

Tiefbauamt Graubünden

H29 Berninastrasse

Strassenkorrektur Pozzulasc – Pisciadel, km 27.90 – 29.25

Baugrunduntersuchung und Beurteilung der Naturgefahren

GEOLOGISCH – GEOTECHNISCHER BERICHT

Bericht Nr.: 6017-2
Datum: 22. Juli 2019
Sachbearbeiter: G. Glaus Msc Erdw., M. Forrer 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	3
4.1.	Baggerschlitz	3
4.2.	Kartierung	3
4.2.1.	Felsaufschlüsse	3
4.2.2.	Stützmauern	4
4.2.3.	Holzlagerplatz und Deponie Abrüsu	4
4.2.4.	Sturzprozesse (vgl. Beilagen 1 und 2)	4
4.2.5.	Schutzbauten	6
4.3.	Befragung Strassenmeister TBA und Gemeindeförster	6
5.	Beurteilung / Geologisches Modell	6
5.1.	Lithologische Grenzen	6
5.2.	Baugrundwerte	7
5.2.1.	Baugrundwerte Lockergestein	7
5.2.2.	Fels (Kristallin der Stretta-Masse)	8
5.3.	Hydrogeologie	8
5.4.	Standortrisiken	9
5.4.1.	Naturgefahren	9
5.4.1.1.	Allgemeines	9
5.4.1.2.	Sturzprozesse	9
5.4.2.	Erdbeben	10
5.5.	Beurteilung der Stabilitätsverhältnisse	10
5.5.1.	Allgemeines	10
5.5.2.	Strasse	11
5.5.3.	Deponie/Holzlagerplatz Abrüsu	11
5.5.4.	Ausstellplatz zur Holzbewirtschaftung bei QP24	12
5.6.	Wiederverwendung des Aushubmaterials	12
5.6.1.	Lockergestein	12
5.6.2.	Fels	12
5.6.3.	Mauersteine	13

5.7.	Kenntnislücken	13
6.	Bauliche Folgerungen	13
6.1.	Aushub, Abbaubarkeit Fels	13
6.2.	Baugrubenböschungen	14
6.2.1.	Lockergestein	14
6.2.2.	Fels	14
6.3.	Anschnitte / Permanente Böschungen	14
6.3.1.	Allgemeines	14
6.3.2.	Lockergestein	14
6.3.3.	Fels	15
6.4.	Foundation	15
6.4.1.	Lockergestein	15
6.4.2.	Fels	16
6.5.	Wasserhaltung	16
6.5.1.	Temporär	16
6.5.2.	Permanent	16
6.5.3.	Versickerungsmöglichkeit Strassenabwasser	16
6.6.	Schutzbauten	17

ANHÄNGE

- 1 Übersicht, 1:25'000
- 2 Statistische Auswertung Gefügemessungen, Stereographische Projektion
- 3 Tabellen Baggerschlitz (inkl. Angaben zur Foundation der Stützmauern)
- 4 Fotodokumentation

BEILAGEN

- 1 Situation Nord, 1:1000
- 2 Situation Süd, 1:1000
- 3 Geologische Querprofile 1 – 6, 1:100
- 4 Geologische Querprofile 7 – 12, 1: 100
- 5 Geologische Querprofile 13 – 18, 1:100
- 6 Geologische Querprofile 19 – 24, 1:100
- 7 Geologische Querprofile 25 – 30, 1:100
- 8 Geologische Querprofile 30 – 31, 1:100

1. EINLEITUNG

1.1. Auftrag

Mit dem Schreiben vom 06. Mai 2019 erteilte das Tiefbauamt Graubünden unserem Büro den Auftrag zur geologischen Baugrunduntersuchung und Beurteilung der Naturgefahren für das Projekt „H29 Berninastrasse, Strassenkorrektur Pozzulasc - Pisciadel“ (mittlere Koordinaten: 2'802'450/1'139'660).

1.2. Aufgabenstellung

Die Berninastrasse soll zwischen Pozzulasc und Pisciadel auf einer Länge von rund 1.4 km ausgebaut werden. Die Strasse verläuft in diesem Abschnitt auf der orografisch linken Talseite in einem steilen, von Felsbändern durchzogenen Hang. Unsere Aufgabe ist es, die Fundationsverhältnisse für die verschiedenen Tragwerke (Stützmauern, Lehenbrücken etc.), bergseitige Felsabträge (Stabilität) und Versickerungsmöglichkeiten für das Strassenabwasser zu beurteilen. Zudem soll an verschiedenen Stellen die Fundation der bestehenden Stützmauern begutachtet werden, sowie die für den Mauerbau verwendeten Steine (bei Natursteinmauern) bestimmt und (sofern die Mauern abgebrochen werden) deren Wiederverwendbarkeit beurteilt werden.

Bei Abrüsù, ganz am Schluss des untersuchten Abschnitts (bei QP32) ist die Erweiterung des Deponie- und Holzlagerplatzes geplant. Eine weitere talseitige Schüttung für einen Ausstellplatz zur Holzbewirtschaftung ist bei Stat. 975 (entspricht QP24 in Beilage 2) angedacht. Wir sollen bezüglich der beiden Standorte die Machbarkeit prüfen.

Zusätzlich zur Baugrunduntersuchung soll oberhalb der Berninastrasse zwischen Pozzulasc und Pisciadel eine qualitative Beurteilung der Naturgefahren und der vorhandenen Schutzbauten vorgenommen werden.

1.3. Verwendete Unterlagen

- [1] Büro für Technische Geologie AG, Maienfeld, Bericht 2454-1 vom 19. August 1977: Über das Rutschgebiet von Pisciadel (Gde. Poschiavo) an der Berninastrasse, geologischer Bericht.
- [2] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, November 2002: Regenwasserentsorgung; Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten.
- [3] Dr. M. Kobel + Partner AG, Sargans, Bericht Nr. 5346-11 vom 12. Oktober 2011: Projekt Lago Bianco; Deponie Plan da la Golph; geologisch-geotechnischer Bericht.
- [4] Dr. M. Kobel + Partner AG, Sargans, Bericht Nr. 5346-36 vom 22. Oktober 2012: Projekt Lago Bianco; Aussenanlagen Deponien, Holzlagerplatz Abrüsù; Aktennotiz.

- [5] Dr. M. Kobel + Partner AG, Bericht Nr. 5346-23 vom 14. März 2013: Projekt Lago Bianco; Felskennwerte; Kennwertebericht.
- [6] BAFU, Umwelt-Vollzug, Naturgefahren, 2016: Schutz vor Massenbewegungsgefahren, Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Stein- und Hangmuren.
- [7] Baugeologie und Geo-Bau-Labor AG, Chur, Bericht Nr. BG 4290 vom 05. Oktober 2017: Ausbau Abzweigung Kantonsstrasse – Pisciadel, Poschiavo; Geologische Baugrundabklärung.
- [8] Caprez Ingenieure AG, Februar 2019: Pläne Nr. 2.003, 2.004: Strassenzug Punt Muragl – Campocologno, Bauabschnitt Pozzulasc – Pisciadel, Vorprojekt, Variante 2, Situation 1:1000, Querprofile 1:100.
- [9] Caprez Ingenieure AG, ohne Datum und Nummer: Neue Deponie Abrüsu, Variante E, Schüttungsprüfung Stat. 1410-1480 1:1000.
- [10] Geoportal der kantonalen Verwaltung Graubünden, Juni 2019: geologische Karte (Geocover), Naturgefahrenkarte, Hydrogeologische Karte, INSAR-Karte, DTV 2017, StorMe.

2. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Diskussion der Ausbaumöglichkeiten und der erforderlichen geologischen Untersuchungen führten am 17. April 2019 Walser Dario (TBA), Tschenett Marco, de Stefani Carlo (Caprez Ingenieure AG), Berchier Gilbert (AWN), Forrer Markus und Glaus Gabriel (BTG) eine Begehung des besagten Strassenabschnitts durch.

Vom 12. – 22. Mai 2019 erstellte die Bauunternehmung Zala Manuele Impresa Costruzioni, Prada, 34 bis zu 5.5 m tiefe Baggerschlitze. Die Baggerschlitze wurden vom 15. – 16. und 21. – 22. Mai 2019 von uns begleitet, aufgenommen und geologisch interpretiert.

Bei Gelegenheiten während den Sondierungsarbeiten und zusätzlich am 13. Juni 2019 wurden von uns projektspezifische Kartierungen durchgeführt.

Der Strassenmeister des TBA, Elio Capelli (am 11. Juni 2019 telefonisch), und der Gemeindeförster Gianni Zanolli (am 7. Mai 2019 anlässlich einer Begehung bei Cavaglia) wurden bezüglich der Sturzgefährdung im untersuchten Strassenabschnitt befragt.

3. GEOLOGISCH-HYDROGEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Der untersuchte Strassenabschnitt befindet sich auf der orografisch linken Seite des Val Poschiavo. Die Berninastrasse verläuft in diesem Abschnitt im meist steilen, zum Teil bewaldeten, von Felsbändern durchzogenen Gelände.

Tektonisch liegt das Projektgebiet am östlichen Rand der Berninadecke, welche zu den unterostalpinen Decken gehört. In Richtung Osten folgt die darüberliegende, oberostalpiner Languard-Decke. Im untersuchten Bereich wird die Berninadecke aus

dem Kristallin der Stretta-Masse aufgebaut. Lithologisch handelt es sich dabei um grünliche, Chlorit-Hellglimmer-Gneise [10].

Die lokale Schieferung fällt in der Regel in Richtung Südost – Süd ein. Zudem werden die vorhandenen Felsaufschlüsse durch zwei steile, orthogonale Kluftscharen durchzogen. Die eine Kluftschar fällt gegen West – Nordwest, die andere gegen Südost – Süd ein.

Neben den vorhandenen Felsbändern wird die Felsoberfläche von geringmächtigem Lockergestein überlagert. Im nördlichen Teil des Projektgebiets (nördlich von QP22) handelt es sich dabei um Moräne, südlich davon (südlich von QP22) um Hangschutt. Ganz im Süden, auf den letzten Projektmetern, liegt der Untersuchungsperimeter an der nördlichen Grenze eines langgezogenen Bergsturzgebietes.

Der Bergwasserspiegel liegt in einer für den Strassenausbau irrelevanten Tiefe. Bei nasser Witterung kann insbesondere entlang der Felsoberfläche Hangwasser zirkulieren. Grundsätzlich ist im Bereich von Geländemulden mit einer stärkeren Hangwasserzirkulation als auf Rippen zu rechnen. Quellen existieren im unmittelbaren Untersuchungsgebiet oder talseits davon keine [10].

Das Untersuchungsgebiet liegt im Gewässerschutzbereich üB (übriger Bereich) [10].

4. RESULTATE DER UNTERSUCHUNGEN

4.1. Baggerschlitz

Die Standorte der ausgeführten Baggerschlitz sind in der Beilage 1 und 2 dargestellt. Eine fotografische Dokumentation befindet sich im Anhang 4 (Fotos 1 – 34). Der Übersicht halber wurden die Tabellen mit den detaillierten Ergebnissen der Baggerschlitzsondierungen im Anhang 3 angefügt.

4.2. Kartierung

Die Resultate der Kartierung sind im Wesentlichen in den Beilagen (Situation und Querprofile) dargestellt. An dieser Stelle werden nur einzelne Präzisierungen angebracht.

4.2.1. Felsaufschlüsse

Die anstehenden Felsaufschlüsse bestehen aus grünlichem Chlorit-Hellglimmer-Gneis, welcher oft oberflächlich rostfarben verwittert ist.

Entlang der Strasse liegt der Fels zwischen QP12 und QP17 und im Bereich von QP22 oberhalb, sowie unterhalb der Strasse aufgeschlossen vor (vgl. Beilagen 1 und 2). Unterhalb der oberflächlichen Verwitterung ist der Fels in den Aufschlüssen meist frisch und kompakt.

Die Trennflächenorientierungen sind in allen Aufschlüssen ähnlich. Die eingemessenen Trennflächen wurden in einer stereographischen Projektion dargestellt (An-

hang 2). In Tabelle 2 befindet sich eine detaillierte Beschreibung der beobachteten Trennflächen.

4.2.2. Stützmauern

Genaue Angaben zu den Foundationen der Stützmauern befinden sich im Anhang 3 und wurden massstabsgetreu in die Querprofile in den Beilagen 3 – 8 eingezeichnet. Im Allgemeinen können die Stützmauern in drei Kategorien eingeteilt werden. Im Projektperimeter befinden sich Stützmauern aus Beton, alte Stützmauern aus Natursteinen und neue Stützmauern aus Natursteinen. Die Stützmauern aus Beton sind meist in einem guten Zustand und mit einem tragfähigen Fundament versehen. Die alten Stützmauern aus Natursteinen sind oft schlecht fundiert. Meistens sind die Fugen zwischen den Steinen nachträglich vermörtelt und teilweise wurde oben ein Betonkordon aufgesetzt. Die alten Natursteinmauern (Typ MX 1 – MX 2) wurden aus lokalen Steinen und Blöcken, welche aus Gneis der Stretta-Masse bestehen, gebaut. Neue Stützmauern aus Natursteinen (Typ MX 3) gibt es insgesamt nur zwei, welche jeweils bergeseitig der Strasse stehen. Die erste befindet sich ganz im Norden vom Projektgebiet und zieht entlang der Strasse vom Restaurant Pozzolascio ca. 100 m in Richtung Süden. Die zweite ist eine kurze Stützmauer von 10 m Länge und befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite der Strasse beim Standort von BS12/19. Für diese zwei Mauern wurde der Brusio-Granit als Mauerstein verwendet und die Fugen wurden vermörtelt. Genaue Angaben zur Foundation der neuen Natursteinstützmauern können nicht gemacht werden, da bei den jeweiligen Standorten keine Sondierung gemacht wurde.

4.2.3. Holzlagerplatz und Deponie Abrüsu

Unterhalb der seit rund 6 Jahren bestehenden Deponie, resp. des bestehenden Holzlagerplatzes (vgl. Beilage 2), befindet sich eine kleine Geländeterrasse. Der Fuss der projektierten Erweiterung soll auf diese Terrasse zu stehen kommen. Im Bereich, neben und unterhalb dieser Terrasse und seitlich der bestehenden Deponie baut sich die 30° bis 38° steile, von einzelnen Felsbändern (oder versackten Felspaketen) durchzogene Böschung aus blockigem bis stark blockigem Hang- und Bergsturzschutt auf. Es sind keine Rutschphänomene zu erkennen - weder alte noch solche, welche durch die bestehende Deponie verursacht worden wären. Vereinzelt ist ein leichter Säbelwuchs an den Bäumen festzustellen, welcher in solch steilen Böschungen als lokales Phänomen nichts aussergewöhnliches darstellt.

4.2.4. Sturzprozesse (vgl. Beilagen 1 und 2)

Als Steine werden im Folgenden Komponenten mit $\varnothing < 0.5$ m, als Blöcke solche mit $\varnothing = 0.5 - 2$ m und als Grossblöcke solche mit $\varnothing > 2$ m bezeichnet.

Im obersten Strassenabschnitt zwischen Pozzulasc und den ersten Felsaufschlüssen bei QP12 sind keine Phänomene für Sturzprozesse zu kartieren. Bei QP12 und QP13 sind einige wenige Meter hohe, oberflächlich entlang der Klüftung leicht aufgelockerte Felsanschnitte vorhanden. Lokal sind die Felsanschnitte im obersten Be-

reich, beim Übergang ins Lockergestein mit einem leichten, zum Teil beschädigten Netzverspann abgedeckt.

Bei QP14 ist bergseits der Berninastrasse wiederum ein wenige Meter hoher Felsanschnitt vorhanden, der lokal am Übergang zum Lockergestein mit einem komplett defekten Netzverspann abgedeckt ist. Auf den ersten Metern, aus Norden kommend, ist der Felsanschnitt entlang der Klüftung und Bankung stark aufgelockert, danach ist er kompakt. Über dem kompakten Teil des Felsanschnittes stehen kleine Betonstützmauern, welche als Fundament für eine 2 – 2.5 m hohe Holzpalisadenwand (SSV Pisciadell) dienen (Anhang 4, Foto 35). Über der Holzpalisadenwand ist eine alte, ca. 14 m breite und 12 m hohe Ausbruchnische eines alten Felssturzes (oder mehrerer alter Blockstürze) erkennbar. Die Ausbruchnische ist charakterisiert, durch komplett zerbrochenen, in Steine und Blöcke aufgelösten Fels. Im mittleren Teil ist die Holzpalisadenwand fast komplett durch Sturzschnitt (vor allem Steine und einzelne Blöcke; vgl. Anhang 4, Foto 36) gefüllt. An den Holzpalisaden sind zahlreiche Einschlagspuren bis zuoberst zu erkennen.

An die Holzpalisadenwand anschliessend folgt auf eine Länge von rund 90 m eine Zone mit Felsbändern und Felsrippen, die bis mehr als 50 Höhenmeter über die Berninastrasse hinauf zieht. Im Hang über QP17 und QP18, rund 100 Höhenmeter über der Berninastrasse steht eine weitere bis über 10 m hohe Felswand. Zwischen den Bändern und Rippen liegt eine dünne Lockergesteinsbedeckung. Im untersten Bereich der Felsbänder, direkt über der Berninastrasse sind einzelne, oberflächlich etwas stärker aufgelockerte Felsbereiche und Lockergesteinsanrisse direkt über den Felsbändern mit leichten, defekten Netzverspannen abgedeckt (Anhang 4, Foto 37). In den Felsbändern, Rippen und der Felswand 100 m über der Berninastrasse sind einzelne alte Ausbruchnischen von Stein- und Blockschlägen und einzelne potentiell absturzgefährdete Steine und Blöcke zu erkennen.

