø 0.6 m; dunkelgrau; Wurzeln bis 0.4 m Tiefe; Komponenten: kantig bis kantengerundet (Bündnerschiefer); feucht	Künstliche Schüttung (Material Felsabtrag)
0.8 – 2.3	Kies, siltig, schwach sandig, schwach tonig, reichlich Steine Ø 6-20 cm, wenig bis reichlich Blöcke Ø 0.2-0.3 m, z.T. bis Ø 0.6 m; dunkelgrau; Komponenten: kantig bis kantengerundet (Bündnerschiefer); feucht	Hangschutt
2.3 – 2.7	Kies, siltig, schwach sandig, schwach tonig; dunkelgrau-schwarzer verwitterter Bündnerschiefer-Block	
2.7 – 4.3	Silt, kiesig, schwach sandig, schwach tonig bis tonig; braun-dunkelbraun; Komponenten: kantig, Bündnerschiefer; feucht	Moräne

Bemerkungen:

- Baggerschlitz standfest, z. T. nachbrüchig bis 0.8 m
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 4: Baggerschlitz BS3/18 (Anhang 5, Foto 4)		
Tiefe ab OKT [m] ab bergseitigem Baggerschlitzrand	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.2	Sand, siltig, schwach kiesig, schwach tonig; dunkelbraun; durchwurzelt; Komponenten: kantig, Bündnerschiefer; feucht	Boden
0.2 – 1.4	Kies, sandig, siltig, schwach tonig, reichlich Steine Ø 6-10 cm, wenig Blöcke Ø 0.2-0.3 m; grau; Wurzeln bis 0.6 m Tiefe; Komponenten: kantig bis kantengerundet, Bündnerschiefer; feucht	Künstliche Schüttung (umgelagerter Hangschutt)
1.4 – 2.9	Sand, kiesig, siltig, schwach tonig, reichlich Steine Ø 8-12 cm, wenig Blöcke Ø 0.3-0.4 m, z.T. bis Ø 0.6 m; braun-dunkelgrau; Komponenten: kantig bis kantengerundet; feucht	Moräne
2.9 – 4.6	Silt, sandig, schwach kiesig, schwach tonig bis tonig, wenig Steine Ø 6-8 cm; braun; Komponenten: kantig bis kantengerundet, Bündnerschiefer mit Quarzadern; feucht	

Bemerkungen:

- Baggerschlitz standfest, z. T. nachbrüchig bis 2.9 m
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 5: Baggerschlitz BS4/18 (Anhang 5, Foto 5)		
Tiefe ab OKT [m] ab bergseitigem Baggerschlitzrand	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.1	Sand, siltig, schwach kiesig, schwach tonig; hellbraun; durchwurzelt; Komponenten: kantig, Bündnerschiefer; feucht	Boden
0.1 – 0.8	Kies, sandig, schwach siltig, wenig Steine Ø 6-10 cm; grau; Wurzeln bis 0.6 m Tiefe; Komponenten: kantengerundet, polymikt (Grüngesteine, Gneis); feucht	Künstliche Schüttung
0.8 – 1.2	Sand, kiesig, siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 6-10 cm; braun-grau; Komponenten: kantig bis kantengerundet, polymikt (Trias, Bündnerschiefer); feucht	
1.2 – 2.8	Sand, kiesig, schwach siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 6-10 cm; braun; Komponenten: kantig bis kantengerundet, Bündnerschiefer; feucht	Hangschutt
2.8 – 3.7	Kies, siltig, schwach sandig, schwach tonig, wenig Steine Ø 8-12 cm, wenig Blöcke Ø 0.3-0.4 m, z.T. bis Ø 0.6 m; beige-braun; Komponenten: kantig, polymikt (Bündnerschiefer, Trias); feucht	
3.7 – 4.9	Kies, sandig, siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 10-15 cm, wenig Blöcke Ø 0.3-0.4 m; braun; Komponenten: kantig bis kantengerundet, polymikt (Bündnerschiefer mit Quarz- und Kalzitadern); feucht	Moräne

Bemerkungen:

- Baggerschlitz standfest, z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 6: Baggerschlitz BS5/18 (Anhang 5, Foto 6)		
Tiefe ab OKT [m] ab bergseitigem Baggerschlitzrand	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.15	Sand, siltig, schwach kiesig, schwach tonig; dunkelbraun; durchwurzelt; Komponenten: kantig; feucht	Boden
0.15 – 1.6	Sand, kiesig, siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 6-10 cm, wenig Blöcke Ø 0.3-0.4 m; dunkelgrau; Wurzeln bis 0.4 m Tiefe; Komponenten: kantig; feucht	Künstliche Schüttung (umgelagerter Hangschutt)
1.6 – 1.8	Beton – Mauerfuss (SM3)	Stützmauer
1.8 – 3.2	Sand, siltig, schwach kiesig bis kiesig, schwach tonig, wenig Steine Ø 8-12 cm; braun; lokal Wurzeln; Komponenten: kantig bis kantengerundet; feucht	Moräne
3.2 – 4.0	Wechselagerung aus schwarzen, feinkörnigen Tonschiefern und dunkelgrauen, sandigen Kalkschiefern (Einfallen nicht erkennbar)	Fels (Bündner- schiefer)

Bemerkungen:

- Baggerschlitz standfest
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 7: Baggerschlitz BS6/18 (Anhang 5, Foto 7)		
Tiefe ab OKT [m] ab bergseitigem Baggerschlitzrand	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.1	Sand, siltig, schwach kiesig, schwach tonig; dunkelbraun; durchwurzelt; Komponenten: kantig; feucht	Boden
0.1 – 1.5	Sand, kiesig, siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 6-12 cm, vereinzelt Blöcke Ø 0.2-0.5 m; dunkelgrau-silbrig; Komponenten: kantig bis z.T. kantengerundet, Bündnerschiefer; feucht	Künstliche Schüttung (umgelagerter Hangschutt)
1.5 – 1.7	Beton – Mauerfuss (SM3)	Stützmauer
1.7 – 2.0	Kies, sandig, siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 8-15 cm, dunkelgrau-silbrig; lokal Wurzeln; Komponenten: kantig bis kantengerundet, Bündnerschiefer; feucht	Hangschutt
2.0 – 2.5	Sand, kiesig, siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 8-15 cm; dunkelbraun; Komponenten: kantig bis kantengerundet, Bündnerschiefer; feucht	Moräne
2.5 – 3.3	Wechselagerung aus schwarzen, feinkörnigen Tonschiefern und dunkelgrauen, sandigen Kalkschiefern (Einfallen gegen S/SE)	Fels (Bündner- schiefer)

Bemerkungen:

- Baggerschlitz standfest
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 8: Baggerschlitz BS7/18 (Anhang 5, Foto 8)		
Tiefe ab OKT [m] ab bergseitigem Baggerschlitzrand	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.2	Sand, kiesig, schwach siltig, schwach tonig; dunkelbraun; durchwurzelt; Komponenten: kantig bis kantengerundet, Bündnerschiefer; feucht	Boden
0.2 – 1.2	Kies, sandig, siltig, schwach tonig, reichlich Steine Ø 8-15 cm, reichlich Blöcke Ø 0.2-0.8 m; dunkelgrau-silbrig; Komponenten: kantig bis z.T. kantengerundet, plattige Bündnerschiefer; feucht	Künstliche Schüttung
1.2 – 4.6	Sand, siltig, schwach kiesig, schwach tonig, wenig Steine Ø 6-12 cm, vereinzelt Blöcke Ø 0.2-0.4 m; braun-grau; lokal Wurzeln; Komponenten: kantig bis kantengerundet, polymikt; feucht Mauerfuss bei 4.6 m (SM3)	
4.6 – 6.0	Kies, sandig, schwach siltig, wenig Steine Ø 6-12 cm, vereinzelt Blöcke Ø 0.2-0.3 m; grau; Komponenten: kantig bis kantengerundet, Bündnerschiefer; feucht	stark ver- witterter und aufgelocker- ter Fels

Bemerkungen:

- Baggerschlitz standfest, z. T. nachbrüchig bis 1.2 m
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 9: Baggerschlitz BS8/18 (Anhang 5, Foto 9)		
Tiefe ab OKT [m] ab bergseitigem Baggerschlitzrand	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.1	Sand, siltig, schwach kiesig, schwach tonig; dunkelbraun; durchwurzelt; Komponenten: kantig, Bündnerschiefer; feucht	Boden
0.1 – 1.0	Kies, sandig, siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 6-12 cm, vereinzelt Blöcke Ø 0.3-0.4 m; dunkelgrau; Komponenten: kantig, plattig; feucht	Künstliche Schüttung
1.0 – 1.2	Beton – Mauerfuss (SM4)	Stützmauer
1.2 – 1.4	Kies, siltig, schwach sandig, schwach tonig; dunkelgrau-silbrig; Wurzeln; Komponenten: kantig, plattig; feucht	Hangschutt
1.4 – 2.5	Sand, siltig, schwach kiesig, schwach tonig, wenig Steine Ø 6-15 cm, vereinzelt Blöcke Ø 0.3-0.5 m; dunkelbraun; Komponenten: kantig bis kantengerundet; feucht	Moräne
2.5 – 2.8	Wechselagerung aus schwarzen, feinkörnigen Tonschiefern und dunkelgrauen, sandigen Kalkschiefern (Einfallen gegen S/SE)	Fels (Bündner- schiefer)

Bemerkungen:

- Baggerschlitz standfest
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 10: Baggerschlitz BS9/18 (Anhang 5, Foto 10)		
Tiefe ab OKT [m] ab bergseitigem Baggerschlitzrand	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.2	Sand, stark kiesig, schwach siltig, schwach tonig; dunkelbraun; durchwurzelt; Komponenten: kantig, Bündnerschiefer; feucht	Boden
0.2 – 1.2	Kies, sandig, siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 8-16 cm; dunkelgrau-silbrig; Wurzeln bis 0.6 m Tiefe; Komponenten: kantig, Bündnerschiefer; feucht Mauerfuss bei 1.2 m (SM9)	Künstliche Schüttung
1.2 – 2.5	verwitterter, stark zerbrochener Fels bestehend aus einer Wechselagerung von schwarzen, feinkörnigen Tonschiefern und dunkelgrauen, sandigen Kalkschiefern ab 1.9 m: kompakt gelagert (Einfallen ca. 28° gegen S/SE)	Fels (Bündner- schiefer)

Bemerkungen:

- Baggerschlitz standfest, z. T. nachbrüchig bis 1.1 m
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 11: Baggerschlitz BS10/18 (Anhang 5, Fotos 11 und 12)		
Tiefe ab OKT [m] ab bergseitigem Baggerschlitzrand	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.2	Sand, kiesig, schwach siltig bis siltig, schwach tonig; dunkelbraun; durchwurzelt; Komponenten: kantig, Bündnerschiefer; feucht	Boden
0.2 – 1.1	Kies, stark siltig, sandig, schwach tonig, reichlich Steine Ø 8-16 cm, wenig Blöcke Ø 0.2-0.3 m; dunkelgrau-silbrig; Wurzeln bis 0.4 m Tiefe; Komponenten: kantig, Bündnerschiefer; feucht Mauerfuss bei 1.1 m (SM9)	Künstliche Schüttung
1.1 – 1.7	Wechselagerung aus schwarzen, feinkörnigen Tonschiefern und dunkelgrauen, sandigen Kalkschiefern (Einfallen ca. 163/34)	Fels (Bündner- schiefer)

Bemerkungen:

- Baggerschlitz standfest, z. T. nachbrüchig bis 1.1 m
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 12: Baggerschlitz BS11/18 (Anhang 5, Foto 13)		
Tiefe ab OKT [m] ab bergseitigem Baggerschlitzrand	Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.2	Sand, siltig, schwach kiesig, schwach tonig; dunkelbraun; durchwurzelt; Komponenten: kantig, polymikt (Grüngesteine, Bündnerschiefer); feucht	Boden
0.2 – 1.6	Sand, kiesig, siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 8-12 cm, vereinzelt Blöcke Ø 0.3-0.4 m; braun; Komponenten: kantig bis kantengerundet (plattige Bündnerschiefer); feucht Mauerfuss bei 1.6 m (SM10)	Künstliche Schüttung
1.6 – 2.1	Sand, kiesig, schwach siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 8-12 cm, vereinzelt Blöcke Ø 0.3-0.4 m; hellbraun-braun; Komponenten: kantig bis kantengerundet, polymikt (Grüngesteine, Bündnerschiefer, Gneis); feucht	Moräne
2.1 – 2.6	Sand, siltig, schwach kiesig bis kiesig, schwach tonig, reichlich Steine Ø 8-18 cm, reichlich Blöcke Ø 0.3-0.5 m; braun; Komponenten: kantig bis kantengerundet, polymikt (Grüngesteine, Bündnerschiefer, Gneis); trocken	
2.6 – 3.2	Sand, lokal Feinsand, kiesig, schwach siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 8-12 cm, vereinzelt Blöcke Ø 0.3-0.4 m; hellbraun-braun; Komponenten: kantig bis kantengerundet, polymikt (Grüngesteine, Bündnerschiefer, Gneis); trocken	
3.2 – 3.8	Wechselagerung aus schwarzen, feinkörnigen Tonschiefern und dunkelgrauen, sandigen Kalkschiefern (zerbrochen in Kies und Steine, Einfallen nicht erkennbar)	Fels (Bündner- schiefer)

Bemerkungen:

- Baggerschlitz standfest
- Keine Wasserzutritte

4.3. Hydrogeologie

In allen ausgeführten Baggerschlitzten wurden keine Wasserzutritte und kein feuchtnasses bis nasses Material beobachtet.

Grundwasser tritt im Untersuchungsgebiet als Hangwasser auf. Wasser zirkuliert entlang von bevorzugten Fliesswegen wie Schichtgrenzen, gut durchlässigen Schichten innerhalb von Hangschutt und Moräne sowie entlang der Felsoberfläche.

Im Untersuchungsgebiet sind vier Oberflächengewässer und vier zeitweise wasserführende Rinnen vorhanden. Der Valser Rhein fliesst rund 120-200 m nordwestlich des Untersuchungsgebiets in Richtung Norden (Illanz). Der Bach Uorsertobel quert am nordöstlichen Ende und der Bach Gruoba ungefähr in der Mitte des Untersuchungsgebietes (ca. Pm590) die Valserstrasse. Die zeitweise wasserführenden Rinnen treten zwischen dem Uorsertobel und dem Bach Gruoba auf. Gemäss Aussagen der Strassenarbeiter des TBA GR fliesst nur während der Schneeschmelze sowie bei Starkniederschlägen Wasser in diesen Rinnen.

4.4. Strasse und Kunstbauten

Bei den bestehenden Kunstbauten berg- und talseits der Valserstrasse wurden lokal einige feine mm-breite Risse, teilweise mit Versinterungen, beobachtet. Der Zustand der Kunstbauten (Stützmauern und Bachdurchlasse) ist in den Tabellen 13 und 14 aufgelistet. Zudem wird in der Tabelle jeweils der Zustand der Fahrbahn im Bereich der jeweiligen Kunstbaute beschrieben.