Anschliessend ans QP18 folgt bis zum Ende des untersuchten Abschnittes mehr oder weniger durchgehend eine steile (lokal knapp über 40°), einige 100 Höhenmeter übers Niveau der Berninastrasse hinaufreichende, lokal blockige Lockergesteinsböschung. Vereinzelt sind in der Böschung Felsbänder zu beobachten.

Direkt bergseits der Berninastrasse sind bei QP20 und um QP22 weitere bis 2 m hohe Holzpalisadenwände vorhanden (SSV Pisciadell). In der Holzpalisadenwand bei QP20, welche unter einem etwas steileren, blockigen Hangabschnitt steht, sind mehrere alte, vermooste Steine und Blöcke sowie einige frische Steine und ein frischer Block zu erkennen (Anhang 4, Foto 38). Die Holzpalisadenwände um QP22 stehen um einen halben bis zwei Meter zurückversetzt über einer Stützmauer bergseits der Berninastrasse (Anhang 4, Foto 39). Über den Holzpalisadenwänden ist ein alter Rutschungsanriss im Lockergestein erkennbar. Im Anriss stecken mehrere potentiell absturzgefährdete Steine und einzelne Blöcke. In den Holzpalisadenwänden sind einige alte Steine und zwei kleine, frische Sturzblöcke zu erkennen (Anhang 4, Foto 40). In den Holzpalisaden sind Einschlagspuren, einzelne auch in den obersten Kanthölzern, feststellbar. Keine Steine und kaum Einschlagspuren sind in der letzten Reihe (Richtung Süden) zu erkennen.

4.2.5. Schutzbauten

Die Schutzbauten sind unter Kapitel 4.2.4 erwähnt und in den Beilagen 1 und 2 eingetragen. Dabei handelt es sich um die Holzpalisadenwände bei QP14, QP20 und QP22. Zudem sind einige alte Netzverspanne zwischen QP13 und QP17 vorhanden.

Die Holzpalisadenwände sind generell in einem guten Zustand und können ihre Funktion erfüllen. Einzelne Kanthölzer sind durch Einschläge von Steinen und Blöcken und durch die Verwitterung leicht beschädigt.

Die Netzverspanne sind alle beschädigt und erfüllen ihre Funktion nicht mehr oder nur sehr eingeschränkt.

4.3. Befragung Strassenmeister TBA und Gemeindeförster

Auf dem untersuchten Strassenabschnitt sind keine gefährliche Sturzereignisse bekannt - es existieren auch keine Einträge im StorMe. Regelmässige Ablösungen von Steinen und Blöcken sind bei der Holzpalisadenwand zwischen QP14 und QP15 zu verzeichnen (vgl. Beilage 1). Die Verbauung wird bei Bedarf jeweils geleert (alle paar Jahre). Vereinzelte Ablösungen sind bei den übrigen Verbauungen (QP 20, Bereich QP22) feststellbar. Auch diese Verbauungen werden periodisch geleert. Auf den ersten rund 200 m südlich der letzten der Verbauungen müssen vom Strassenunterhalt vereinzelt Steine von der Strasse weggeräumt werden.

5. BEURTEILUNG / GEOLOGISCHES MODELL

5.1. Lithologische Grenzen

Die angetroffenen geologischen Verhältnisse sind in den geologischen Querprofilen in den Beilagen 3 – 8 dargestellt.

Der untersuchte Strassenabschnitt kann aufgrund der vor Ort beobachteten Geländeformen und der angetroffenen lithologischen Grenzen in zwei Bereiche aufgeteilt werden. Im nördlichen Bereich (QP1 – QP21) baut sich der Untergrund aus Moräne und darunter Fels auf. Südlich davon (QP22 – QP32) wird die Moräne durch Hangschutt abgelöst, welcher die Felsoberfläche überdeckt. Lokal sind künstliche Auffüllungen und Schüttungen im unmittelbaren Strassenbereich vorhanden. An der heutigen Oberfläche und unterhalb der künstlichen Auffüllungen sind recht mächtige Bodenschichten (0.5 – 1.5 m, inkl. Unterboden) ausgebildet, welche meist durch eine deutlich rötliche Färbung auffallen.

Die Felsoberfläche weist aufgrund der glazialen Überprägung ein erfahrungsgemäss gewellter bis gestufter Verlauf auf. Zwischen QP12 – QP17 und im Bereich von QP22 liegt der Fels bergseitig der Strasse aufgeschlossen vor und wurde in den Baggerschlitzten BS12/19, BS13/19, BS15/19 und BS22/19 angetroffen. In diesen zwei Abschnitten befindet sich der Fels talseitig der Strasse in geringer Tiefe von ca. 0.5 – 3 m. Insbesondere beim BS13/19 war der angetroffene Fels für ca. 1.5 m sehr

morsch und mit dem Bagger abtragbar. Es muss somit mit einer lokal stark verwitterten Felsoberfläche von mindestens 1 – 2 m gerechnet werden.

In den übrigen Bereichen entspricht der in den Beilagen 3 – 8 dargestellte Felsverlauf einer Schätzung. Es wird angenommen, dass hier die Felsoberfläche in einer Tiefe von ca. 5 – 10 m liegt. Insbesondere im Abschnitt nördlich von QP12 kann es zu grösseren Abweichungen kommen, da dort der Fels von einem Moränenrücken überdeckt wird.

Im südlichsten Teil des Projektgebiets (siehe BS33/19) befindet sich talseitig der Strasse eine grosse künstliche Schüttung, welche als Holzlagerplatz dient.

5.2. Baugrundwerte

Die Baugrundwerte schätzen wir aufgrund der Sondierungsergebnisse, 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.

5.2.1. Baugrundwerte Lockergestein

Die Klassifizierung der zwei Lockergesteine als Moräne und Hangschutt erfolgte aufgrund der lokalen Geländeformen. Das Material ist geotechnisch jedoch identisch, weshalb diese zwei Lithologien in der Tabelle 1 zusammen beschrieben wurden.

Tabelle 1: Abschätzung Baugrundwerte Lockergestein						
Lockergestein	Lagerungs- dichte / Konsistenz	Feucht- raum- gewicht	M _E -Wert (⁶)	Reibungs- winkel	Kohäsion (Formko- häsion)	Durch- lässigkeit
		γ	M _E	φ'	c'	k
		kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	m/s
Künstliche Auffüllung (¹)	locker / mitteldicht (⁴)	20 ± 1	20 (⁵) (10 – 30)	35 (33 – 37)	0 (0 – 3)	1x10 ⁻³ bis 1x10 ⁻⁶
Boden- schicht(²)	locker / mitteldicht	21 ± 1	20 (10 – 30)	35 (34 – 36)	0 (0 – 3)	1x10 ⁻³ bis 1x10 ⁻⁶
Moräne und Hangschutt (³)	mitteldicht	20 ± 1	40 (30 – 50)	36 (34 – 38)	4 (0 – 8)	5x10 ⁻³ bis 1x10 ⁻⁶

- (1) Kies sandig bis stark sandig und Sand schwach kiesig bis stark kiesig, lokal schwach siltig; Blockanteil: 5 – 30 %; Fremdstoffanteil: < 2 %
- (2) Sand kiesig bis stark kiesig, lokal schwach siltig und Kies, sandig, lokal schwach siltig; Blockanteil: 5 – 30 %
- (3) Kies, sandig bis stark sandig; Blockanteil: 5 – 40 %
- (4) Gilt für den Bereich seitlich der Strasse; Foundationsschicht und Koffer weisen deutlich höhere Lagerungsdichten auf.

- (5) Werte gelten für Schüttungen seitlich der Strasse; die Fundamentsschicht und der Koffer weisen deutlich höhere M_E -Werte auf ($> 60 \text{ MN/m}^2$).
- (6) Die angegebenen M_E -Werte sind Erstbelastungswerte. Für Wiederbelastungsverhältnisse kann erfahrungsgemäss der dreifache M_E -Wert der Erstbelastung eingesetzt werden.

5.2.2. Fels (Kristallin der Stretta-Masse)

Trennflächenbeschreibung

Tabelle 2: Trennflächenverhältnisse (Mittelwerte über den gesamten untersuchten Abschnitt)					
Trennflächentyp	Fallrichtung [Azimut]	Fallwinkel [°]	Abstand [m]	Durchtrennungsgrad [m]	Öffnungsweite [mm]
Schichtung/Schieferung	182	29	0.2 – 0.5	> 30 m	generell geschlossen
Kluftschar k1	132	67	0.5 – 1	2 – 10	0 – 70
Kluftschar k2	269	78	0.5 - 1	5 – 10	0 – 10
Kluftschar k3	315	35	0.3 - 2	1 – 2	generell geschlossen

Felskennwerte

In der Tabelle 3 sind die Felskennwerte für das Kristallin der Stretta-Masse aufgeführt. Angegeben werden der Mittelwert und in Klammern der Streubereich (Extremwerte). Die Angaben beruhen auf Erfahrungswerten [5]. Es wurden keine Laborversuche durchgeführt.

Tabelle 3: Abschätzung Felskennwerte								
Fels	Druckfestigkeit	E-Modul	Feuchtraumgewicht	Reibungswinkel		Kohäsion		Durchlässigkeit
	σ_c	E	γ	φ'		c'		k
	MPa	GPa	kN/m^3	°		MPa		m/s
				Gestein	Trennfläche	Gestein	Trennfläche	
Kristallin der Stretta-Masse	70 – 100	30 ± 5	27 (25-29)	40 (35-45)	31 (29-34)	1.5 (0.5-2)	0.2 (0-0.5)	1×10^{-8} bis 1×10^{-9}

Bemerkung:

- Bei den angegebenen Kennwerten (Druckfestigkeit und E-Modul) handelt es sich um Gesteinskennwerte. Die Gebirgskennwerte sind um 20 – 50 % vermindert
- Für den gesunden Fels sind hinsichtlich Reibungswinkel und Kohäsion die Werte für das Gestein und für die aufgelockerte rund 1.5 m mächtige Felsoberflächenzone die unteren Grenzwerte der Trennflächenwerte zu verwenden.

5.3. Hydrogeologie

Es existiert kein zusammenhängender Grundwasserspiegel. Das Hangwasser wird temporär entlang der Felsoberfläche und in den gut durchlässigen Zonen der Moräne und des Hangschuttes zirkulieren. Grundsätzlich ist im Bereich von Geländemul-

den mit einer stärkeren Hangwasserzirkulation als auf Rippen zu rechnen. Die lokale Hangwasserzirkulation wird durch die Versickerung von Meteorwasser angetrieben und ist somit während der Schneeschmelze und/oder Starkniederschlägen am intensivsten. Bei längerer trockener Witterung kommt die lokale Hangwasserzirkulation praktisch zum Erliegen.

Bei der Kartierung vom 13. Juni 2019 wurde zwischen QP12 und QP13, bergseitig der Strasse (siehe Beilage 1) ein Hangwasseraustritt beobachtet.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Gewässerschutzbereich üB (übriger Bereich), Quellen sind keine bekannt [10].

5.4. Standortrisiken

5.4.1. Naturgefahren

5.4.1.1. Allgemeines

In der kantonalen Naturgefahrenkarte und auch in StorMe [10] sind keine Einträge zu den Prozessen Sturz, Rutschung, Wasser oder Lawine verzeichnet.

Hinweise zu alten, oberflächennahen Rutschungen im Bereich von QP22 und QP23 sind in [1] vorhanden. Die alten Anrisse sind in den Beilagen 1 und 2 eingetragen.

Die lokale, von bergseits der Berninastrasse anstehenden Felswänden ausgehende Sturzgefährdung haben wir mit den jüngsten Untersuchungen (vgl. Kap. 4.2.4, 4.2.5 und 4.3) beurteilt (Kap. 5.4.1.2).

5.4.1.2. Sturzprozesse

Grundsätzlich besteht eine Gefährdung durch Sturzprozesse, abgesehen vom ersten Abschnitt zwischen QP1 und QP12, auf dem ganzen Untersuchungsperimeter. Ab QP12 bis zum Ende des Untersuchungsperimeters ist bergseits der Strasse eine steile, sich über einige hundert Höhenmeter erstreckende, bewaldete, lokal von Felsbändern und Felsrippen durchzogene Böschung anstehend. Die kritischen Stellen sind bekannt und beschränken sich auf die durch die Holzpalisadenwände geschützten Stellen. Anlässlich unserer Kartierung konnten wir keine weiteren kritischen Stellen identifizieren.

Holzpalisadenwand bei QP14: Auf Grund der Befragung des Strassenmeisters des TBA und unserer Kartierung ist davon auszugehen, dass aus der alten Ausbrunnische über der Holzpalisadenwand jährlich mehrere Steine und einzelne Blöcke ausbrechen (Szenario < 1 Jahr). Wie die Erfahrung gezeigt hat, ist die Holzpalisadenwand zum Schutz vor diesen Ausbrüchen ausreichend. Es ist nicht auszuschliessen, dass auf Grund einzelner grosser, in der Ausbrunnische steckender Blöcke Ereignisse stattfinden können, welche die Energieaufnahmekapazität der Holzpalisadenwand (ca. 50 kJ) übersteigen. Solchen Ereignissen weisen wir eine mittlere Wiederkehrperiode zu (Szenario 100 Jahre).

Holzpalisadenwand bei QP20: Auf Grund unserer Kartierung ist davon auszugehen, dass aus der steilen, blockigen Böschung über der Holzpalisadenwand jährlich einzelne Steine (Szenario 0.5 Jahre) und alle 30 Jahre Blöcke ausbrechen (Szenario 30 Jahre). Wie die Erfahrung gezeigt hat, ist die Holzpalisadenwand zum Schutz vor diesen Ausbrüchen ausreichend. Grössere Ereignisse sind als sehr selten zu taxieren (Szenario >300 Jahre).

Holzpalisadenwände um QP22: Auf Grund unserer Kartierung ist davon auszugehen, dass aus dem alten Rutschungsanriss über den Holzpalisadenwänden (exkl. letzte Reihe in Richtung Süden) jährlich einzelne Steine (Szenario 1 Jahr) und alle 30 Jahre Blöcke ausbrechen (Szenario 30 Jahre) können. Wie die Erfahrung gezeigt hat, sind die Holzpalisadenwände zum Schutz vor diesen Ausbrüchen ausreichend. Grössere Ereignisse sind als sehr selten zu taxieren (Szenario >300 Jahre). Die letzte resp. südlichste Reihe der Holzpalisadenwände erachten wir als nutzlos.

Die alten Netzverspanne erachten wir ebenfalls als nutzlos, da sie zum Teil so stark beschädigt sind, dass sie ihre Funktion seit längerer Zeit nicht mehr wahrnehmen können. Trotzdem sind offenbar keine gefährlichen Ereignisse in deren Bereichen zu verzeichnen gewesen.

Innerhalb der Abschnitte zwischen den Holzpalisadenwände sind keine gefährlichen Ereignisse bekannt - weder aus den kantonalen Gefahrenkarten und aus StorMe noch aus der Befragung der Gewährsleute der Gemeinde und des TBA. Zwischen QP23 und etwa QP27 muss der Strassenunterhalt gelegentlich Steine von der Berninastrasse räumen. Unsere Kartierung hat gezeigt, dass in den steilen Lockergesteinsböschungen, den Felsbändern und Felsrippen lokal potentiell absturzgefährdete Steine und Blöcke vorhanden sind. Diese Steine und Blöcke können insbesondere durch entsprechende Witterung (Frost/Tau-Wechsel, Schneeschmelze, Niederschläge), durch Wild oder Windwurfphänomene zum Absturz gebracht werden. Wie die Erfahrung gezeigt hat, sind solche Ereignisse, die auch die Strasse erreichen selten oder ungefährlich (kleine Steine) und als akzeptiertes Restrisiko zu klassifizieren.

5.4.2. Erdbeben

Das Untersuchungsgebiet befindet sich gemäss SIA-Norm 261 rev. 2014 in der Gefährdungszone Z2 und in der Baugrundklasse A und E.

5.5. Beurteilung der Stabilitätsverhältnisse

5.5.1. Allgemeines

Beinahe das gesamte Projektgebiet weist ein steiles Gefälle von 35° – 45° auf. Derart steile Lockergesteinshänge können sich nur ausbilden, wenn die darunterliegende Felsoberfläche in einer gewellten/gestuftten Form verläuft und das Lockergestein an sich eine Formkohäsion aufweist. Zudem wirkt der Pflanzenbewuchs positiv auf die oberflächennahe Stabilität. Schwachstellen liegen vor allem in Bereichen, wo die Felsoberfläche, aufgrund der gestuftten Form, steil abfällt und darüber nur eine dünne Lockergesteinsbedeckung folgt. Im Bereich zwischen QP22 und QP23 gab es

mehrere oberflächennahe Rutschungen in den letzten 40 Jahren, welche heute jedoch wieder bewaldet sind [1] (vgl. Beilage 2). Somit muss damit gerechnet werden, dass in den steilen Abschnitten die Lockergesteinshänge geringe Stabilitätsreserven aufweisen. Bei baulichen Eingriffen, insbesondere in Kombination mit Durchnässung, kann es daher in solchen Hängen rasch zum Versagen kommen.

5.5.2. Strasse

Die Risse in der bestehenden Strasse sind in den Beilagen 1 und 2 eingezeichnet. Vom QP12 in Richtung Süden gibt es in regelmässigen Abständen Rissbildungen im Strassenbelag. Zum Teil sind diese auf den ungenügenden Aufbau des Strassenoberbaus zurückzuführen. Meistens befinden sich diese jedoch im Bereich vom talseitigen Strassenrand, oberhalb von bestehenden Stützmauern. Dies ist ein klarer Hinweis darauf, dass die Foundation der Stützmauern nicht mehr den heutigen Verkehrsfrequenzen und Verkehrslasten entspricht. Lokal können sie Indizien für kleine oberflächennahe Rutschbewegungen sein.

5.5.3. Deponie/Holzlagerplatz Abrüsu

Der Baugrund besteht aus geotechnisch günstigem, blockigem Hang- und Bergsturzschutt mit einzelnen eingelagerten Felsbändern oder grossen versackten Felspaketen. Die Felsoberfläche liegt generell in 5 m – 40 m Tiefe [4]. Der Fels besteht aus grob gebankten Orthogneisen (Granitgneise) der Stretta-Teildecke. Die Bankung bzw. die Schieferung der Gneise fällt mehrheitlich günstig hangwärts ein. Eine Hauptklüftung und entsprechende Scherzonen fallen hangparallel ein [4]. Der Felsuntergrund wird als stabil beurteilt [4].

Am Standort der geplanten Erweiterung der Deponie resp. des Holzlagerplatzes sind keine Phänomene für Hanginstabilitäten vorhanden. Vernässungen waren am Tag der Kartierung keine festzustellen. Durch die seit rund 6 Jahren bestehende, rund 16'000 m³ grosse Deponie wurden in dem Hang keine Deformationen ausgelöst. Der Hang kann zum heutigen Zeitpunkt als stabil beurteilt werden.

Die neue Deponie soll eine Erweiterung von rund 23'000 m³ umfassen. Gemäss [9] soll die Deponie direkt am heutigen Standort erweitert werden. Gemäss Informationen des TBA ist auch eine Erweiterung in Richtung Norden bis etwa Qp30 angedacht.

Gegen Norden läuft die Geländeterrasse, auf welcher heute der Fuss der Deponie steht, aus. Wir empfehlen, für die Erweiterung eine Kombination aus der Erweiterung gegen Norden und dem Vorgehen gemäss [9] zu wählen. Die Erweiterung gegen Norden sollte nur den Bereich erfassen, wo die Geländeterrasse noch deutlich vorhanden ist (d.h. bis etwas nördlich Qp31). Bei diesem Vorgehen und bei einem fachgerechten, etappenweisen Aufbau der Erweiterung sind wir der Meinung, dass keine relevanten Stabilitätsprobleme auftreten sollten. Das ist eine rein qualitative Einschätzung. Für einen quantitativen Nachweis muss eine Stabilitätsberechnung durchgeführt werden.

Für die Berechnung können die Baugrundwerte für den heutigen Bereich der Deponie durch eine Rückrechnung bestimmt werden. Dabei kann angenommen werden, dass mit der heutigen Deponie stabile Verhältnisse herrschen (globaler Sicherheitsfaktor > 1.0). Für eine erste rechnerische Annäherung empfehlen wir, die unteren Grenzwerte der in [4] angegebenen Baugrundwerte zu verwenden. Für den Hangbereich nördlich der Deponie gelten die in diesem Bericht in Tabelle 1 angegebenen Hangschutt-/Moränenwerte.

5.5.4. Ausstellplatz zur Holzbewirtschaftung bei QP24

Der Ausstellplatz ist im Bereich einer alten (> 80 Jahre) Rutschung [1] geplant. Heute sind in diesem Hangbereich keine weiteren, jüngeren Rutschphänomene zu beobachten. Allerdings sind im talseitigen Strassenbelag Risse festzustellen, die allenfalls auf kleine oberflächennahe Rutschbewegungen schliessen lassen. Der strassennahe Baugrund besteht zudem aus locker gelagerter künstlicher Auffüllung. Es ist davon auszugehen, dass die Stabilitätsreserven in diesem Hangbereich generell klein sind. Es besteht die Gefahr, dass durch eine zusätzliche Belastung die alte Rutschung wieder aktiviert wird. Die Erstellung eines Ausstellplatzes an dieser Stelle bietet sich durch die muldenförmige Geländemorphologie zwar an, ist aber auf Grund der genannten Tatsachen nicht zu empfehlen.

5.6. Wiederverwendung des Aushubmaterials

5.6.1. Lockergestein

Die künstliche Auffüllung, der Hangschutt und die Moräne können 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.

Bei der Bodenschicht, eignet sich nur der Unterboden (ohne durchwurzelte Schicht), bei Einhaltung der Vorschriften für Ausführung von Erdarbeiten des TBA Graubünden (BB2), zu statisch relevanten Auffüllungen und Dammschüttungen.

Inwieweit die künstliche Auffüllung, der Hangschutt, die Moräne und die Bodenschicht zu hochwertigem Kiessand (ungebundene Gemische) aufbereitet werden kann, ist mit den entsprechenden Eignungsprüfungen nachzuweisen.

5.6.2. Fels

Der Felsausbruch (ohne die 1 – 2 m mächtige verwitterte Felsoberfläche) kann bei Berücksichtigung der Vorschriften für die Ausführung von Erdarbeiten (Schütтарbeiten und Foundationsschichten) des TBA Graubünden (BB2) und entsprechender Aufbereitung für Dammschüttungen verwendet werden. Die Blöcke aus dem Felsausbruch eignen sich zudem als Mauersteine.

5.6.3. Mauersteine

Die Mauersteine bestehen grösstenteils aus Gneis der Stretta-Masse (siehe Kap. 4.2.2) und eignen sich somit gut zur lokalen Wiederverwendung als Mauersteine. Die Wiederverwendbarkeit der entsprechend gebrochenen Mauersteine wird dem Felsausbruch (siehe Kap. 5.6.2) gleichgesetzt.

5.7. Kenntnislücken

Das geologische Modell mit den Baugrund- und Felskennwerten und die daraus, für das aktuelle Projekt, abgeleiteten baulichen Folgerungen beruhen auf den Resultaten der ausgeführten Untersuchungen und den projektrelevanten vorhandenen Unterlagen. Der zu untersuchende Strassenabschnitt wurde mit den 34 Baggerschlitten bis in eine Tiefe von <5.5 m erfasst. Das bedeutet, es wurde ca. alle 50 m ein Baggerschlitz ausgeführt. Der vorliegende Baugrund ist als gering anisotrop und mässig inhomogen zu bezeichnen. Auf Grund der Sondierungsdichte in Bezug zu der kleinen räumlichen Variabilität der geotechnischen Parameter stufen wir die Kenntnislücken als klein ein. Weitere Sondierungen sind beim aktuellen Projektierungsstand nicht erforderlich. Es verbleibt ein Restrisiko, insbesondere hinsichtlich des Verlaufs der Felsoberfläche, das nur mit einem grossen Aufwand (mehrere Sondierbohrungen) weiter reduziert werden kann.

Sollten sich zudem neue Erkenntnisse ergeben oder die Rahmenbedingungen ändern (u.a. Projektänderung), ist der Inhalt dieses Berichtes auf seine Gültigkeit hin neu zu beurteilen.

6. BAULICHE FOLGERUNGEN

6.1. Aushub, Abbaubarkeit Fels

Das Lockergestein ist grundsätzlich gut baggerbar. Der Blockanteil ist jedoch hoch und wird durchschnittlich bei ca. 15 % liegen. Lokal sind Blockanteile bis ca. 45 % möglich. Die Blockdurchmesser betragen generell 0.4 – 2.0 m. Lokal sind vereinzelt auch Durchmesser bis ca. 3 m möglich.

Grosse Blöcke im Bereich der Fundationssohlen sind zu entfernen und durch geeignetes Material (verdichtet eingebrachte, blockfreie Auffüllung, Hangschutt und Moräne oder ungebundene Gemische) zu ersetzen.

Beim Aushub innerhalb von stark blockigem Hangschutt muss damit gerechnet werden, dass beim Lösen eines Blockes die benachbarten Blöcke nachbrechen können. Um Anschnitte in solchen Fällen zu sichern, können örtliche Unterfangungen notwendig werden.

Der oberflächennahe aufgelockerte Fels kann mit dem Abbauhammer oder Ripp-
erzahn abgebaut werden. Bei grösseren Felsabtragungen muss gesprengt werden.

6.2. Baugrubenböschungen

6.2.1. Lockergestein

Baugrubenböschungen im Lockergestein dürfen im flachen Gelände ohne und bis 4 m Höhe frei mit 1 : 1 angeböscht werden, vorausgesetzt die Böschungskrone wird nicht zusätzlich belastet (Baustellenverkehr, Materiallager etc.). Da die Baugrubenböschungen unterhalb der Strasse durch den Strassenverkehr eine Zusatzbelastung erhalten oder im steilen Gelände liegen, ist ab einer Böschungshöhe von rund 1 m eine Sicherung (in der Regel Nagelwand) erforderlich.

Die freien Böschungen müssen mit Plastikfolien (gegen Meteorwasser) abgedeckt werden.

6.2.2. Fels

Felsböschungen sind auch bei steiler Ausführung (8 : 1) grundsätzlich standfest. Bei ungünstigem Einfallen der Schichtung/Schieferung (in Richtung Baugrube) und/oder bei intensiver Klüftung oder Zerschierung kann insbesondere bei hohen Böschungen lokal eine Sicherung mit einzelnen ungespannten Ankern, eventuell in Kombination mit einem leichten Steinschlagschutz erforderlich werden.

6.3. Anschnitte / Permanente Böschungen

6.3.1. Allgemeines

Das Gelände bergseits der Berninastrasse ist abgesehen vom ersten Abschnitt bei Pozzulasc steil bis sehr steil und dies bis weit übers Strassenniveau hinauf. Das bedeutet, dass bergseitige Anschnitte rasch sehr hoch ausfallen werden. Es besteht auch die Gefahr, dass durch grosse Anschnitte Instabilitäten, die weit den Hang hinaufreichen können, ausgelöst werden. Das hat zur Folge, dass Anschnitte im Lockergestein auf jeden Fall aufwändig gesichert werden müssen. Bei Felsanschnitten hängt der Sicherungsaufwand von den jeweiligen örtlichen Trennflächenverhältnissen ab. Bei günstigem, wenig durchtrenntem Gebirge kann auf eine Sicherung verzichtet werden. Bei ungünstigen Verhältnissen, z. B. bei hangparallel streichender, steiler, am Hangfuss ausbeissender Grossklüft, kann der Sicherungsaufwand (Verankerungen, Vernetzung, Unterfangungen) rasch gross werden.

Grundsätzlich empfehlen wir, möglichst keine oder nur kleine, wenig hohe bergseitige Anschnitte zu erstellen.

6.3.2. Lockergestein

Permanente freie Böschungen sollten im Lockermaterial falls möglich nicht steiler als 2 : 3 und im Ausnahmefall maximal mit 4 : 5 ausgeführt werden. Die permanenten Böschungen müssen vor Erosion geschützt (z.B. mit Kokosmatten) und rasch begrünt werden. Steilere Böschungen müssen gesichert werden (Stützmauer aus Beton, Naturstein oder Netzverspanne)

6.3.3. Fels

Wie bereits in Kap. 6.3.1 erwähnt wurde, müssen grosse Felsanschnitte eventuell gesichert werden. Zudem kann ein Steinschlagschutz erforderlich werden. Sofern die Felsanschnitte wie unter Kap. 6.3.1 empfohlen klein gehalten werden können, reicht als Steinschlagschutz ein Fallboden von mindestens 1.5 m Breite aus. Ansonsten können Vernagelungen und Netzverspanne erforderlich sein.

6.4. Foundation

6.4.1. Lockergestein

Im gesamten projektierten Strassenabschnitt liegt ausserhalb der aufgeschlossenen Felswände eine 0.5 – 15 m mächtige Lockergesteinsschicht auf der Felsoberfläche. Das Lockergestein wird unterteilt in künstliche Auffüllung, Bodenschicht, Moräne und Hangschutt. Im Vergleich zur Moräne/Hangschutt, sind die künstliche Auffüllung und die Bodenschicht locker bis mitteldicht gelagert. Die künstliche Auffüllung und die Bodenschicht entsprechen daher einem geotechnisch mässig günstigen, mässig tragfähigen und mässig setzungsempfindlichen Baugrund (mittlere initiale Setzungen). Die Moräne und der Hangschutt können als geotechnisch günstiger, tragfähiger, wenig bis mässig setzungsempfindlicher (kleine initiale Setzungen) Baugrund klassifiziert werden.

Bei der Foundation von Stützmauern oder Lehnbrücken sind folgende Punkte zu beachten:

1. Bei Foundationen im steilen Gelände muss infolge der Gefahr von statischem Grundbruch der Lastabtrag in entsprechender Tiefe erfolgen (entsprechend der Geländeneigung und der Belastungssituation ausreichende Einbindetiefe). Mit Sicherheit sollte die Foundation unterhalb der geotechnisch weniger günstigen Bodenschicht und künstlichen Auffüllung erfolgen. Lokal können Schachtfoundationen erforderlich werden. Im Bereich von QP22 und QP23 haben sich vor 40 und mehr Jahren oberflächennahe Rutschungen ereignet. Die alten Anrisse sind im Gelände z. T. noch erkennbar (vgl. Beilage 2). In diesem Abschnitt ist eine ausreichend tiefe Foundation im Fels oder Hangschutt besonders wichtig.
2. Eine Vernässung der Baugrubensohlen muss vermieden werden. Hangwasserzutritte sind zu fassen und abzuleiten.
3. Bei der Foundation ist auf eine einheitliche Lagerung zu achten, d.h. komplett im Fels, komplett in Hangschutt/Moräne; lokale grosse Blöcke oder weiche, nasse Linsen sind durch geeignetes Material (verdichtet eingebrachte möglichst block- und feinkornarme Moräne/Hangschutt oder ungebundenes Gemisch) zu ersetzen.

6.4.2. Fels

Falls die Felsoberfläche in geringer Tiefe liegt, sollte auf den geotechnisch günstigeren Fels fundiert werden.

Hier gilt zu beachten, dass die z. T. stark verwitterte 1 – 2 m mächtige Felsoberfläche abgetragen wird und die Fundation auf den gesunden Fels zu liegen kommt. Leicht offene Klüfte sind mit Magerbeton zu verfüllen.

6.5. Wasserhaltung

6.5.1. Temporär

Bei trockener Witterung ist in den Baugruben nicht oder nur mit wenig Hangwasser zu rechnen. Bei nasser Witterung und insbesondere bei der Schneeschmelze ist bei Baugruben generell und insbesondere nahe der Felsoberfläche mässig Hangwasser zu erwarten.

Eine Vernässung des Fundationsbereichs sollte verhindert werden. Wasserzutritte sind zu fassen und möglichst in bestehende Gerinne abzuleiten. Das gefasste Wasser darf nicht konzentriert in steile, nahe der Baugruben gelegene Hangbereiche versickert werden.

6.5.2. Permanent

Hangwasser zirkuliert insbesondere entlang der Felsoberfläche und lokal entlang besser durchlässigen Bereichen im Hangschutt und der Moräne. Ein Einstauen des Hangwassers und einen Aufbau eines Hangwasserdruckes durch die Bauwerke ist mittels einer Drainage zu verhindern.

Bezüglich der Ableitung gilt dasselbe wie unter Kap. 6.5.1 erwähnt.

6.5.3. Versickerungsmöglichkeit Strassenabwasser

Die Belastung des Regenwassers der Strassenfläche wurde gemäss [2] bestimmt. Den Belastungsfaktoren werden nach der Methode von [2] Belastungspunkte zugeordnet (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Belastung Regenwasser gemäss [2]: Belastungsfaktoren und Belastungspunkte (BP)	
Belastungsfaktor	Belastungspunkte
Verkehrsfrequenz (BP = DTV/1000 = 2568/1000)	2.6
Anteil Schwerverkehr (BP = 2 für Anteil > 8%; BP = 1 für Anteil > 4%)*	2
Steigung < 8%	0
Strassenreinigungen (BP = Anzahl maschinelle Reinigungen pro Monat)**	0

* Annahme > 8% (ungünstige Annahme)

** allfällige Strassenreinigungen wurden vernachlässigt (ungünstige Annahme)

Die Gesamtpunktzahl beträgt unter den gewählten ungünstigen Annahmen 4.6.

Die Summe der Belastungspunkte wird entsprechend Tabelle 5 in Belastungsklassen umgesetzt.

Tabelle 5: Belastung Regenwasser gemäss [2] und Belastungsklassen	
Summe der Belastungspunkte (BP)	Belastungsklasse
< 5	gering
5 - 14	mittel
> 14	hoch

Die Belastung des Regenwassers des untersuchten Strassenabschnitts ist somit gering (bei Rundung auf 5 mittel).

Im vorliegenden Fall (Gewässerschutzbereich üB, mittlere Vulnerabilität des Hangwassers) ist daher gemäss [2] die Versickerung von Regenwasser zulässig.

Die Ableitung des Strassenabwassers sollte in bestehende Gerinne erfolgen und die Einleitung in möglichst weiter Entfernung zur H29 liegen. Eine Einleitung in Hangzonen über der Zufahrtsstrasse nach Pisciadel (vgl. Anhang 1) und in den vor rund 40 Jahren verrutschte Hangbereich bei QP22 und 23 (vgl. Beilage 2) ist zu vermeiden. Bei einer unsachgemässen Einleitung des Strassenabwassers können Rutschungen ausgelöst werden (vgl. Anhang 4 Foto 42).