Tabelle 13: Zusammenfassung beobachtete Phänomene an den Stützmauern und der Fahrbahn			
Stütz-mauer Nr.	Mauertyp	Beobachtungen Stützmauer	Beobachtungen Fahrbahn
SM1	Bruchsteinmauer	Visuelle Beurteilung: intakt, Bruchsteine Ø 0.3-0.5 m (Anhang 5, Foto 14)	Längsrisse in berg- und talseitiger Fahrspur
SM2	Betonmauer	Visuelle Beurteilung: intakt, (Anhang 5, Foto 15)	Längsrisse in berg- und talseitiger Fahrspur
SM3	15 m Bruchsteinmauer mit 0.6 m hohem Kordon aus Beton, restliche Mauer = Betonmauer	Visuelle Beurteilung: intakt, lokal feine 1-2 mm breite Risse mit Versinterungen in der Mauer, lokal feine 1-2 mm feine Risse im Betonkordon Bruchsteinmauer: Bruchsteine Ø 0.2-0.4 m (Anhang 5, Foto 23)	Längsriss in der Mitte der Fahrbahn
SM4	Betonmauer	Visuelle Beurteilung: intakt (gemäss Strassenarbeiter 4-5 Jahre alt, Anhang 5, Foto 24)	Längsrisse in der talseitigen Fahrspur
SM5	Bruchsteinmauer	Visuelle Beurteilung: intakt, Bruchsteine Ø 0.3-0.5 m (Anhang 5, Foto 25)	--
SM6	Bruchsteinmauer	Visuelle Beurteilung: intakt, Bruchsteine Ø 0.3-0.5 m (Anhang 5, Foto 25)	--
SM7	Bruchsteinmauer mit 0.6 m hohem Kordon aus Beton	Visuelle Beurteilung: intakt, Bruchsteine Ø 0.3-0.5 m (Anhang 5, Foto 26)	--
SM8	Bruchsteinmauer	Steine teilweise zueinander verschoben, Bruchsteine Ø 0.3-0.5 m (Anhang 5, Foto 28)	Schulterverdrückungsrisse in der talseitigen Fahrspur, längs und quer zur Strasse
SM9	Bruchsteinmauer mit 1.2 m hohem Kordon aus Beton und Wasserdurchlass	Visuelle Beurteilung: an der Oberfläche intakt, im Boden sind die Bruchsteine aufgelockert, Bruchsteine Ø 0.2-0.4 m (während Ausführung BS sind Steine lokal herausgefallen, Anhang 5, Foto 30)	Längs- und Querrisse vor allem in der talseitigen Fahrspur, z.T. Schulterverdrückungsrisse
SM10	Beton- und Bruchsteinmauer Kordon aus Beton, lokal unter Beton Bruchsteinmauer	Visuelle Beurteilung: mehrheitlich intakt, lokal Risse mit Versinterungen, bergseits Meteorwasserschacht viele Versinterungen, lokal Abplatzungen, gesamte Tiefe bzw. Mauerhöhe im Bereich des BS11 war aus Beton, Bruchsteine sehr lokal vorhanden (Anhang 5, Foto 31)	Längsrisse vor allem in der talseitigen Fahrspur

Fortsetzung Tabelle 13: Zusammenfassung beobachtete Phänomene an den Stützmauern und der Fahrbahn			
Stütz-mauer Nr.	Mauertyp	Beobachtungen Stützmauer	Beobachtungen Fahrbahn
SM11	Betonmauer	Visuelle Beurteilung: intakt (Anhang 5, Foto 32)	Längsrisse vor allem in der bergseitigen Fahrspur
SM12	Bruchsteinmauer mit 1.3 m hohem Kordon aus Beton	visuelle Beurteilung: intakt Bruchsteinmauer nur über 0.3-0.4 m Höhe erkennbar, Bruchsteine Ø 0.3-0.5 m (Anhang 5, Foto 33)	Längs- und Querrisse vor allem in der talseitigen Fahrspur, z.T. Schulterverdrückungsrisse

Tabelle 14: Zusammenfassung beobachtete Phänomene an Bachdurchlässen und der Fahrbahn			
Bach-durch-lass Nr.	Mauertyp	Beobachtungen Stützmauer	Beobachtungen Fahrbahn
BD1	Beton	Visuelle Beurteilung: intakt	Längs- und Querrisse in berg- und talseitiger Fahrspur
BD2	Beton	Visuelle Beurteilung: intakt	--
BD3	Beton	Visuelle Beurteilung: intakt	--
BD4	Beton	Visuelle Beurteilung: intakt, lokal feine Risse mit Versinterungen	Längsrisse in berg- und talseitiger Fahrspur

Zusätzlich zu den oben aufgeführten Beobachtungen wurden zwischen SM1 und SM3 (Anhang 5, Foto 20) sowie zwischen BD4 und SM9 (Anhang 5, Foto 27) im Rahmen der Feldkartierung viele Längs- und vereinzelte Querrisse sowie einige Schulterverdrückungsphänomene im Strassenbelag festgestellt (Beilage 1).

4.5. Prüfperimeter chemische Bodenbelastungen

Die Valserstrasse befindet sich im gesamten Untersuchungsgebiet innerhalb des Prüfperimeters für chemische Bodenbelastungen (PBB, [6]). Der PBB umfasst Flächen, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Schadstoffbelastung des Bodens aufweisen. Im Falle der Valserstrasse stellt diese als Verkehrsträger selbst die Belastungsquelle (Belastungsgruppe < 2'000 DTV) dar. Liegt ein Bauvorhaben ganz oder teilweise im PBB, muss vor Erteilen der Baubewilligung abgeklärt werden, ob und in welchem Rahmen Schadstoffanalysen des Ober- und Unterbodens notwendig sind und wie mit dem anfallenden Bodenmaterial umgegangen wird. Dies geschieht in Absprache mit dem Amt für Natur und Umwelt GR (ANU) und ist in erster Linie davon abhängig, ob das Bodenmaterial vor Ort wiederverwertet oder abtransportiert wird.

5. BEURTEILUNG / GEOLOGISCHES MODELL

5.1. Geologisches Modell

Das geologische Modell geht aus der geologischen Oberflächenkartierung (Beilage 1) und aus den Querprofilen 1 bis 11 (Beilage 2) hervor.

Von Pm100 bis Pm240 verläuft die Valserstrasse lokal in Fels, aber mehrheitlich in künstlicher Schüttung mit darunterliegender Moräne. Der Fels ist lokal berg- und selten talseits der Strasse aufgeschlossen. Bergseits der Strasse handelt es sich um grüne Serizitschiefer der Trias, talseits um Ton- und Kalkschiefer der Inferno- und Stgir-Serie. SM1 und SM2 fundieren höchstwahrscheinlich auf Fels.

Von Pm240 bis ungefähr Pm490 verläuft die Valserstrasse am bergseitigen Rand teilweise auf Fels, aber mehrheitlich in künstlicher Schüttung mit darunterliegender Moräne. Lokal tritt Hangschutt über der Moräne auf. Bergseits der Strasse ist der Fels ab Pm220 bis Pm575 praktisch durchgehend an der Oberfläche anstehend und besteht aus einer Wechsellagerung von Kalk- und Tonschiefer der Grava-Decke (Bündnerschiefer). Talseits wurde der Fels in den Baggerschlitten BS2 bis BS4 nicht erreicht. In den Baggerschlitten BS5 und BS6 liegt der Fels in einer Tiefe von 2.5 m bzw. 3.2 m. Die Stützmauer SM3 fundiert vermutlich grösstenteils im Lockergestein (Moräne), am oberen Ende zwischen BS6 und BS7 evtl. im (verwitterten) Fels. Bei Pm440 ist bergseits der Strasse eine Rinne vorhanden, welche sich talseits der Stützmauer fortsetzt. In BS7 wurde ab 4.6 m Tiefe stark verwitterter und aufgelockerter Fels (Bündnerschiefer) angetroffen.

Talseits der Stützmauer SM4 (ca. Pm470) liegt die Felsoberfläche in einer Tiefe von 0.9 m (BS8). SM4 fundiert im Lockergestein (Hangschutt, Moräne).

Zwischen Pm490 und Pm700 verläuft die Valserstrasse vorwiegend in künstlicher Schüttung, Moräne und lokal in Hangschutt und untergeordnet im Fels. Der Fels (Bündnerschiefer) ist bergseits der Strasse von Pm495 bis Pm575, Pm605 bis Pm625 und ab Pm660 an der Oberfläche anstehend. Talseits der Strasse ist Fels beim Bach Gruoba zwischen Pm545 und Pm590 aufgeschlossen. Von Pm490 bis Pm545 besteht die Lockergesteinsbedeckung talseits der Strasse aus Moräne und zwischen Pm600 und Pm675 aus Hangschutt.

Bei Pm685 bis Pm820 (SM9 und SM10) verläuft die Valserstrasse teilweise im Fels, und teilweise im Lockergestein (künstliche Schüttung, Moräne). Bergseits der Strasse steht der Fels (Bündnerschiefer) zwischen Pm665 und Pm750 sowie Pm785 und Pm845 an der Oberfläche an. Talseits der Strasse wurde die Felsoberfläche in den Baggerschlitten BS9, BS10 und BS11 in Tiefen von 1.1 m bis 3.2 m erreicht.

Ab Pm820 bis zum Projektende (Abzweigung Tersnaus) verläuft die Valserstrasse in geringmächtiger künstlicher Schüttung und darunterliegender Moräne. Der Fels (Bündnerschiefer) ist bergseits nur bis Pm845 an der Oberfläche aufgeschlossen. Talseits der Strasse steht der Fels unmittelbar am Fuss der Stützmauer SM11 an. Bei der Stützmauer SM12 dürfte der Fels untief liegen.

5.2. Baugrundwerte

Die Baugrundwerte schätzen wir aufgrund der Kartierung, der ausgeführten Bagger-schlitze, der Schweizer Norm (SN) 670010b und unserer Erfahrungen ab. Angegeben werden der Mittelwert und in Klammern der Streubereich (Extremwerte). Der angegebene Streubereich gibt die mögliche Variation der Eigenschaften innerhalb der betreffenden Schicht an. Für die geotechnische Projektbearbeitung sind der jeweils zu betrachtenden Bemessungssituation angepasste charakteristische Werte festzulegen.

In der Tabelle 15 sind die Baugrundwerte für die vorliegenden Lockergesteine abgeschätzt.

Tabelle 15: Abschätzung Baugrundwerte Lockergestein						
Lockergestein	Lagerungs-dichte	Feuchtraum-gewicht [kN/m ³]	M _E -Wert (1) [MN/m ²]	Reibungs-winkel [°]	Kohäsion [kN/m ²]	Durch-lässigkeit [m/s]
Künstliche Schüttung ⁽²⁾	locker bis mitteldicht	20 ± 0.5	30 (20 – 40)	36 (34 – 38)	0 (0 – 4) ⁽⁵⁾	1 x 10 ⁻⁴ bis 1 x 10 ⁻⁶
Hangschutt ⁽³⁾	locker bis mitteldicht	21 ± 0.5	30 (20 – 40)	36 (34 – 38)	2 (0 – 4)	1 x 10 ⁻⁴ bis 1 x 10 ⁻⁶
Moräne ⁽⁴⁾	mitteldicht	21 ± 0.5	50 (30 – 70)	35 (33 – 37)	5 (0 – 10)	1 x 10 ⁻⁵ bis 1 x 10 ⁻⁷

(1) Die angegebenen M_E-Werte sind Erstbelastungswerte. Für Wiederbelastungsverhältnisse kann erfahrungsgemäss der dreifache M_E-Wert der Erstbelastung eingesetzt werden.

(2) Kies, schwach sandig bis sandig, schwach bis lokal stark siltig, schwach tonig, wenig bis reichlich Steine Ø 6-20 cm, wenig bis reichlich Blöcke Ø 0.2-0.8 m und Sand, schwach kiesig bis kiesig, siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 6-12 cm, vereinzelt bis wenig Blöcke Ø 0.2-0.5 m

(3) Kies, siltig, schwach sandig bis sandig, schwach tonig, wenig bis reichlich Steine Ø 6-20 cm, wenig bis reichlich Blöcke Ø 0.2-0.4 m, z.T. bis Ø 0.6 m und Sand, kiesig, schwach siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 6-10 cm

(4) Sand (lokal Feinsand), schwach kiesig bis kiesig, schwach siltig bis siltig, schwach tonig, wenig bis lokal reichlich Steine Ø 8-10 cm, vereinzelt bis wenig Blöcke Ø 0.2-0.5 m, lokal Silt, schwach kiesig bis kiesig, schwach sandig bis sandig, schwach tonig bis tonig und Kies, sandig, siltig, schwach tonig, wenig Steine Ø 10-15 cm, wenig Blöcke Ø 0.3-0.4 m

(5) unechte Kohäsion infolge teilweise mitteldichter Lagerung und Verzahnung welche beim Stören des Baugrundes und bei Wasserzutritt rasch abgebaut wird.

5.3. Felskennwerte

Für felsmechanische Berechnungen können nachfolgende Felskennwerte (mittlere Erwartungswerte mit Streubereich) angenommen werden. Der angegebene Streubereich gibt die mögliche Variation der Eigenschaften innerhalb der Bündnerschiefer und der Trias an. Für die geotechnische Projektbearbeitung sind charakteristische Werte festzulegen, die der jeweils zu betrachtenden Bemessungssituation, der Problemstellung und dem verwendeten Modell (z.B. numerischen) angepasst sind.

Die in der Tabelle 16 angegebenen Felskennwerte basieren auf Vergleichen mit Projekten im gleichen oder ähnlichen Gestein.

Tabelle 16: Abschätzung Baugrundwerte Festgestein (Felskennwerte)			
Parameter	Serizitschiefer, Quarzit (Trias)	Ton- und Kalkschiefer, Sandkalk (Bündnerschiefer)	Bemerkungen
Reibungswinkel ϕ [°]	30 ± 5	30 ± 5	Felsverband allgemein
	28 ± 3	25 ± 5	parallel zur Schieferung
Kohäsion c [MN/m ²]	2 ± 1	5 ± 3	Felsverband allgemein
	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	parallel zur Schieferung
Druckfestigkeit σ_u [MN/m ²]	40 ± 10	60 ± 10	Gestein senkrecht zur Schieferung
	30 ± 10	40 ± 10	Gestein parallel zur Schieferung
Elastizitätsmodul E [GPa]	15 ± 5	18 ± 7	Felsverband allgemein
Raumgewicht γ [kN/m ³]	27 ± 0.2	27 ± 0.2	Gestein

Relevant für die Stabilität des Felsens in allfälligen Felsanschnitten entlang der Strasse sind die schleifend bis parallel zur Strasse verlaufenden Klüfte der Kluftschar k2 (in der Regel steil talwärts einfallend). Annäherungsweise können dabei die Felskennwerte (Reibungswinkel, Kohäsion) wie für die Schieferung angenommen werden (vgl. Tabelle 16).

5.4. Standortrisiken

5.4.1. Gravitative Naturgefahren

Die Beurteilung der gravitativen Naturgefahren Sturz, Rutschung, Wasser und Lawinen ist nicht Bestandteil des vorliegenden Auftrages und wurde nicht vorgenommen.

Zwischen Pm690 und dem Projektende (Sontga Catrina) sind die Hänge talseits der Stützmauern SM9, SM10 und SM11 sehr steil. Die Lockergesteinsbedeckung verhält sich hier leicht instabil.

5.4.2. Erdbeben

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Gefährdungszone Z1 und in der Baugrundklasse A [1].

5.5. Hydrogeologie

Im Untersuchungsgebiet zirkuliert Hangwasser entlang von bevorzugten Fliesswegen wie Schichtgrenzen, gut durchlässigen Schichten innerhalb von Hangschutt und Moräne sowie entlang der Felsoberfläche. Die Hangwasserverhältnisse können kleinräumig variieren.

Entlang der Strasse muss vor allem bei der Querung der Bäche und wasserführenden Rinnen mit einer erhöhten Wasserzirkulation gerechnet werden.