6.6. Schutzbauten

Wir empfehlen, die Holzpalisadenwände mit Ausnahme der südlichsten Reihe stehen zu lassen. Die südlichste, rund 35 m südwestlich von QP22 gelegene, kurze Reihe kann abgebrochen werden. Der Fallraum hinter der Holzpalisadenwand bei QP14 muss möglichst rasch, vorzugsweise noch 2019, geleert werden (vgl. Anhang 4, Foto 36). Zudem sollten die Kanthölzer bei allen Palisadenwänden einzeln geprüft und bei Bedarf ersetzt werden.

Die Erstellung von weiteren Schutzbauten erachten wir zum heutigen Zeitpunkt als nicht erforderlich.

Die alten Netzverspanne können demontiert werden. Bei der Projektierung ist sowohl bei neuen Felsanschnitten als auch bei den alten ein Fallboden von mindestens 1 m, besser 1.5 m vorzusehen (vgl. Kap. 6.3.3).

Sargans, 22. Juli 2019

BTG Büro für Technische Geologie AG



G. Glaus

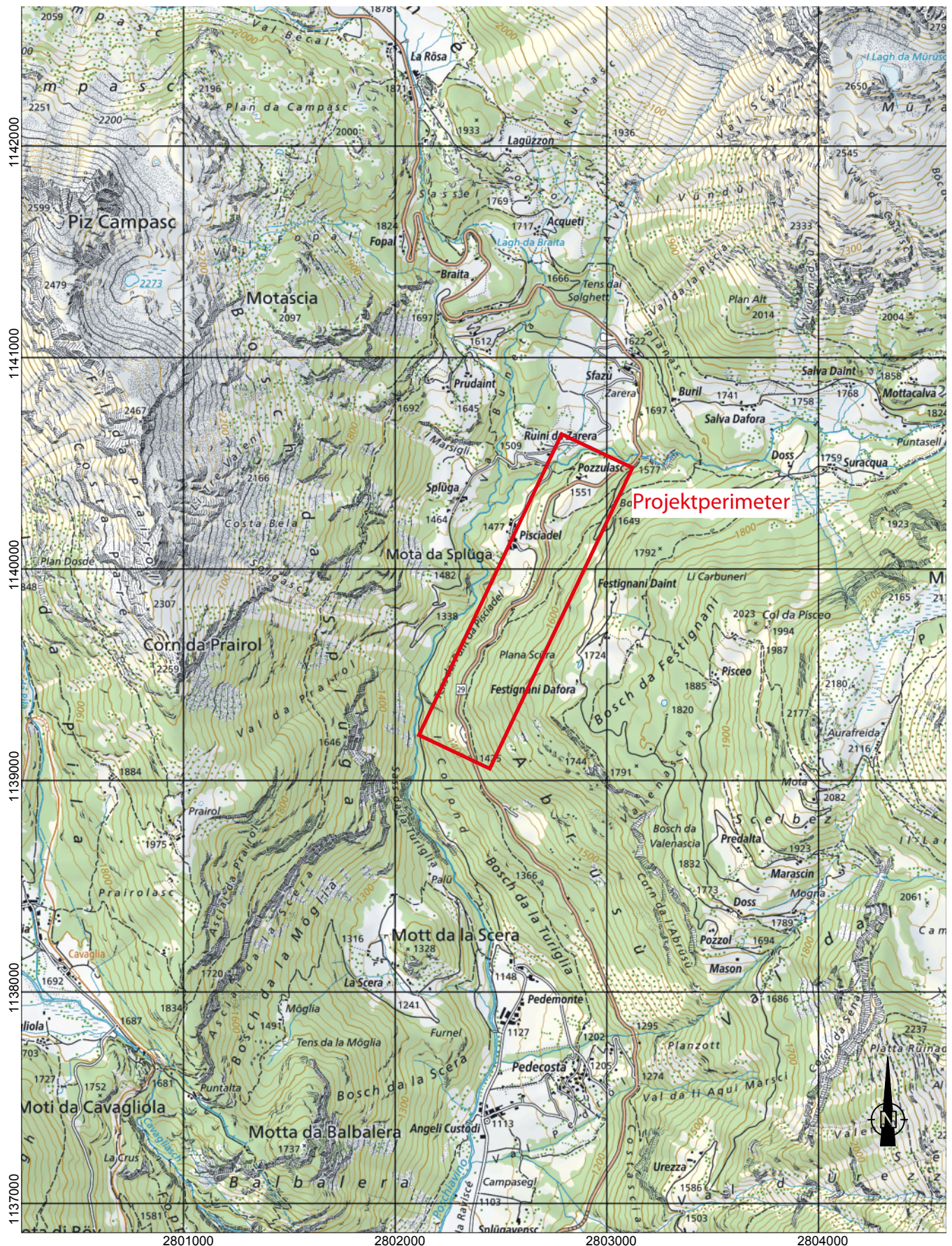


M. Forrer

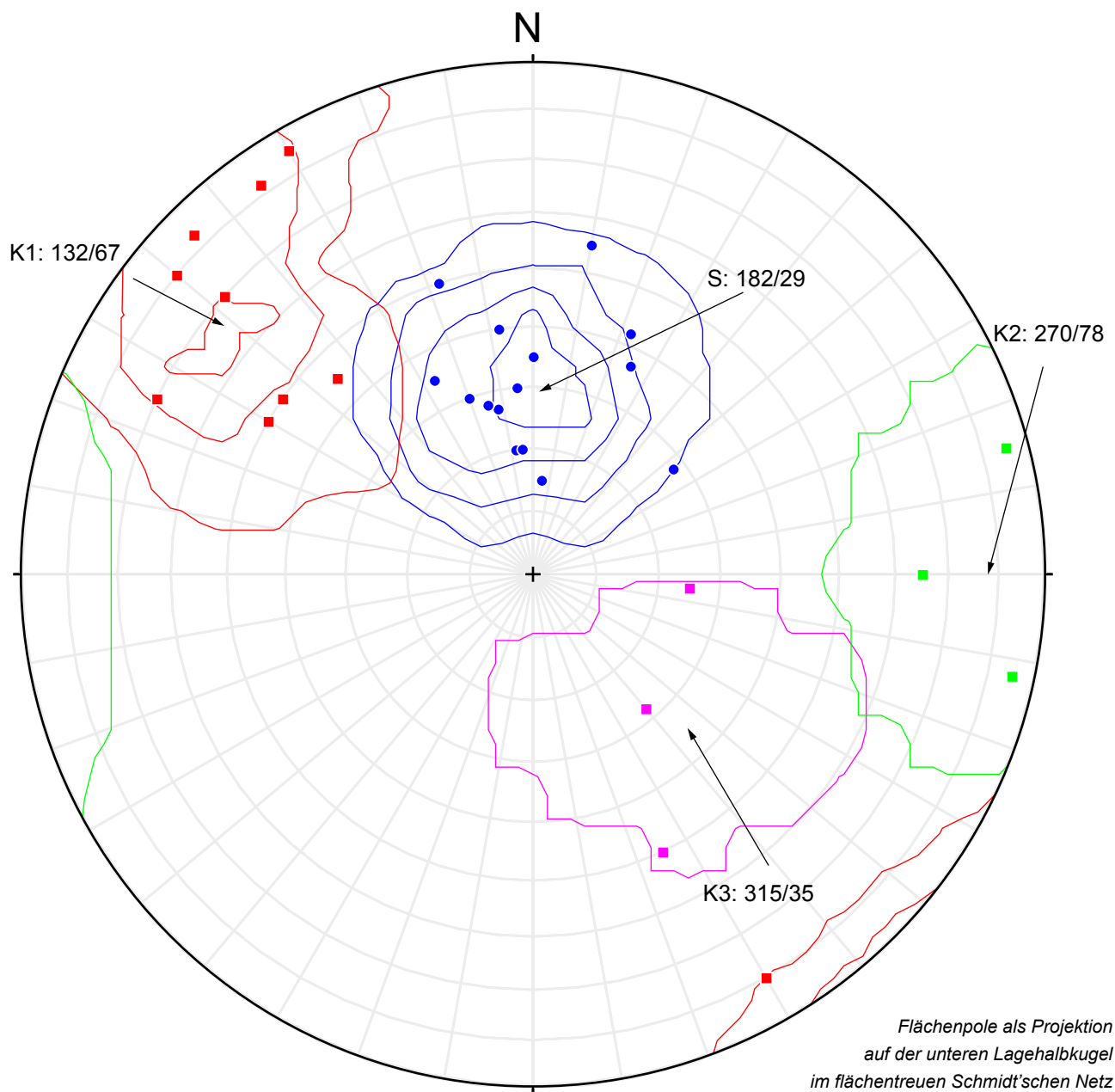
Anhang 1

Übersicht

1:25'000



Statistische Auswertung Gefügemessungen Stereographische Projektion



Anzahl Messpunkte:

● Schichtung S	15
■ Klüftung K1	11
■ Klüftung K2	3
■ Klüftung K3	3

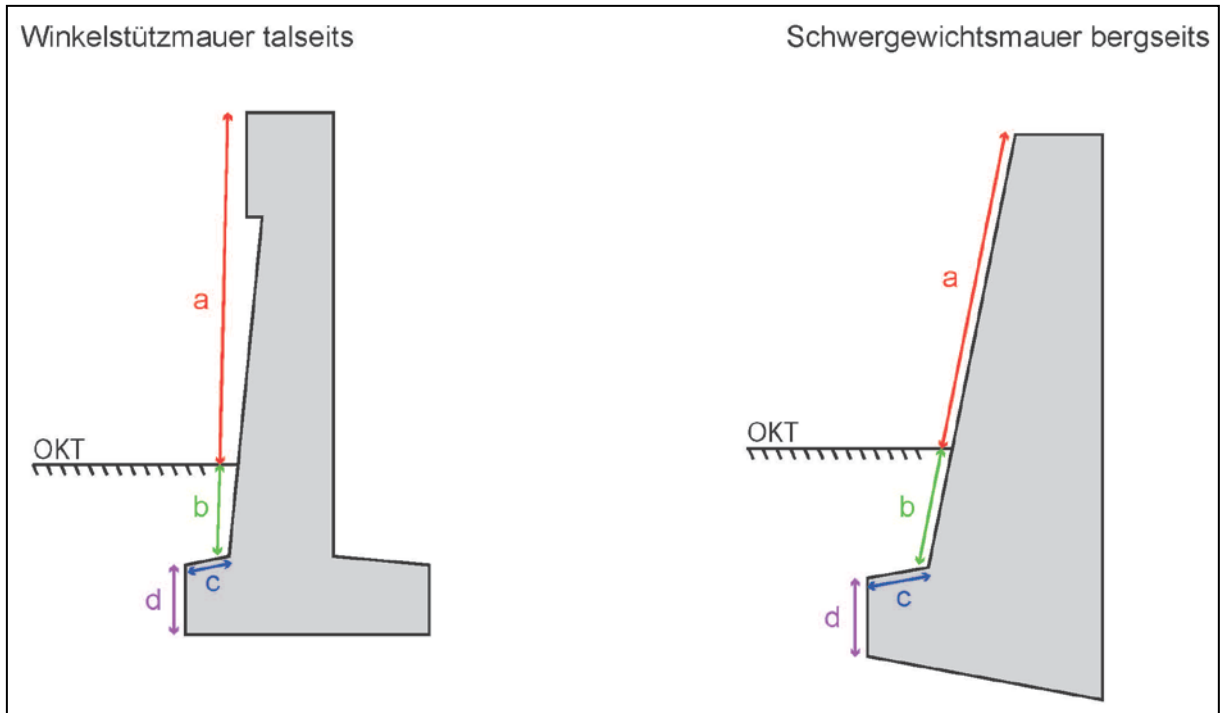
Total	32
-------	----

Dargestellt sind die Flächenpole als Projektion der unteren Lagehalbkugel in ihre Äquatorebene (Normalnetz, flächentreu). Mit dem Programm Stereonet 10.1 (R. Allmendinger, 2011-2018) wurden die relative Dichte der Flächenpole (Anzahl Pole pro Flächeneinheit) mit der Kamb-Methode dargestellt.

Tabellen Baggerschlitz

(inkl. Angaben zur Foundation der Stützmauern)

Skizze der Betonstützmauern



Aufgrund der beobachteten Geometrie von der Vorderseite der Fundation, wird angenommen, dass es sich talseitig jeweils um Winkelstützmauern und bergseits jeweils um Schwergewichtsmauern handelt.

Bei den Baggerschlitzten, in welchen die Fundation von Betonstützmauern freigelegt wurde, wurden jeweils die Strecken a, b, c und d gemessen. Die restlichen Stützmauern wurden ohne Fundamentsockel gebaut, weshalb jeweils nur a und b gemessen wurde. Die Angaben dazu befinden sich in den Bemerkungen unterhalb der Tabellen.

Tabelle 1: Baggerschlitz BS1/19 – bergseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.7	Sand, stark kiesig, lokal schwach siltig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.7$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; oberer Bereich durchwurzelt; rotbraun	Bodenschicht
1.7 – 3.7	Kies, sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.3$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: 20 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 2: Baggerschlitz BS2/19 – bergseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.6	Sand, stark kiesig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.8$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; durchwurzelt; rotbraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Bodenschicht)
0.6 – 1.4	Sand, stark kiesig, lokal schwach siltig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.2$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; rotbraun	Alte Bodenschicht
1.4 – 3.7	Kies, sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.2$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); feucht; mitteldicht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: 20 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 3: Baggerschlitz BS3/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.3	Sand, schwach kiesig, schwach siltig; Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker; feucht; humos, stark durchwurzelt, Fremdkomponenten: Holz, Papier und Aludose; dunkelbraun	Künstliche Auffüllung
1.3 – 1.8	Sand, kiesig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
1.8 – 4.5	Kies, sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.8$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: 20 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (6.5m; 0 – 0.7 m Beton; 0.7 – 5.4 m Naturstein vermörtelt; 5.4 – 6.5 m Trockenstein); a = 4.1 m; b = 2.4 m

Tabelle 4: Baggerschlitz BS4/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.7	Sand, schwach kiesig, schwach siltig; Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker; feucht; humos, stark durchwurzelt; dunkelbraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Bodenschicht)
1.7 – 2.2	Sand, kiesig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
2.2 – 4.5	Kies, sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.6$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: 20 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (9.0 m; 0 – 0.7 m Beton; 0.7 – 5.3 m Naturstein vermörtelt; 5.3 – 9.0 m Trockenstein); a = 6.6 m; b = 2.4 m

Tabelle 5: Baggerschlitz BS5/19 – bergseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 2.3	Sand, kiesig, lokal schwach siltig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 1.2$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; oberer Bereich durchwurzelt; rotbraun	Bodenschicht
2.3 – 4.2	Kies, stark sandig, reichlich Steine, viele Blöcke ($\varnothing < 1.5$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: 20 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 6: Baggerschlitz BS6/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 3.7	Kies, stark sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.8$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Moräne)
3.7 – 5.1	Kies, stark sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.3$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht

- Blockanteil: 25 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 7: Baggerschlitz BS7/19 – bergseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.8	0.0 – 0.2 m: Asphalt 0.2 – 0.3 m: Kies, sandig; Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; trocken; grau 0.3 – 0.8 m: Kies, stark sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Künstliche Auffüllung (Kofferung)
0.8 – 1.0	Kies, sandig, reichlich Steine und wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: < 5%
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (2.5 m; 0 – 0.3 m Beton; 0.3 – 2.5 m Naturstein vermörtelt); a = 2.3 m; b = 0.2 m (kein Fundament)

Tabelle 8: Baggerschlitz BS8/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 2.5	Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.6$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); locker; feucht; oberer Bereich durchwurzelt, Fremdkomponente: altes Stromkabel; braun	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Moräne)
2.5 – 4.0	Kies, sandig, lokal schwach siltig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.1$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; braun	Alte Bodenschicht

- Blockanteil: 10 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 9: Baggerschlitz BS9/19 – bergseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.0	0.0 – 0.2 m: Asphalt 0.2 – 0.3 m: Kies, sandig; Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; trocken; grau 0.3 – 1.0 m: Kies, stark sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Künstliche Auffüllung (Kofferung)
1.0 – 1.3	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.3$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: < 5%
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (2.0 m; 0 – 0.3 m Beton; 0.3 – 2.0 m Naturstein vermörtelt); a = 1.8 m; b = 0.2 m (kein Fundament)

Tabelle 10: Baggerschlitz BS10/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.0	Sand, kiesig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker; feucht; durchwurzelt; braun	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Moräne)
1.0 – 1.7	Sand, kiesig, lokal schwach siltig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.8$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
1.7 – 4.2	Kies, stark sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.8$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: 15 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (2.8 m; 0 – 2.8 m Beton); a = 1.9 m, b = 0.4 m, c = 0.3 m, d = 0.4 m

Tabelle 11: Baggerschlitz BS11/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.5	Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 1.0$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; durchwurzelt; rotbraun	Bodenschicht
1.5 – 4.0	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.0$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; braun	Moräne

- Blockanteil: 15 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 12: Baggerschlitz BS12/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.6	Sand, kiesig, lokal schwach siltig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); locker; feucht; durchwurzelt; rotbraun	Bodenschicht
0.6 – 1.8	Grünlich grauer, z. T. rostbraun oxidiertes, feinkörniger bis feinkörniger, chlorithaltiger Gneis (Stretta-Formation) Schieferung: 225/32	Fels