Nach Starkniederschlägen und/oder während der Schneeschmelze führen die Oberflächengewässer und die Rinnen kurzzeitig mehr Wasser. Dies führt temporär zu einer intensiveren Hangwasserzirkulation in der näheren Umgebung der Gerinne.

5.6. Kenntnislücken, Unsicherheiten

Die Lage und der Verlauf der Felsoberfläche sowie die Mächtigkeit der Lockergesteinsbedeckung (künstliche Schüttung, Hangschutt, Moräne) sind im Untersuchungsgebiet nicht durchgehend bekannt.

In den Abschnitten ohne Sondierungen ist der talseitige sowie lokal der bergseitige Verlauf und die Lage der Felsoberfläche nicht bekannt. Es muss von einem gewellten, gestuften, unebenen Verlauf der Felsoberfläche mit Mulden/Rinnen und Rippen ausgegangen werden.

Die künstliche Schüttung ist einerseits aus den Sondierungen und andererseits aus dem Verlauf der Topografie und der Feldkartierung abgeleitet. Der genaue Grenzverlauf ist unsicher, da sie aus umgelagertem Hangschutt und Moräne besteht. Eine Abgrenzung zum gewachsenen Material ist schwierig.

Das geologische Modell mit den Baugrundwerten und die daraus abgeleiteten baulichen Folgerungen beruhen auf den Resultaten der ausgeführten Kartierung und Baggerschlitzte.

6. BAULICHE FOLGERUNGEN

Die baulichen Folgerungen sind allgemein gehalten und beziehen sich nicht auf das Variantenstudium [3], [4], [5] aus dem Jahr 2017.

6.1. Allgemeines

Die Valserstrasse soll zwischen dem Uorsertobel und Sontga Catrina ausgebaut werden. Für den Ausbau kommen grundsätzlich drei Varianten in Frage:

- a) Bergseitiger Ausbau durch Anschnitte im Lockergestein oder Fels
- b) Talseitiger Ausbau mittels Anschüttungen und/oder Stützmauern
- c) Kombination von a) und b)

6.2. Aushub

Das Lockergestein (künstliche Schüttung, Hangschutt, Moräne) ist gut baggerbar. Im Hangschutt wird mit einem Blockanteil von 10-30 % und in der künstlichen Schüttung sowie in der Moräne mit einem Blockanteil von 5-15 % gerechnet. Der Grossteil der Blöcke weist einen Durchmesser von 0.3-0.4 m auf. Stellenweise muss mit grösseren Blöcken mit Kantenlängen bis 1.0 m und in Einzelfällen auch mehr gerechnet werden.

Der Abbau von grösseren Blöcken sowie anstehendem Fels sollte infolge der starken Verschieferung, der oberflächlichen Auflockerung (bis ca. 1 m) mit dem Abbauhammer machbar sein. Lokal anstehender Sandkalk oder kompakter Kalkschiefer muss sprengtechnisch abgebaut werden.

6.3. Hang- und Böschungstabilitäten

6.3.1. Temporäre Böschungen

Grundsätzlich werden im vorliegenden Baugrund (künstliche Schüttung, Hangschutt und Moräne) trotz des teilweise erhöhten Siltanteils bei Böschungshöhen ≤ 4 m ohne Sicherung Neigungen von maximal 1:1 empfohlen. Dies gilt aber nur für Böschungen (berg- und talseitig), welche nicht belastet werden und kein Hang-/Bachwasser führen. Steilere oder höhere Böschungen erfordern geeignete Sicherungen (z.B. Nagelwand). Die Böschungen sind gegen Regenwasser abzudecken.

6.3.2. Permanente Böschungen

Die bestehenden berg- und talseitigen, ungesicherten Böschungen weisen in der künstlichen Schüttung Neigungen von 37° bis 43° , im Hangschutt von 34° bis 46° und in der Moräne von 10° bis 50° (vgl. Beilage 2) auf. Bei den bestehenden Böschungen im Lockergestein stellten wir im Rahmen der Feldkartierung keine Anzeichen von Instabilitäten fest. Eine Ausnahme bilden die talseitigen Böschungen bei SM9 bis SM12 und im Bereich der Rinne bei Pm440, wo offene Stellen in der Lockergesteinsbedeckung beobachtet wurden.

Es wird empfohlen, freie Böschungen im Lockergestein nicht steiler als die bestehenden auszuführen bzw. maximal mit 3:4 bei Abtrag und 2:3 bei Anschüttung anzuböschten. Steilere und über 4 m hohe Böschungen sind zu sichern (z.B. Stützmauer). Die Böschungen sind vor Erosion zu schützen (z.B. Kokosmatten) und rasch zu begrünen. Zudem sind entsprechende Vorkehrungen bei Hangwasseranfall (z.B. y-Drainagen) vorzunehmen.

Die bestehenden Felsanschnitte bergseits der Valserstrasse weisen Neigungen zwischen 40° und 84° (vgl. Beilage 2) auf. Felsanschnitte verhalten sich auch bei steiler Ausführung (6:1 bis 9:1) aufgrund der günstig bergwärts einfallenden Schieferung grundsätzlich standfest bis leicht nachbrüchig.

Talseitige Anschüttungen sind aus Stabilitätsgründen bzw. aufgrund der Steilheit des Geländes mit Ausnahme des Abschnitts von Pm150 und Pm400 zu vermeiden. Bei talseitigen Massnahmen kommt grundsätzlich die Erstellung von Kunstbauten (Stützmauern, Lehenbrücken) in Frage.

Bergseitige Anschnitte bzw. bergseitiger Felsabtrag werden grundsätzlich entlang des gesamten untersuchten Strassenabschnittes als machbar beurteilt. Ein Felsabtrag bis in 0.5-1 m Tiefe wird aufgrund der starken Verschieferung, der oberflächlichen Verwitterung und Auflockerung der vorhandenen Gesteinsvarietäten (Serizit-, Bündnerschiefer) mit dem Abbauhammer als machbar beurteilt. In grösseren Tiefen ist ein sprengtechnischer Abbau wahrscheinlich wirtschaftlicher. Bei lokal ungünsti-

gem Einfallen der Schieferung (Verfaltung) und/oder (intensiver) Klüftung (v.a. k2) können insbesondere bei hohen Anschnitten lokal Sicherungen der Felsanschnitte (z.B. ungespannte Anker, Netzabdeckung) erforderlich werden. Bei höheren Felsanschnitten (> 4 m Höhe) wird eine geologische Begleitung der Arbeiten empfohlen, insbesondere weil talwärts fallende Klüfte (k2) gegebenenfalls zu Stabilitätsproblemen führen können.

Allfällig auf dem Fels aufliegendes Lockergestein muss bis zum geeigneten Winkel abgetragen (3:4) oder angebösch (2:3) werden.

6.4. Foundation: Tragfähigkeit, Setzungen

Grundsätzlich handelt es sich bei den vorhandenen Fest- und Lockergesteinen (Bündnerschiefer, Trias, künstliche Schüttung, Hangschutt, Moräne) um geotechnisch günstigen, gut tragfähigen, wenig setzungs- und mässig wasserempfindlichen Baugrund (Kap. 5.2 und 5.3). Im Lockergestein reagiert der Baugrund bei Belastung grundsätzlich mit geringen bis mässig grossen initialen Setzungen. Dies zeigt auch die Tatsache, dass die Jahrzehnte alten Bruchsteinmauern keine nennenswerten Schäden aufweisen, welche auf Baugrunddeformationen zurückzuführen sind. Im Fels sind keine Setzungen zu erwarten.

Für die zu erstellenden Kunstbauten ist eine einheitliche Foundation anzustreben. Es wird empfohlen, neue Kunstbauten wenn möglich auf der gesamten Länge in gesunden und kompakten Fels oder gegebenenfalls auf die mitteldicht bis dicht gelagerte Moräne zu fundieren. Die Bündnerschiefer sind oberflächlich verwittert und aufgelockert (0.5-1.0 m Tiefe). Der verwitterte Fels ist abzutragen.

Bei einer Foundation im Lockergestein sind auftretende weiche, wasserempfindliche Schichten (tonig bis siltiges Material) im Bereich der Foundationsohlen der geplanten Stützmauern zu entfernen und durch geeignetes Material (ungebundene Gemische) zu ersetzen. Allfällige Setzungen müssen dabei berücksichtigt werden.

Bei einer Foundation in Fels und Lockergestein müssen beim Lockergestein Materialersatzmassnahmen vorgenommen werden, damit sich die Eigenschaften der verschiedenen geologischen Einheiten so wenig wie möglich unterscheiden und differentielle Setzungen minimiert werden.

In stark durchnässten Zonen (z.B. im Bereich von Bachquerungen) ist die Tragfähigkeit des lokalen Untergrundes mässig bis schlecht. Auch in diesen Bereichen müssen allfällige Materialersatzmassnahmen in Betracht gezogen werden.

6.5. Wasserhaltung

6.5.1. Temporär

Der Wasseranfall in der Baugrube ist bei trockenen Witterungsverhältnissen gering. Bei Starkregen oder während der Schneeschmelze kann vor allem entlang von gut durchlässigen Schichten im Lockergestein sowie entlang der Felsoberfläche Hangwasser auftreten. Bei den Bach- und Rinnenquerungen muss ganzjährig mit

Hangwasser gerechnet werden. Anfallendes Wasser muss gefasst und kontrolliert abgeleitet werden.

6.5.2. Permanent

Hangwasser zirkuliert innerhalb besser durchlässiger Schichten im Lockergestein sowie entlang der Felsoberfläche. Das Einstauen von Hangwasser und der Aufbau eines Hangwasserdruckes durch die neuen Kunstbauten sind durch entsprechende Massnahmen (Sickerleitung, Entwässerungsröhre, Durchlässe) zu verhindern.

6.5.3. Meteorwasserversickerung

Bisher wird das Strassenabwasser über die Schulter und über die bergseitige Rigole mit Schächten in die bestehenden Rinnen und Oberflächengewässer geleitet.

Das Untersuchungsgebiet liegt vollständig im Gewässerschutzbereich üB [6]. Im vorliegenden Fall handelt es sich um Regenwasser mit einer geringen Belastung und einer geringen Vulnerabilität des Grundwassers. Die Versickerung von Regenwasser sowie die Einleitung in Oberflächengewässer gemäss [1] ohne zusätzliche Behandlungsanlage und damit auch die Versickerung des Strassenabwassers über die Schulter sind zulässig.

Es wird empfohlen, das Strassenabwasser weiterhin über die Schulter versickern zu lassen und über die bergseitige Rigole mit Schächten in die bestehenden Rinnen und Oberflächengewässer zu leiten.

6.6. Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials

Das Lockergestein (künstliche Schüttung, Hangschutt, Moräne) kann nach Abtrennung der Blöcke und bei Einhaltung der Vorschriften für die Ausführung von Erdarbeiten (Schütтарbeiten und Foundationsschichten) des TBA Graubünden (BB2) zu statisch relevanten Auffüllungen und Dammschüttungen verwendet werden. Dabei ist insbesondere bei der Lagerung und dem Einbau darauf zu achten, dass das Material nicht vernässt wird.

Material aus Felsabtrag kann generell für anspruchslose Schüttungen, für Hinter- und Auffüllungen verwendet werden (Materialklasse 3 nach SIA 199).

7. ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN / EMPFEHLUNGEN

Der Ausbau der Valserstrasse zwischen dem Uorsertobel und Sontga Catrina (Abzweigung Tersnaus) wird als geologisch machbar beurteilt. Es wird empfohlen, neu zu erstellende Kunstbauten durchgehend in den anstehenden Fels oder gegebenenfalls in die mitteldicht bis dicht gelagerte Moräne zu fundieren.

Im Bereich der Bachquerungen und der Rinnen muss zeitweise mit einer erhöhten Hangwasserzirkulation gerechnet werden. Hier sind drainierende Massnahmen einzuplanen.

Die Ableitung des anfallenden Strassenabwassers kann wie bisher über die Schulter und über die bergseitigen Rigolen und Schächte in die vorhandenen Oberflächen-gewässer und Rinnen erfolgen.

Wir haben die bestehenden Stützmauern nur grob und optisch begutachtet. Eine detaillierte Aufnahme der Bauwerke zur Beurteilung ihres Zustandes (Belastbarkeit für eine Zusatzbelastung) ist von einem Ingenieur vorzunehmen. Insbesondere die Stützmauern SM9 und SM10 sollten detailliert untersucht werden, da während der Ausführung der Baggerschlitze (BS9 bis BS11) beim Mauerfuss einige Blöcke herausgefallen sind.