- Blockanteil: < 5 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 13: Baggerschlitz BS13/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.6	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker; feucht; durchwurzelt, Fremdkomponente: Plastiknetz; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Moräne)
1.6 – 2.6	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.8$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
2.6 – 5.5	grünlich grauer, z. T. rostbraun oxidiertes, feinkörniger bis kleinkörniger, chlorithaltiger Gneis (Stretta-Formation), stark verwittert und morsch, abtragbar mit Bagger (min. oberste 1.5 m) Schieferung: 180/45	Fels

- Blockanteil: 20 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (2.6 m; 0 – 0.8 m Beton; 0.8 – 2.6 Trockenstein); a = 1.9 m; b = 0.7 m

Tabelle 14: Baggerschlitz BS14/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.3	Sand, kiesig, wenig Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker; feucht; durchwurzelt; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Moräne)
1.3 – 1.8	Kies, sandig, lokal schwach siltig, wenig Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; rötlich braun	Alte Bodenschicht
1.8 – 5.5	Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke; ($\varnothing < 0.7$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: < 5 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (3.3 m; 0 – 0.8 m Beton; 0.8 – 2.0 Naturstein vermörtelt, 2.0 – 3.3 Trockenstein); a = 2.0 m; b = 1.3 m

Tabelle 15: Baggerschlitz BS15/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.9	Sand, kiesig, wenig Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker; feucht; durchwurzelt; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Moräne)
1.9 – 3.2	Kies, sandig, wenig Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
3.2 – 4.0	Grünlich grauer, z. T. rostbraun oxidiertes, feinkörniger bis kleinkörniger, chlorithaltiger Gneis (Stretta-Formation)	Fels

- Blockanteil: < 5 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (3.7 m; 0 – 0.8 m Beton; 0.8 – 1.9 Naturstein vermörtelt, 1.9 – 3.7 Trockenstein); a = 1.9 m; b = 1.8 m

Tabelle 16: Baggerschlitz BS16/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 2.0	Kies, sandig, lokal schwach siltig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker; feucht; durchwurzelt, Fremdkomponente: Holz; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Moräne)
2.0 – 2.5	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.6$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
2.5 – 4.4	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.7$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: 10 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (4.8 m; 0 – 4.8 m Beton); a = 2.2 m, b = 2.0 m, c = 0.4 m, d = 0.5 m

Tabelle 17: Baggerschlitz BS17/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 4.0	Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.6$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; oberer Bereich durchwurzelt; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Moräne)

- Blockanteil: < 5 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 18: Baggerschlitz BS18/19 – bergseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.2	0.0 – 0.2 m: Asphalt 0.2 – 1.2 m: Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m) ; Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; Fremdkomponenten: Kohle; graubraun	Künstliche Auffüllung (Kofferung)

- Blockanteil: < 5 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (3.7 m; 0 – 3.7 m Beton); a = 2.1 m, b = 0.7 m, c = 0.4 m, d = 0.5 m

Tabelle 19: Baggerschlitz BS19/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 3.1	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.2$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; oberer Bereich durchwurzelt; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Moräne)
3.1 – 3.8	Kies, sandig, lokal schwach siltig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.6$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
3.8 – 4.5	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.8$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: 10 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (2.3 m; 0 – 2.3 m Beton); a = 0.7 m, b = 1.0 m, c = 0.3 m, d = 0.6 m

Tabelle 20: Baggerschlitz BS20/19 – bergseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.2	0.0 – 0.2 m: Asphalt 0.2 – 1.2 m: Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; graubraun	Künstliche Auffüllung (Kofferung)

- Blockanteil: < 5 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (4.5 m; 0 – 4.5 m Beton); a = 3.2 m; b = 1.3 m

Tabelle 21: Baggerschlitz BS21/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.0	Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker; feucht; durchwurzelt; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerte Moräne)
1.0 – 1.8	Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
1.8 – 4.0	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.0$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Moräne

- Blockanteil: 10 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 22: Baggerschlitz BS22/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.0	Sand, schwach kiesig, lokal schwach siltig, wenig Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); locker; feucht; durchwurzelt; braun	Bodenschicht
1.0 – 1.3	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.6$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); locker; feucht; durchwurzelt; dunkelbeige	Hangschutt
1.3 – 1.5	Grünlich grauer, z. T. rostbraun oxidiertes, feinkörniger bis kleinkörniger, chlorithaltiger Gneis (Stretta-Formation)	Fels

- Blockanteil: < 10 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 23: Baggerschlitz BS22A/19 – bergseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.8	0.0 – 0.2 m: Asphalt 0.2 – 0.8 m: Sand, kiesig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; graubraun 0.8 – 1.8 m: Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.6$ m) Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; Fremdkomponente: Betonfragmente; graubraun	Künstliche Auffüllung (Kofferung)

- Blockanteil: 5 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (6.0 m; 0 – 6.0 m Beton); a = 4.1 m, b = 0.9 m, c = 0.8 m, d = 0.8 m

Tabelle 24: Baggerschlitz BS23/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 2.6	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 2.0$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); locker; feucht; oberer Bereich durchwurzelt; graubraun - Bergseits ein grosser Block (\varnothing ca. 2.0 m), siehe Anhang 2 Fotodokumentation	Künstliche Auffüllung (umgelagerter Hangschutt)
2.6 – 3.5	Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Hangschutt

- Blockanteil: 10 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 25: Baggerschlitz BS24/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 4.3	Kies, sandig, wenig Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); locker; feucht; oberer Bereich durchwurzelt; graubraun ab 2.8 m: reichlich Blöcke ($\varnothing < 1.0$ m)	Künstliche Auffüllung (umgelagerter Hangschutt)
4.3 – 4.7	Kies, sandig, lokal schwach siltig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.0$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rötlich braun	Alte Bodenschicht

- Blockanteil: 10 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 26: Baggerschlitz BS25/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.7	Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); locker; feucht; durchwurzelt; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerter Hangschutt)
1.7 – 2.5	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
2.5 – 3.7	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Hangschutt

- Blockanteil: 10 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 27: Baggerschlitz BS26/19 – bergseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.3	0.0 – 0.2 m: Asphalt 0.2 – 1.3 m: Kies, stark sandig, wenig Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; graubraun ab 0.6 m: reichlich Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m)	Künstliche Auffüllung (Kofferung)

- Blockanteil: 5 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (3.8 m; 0 – 3.8 m Beton); a = 2.5 m, b = 0.6 m, c = 0.4 m, d = 0.5 m

Tabelle 28: Baggerschlitz BS27/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 3.5	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; oberer Bereich durchwurzelt; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerter Hangschutt)
3.5 – 5.0	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht

- Blockanteil: 10 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 29: Baggerschlitz BS28/19 – bergseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.3	0.0 – 0.2 m: Asphalt 0.2 – 1.3 m: Kies, stark sandig, wenig Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis angerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; graubraun ab 1.0 m: reichlich Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m)	Künstliche Auffüllung (Koffierung)

- Blockanteil: 5 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (4.8 m; 0 – 4.8 m Beton); a = 3.7 m, b = 0.7 m, c = 0.4 m; d = 0.4 m

Tabelle 30: Baggerschlitz BS29/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 3.0	Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; oberer Bereich durchwurzelt; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerter Hangschutt)
3.0 – 4.3	Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht

- Blockanteil: < 5 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte

Tabelle 31: Baggerschlitz BS30/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 1.9	Kies, sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.0$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; oberer Bereich durchwurzelt; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerter Hangschutt)
1.9 – 2.9	Kies, sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
2.9 – 3.2	Kies, sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.8$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Hangschutt

- Blockanteil: 20 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (3.2 m; 0 – 3.2 m Beton); a = 1.5 m; b = 1.7 m

Tabelle 32: Baggerschlitz BS31/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 0.9	Kies, sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.0$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker; feucht; durchwurzelt; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerter Hangschutt)
0.9 – 1.2	Kies, sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.8$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
1.2 – 3.2	Kies, sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.2$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Hangschutt

- Blockanteil: 40 %, 2 m hangabwärts von BS31/19 liegt ein grosser Block ($\varnothing < 3.0$ m)
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (2.0 m; 0 – 0.7 m Beton; 0.7 – 2.0 Trockenstein); a = 0.7 m; b = 1.3 m

Tabelle 33: Baggerschlitz BS32/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 2.5	Kies, sandig, reichlich Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.8$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker; feucht; oberer Bereich durchwurzelt; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerter Hangschutt)
2.5 – 3.2	Kies, sandig, wenig Steine und Blöcke ($\varnothing < 0.4$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; rotbraun	Alte Bodenschicht
3.2 – 5.0	Kies, sandig, reichlich Steine, wenig Blöcke ($\varnothing < 0.5$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); mitteldicht; feucht; dunkelbeige	Hangschutt

- Blockanteil: 5 %
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (0.7 m; 0 – 0.7 m Beton); a = 0.3 m; b = 0.4 m

Tabelle 34: Baggerschlitz BS33/19 – talseitig der Strasse		
Tiefe ab OKT [m] (bergseitig)	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologische Identifikation
0.0 – 4.0	Kies, sandig, viele Steine und Blöcke ($\varnothing < 1.0$ m); Komponenten: kantig bis kantengerundet (Kristallin); locker bis mitteldicht; feucht; graubraun	Künstliche Auffüllung (umgelagerter Hangschutt)

- Blockanteil: 20 %, 2 m
- Baggerschlitz z. T. nachbrüchig
- Keine Wasserzutritte
- Stützmauer (4.0 m; 0 – 0.7 m Beton; 0.7 – 4.0 m Naturstein vermörtelt); a = 0.3 m, b = 2.7 m, c = ca. 0.8 m, d = 1.0 m

Fotodokumentation

Aufnahmen: Gabriel Glaus und Markus Forrer

Datum: 15. – 16. + 21. – 22.05.2019 (Baggerschlitz) und 13.06.2019 (Kartierung)

Baggerschlitz BS1 bis BS33



Foto 1: Baggerschlitz BS1/19

Gelbe Linie: Grenze zwischen Bodenschicht und Moräne

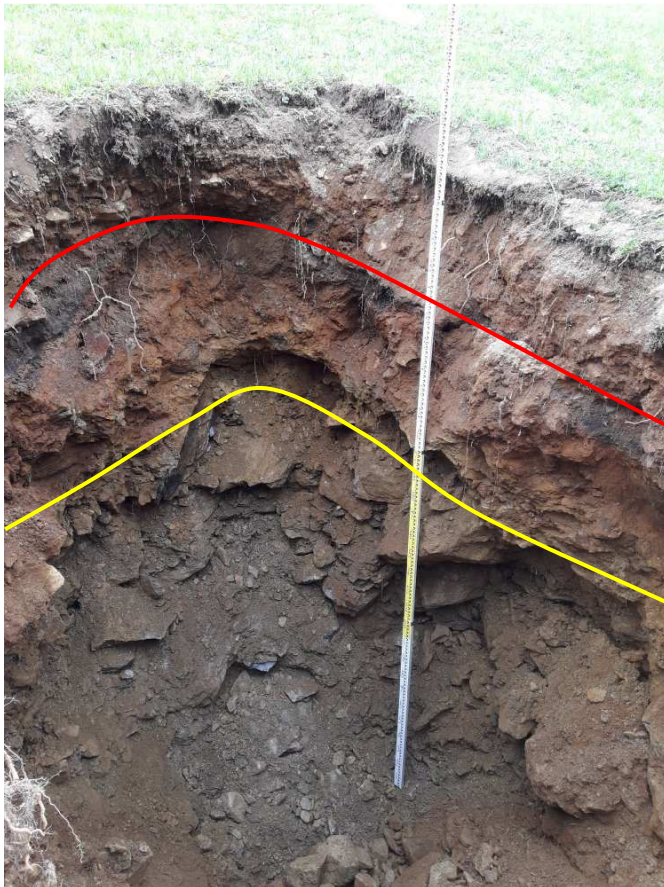


Foto 2: Baggerschlitz BS2/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Moräne



Foto 3: Baggerschlitz BS3/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Moräne



Foto 4: Baggerschlitz BS4/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Moräne

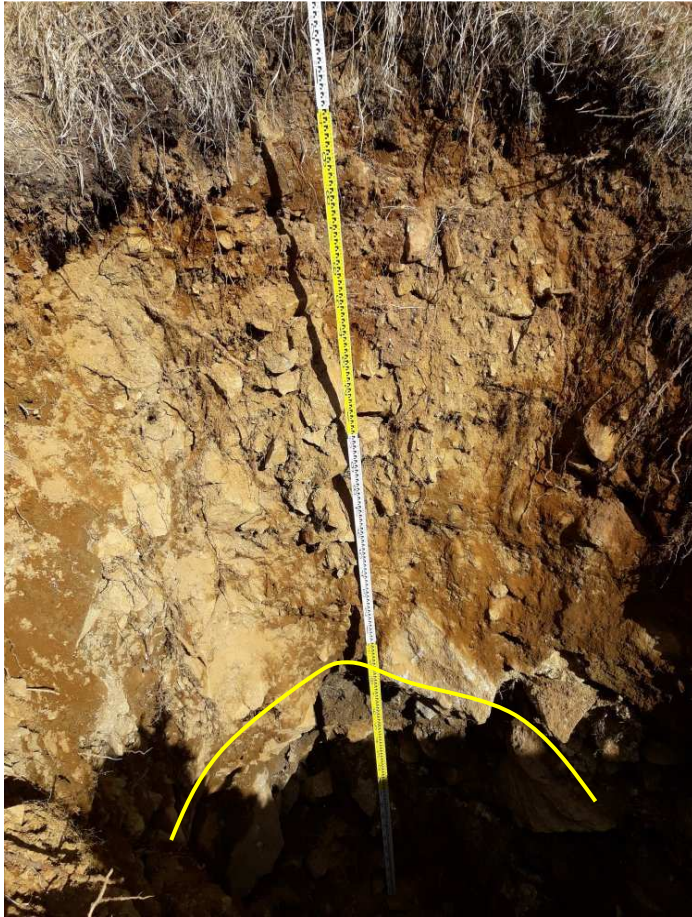


Foto 5: Baggerschlitz BS5/19

Gelbe Linie: Grenze zwischen Bodenschicht und Moräne



Foto 6: Baggerschlitz BS6/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

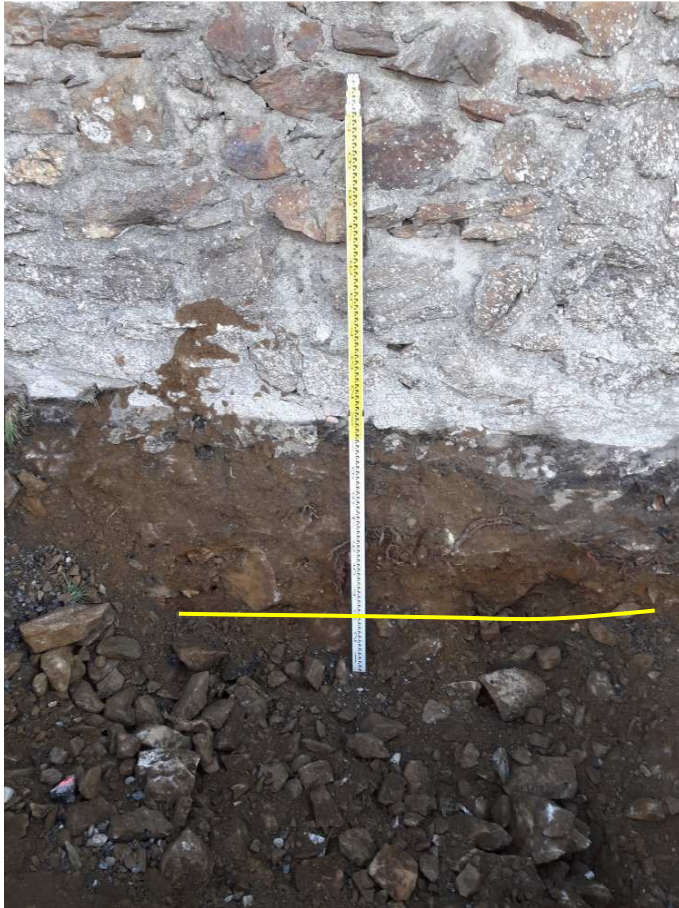


Foto 7: Baggerschlitz BS7/19

Gelbe Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung (Kofferung) und Moräne