Sargans, 8. Mai 2019

BTG Büro für Technische Geologie AG



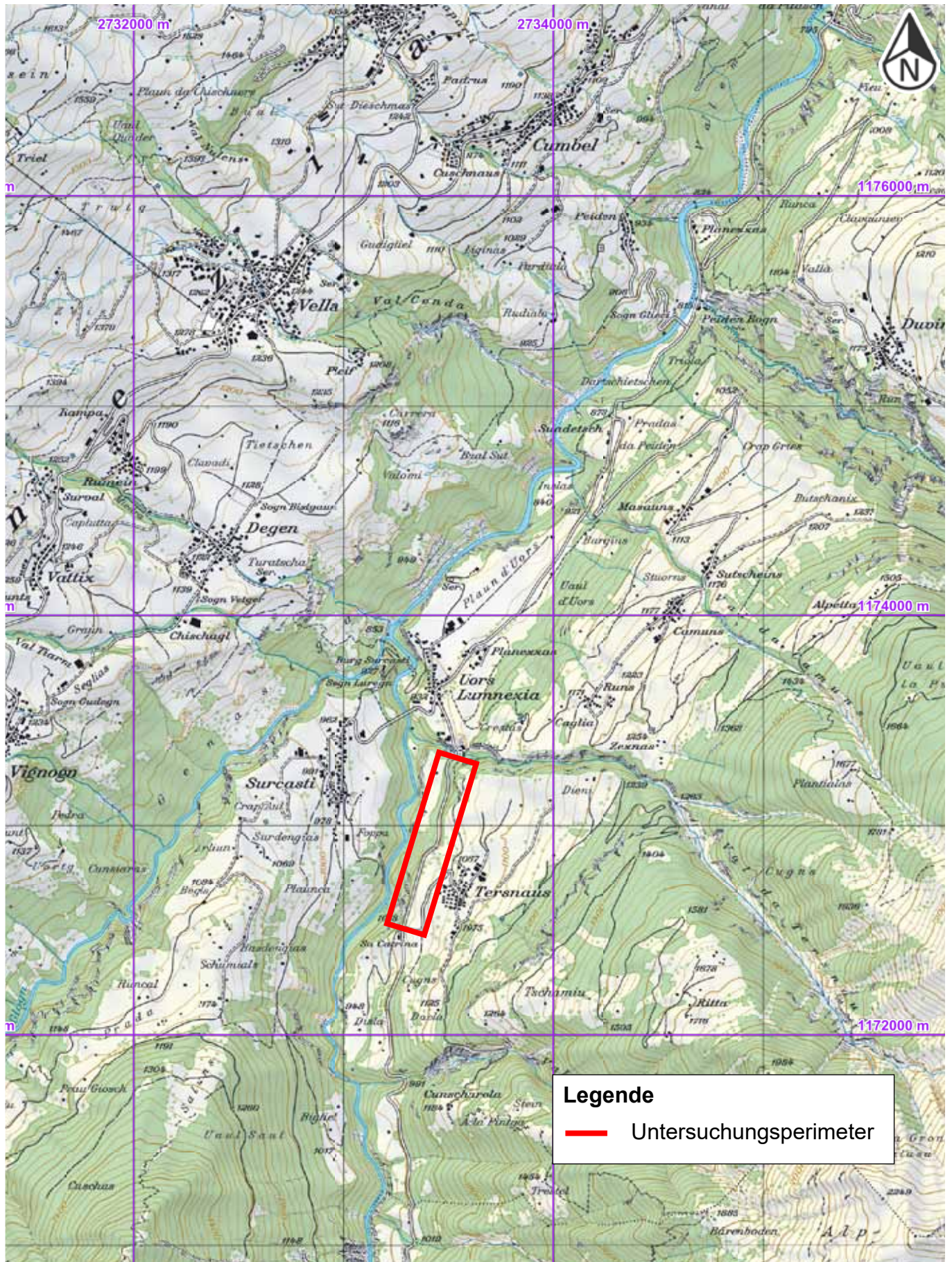
Th. Breitenmoser

F. Brunold

Anhang 1

Übersichtskarte

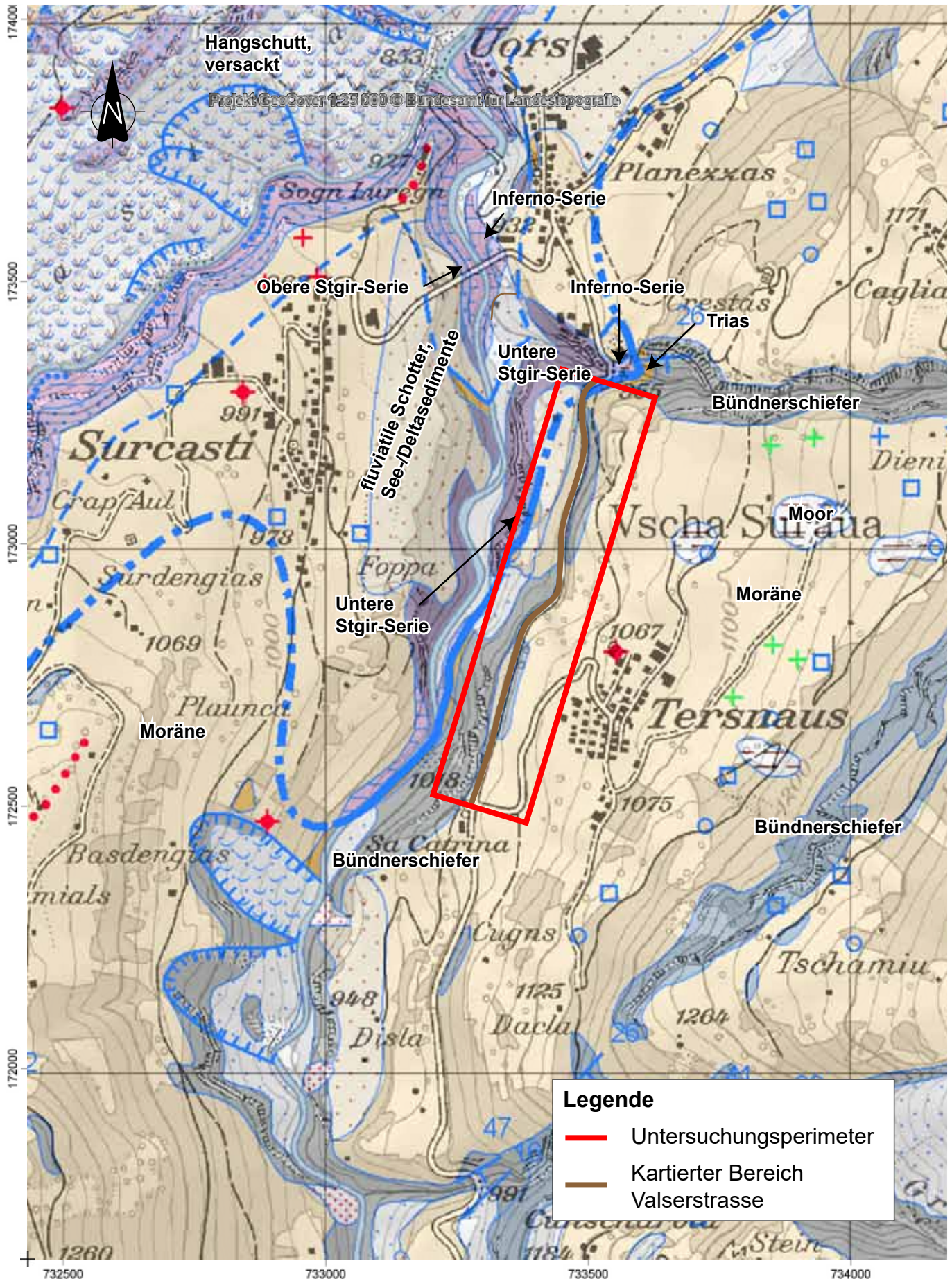
1:25'000



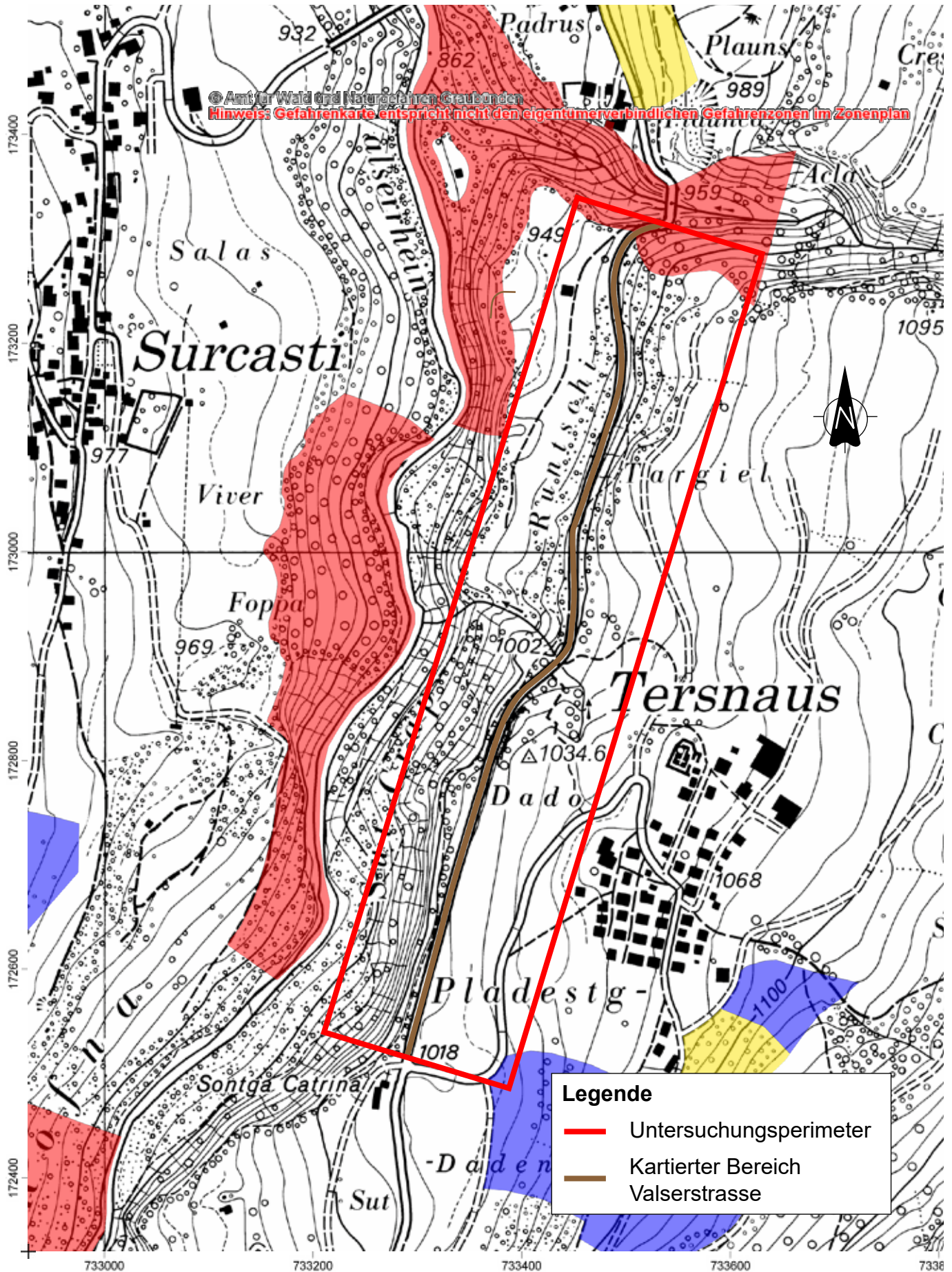
Anhang 2

Geologische Karte

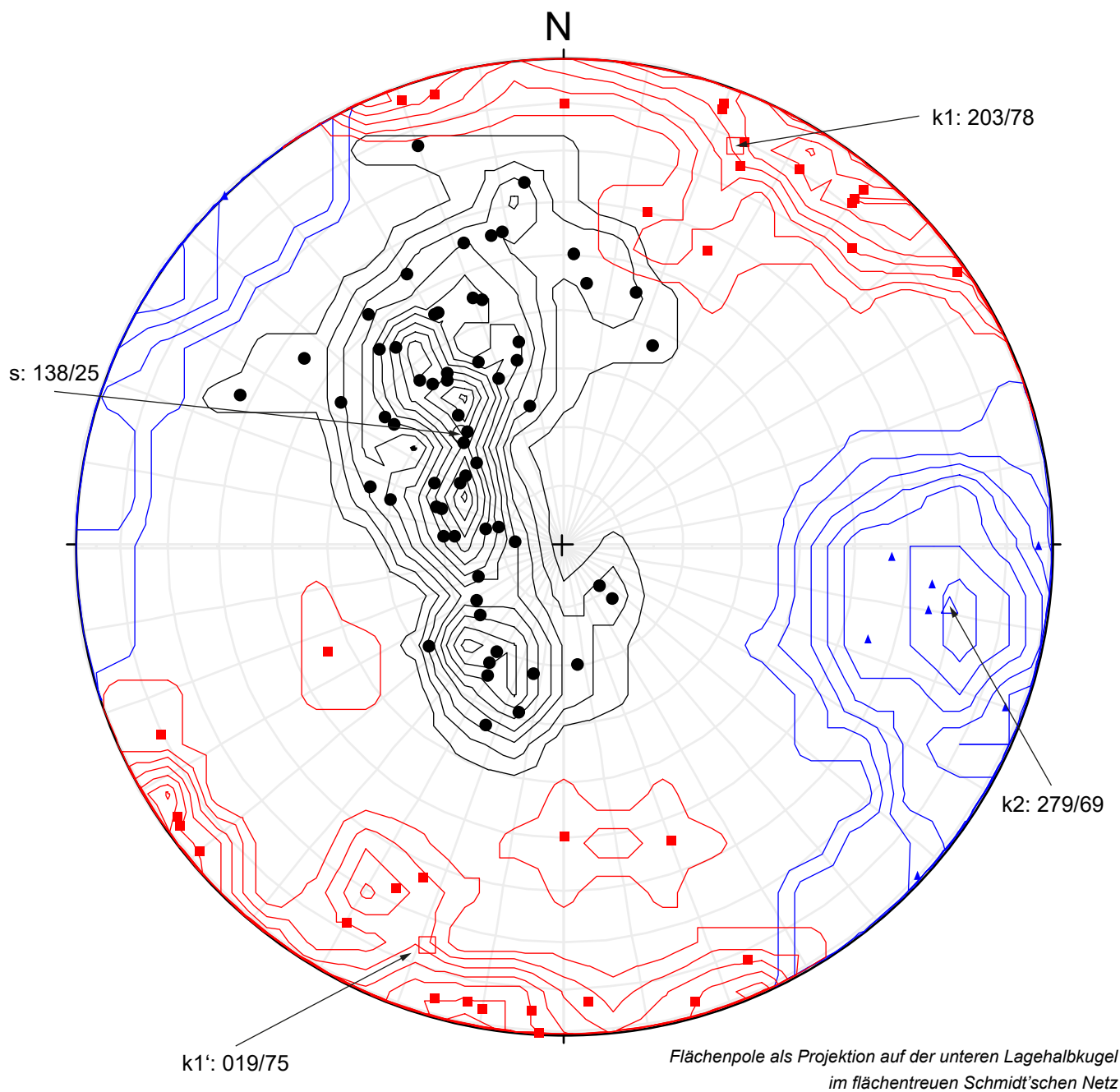
1:10'000



Anhang 3
Gefahrenkarte Rutschung, Kanton Graubünden
1:5'000



Statistische Auswertung Gefügemessungen; Stereographische Projektion



Anzahl Messpunkte:

●	Schieferung s	60
■	Klüftung k1	33
▲	Klüftung k2	8
Total		101

Stereoplot der Trennflächenmessungen
für die BTG-Berichte Nr. 5985-1 und 5985-2

Dargestellt sind die Flächenpole als Projektion der unteren Lagehalbkugel in ihre Äquatorebene (Normalnetz, flächentreu). Mit dem Programm Stereonet 9 (R. Allmendinger, 2011-2016) wurden die relative Dichte der Flächenpole (Anzahl Pole pro Flächeneinheit) mit der Kamb-Methode dargestellt. Die Mittelwerte der Schieferungs- und Klüftflächen wurde mit der Fisherverteilung errechnet.

Fotodokumentation

Aufnahmen: Flurina Brunold

Datum: 21. und 22. November 2018

Baggerschlitz



Foto 1: Baggerschlitz BS1

- Rote Linie: Grenze zwischen Boden und Moräne
- Grüne Linie: Grenze zwischen Moräne und Fels (untere Stgir-Serie)



Foto 2: Baggerschlitz BS1. Nahaufnahme des aufgeschlossenen Felsens.

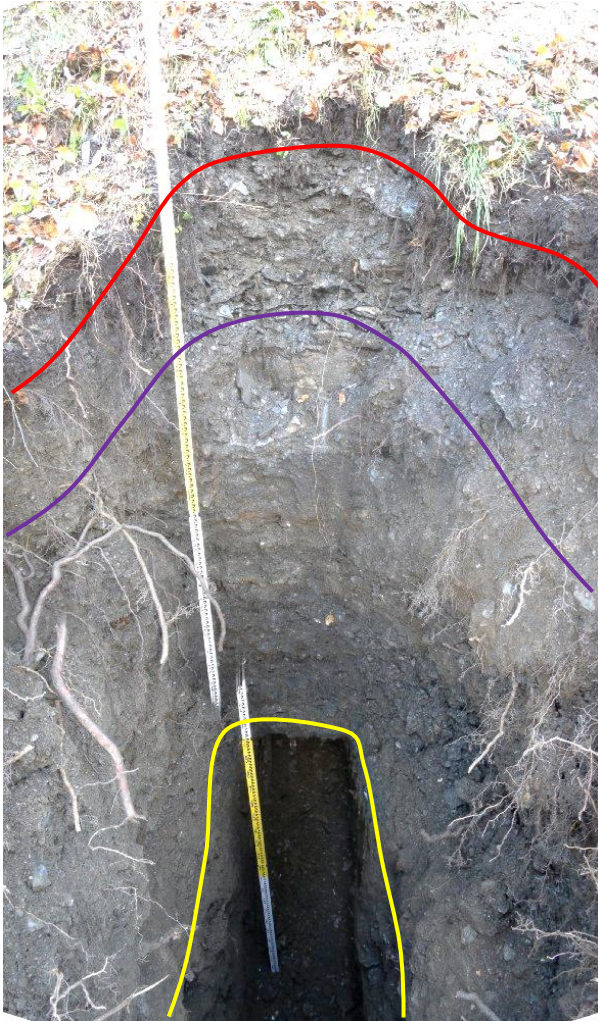


Foto 3: Baggerschlitz BS2.

- Rote Linie: Grenze zwischen Boden und künstlicher Schüttung
- Violette Linie: Grenze zwischen künstlicher Schüttung und Hangschutt
- Gelbe Linie: Grenze zwischen Hangschutt und Moräne



Foto 4: Baggerschlitz BS3.

- Rote Linie: Grenze zwischen Boden und künstlicher Schüttung
- Violette Linie: Grenze zwischen künstlicher Schüttung und Moräne

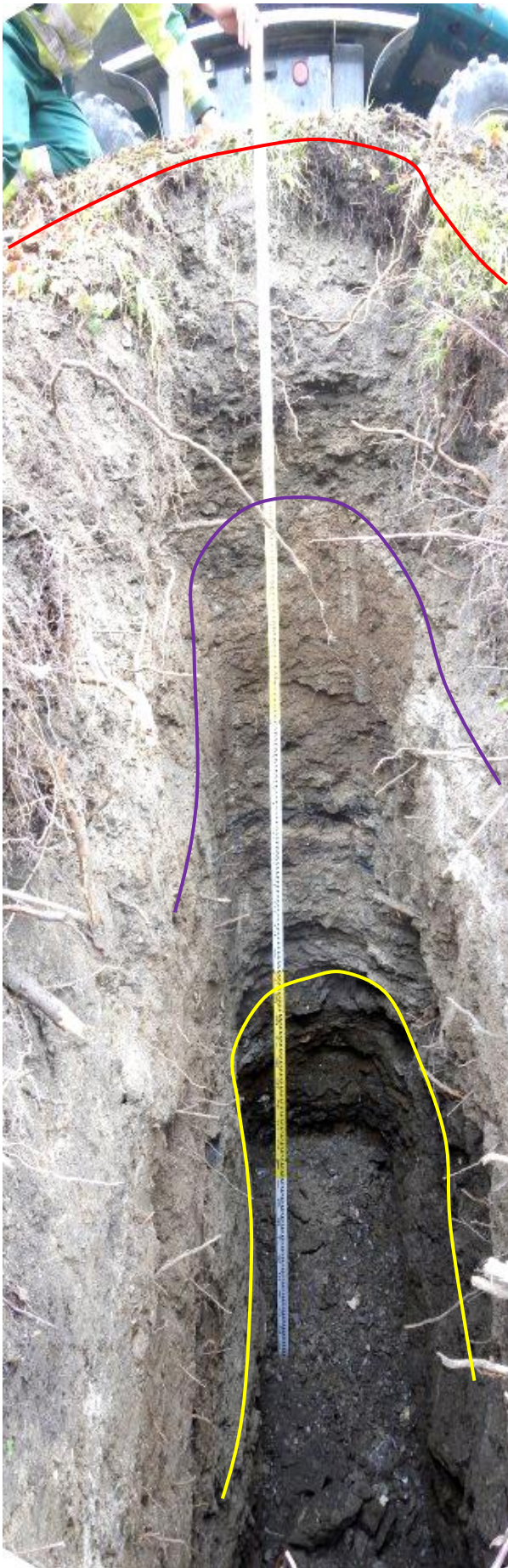


Foto 5: Baggerschlitz BS4.

- Rote Linie: Grenze zwischen Boden und künstlicher Schüttung
- Violette Linie: Grenze zwischen künstlicher Schüttung und Hangschutt
- Gelbe Linie: Grenze zwischen Hangschutt und Moräne



Foto 6: Baggerschlitz BS5.

- Rote Linie: Grenze zwischen Boden und künstlicher Schüttung
- Blaue Linien: Mauerfuss
- Violette Linie: Grenze zwischen künstlicher Schüttung und Moräne
- Grüne Linie: Grenze zwischen Moräne und Fels (Bündnerschiefer der Grava-Decke)

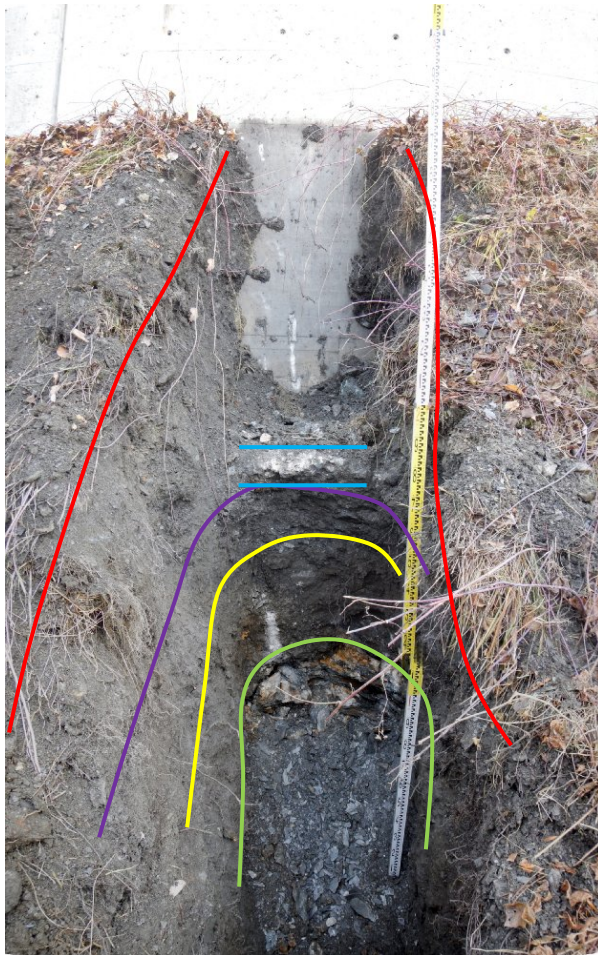


Foto 7: Baggerschlitz BS6.

- Rote Linie: Grenze zwischen Boden und künstlicher Schüttung
- Blaue Linien: Mauerfuss
- Violette Linie: Grenze zwischen künstlicher Schüttung und Hangschutt
- Gelbe Linie: Grenze zwischen Hangschutt und Moräne
- Grüne Linie: Grenze zwischen Moräne und Fels (Bündnerschiefer der Grava-Decke)



Foto 8: Baggerschlitz BS7.

- Rote Linie: Grenze zwischen Boden und künstlicher Schüttung
- Blaue Linie: Mauerfuss
- Violette Linie: Grenze zwischen künstlicher Schüttung und stark verwittertem und aufgelockertem Fels (Bündnerschiefer der Grava-Decke)



Foto 9: Baggerschlitz BS8.

- Rote Linie: Grenze zwischen Boden und künstlicher Schüttung
- Blaue Linien: Mauerfuss
- Violette Linie: Grenze zwischen künstlicher Schüttung und Hangschutt
- Gelbe Linie: Grenze zwischen Hangschutt und Moräne
- Grüne Linie: Grenze zwischen Moräne und Fels (Bündnerschiefer der Grava-Decke)

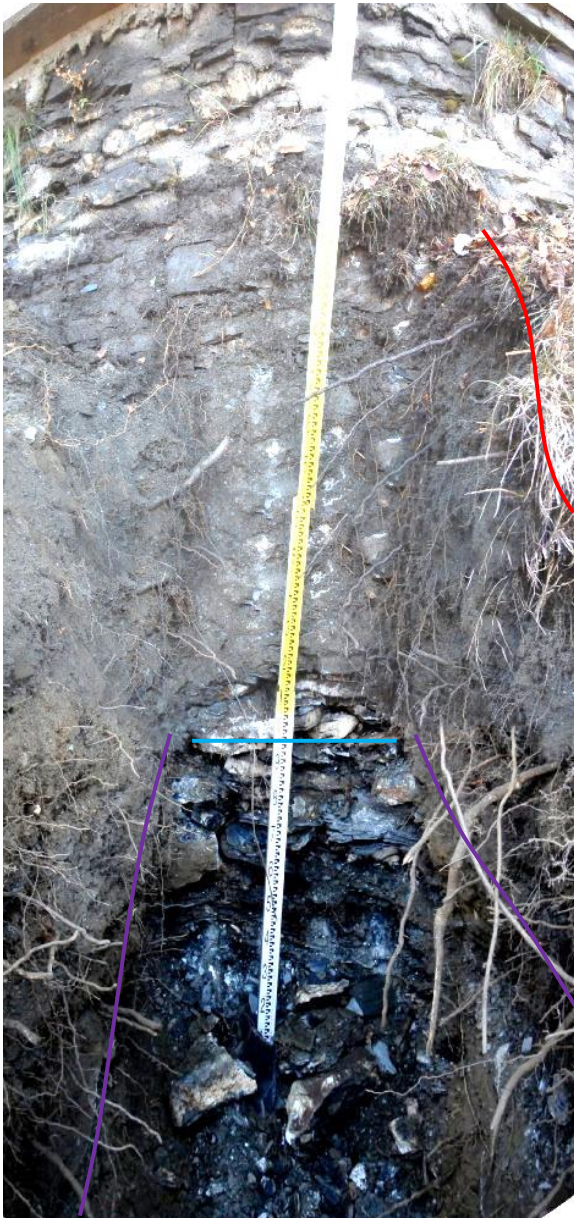


Foto 10: Baggerschlitz BS9.

- Rote Linie: Grenze zwischen Boden und künstlicher Schüttung
- Violette Linie: Grenze künstlicher Schüttung und Fels (Bündnerschiefer der Grava-Decke)
- Blaue Linie: Mauerfuss



Foto 11: Baggerschlitz BS10.

- Rote Linie: Grenze zwischen Boden und künstlicher Schüttung
- Violette Linie: Grenze künstlicher Schüttung und Fels (Bündnerschiefer der Grava-Decke)
- Blaue Linie: Mauerfuss



Foto 12: Baggerschlitz BS10. Nahaufnahme des an der Felsoberfläche stark verwitterten und zerbrochenen Felsens. Die blaue Linie zeigt den Mauerfuss.



Foto 13: Baggerschlitz BS11.

- Rote Linie: Grenze zwischen Boden und künstlicher Schüttung
- Blaue Linien: Mauerfuss
- Violette Linie: Grenze zwischen künstlicher Schüttung und Moräne
- Grüne Linie: Grenze zwischen Moräne und Fels (Bündnerschiefer der Grava-Decke)

Kartierung



Foto 14: Stützmauer 1, bergseits der Valsenstrasse bestehend aus Bruchsteinen. Beim schwarzen Pfeil steht der Fels (Trias) bergseits der Strasse an. Blickrichtung SW.



Foto 15: Stützmauer 2, talseits der Valsenstrasse bestehend aus Beton. Bergseits der Strasse sind die anstehende Trias (schwarzer Pfeil, Foto 16 und 17) und talseits die dunklen Schiefer der Stgir-Serie (grauer Pfeil) ersichtlich. Blickrichtung S.



Foto 16: Anstehender grüner Serizitschiefer (Fels: Trias der Grava-Decke) bergseits der Valslerstrasse zwischen der Stützmauer 1 und Profil 1 (Pm150-Pm170). Blickrichtung SSE.



Foto 17: Nahaufnahme des aufgeschlossenen grünen Serizitschiefers aus Foto 16.



Foto 18: Anstehender Fels (Bündnerschiefer) bergseits der Valserstrasse zwischen Pm200 und Pm300. Blickrichtung SE.



Foto 19: Nahaufnahme des aufgeschlossenen Bündnerschiefers aus Foto 18.



Foto 20: Netzartige Risse (Frosteinwirkungen, rote Pfeile) in der talseitigen Fahrspur zwischen Baggerschlitz BS2 und BS3 (Pm320-Pm360). Blickrichtung NNE.



Foto 21: Anstehender, verfalteter Fels (Bündnerschiefer) bergseits der Valserstrasse zwischen Baggerschlitz BS5 und BS6 (Pm400-Pm420). Blickrichtung SE.



Foto 22: Rinne bergseits der Valserstrasse bei Pm440 (BS7). Die Rinne ist mit Lockergestein gefüllt und mit Vegetation bewachsen. Blickrichtung ESE.



Foto 23: Stützmauer 3, talwärts der Valserstrasse. Der blaue Pfeil zeigt den 15 m langen Teil aus Bruchsteinen mit einem 0.6 m hohen Betonkordon (nicht ganzer Bereich ersichtlich auf Foto) und der violette Pfeil den Teil der Betonmauer. Blickrichtung NNE.



Foto 24: Stützmauer 4, talseits der Valsenstrasse bestehend aus Beton und erstellt vor rund 4-5 Jahren. Blickrichtung N.



Foto 25: Stützmauer 5 (dunkelroter Pfeil) und Stützmauer 6 (gelber Pfeil) bergseits der Valsenstrasse. Beide Mauern sind Bruchsteinmauern. Blickrichtung S.



Foto 26: Stützmauer 7, talseits der Valsenstrasse bestehend aus Bruchsteinen und einem 0.6 m hohen Betonkordon. Blickrichtung SSE.



Foto 27: Längsrisse (rote Pfeile) in der talseitigen Fahrspur zwischen dem Bachdurchlass BV4 und der Stützmauer SM8. Blickrichtung NW.



Foto 28: Stützmauer 8, bergseits der Valserstrasse bestehend aus Bruchsteinen. Die einzelnen Steine sind teilweise gegeneinander verschoben. Blickrichtung SE.



Foto 29: Anstehender Fels (Bündnerschiefer) bergseits der Valserstrasse zwischen Stützmauer SM8 und Baggerschlitz BS9. Blickrichtung SSE.



Foto 30: Stützmauer 9, talseits der Valserstrasse bestehend aus Bruchsteinen (blauer Pfeil) mit einem 1.2 m hohen Betonkordon. Blickrichtung NNE.



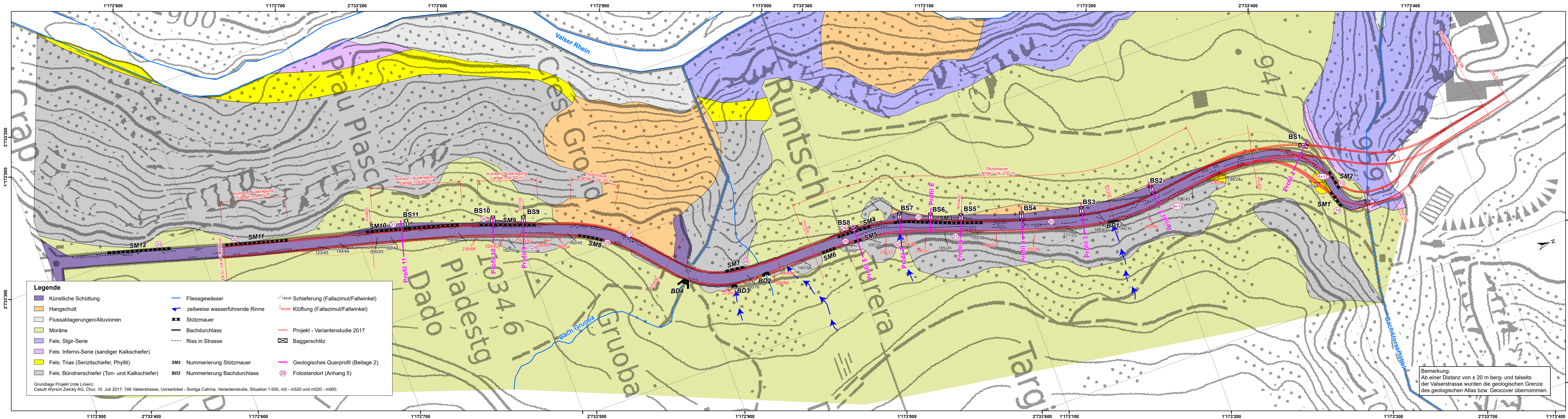
Foto 31: Stützmauer 10, talseits der Valserstrasse an der Basis bestehend aus Bruchsteinen (blauer Pfeil) und darüber aus Beton. Blickrichtung NNE.