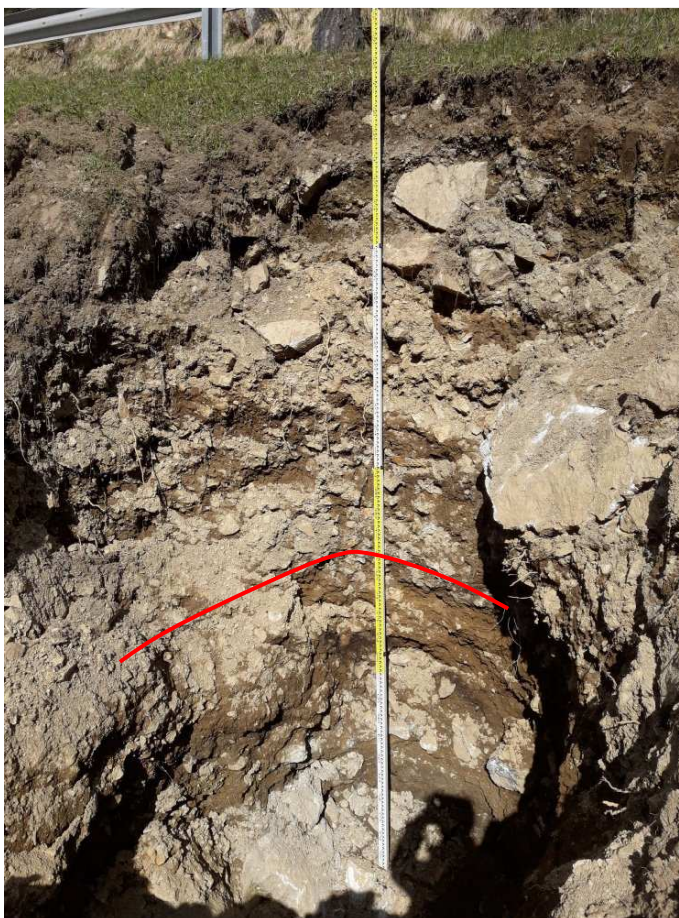


Foto 8: Baggerschlitz BS8/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

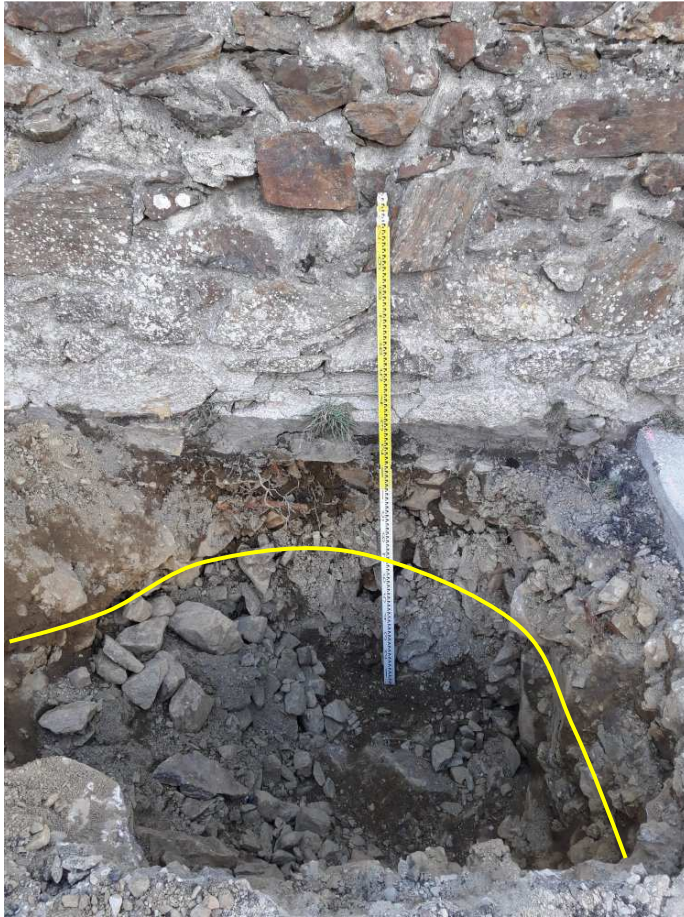


Foto 9: Baggerschlitz BS9/19

Gelbe Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung (Kofferung) und Moräne

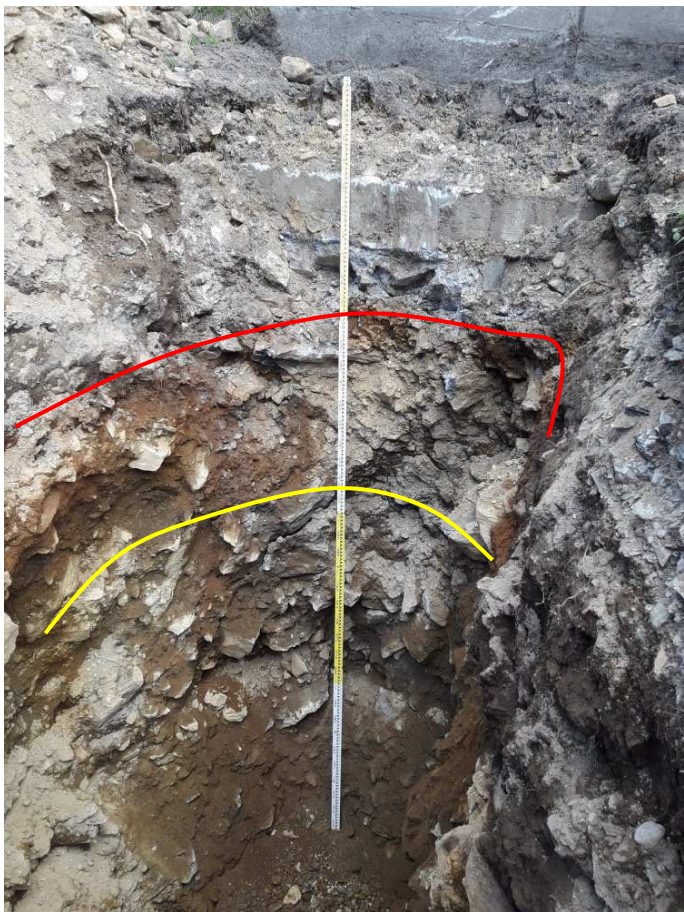


Foto 10: Baggerschlitz BS10/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Moräne

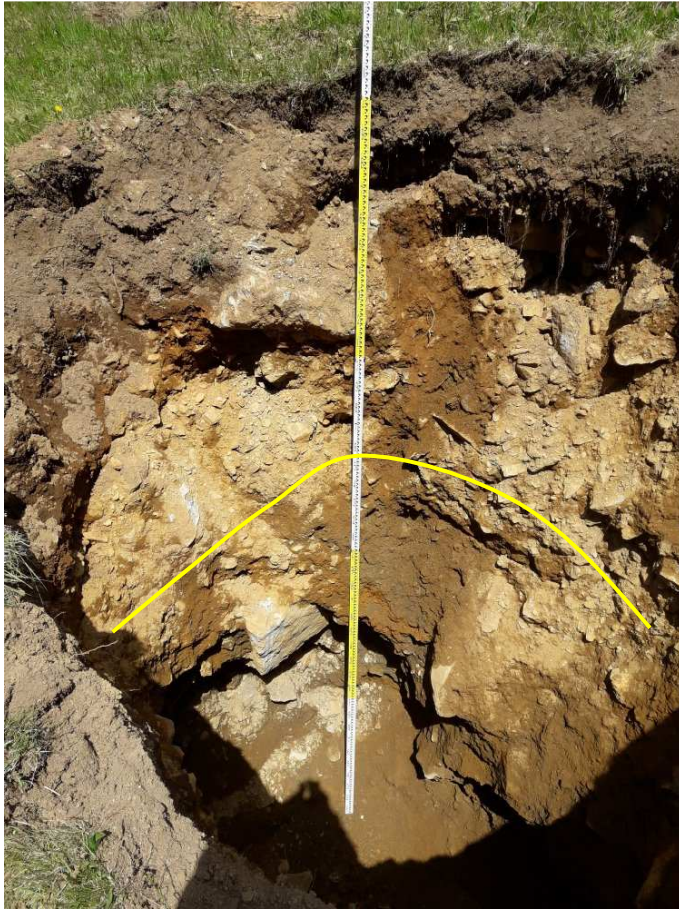


Foto 11: Baggerschlitz BS11/19

Gelbe Linie: Grenze zwischen Bodenschicht und Moräne



Foto 12: Baggerschlitz BS12/19

Blaue Linie: Grenze zwischen Bodenschicht und Fels

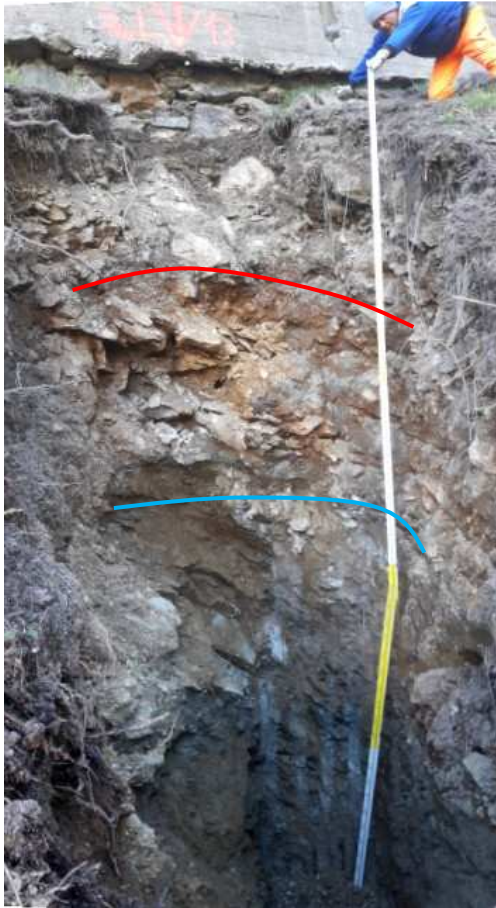


Foto 13: Baggerschlitz BS13/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Blaue Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Fels

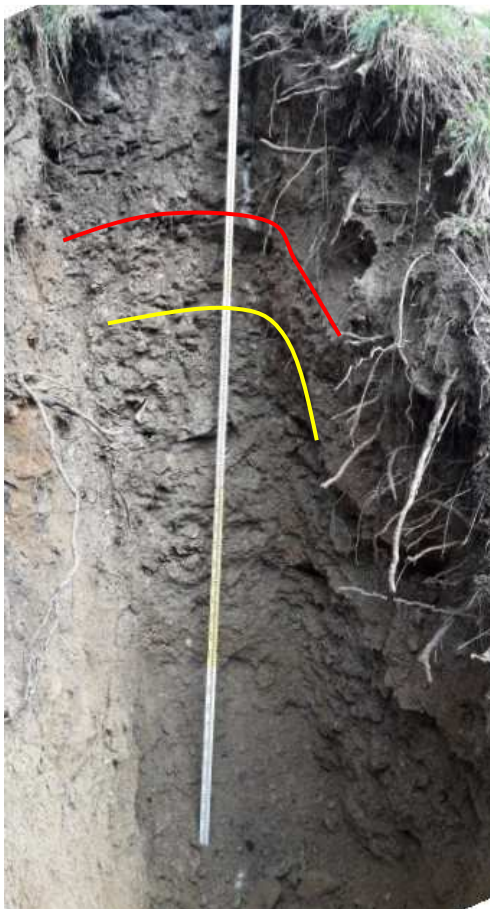


Foto 14: Baggerschlitz BS14/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Moräne



Foto 15: Baggerschlitz BS15/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Blaue Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Fels



Foto 16: Baggerschlitz BS16/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Moräne



Foto 17: Baggerschlitz BS17/19

Durchgehend künstliche Auffüllung



Foto 18: Baggerschlitz BS18/19

Durchgehend künstliche Auffüllung
(Kofferung)

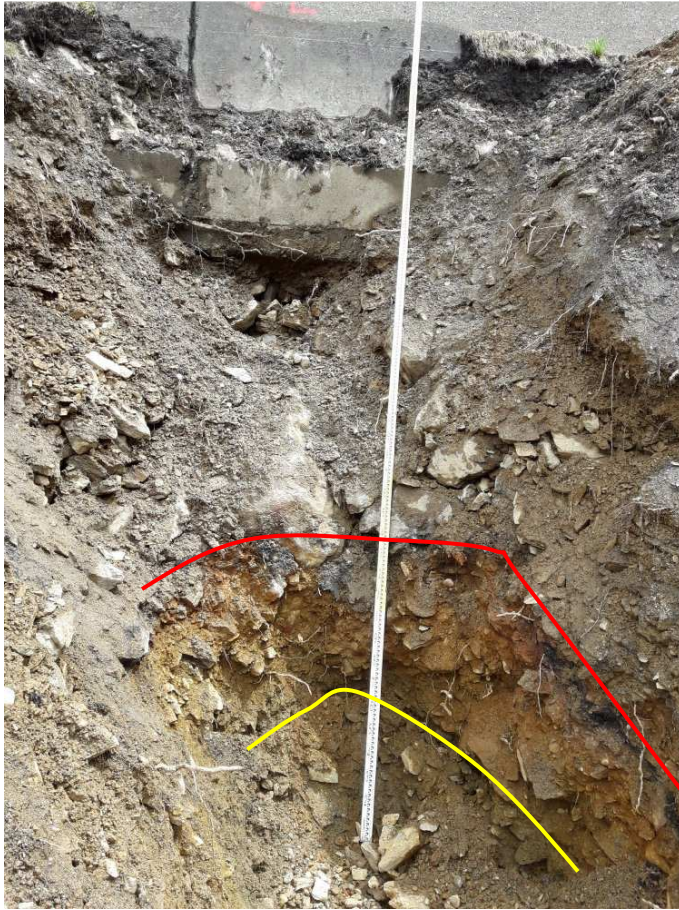


Foto 19: Baggerschlitz BS19/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Moräne



Foto 20: Baggerschlitz BS20/19

Durchgehend künstliche Auffüllung (Koffering)

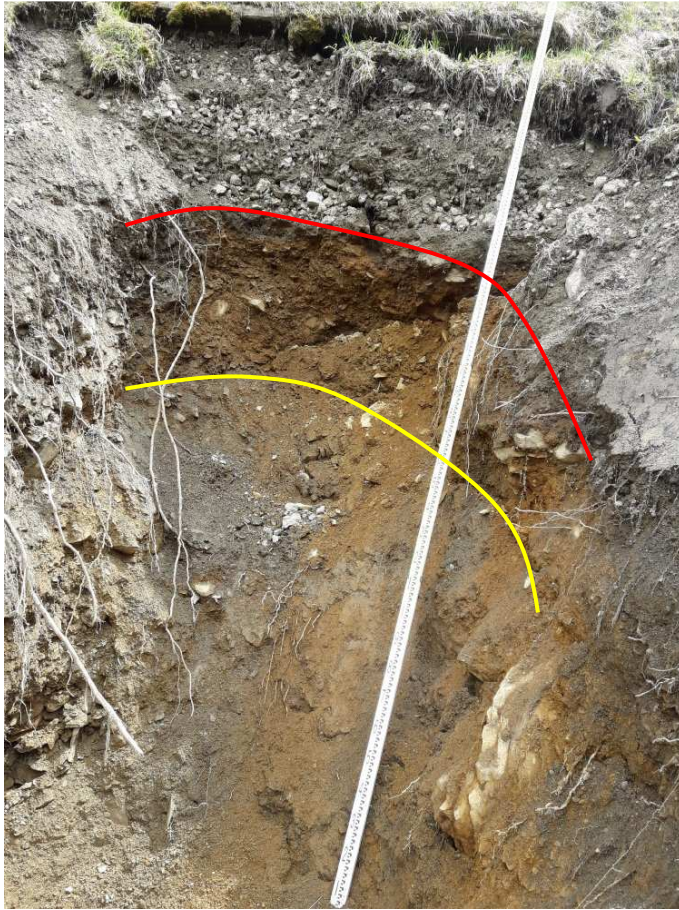


Foto 21: Baggerschlitz BS21/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Moräne

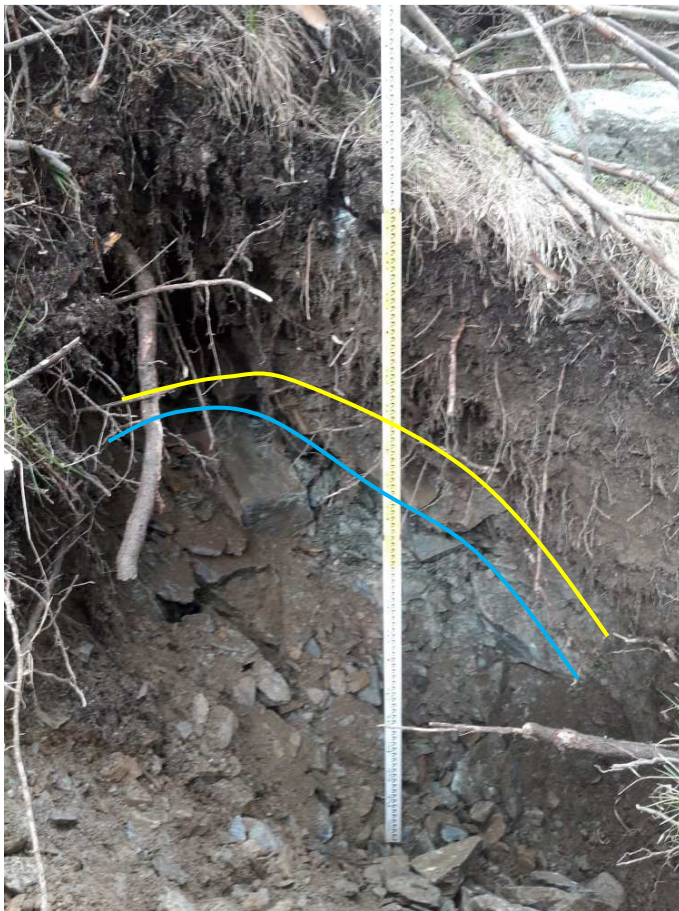


Foto 22: Baggerschlitz BS22/19

Gelbe Linie: Grenze zwischen Bodenschicht und Hangschutt

Blaue Linie: Grenze zwischen Hangschutt und Fels



Foto 23: Baggerschlitz BS22A/19

Durchgehend künstliche Auffüllung
(Kofferung)



Foto 24: Baggerschlitz BS23/19

Rote Linie: Grenze zwischen
künstlicher Auffüllung und alter
Bodenschicht

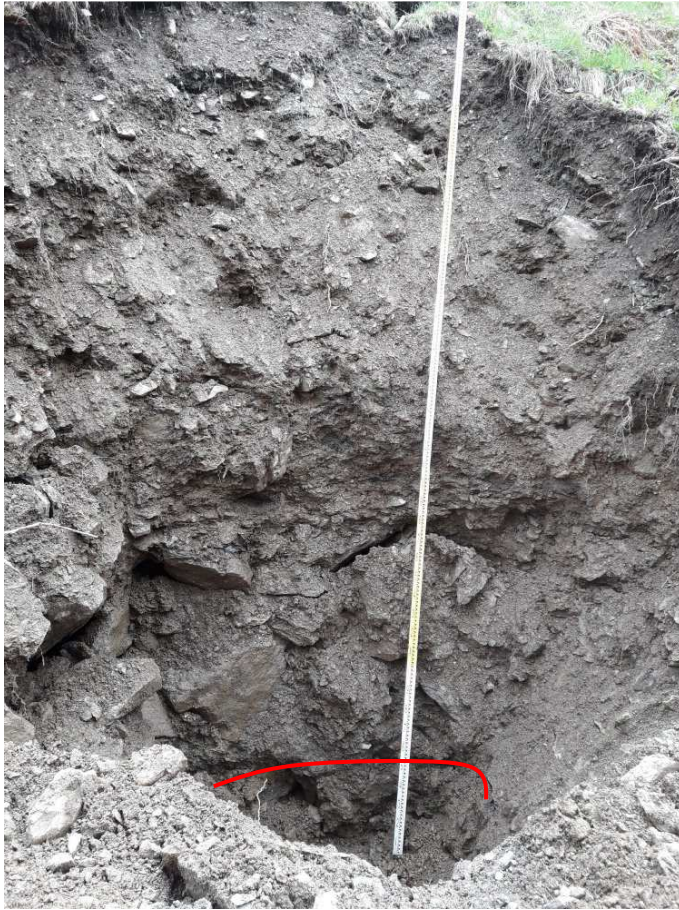


Foto 25: Baggerschlitz BS24/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

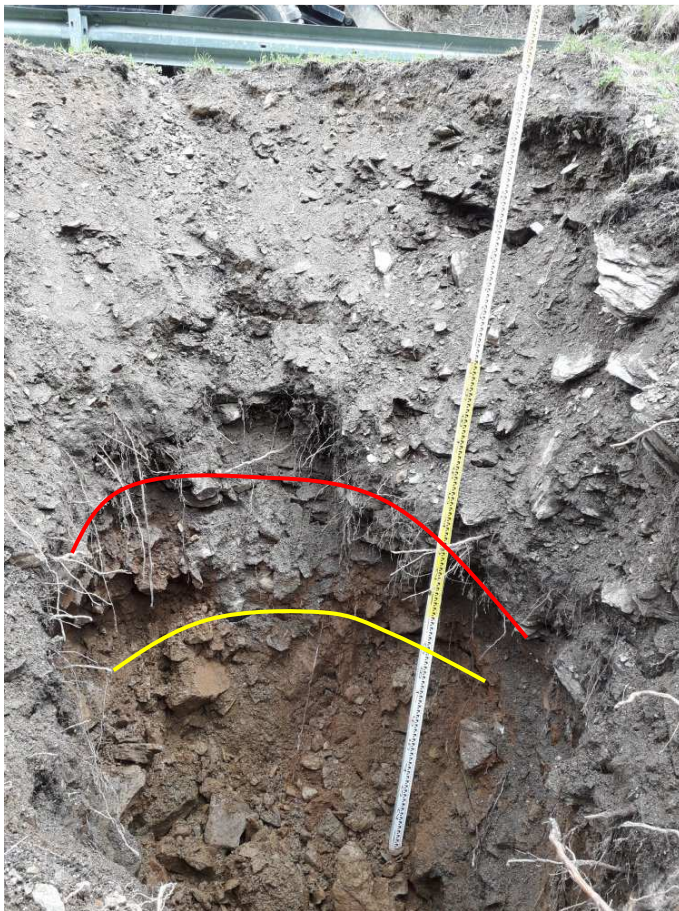


Foto 26: Baggerschlitz BS25/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Hangschutt



Foto 27: Baggerschlitz BS26/19

Durchgehend künstliche Auffüllung
(Kofferung)



Foto 28: Baggerschlitz BS27/19

Rote Linie: Grenze zwischen
künstlicher Auffüllung und alter
Bodenschicht



Foto 29: Baggerschlitz BS28/19

Durchgehend künstliche Auffüllung
(Kofferung)



Foto 30: Baggerschlitz BS29/19

Rote Linie: Grenze zwischen
künstlicher Auffüllung und alter
Bodenschicht



Foto 31: Baggerschlitz BS30/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Hangschutt



Foto 32: Baggerschlitz BS31/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Hangschutt



Foto 33a: Baggerschlitz BS32/19

Foto 33b: Mauer bei BS32/19

Rote Linie: Grenze zwischen künstlicher Auffüllung und alter Bodenschicht

Gelbe Linie: Grenze zwischen alter Bodenschicht und Hangschutt



Foto 34: Baggerschlitz BS33/19

Durchgehend künstliche Auffüllung

Kartierung



Foto 35: Blick von der Berninastrasse auf die Holzpalisadenwand bei QP14. Mit der roten gestrichelten Linie ist die Ausbruchsnische des alten Felssturzes markiert.



Foto 36: Fallraum der Holzpalisadenwand bei QP14; der Fallraum ist mit viel jungem Sturzschant (Steine, Blöcke) gefüllt



Foto 37: Bergseitige Böschung an der Berninastrasse zwischen QP14 und QP15 mit defekter, alter Netzverspannung (rote Pfeile)



Foto 38: Holzpalisadenwand bei QP20 (Blick Richtung Norden) mit altem und frischem Sturzschnitt



Foto 39: Holzpalisadenwände um QP22 (Blick Richtung Süden)



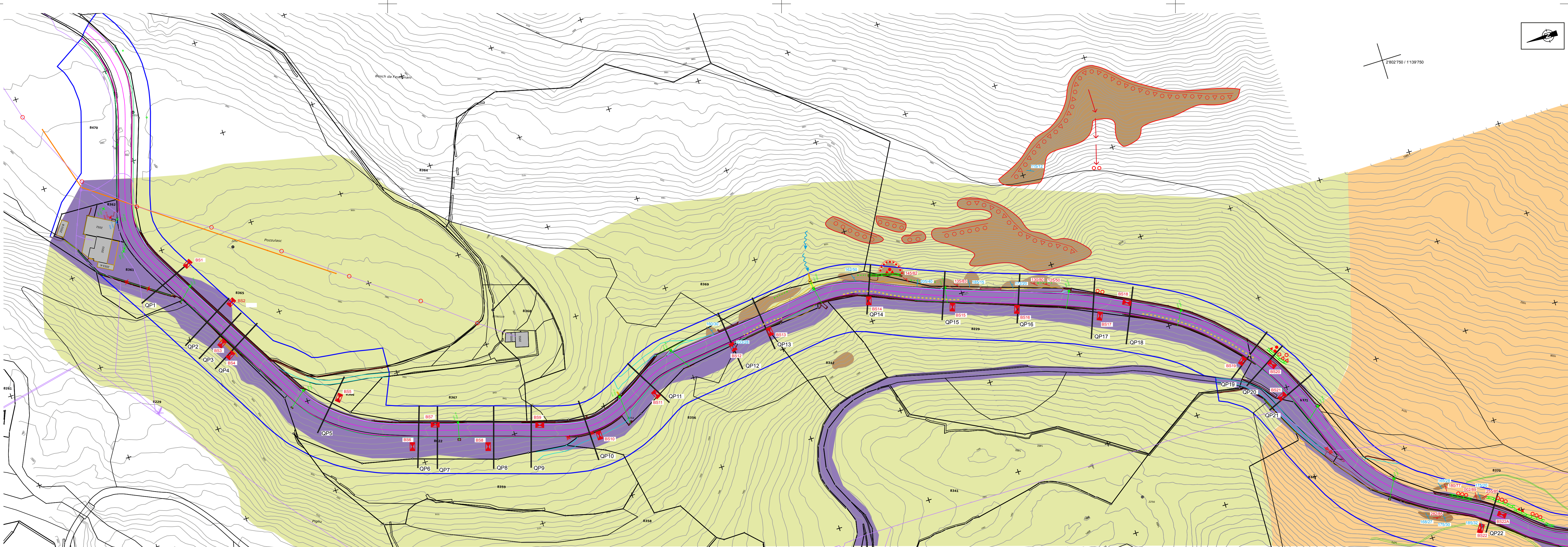
Foto 40: Kleine, frische Sturzblöcke in der Holzpalisadenwand, einige Meter südlich von QP22 (vgl. Beilagen 1 und 2)



Foto 41: Risse im Strassenbelag, talseitiger Strassenrand zwischen QP14 und QP15 (vgl. Kap. 5.5.1)



Foto 42: Bestehende Einleitung von Strassenabwasser in Hang, kann im steilen Gelände zu oberflächennahen Rutschungen im Lockergestein (rot gestrichelte Linie) führen. (Blick Richtung Norden, zwischen QP29 und QP30)



S:\Auftraege\6017_Baugrund_Berninastrasse_Pozzulasc\Berichte\6017-1_Sondierkonzept\6017-1_Beilage1_Situation_Nr.1.ai

Legende

- Baggerschlitz
- Querprofile (Beilage 3 - 8)
- Künstliche Auffüllung
- Moräne
- Hangschutt
- Felsaufschluss: Kristallin der Stretta-Masse
- Stein $\phi < 0.5\text{ m}$ / Block $\phi = 0.5 - 2.0\text{ m}$ / Grossblock $\phi > 2.0\text{ m}$, rezent
- Stein $\phi < 0.5\text{ m}$ / Block $\phi = 0.5 - 2.0\text{ m}$ / Grossblock $\phi > 2.0\text{ m}$, alt
- potentielles Ausbruchgebiet
(Stein $\phi < 0.5\text{ m}$ / Block $\phi = 0.5 - 2.0\text{ m}$ / Grossblock $\phi > 2.0\text{ m}$)
- aktives Ausbruchgebiet
(Stein $\phi < 0.5\text{ m}$ / Block $\phi = 0.5 - 2.0\text{ m}$ / Grossblock $\phi > 2.0\text{ m}$)
- Kanalisierte Sturzbahn
- Rutschungsanriss, wenig aktiv, Lockergestein
- Holzpalisadenwände
- Risse in Strasse
- Hangwasser
- Klüftung (Mittelwerte Fallazimut, Fallwinkel)
- Schieferung (Mittelwerte Fallazimut, Fallwinkel)
- Wasser
- Kanalisation
- Meteor
- Swisscom Leitung
- Elektro Trasse
- Asphalttrand
- Bruchkante
- Strom
- Fahrbahnmarkierung
- Verkehrstafel
- Leitplanke
- Mauer
- Perimeter
- Rigole
- Treppe
- Rand Kiesplatz Weg
- Zaun

Tiefbauamt Graubünden

H29 - Berninastrasse Strassenkorrektur Pozzulasc - Pisciadel, km 27.90 - 29.25 Baugrunduntersuchung und Beurteilung der Naturgefahren

Situation Nord

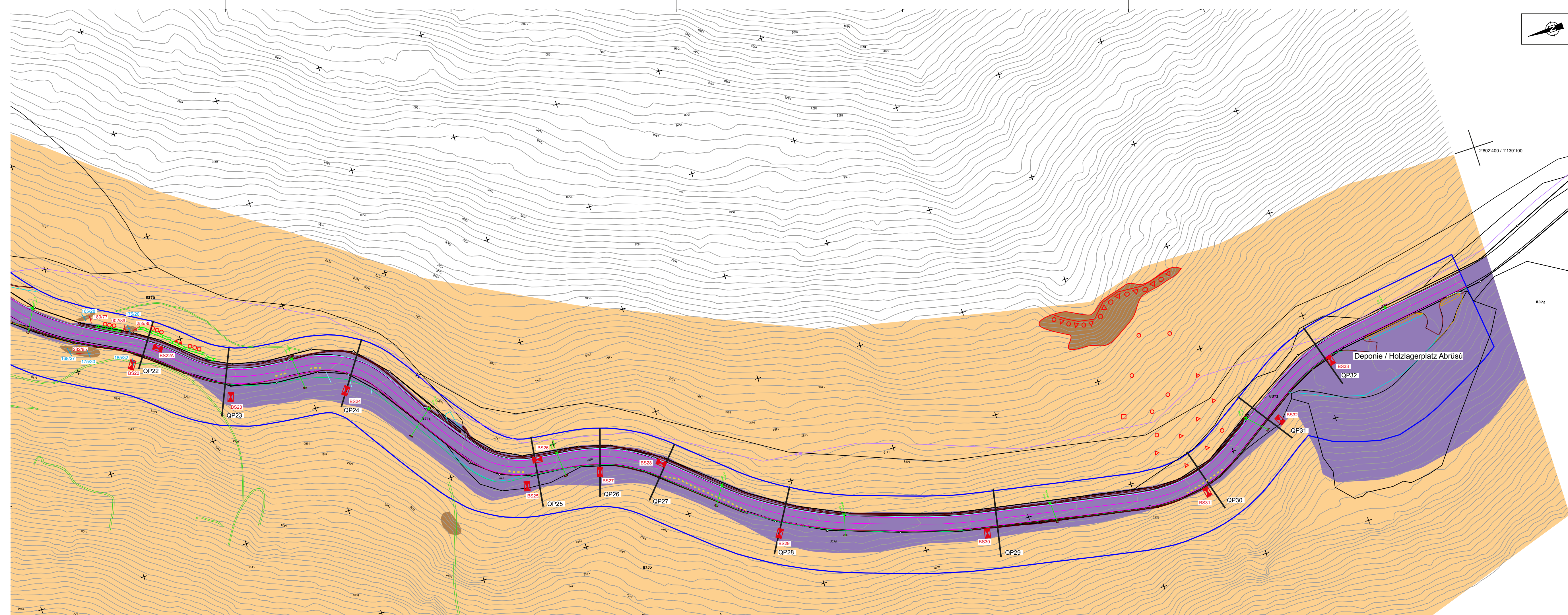
1:1000



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.: 6017-2
Beilage 1

Datum	Erstellt	Geprüft
- 22.07.2019	glä	fo
A		
B		
C		



S:\Auftraege\6017_Baugrund_Berninastrasse_Pozzulasc\Berichte\6017-1_Sondierkonzept\6017-1_Beilage2_Situation_Nr.2.ai

Legende

- Baggerschlitz
- Querprofile (Beilage 3 - 8)
- Künstliche Auffüllung
- Moräne
- Hangschutt
- Felsaufschluss: Kristallin der Stretta-Masse
- Stein $\varnothing < 0.5\text{ m}$ / Block $\varnothing = 0.5 - 2.0\text{ m}$ / Grossblock $\varnothing > 2.0\text{ m}$, rezent
- Stein $\varnothing < 0.5\text{ m}$ / Block $\varnothing = 0.5 - 2.0\text{ m}$ / Grossblock $\varnothing > 2.0\text{ m}$, alt
- potentielles Ausbruchgebiet
(Stein $\varnothing < 0.5\text{ m}$ / Block $\varnothing = 0.5 - 2.0\text{ m}$ / Grossblock $\varnothing > 2.0\text{ m}$)
- aktives Ausbruchgebiet
(Stein $\varnothing < 0.5\text{ m}$ / Block $\varnothing = 0.5 - 2.0\text{ m}$ / Grossblock $\varnothing > 2.0\text{ m}$)
- Kanalisierte Sturzbahn
- Rutschungsanriss, wenig aktiv, Lockergestein
- Holzpalisadenwände
- Risse in Strasse
- Hangwasser
- Klüftung (Mittelwerte Fallazimut, Fallwinkel)
- Schieferung (Mittelwerte Fallazimut, Fallwinkel)
- Wasser
- Kanalisation
- Meteor
- Swisscom Leitung
- Elektro Trasse
- Asphalttrand
- Bruchkante
- Strom
- Fahrbahnmarkierung
- Verkehrstafel
- Leitplanke
- Mauer
- Perimeter
- Rigole
- Treppe
- Rand Kiesplatz Weg
- Zaun

Tiefbauamt Graubünden

H29 - Berninastrasse Strassenkorrektur Pozzulasc - Pisciadel, km 27.90 - 29.25 Baugrunduntersuchung und Beurteilung der Naturgefahren