Foto 32: Stützmauer 11, talseits der Valserstrasse bestehend aus Beton, erstellt auf anstehendem Bündnerschiefer (grüner Pfeil). Blickrichtung NNE.



Foto 33: Stützmauer 12, talseits der Valserstrasse bestehend aus Bruchsteinen (blauer Pfeil) und Beton (1.3 m hoch). Blickrichtung S.



Tiefbauamt Graubünden, Chur

748.00 Valsenstrasse
Abschnitt Uorsertobel - Sontga Catrina

Geologische Grundlagen

Situation mit
geologischer Oberflächenkartierung

1:1'000

BTG

Büro für Technische Geologie AG

Grossfeldstrasse 74, Postfach 78, CH-7320 Sargans
Telefon +41 81 720 09 39 Fax +41 81 720 09 30
info@btgeo.ch, www.btgeo.ch

Report Nr.: 5985-2
Beilage 1

	Datum	Erstellt	Geprüft
-	27. Februar 2019	bru	bre
A			
B			
C			

Tiefbauamt Graubünden, Chur

**748.00 Valserstrasse
Abschnitt Uorsertobel - Sontga Catrina**

Geologische Grundlagen

Geologische Querprofile 1 bis 11

1:100



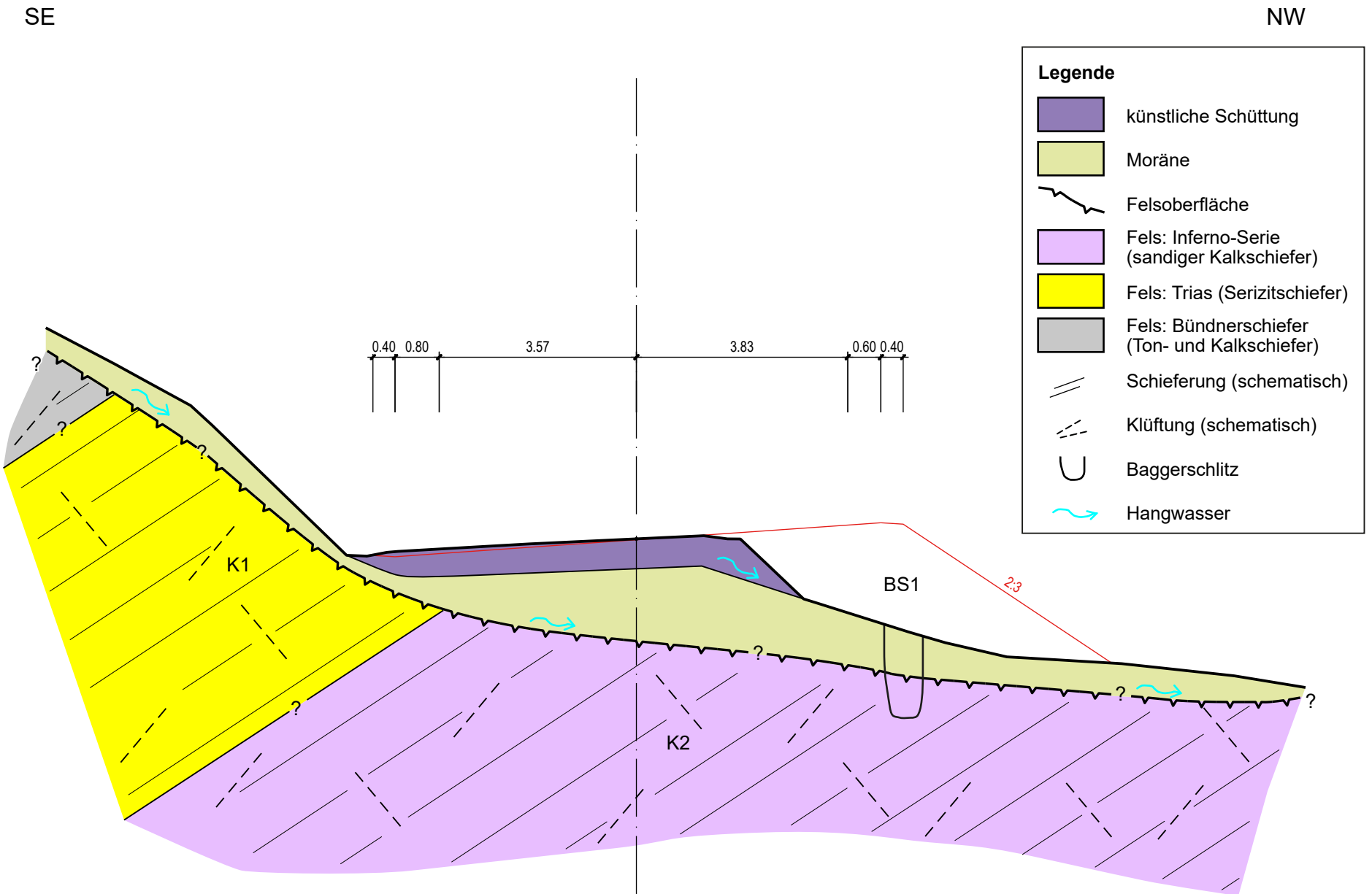
Büro für Technische Geologie AG

Grossfeldstrasse 74, Postfach 78, CH-7320 Sargans
Telefon +41 81 720 09 39 Fax +41 81 720 09 30
info@btgeo.ch, www.btgeo.ch

**Bericht Nr.: 5985-2
Beilage 2**

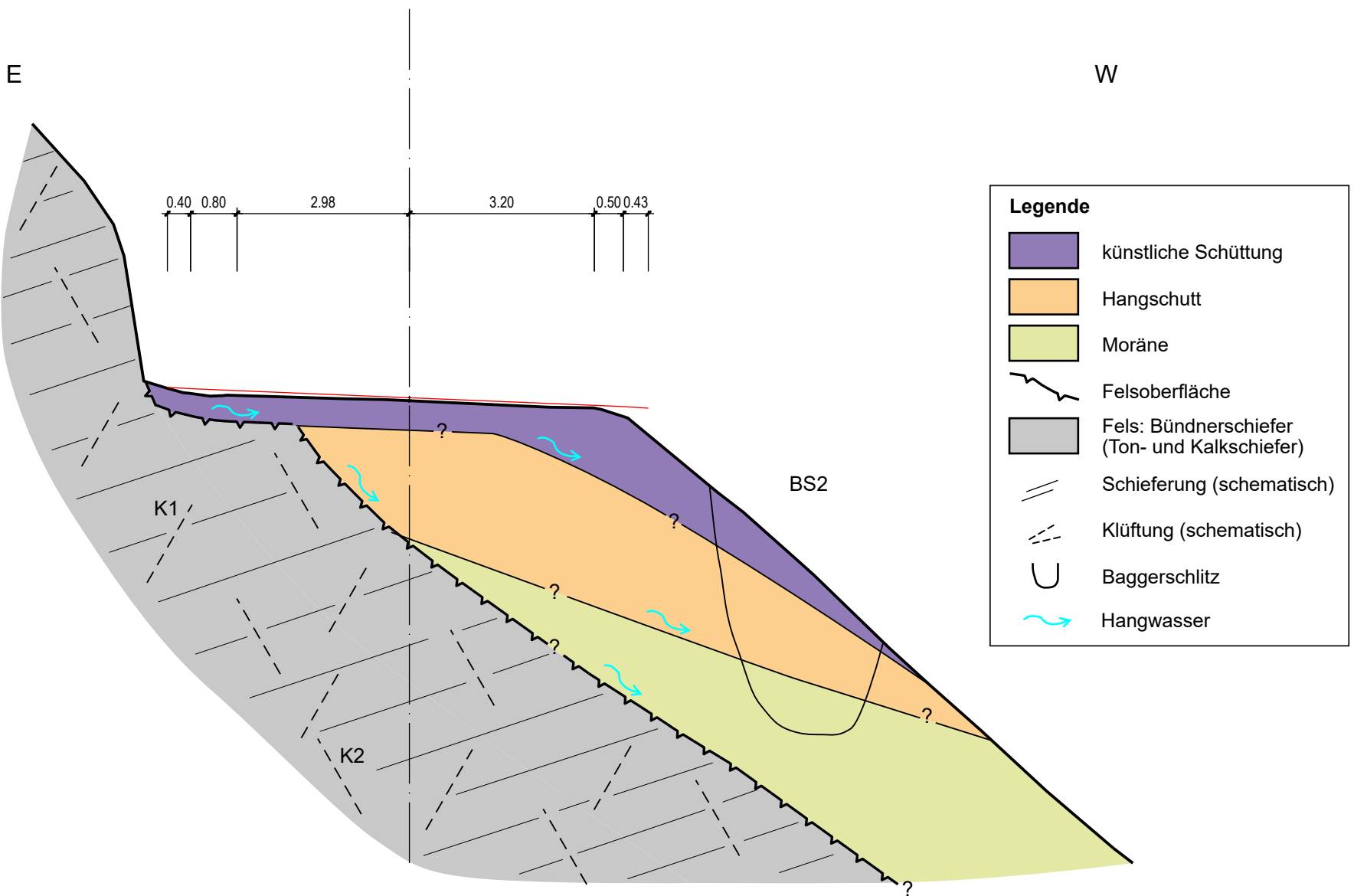
	Datum	Erstellt	Geprüft
-	27. Februar 2019	la	bre
A			
B			
C			

Querprofil 1 - Pm170 1:100



Grundlage Profilinie:
Casutt Wyrsh Zwicky AG, Chur, 31. März 2017: 748 Valserstrasse, Uorsertobel - Sontga Catrina
Ausführungsprojekt (?), Querprofile 1:100/200

Querprofil 2 - Pm270 1:100

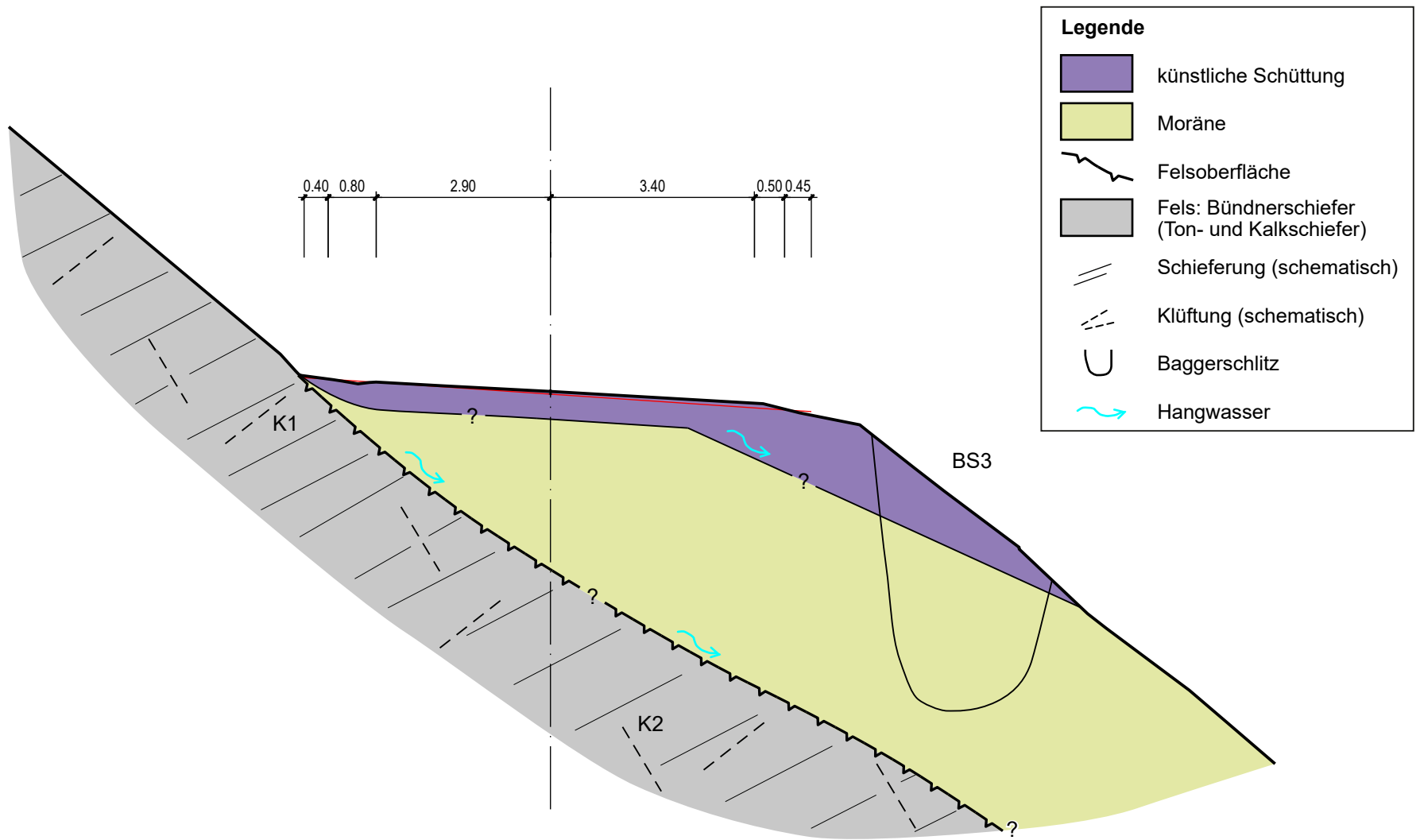


Grundlage Profilinie:
Casutt Wyrsch Zwicky AG, Chur, 31. März 2017: 748 Valserstrasse, Uorsertobel - Sontga Catrina
Ausführungsprojekt (?), Querprofile 1:100/200

Querprofil 3 - Pm320 1:100

ESE

WNW



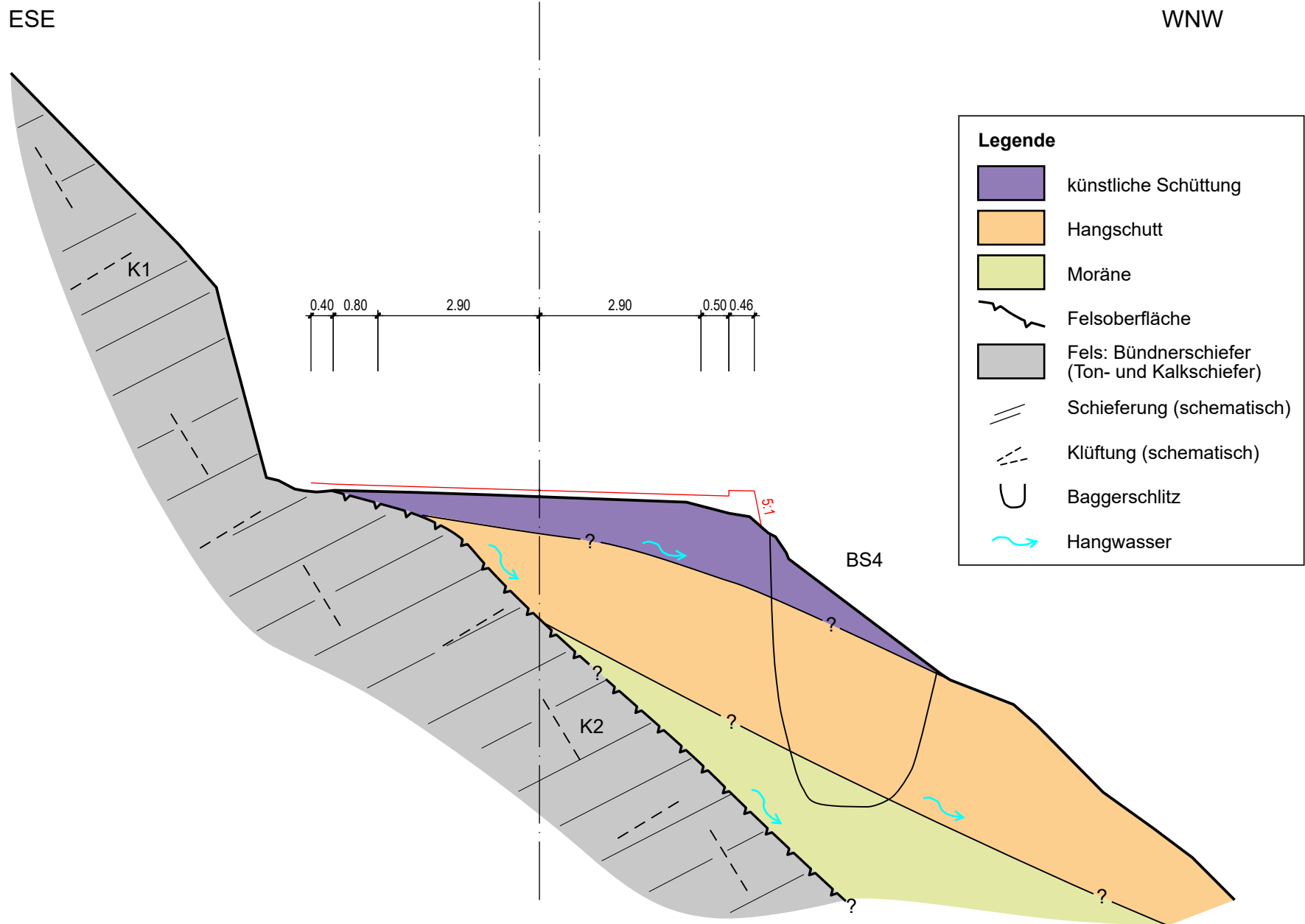
Grundlage Profilinie:
Casutt Wyrsch Zwicky AG, Chur, 31. März 2017: 748 Valserstrasse, Uorsertobel - Sontga Catrina
Ausführungsprojekt (?), Querprofile 1:100/200

S:\Auftrage\5985_Geol_Valserstrasse_Ausbau_Uorsertobel-Sontga-Catrina\Bericht\5985-2_geol_Grundlagen_Uorsertobel-Sontga-Catrina\5985-2_Beil2_Querprofile.ai



Büro für Technische Geologie AG
Grossfeldstrasse 74, Postfach 78, CH-7320 Sargans
Telefon +41 81 720 09 39 Fax +41 81 720 09 30
info@btgeo.ch, www.btgeo.ch

Querprofil 4 - Pm360 1:100



Grundlage Profilinie:
Casutt Wyrsh Zwicky AG, Chur, 31. März 2017: 748 Valserstrasse, Uorsertobel - Sontga Catrina
Ausführungsprojekt (?), Querprofile 1:100/200



Büro für Technische Geologie AG

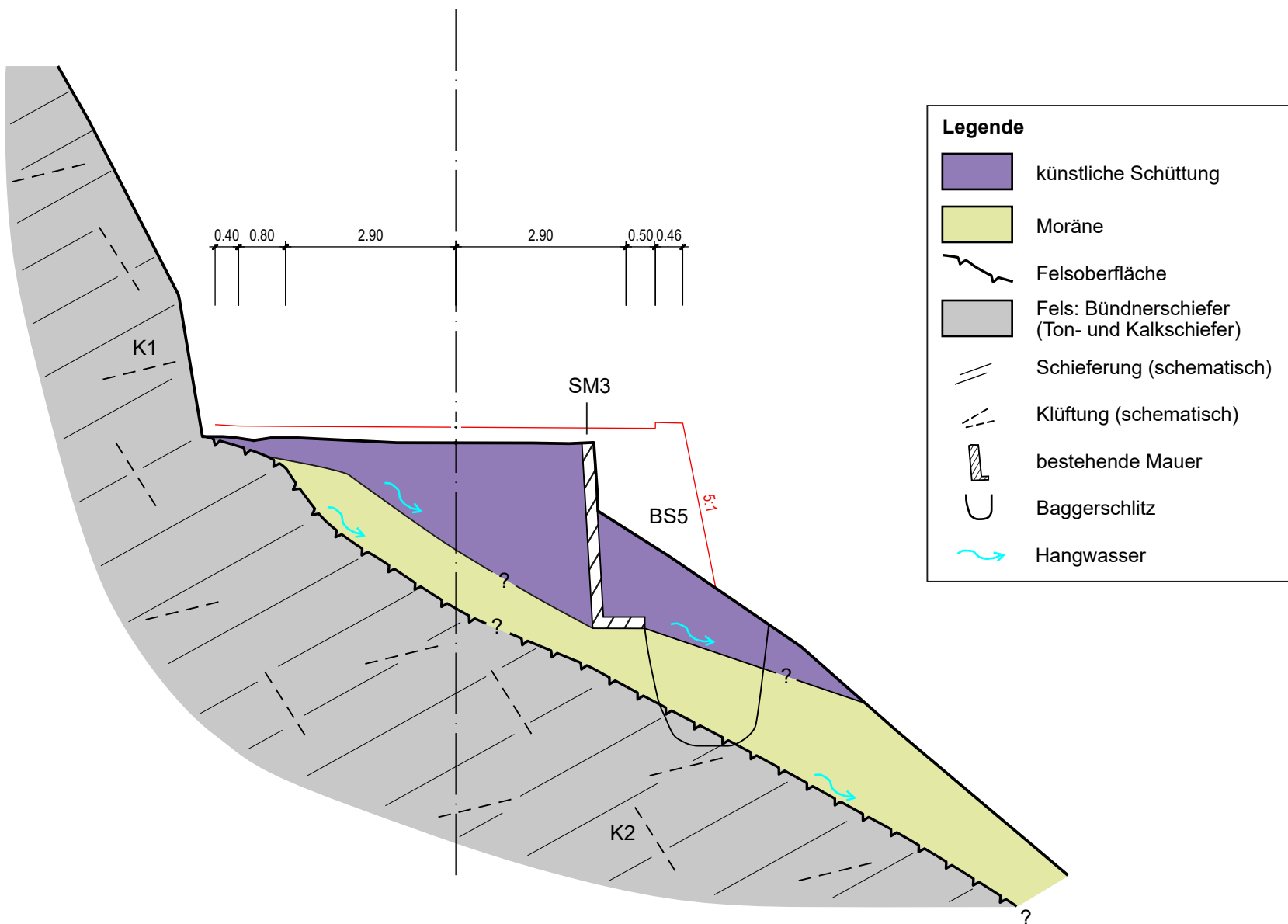
Grossfeldstrasse 7/4, Postfach 78, CH-7320 Sargans
Telefon +41 81 720 09 39 Fax +41 81 720 09 30
info@btgeo.ch www.btgeo.ch

S:\Auftrage\5985_Geol_Valserstrasse_Ausbau_Uorsertobel-Sontga-Catrina\Berichte\5985-2_geol_Grundlagen_Uorsertobel-Sontga-Catrina\5985-2_Beil2_Querprofile.ai

Querprofil 5 - Pm400 1:100

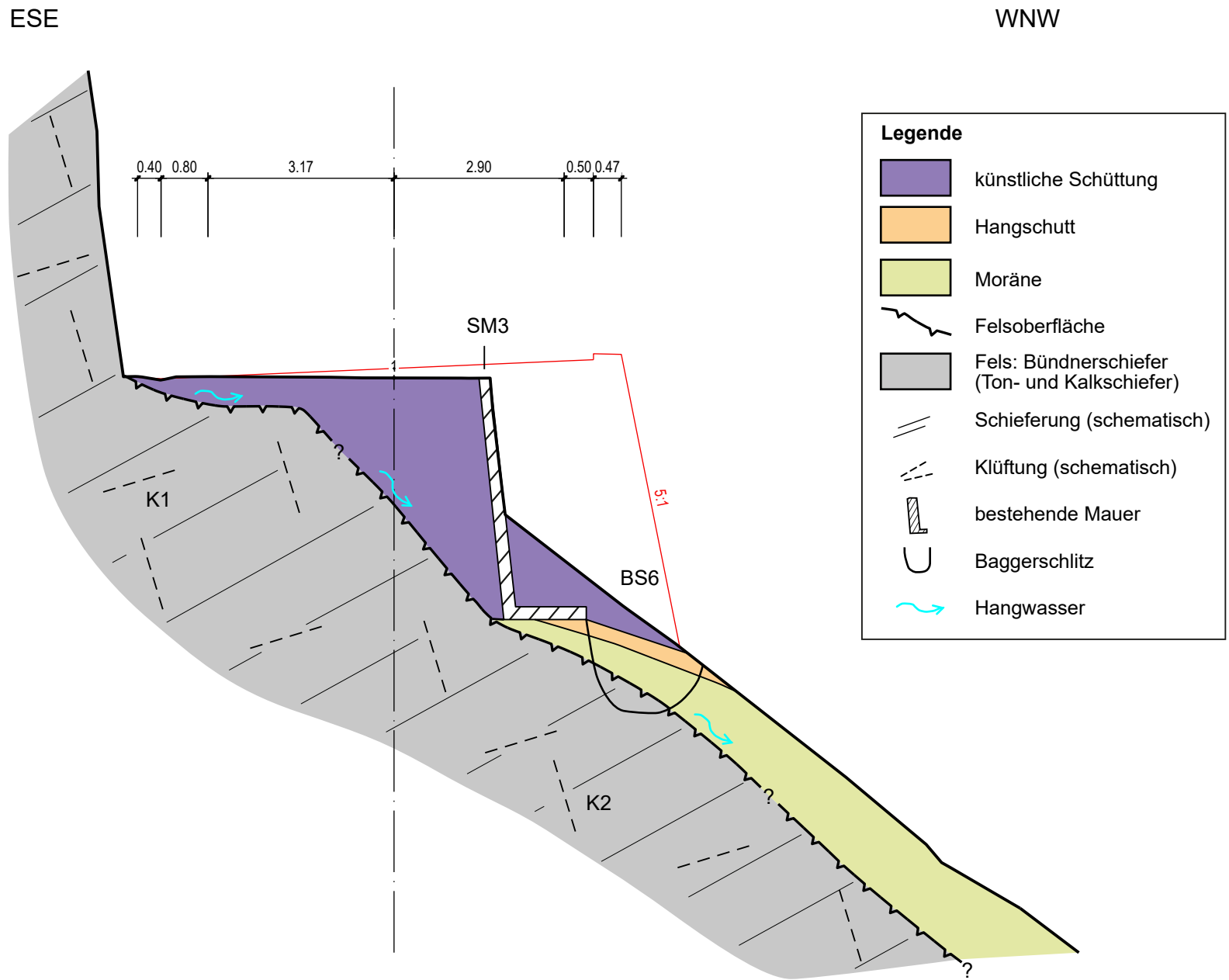
ESE

WNW



Grundlage Profilinie:
Casutt Wyrsch Zwicky AG, Chur, 31. März 2017: 748 Valserstrasse, Uorsertobel - Sontga Catrina
Ausführungsprojekt (?), Querprofile 1:100/200

Querprofil 6 - Pm420 1:100



Grundlage Profilinie:
Casutt Wyrsh Zwickly AG, Chur, 31. März 2017: 748 Valserstrasse, Uorsertobel - Sontga Catrina
Ausführungsprojekt (?), Querprofile 1:100/200

S:\Auftrage\5985_Geol_Valserstrasse_Ausbau_Uorsertobel-Sontga-Catrina\Berichte\5985-2_geol_Grundlagen_Uorsertobel-Sontga-Catrina\5985-2_Beil2_Querprofile.ai



Büro für Technische Geologie AG
Grossfeldstrasse 74, Postfach 78, CH-7320 Sargans
Telefon +41 81 720 09 39 Fax +41 81 720 09 30
info@btgeo.ch, www.btgeo.ch

1:100



SM3

BS7

K1











K2

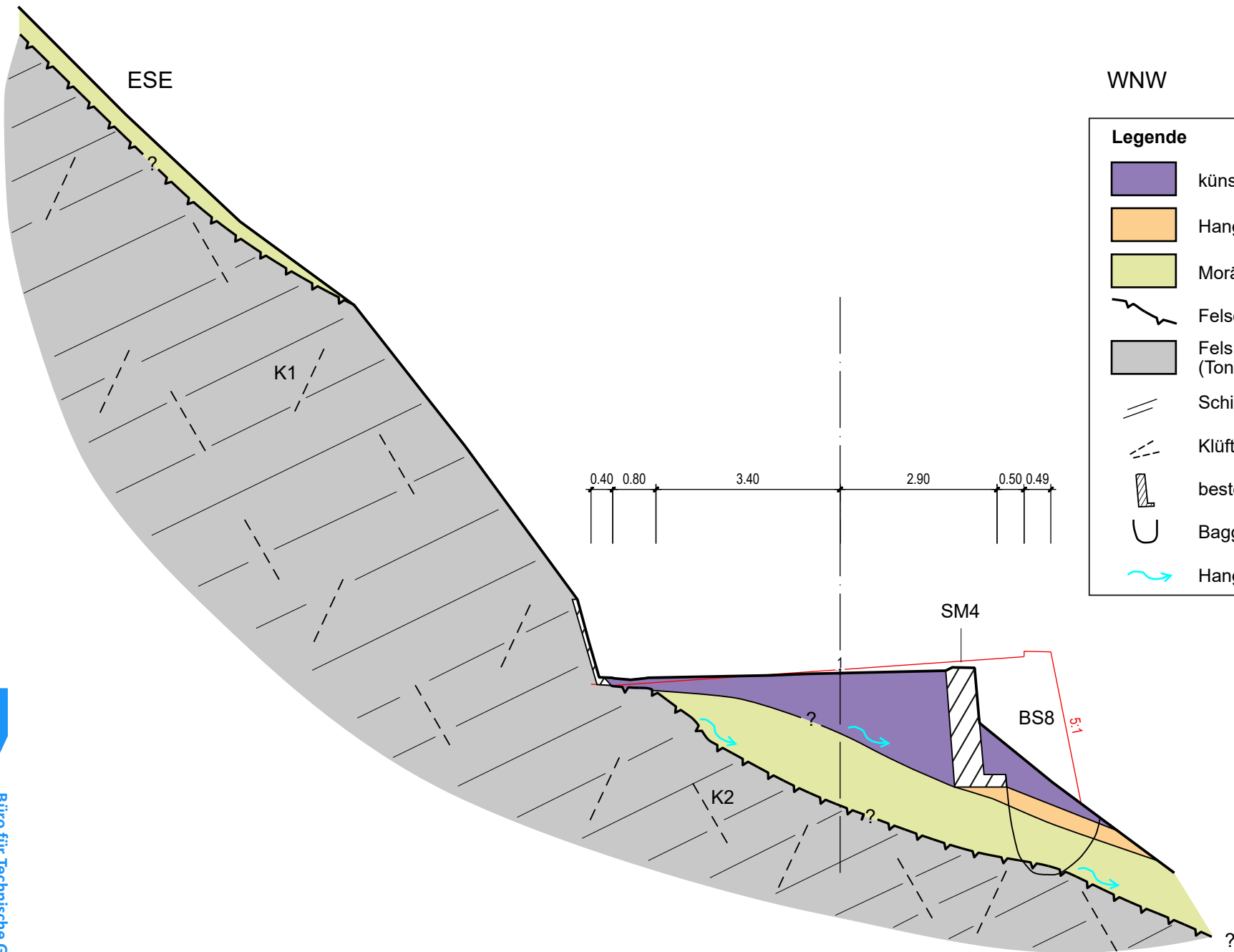
Grundlage Profillinie:
Casutt Wyrsh Zwicky AG, Chur, 31. März 201
Ausführungsprojekt (?), Querprofile 1:100/200

Querprofil 8 - Pm470 1:100

WNW

Legende

-  künstliche Schüttung
-  Hangschutt
-  Moräne
-  Felsoberfläche
-  Fels: Bündnerschiefer (Ton- und Kalkschiefer)
-  Schieferung (schematisch)
-  Klüftung (schematisch)
-  bestehende Mauer
-  Baggerschlitz
-  Hangwasser



Grundlage Profilinie:
Casutt Wyrsch Zwicky AG, Chur, 31. März 2017: 748 Valsenstrasse, Uorsertobel - Sontga Catrina
Ausführungsprojekt (?), Querprofile 1:100/200

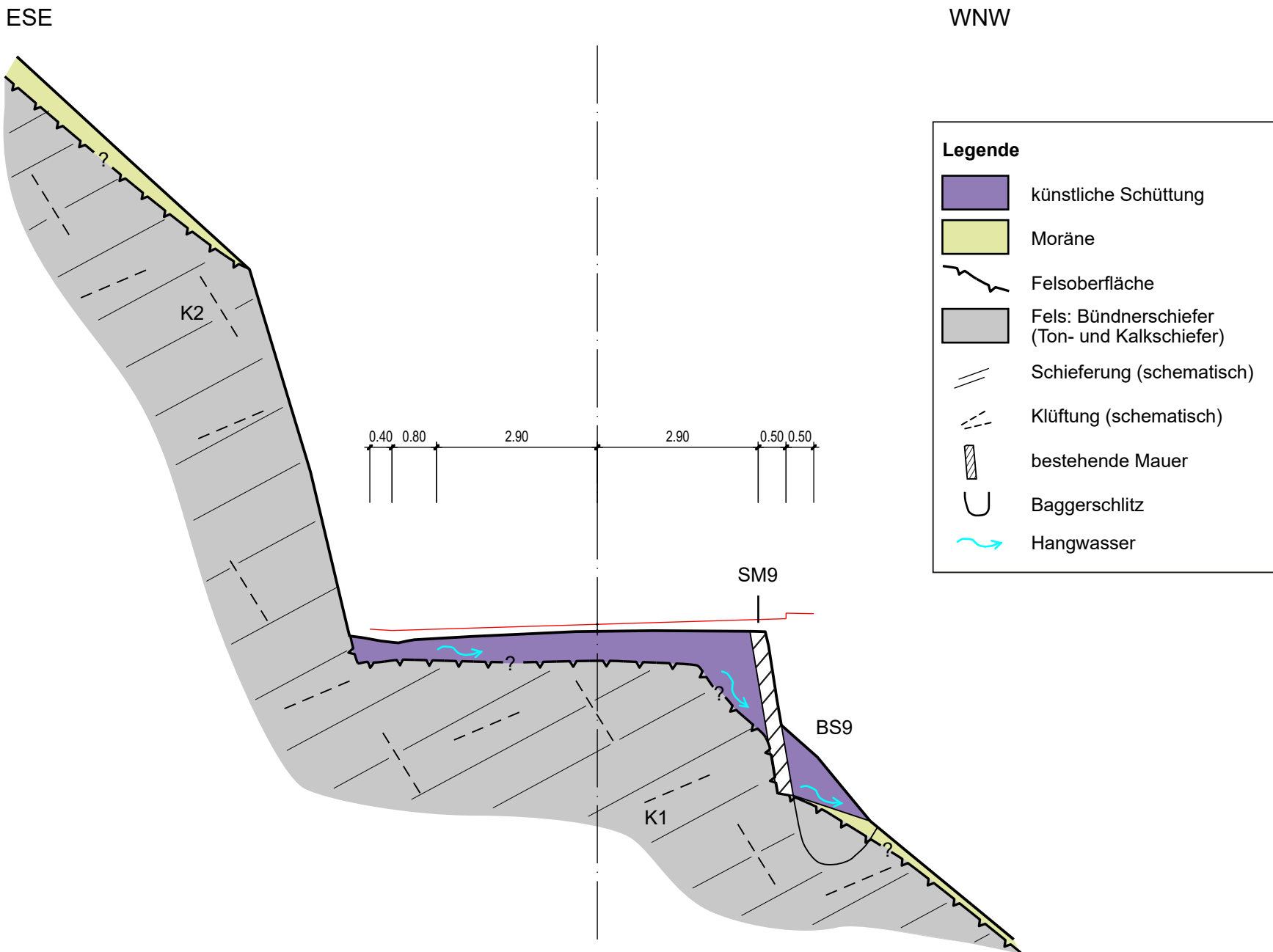


Büro für Technische Geologie AG

Grossfeldstrasse 7/4, Postfach 78, CH-7320 Sargans
Telefon +41 81 720 09 39 Fax +41 81 720 09 30
info@btgeo.ch, www.btgeo.ch

S:\Auftrage\5985_Geol_Valsenstrasse_Ausbau_Uorsertobel-Sontga-Catrina\Berichte\5985-2_geol_Grundlagen_Uorsertobel-Sontga-Catrina\5985-2_Beil2_Querprofile.ai

Querprofil 9 - Pm700 1:100



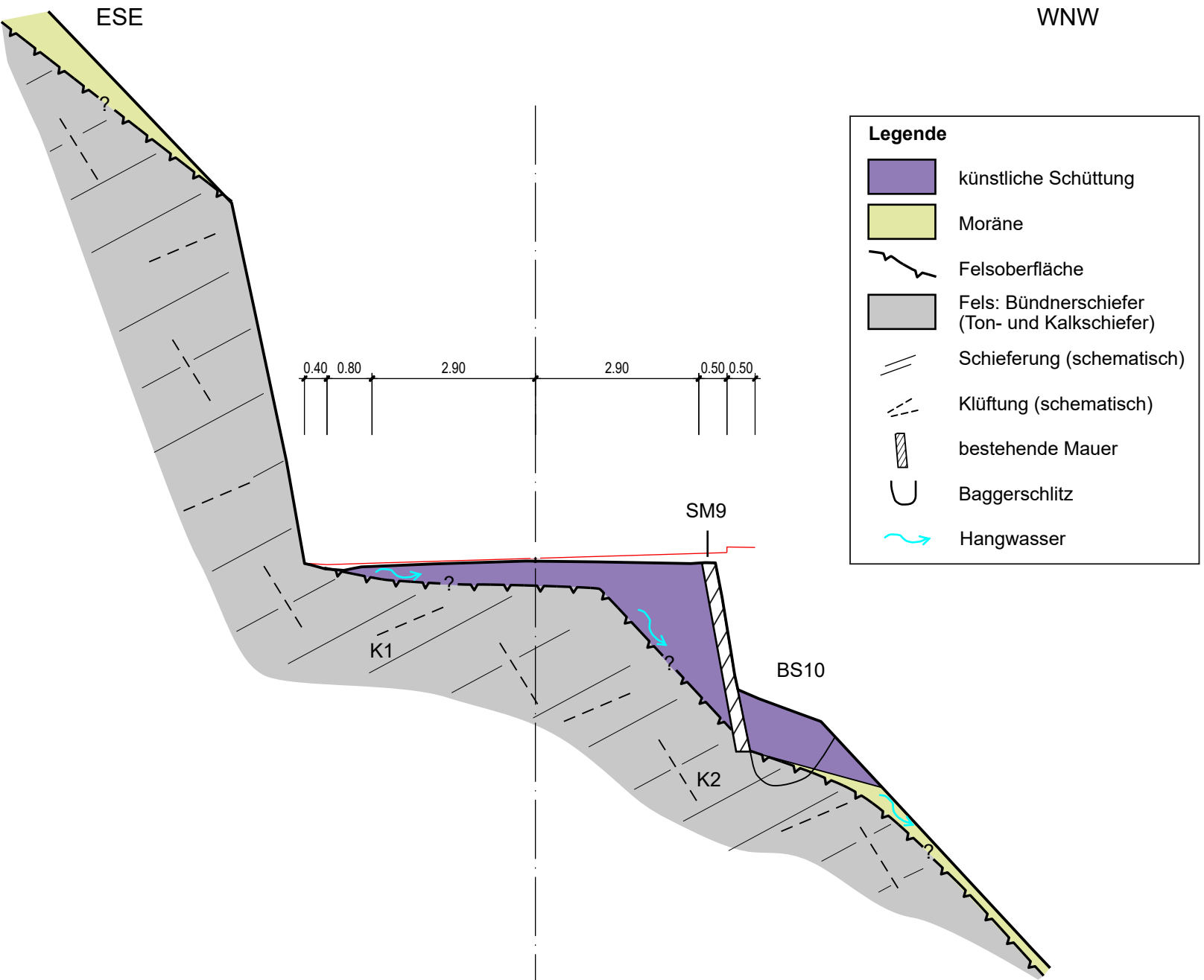
Grundlage Profilinie:
Casutt Wyrsch Zwicky AG, Chur, 31. März 2017: 748 Valserstrasse, Uorsertobel - Sontga Catrina
Ausführungsprojekt (?), Querprofile 1:100/200



Büro für Technische Geologie AG
Grossfeldstrasse 7/4, Postfach 78, CH-7320 Sargans
Telefon +41 81 720 09 39 Fax +41 81 720 09 30
info@btgeo.ch, www.btgeo.ch

S:\Auftrage\5985_Geol_Valserstrasse_Ausbau_Uorsertobel-Sontga-Catrina\Berichte\5985-2_geol_Grundlagen_Uorsertobel-Sontga-Catrina\5985-2_Beil2_Querprofile.ai

Querprofil 10 - Pm720 1:100



Grundlage Profilinie:
Casutt Wyrsh Zwicky AG, Chur, 31. März 2017: 748 Valserstrasse, Uorsertobel - Sontga Catrina
Ausführungsprojekt (?), Querprofile 1:100/200

S:\Auftrage\5985_Geol_Valserstrasse_Ausbau_Uorsertobel-Sontga-Catrina\Berichte\5985-2_geol_Grundlagen_Uorsertobel-Sontga-Catrina\5985-2_Beil2_Querprofile\5985-2_Beil2_QP10_Pm_720.ai

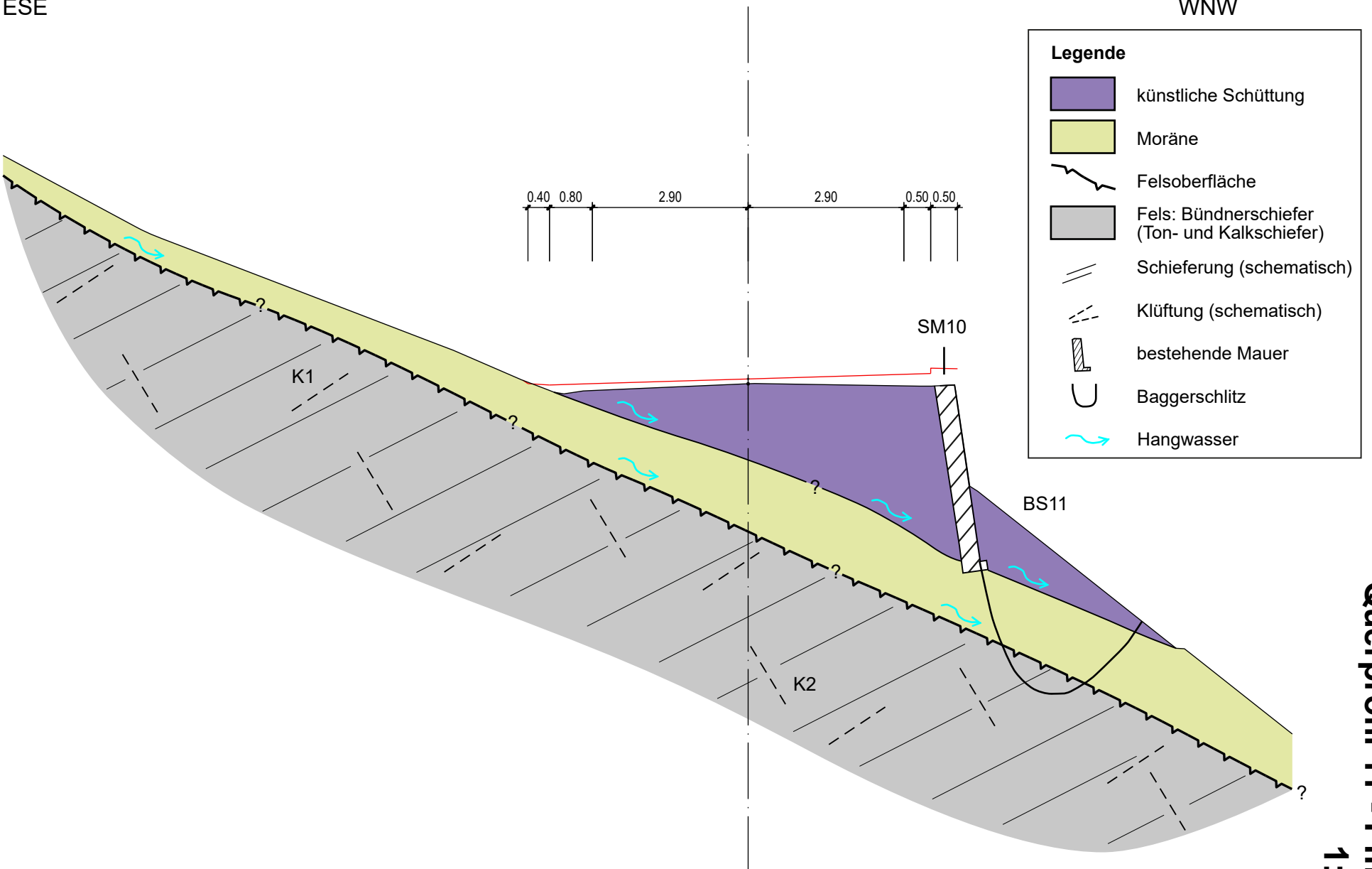


Büro für Technische Geologie AG
Grossfeldstrasse 74, Postfach 78, CH-7320 Sargans
Telefon +41 81 720 09 39 Fax +41 81 720 09 30
info@btgeo.ch, www.btgeo.ch

Querprofil 11 - Pm780 1:100

ESE

WNW



Legende

- künstliche Schüttung
- Moräne
- Felsoberfläche
- Fels: Bündnerschiefer (Ton- und Kalkschiefer)
- Schieferung (schematisch)
- Klüftung (schematisch)
- bestehende Mauer
- Baggerschlitz
- Hangwasser

Grundlage Profillinie:
Casutt Wyrtsch Zwicky AG, Chur, 31. März 2017: 748 Valserstrasse, Uorsertobel - Sontga Catrina
Ausführungsprojekt (?), Querprofile 1:100/200