Situation Süd
1:1000

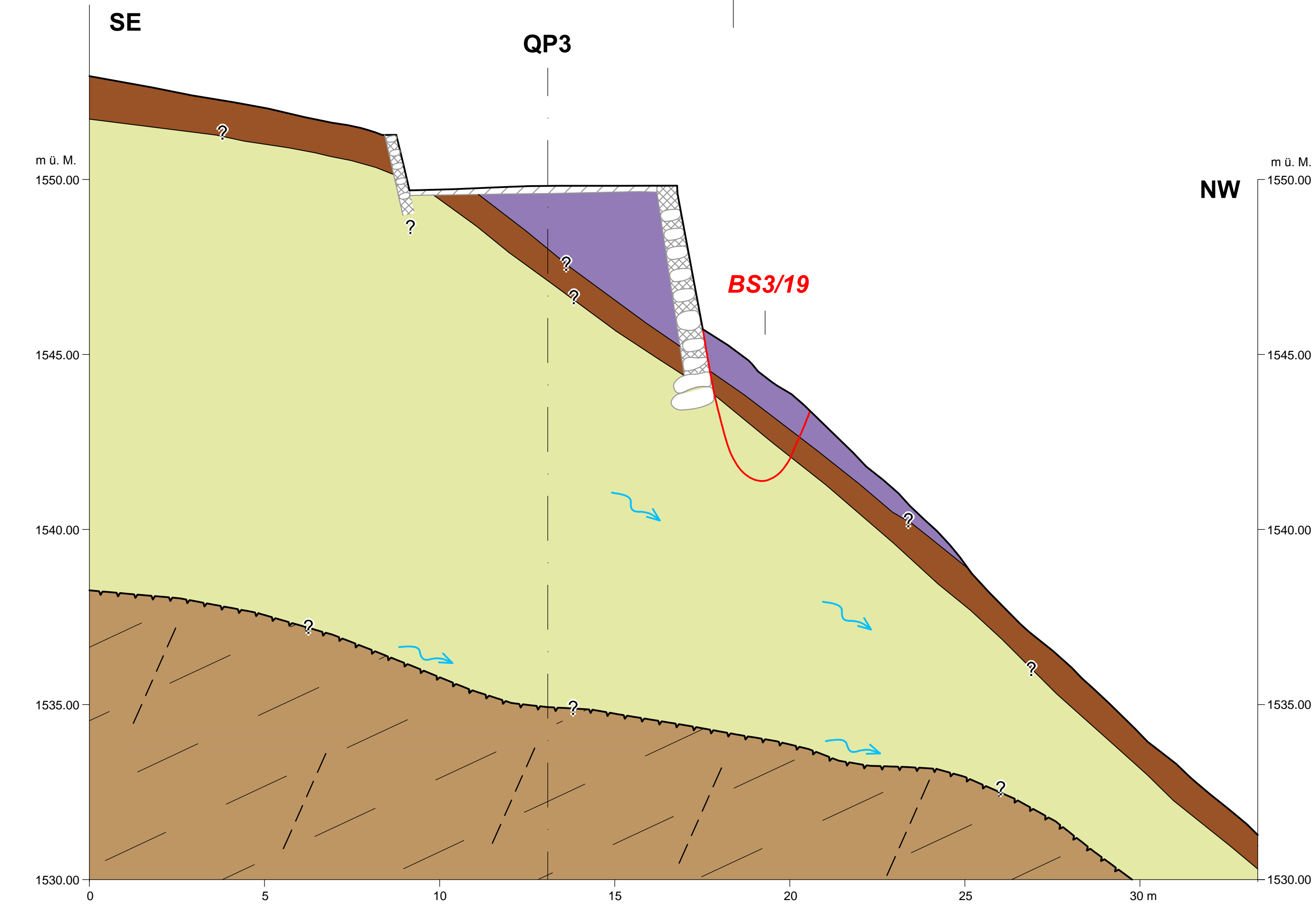
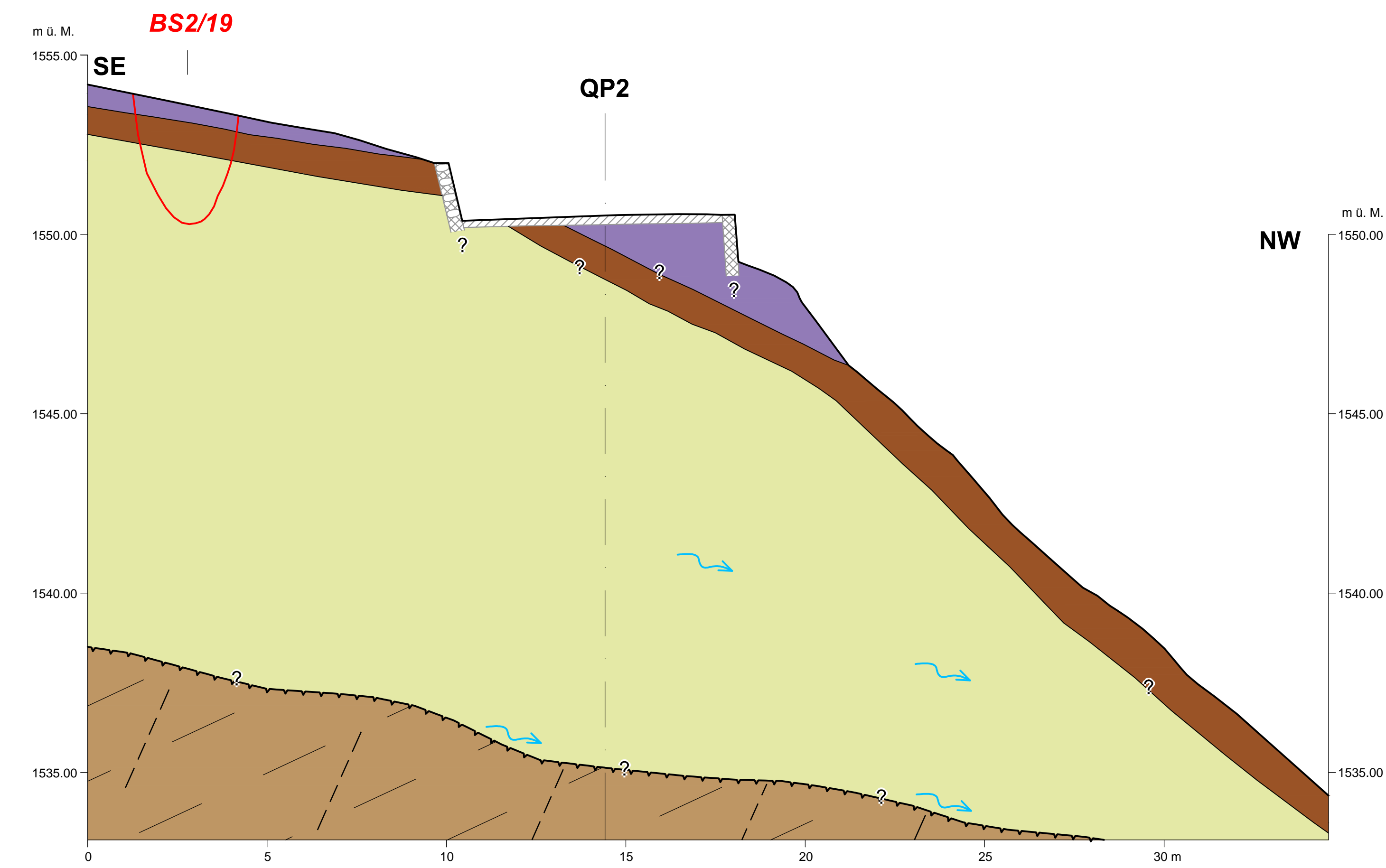
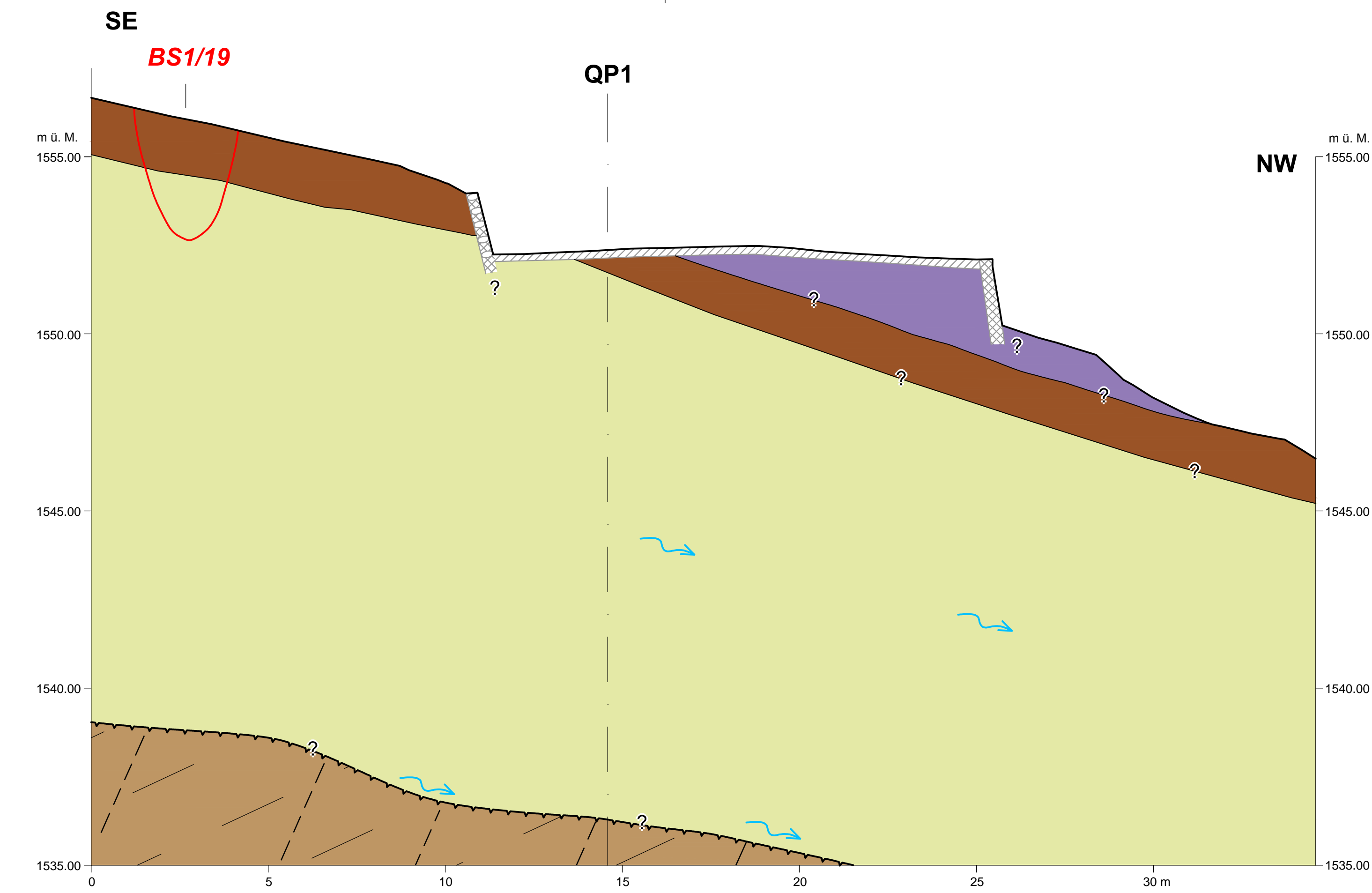


Büro für Technische Geologie AG

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

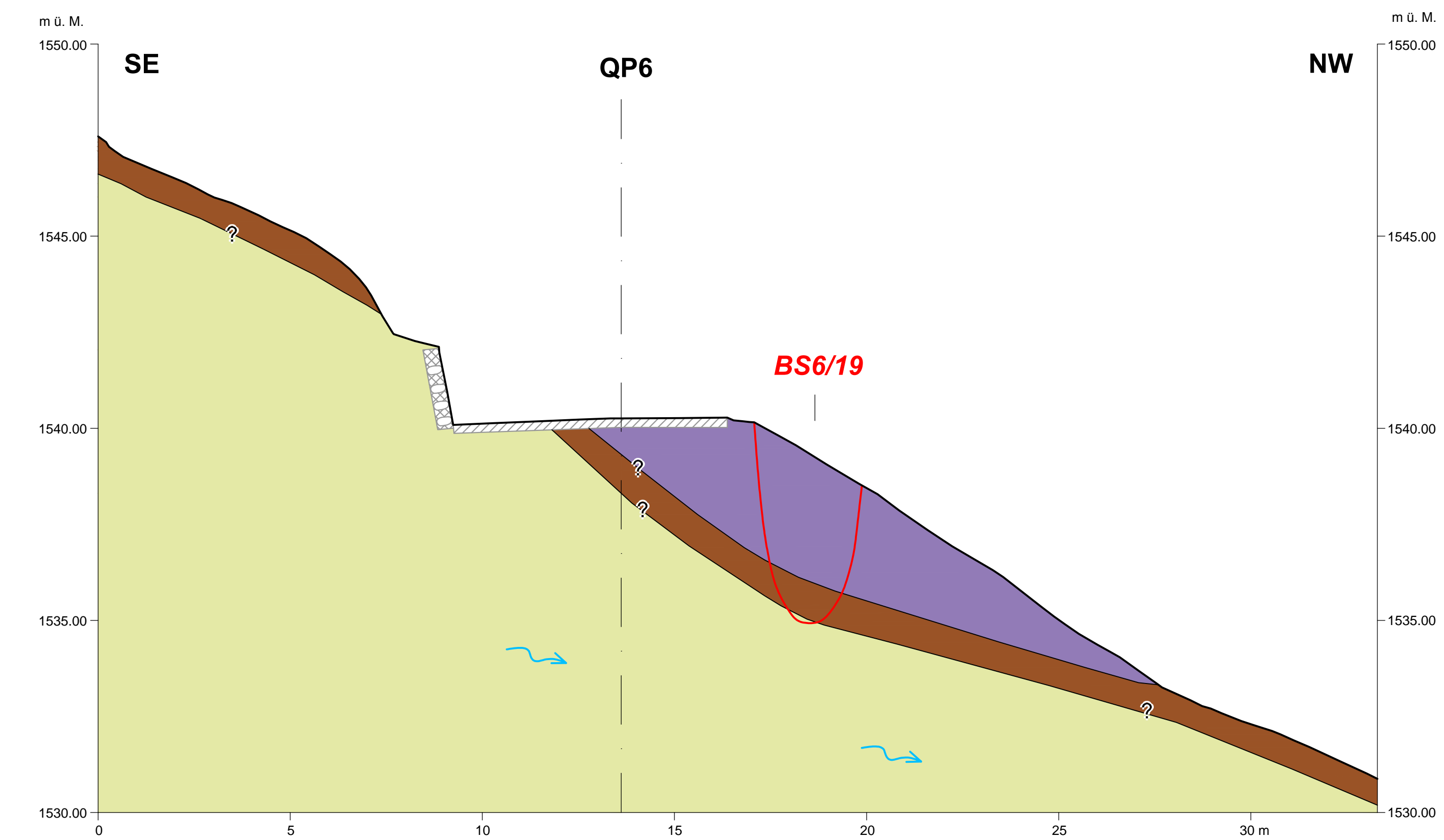
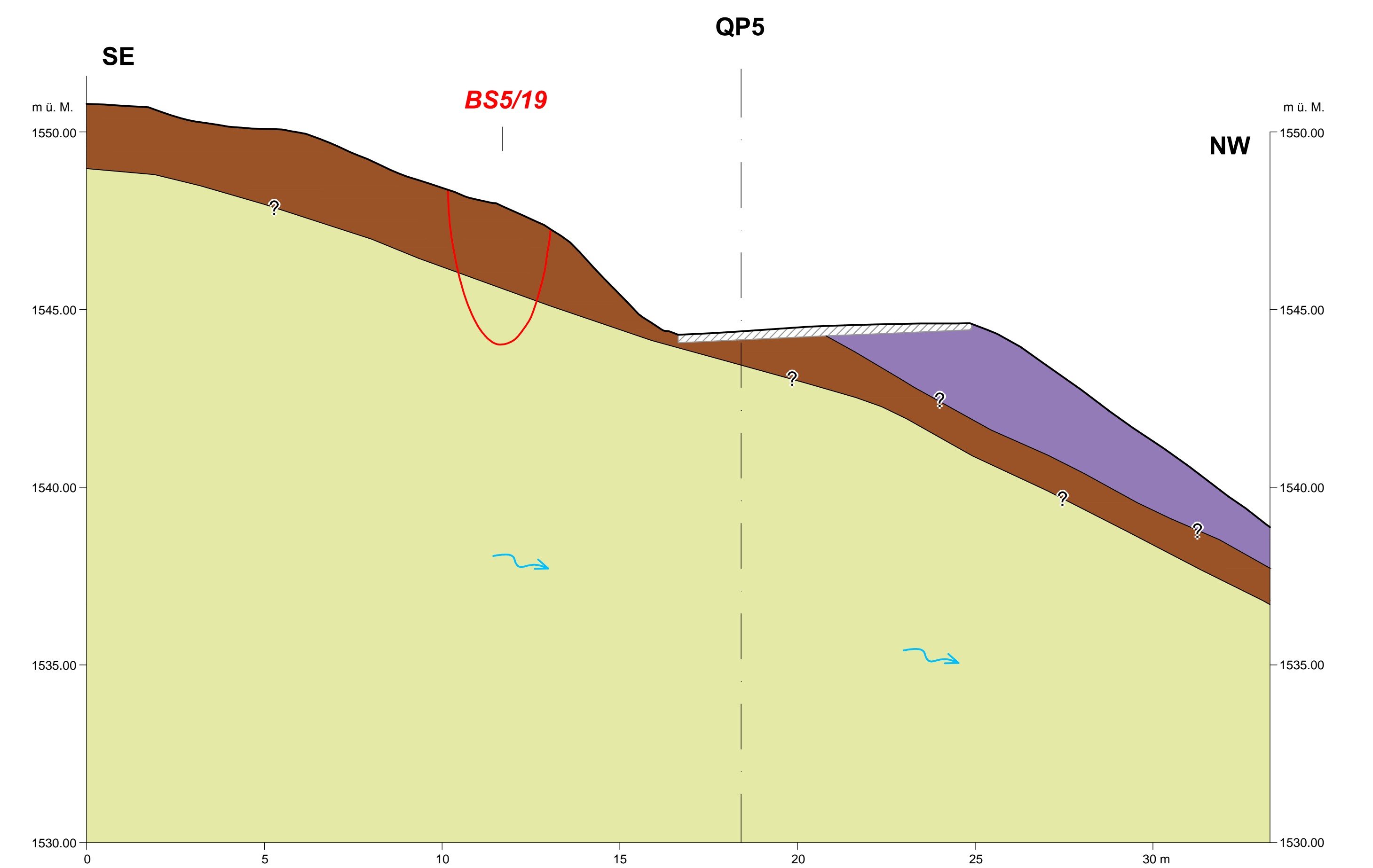
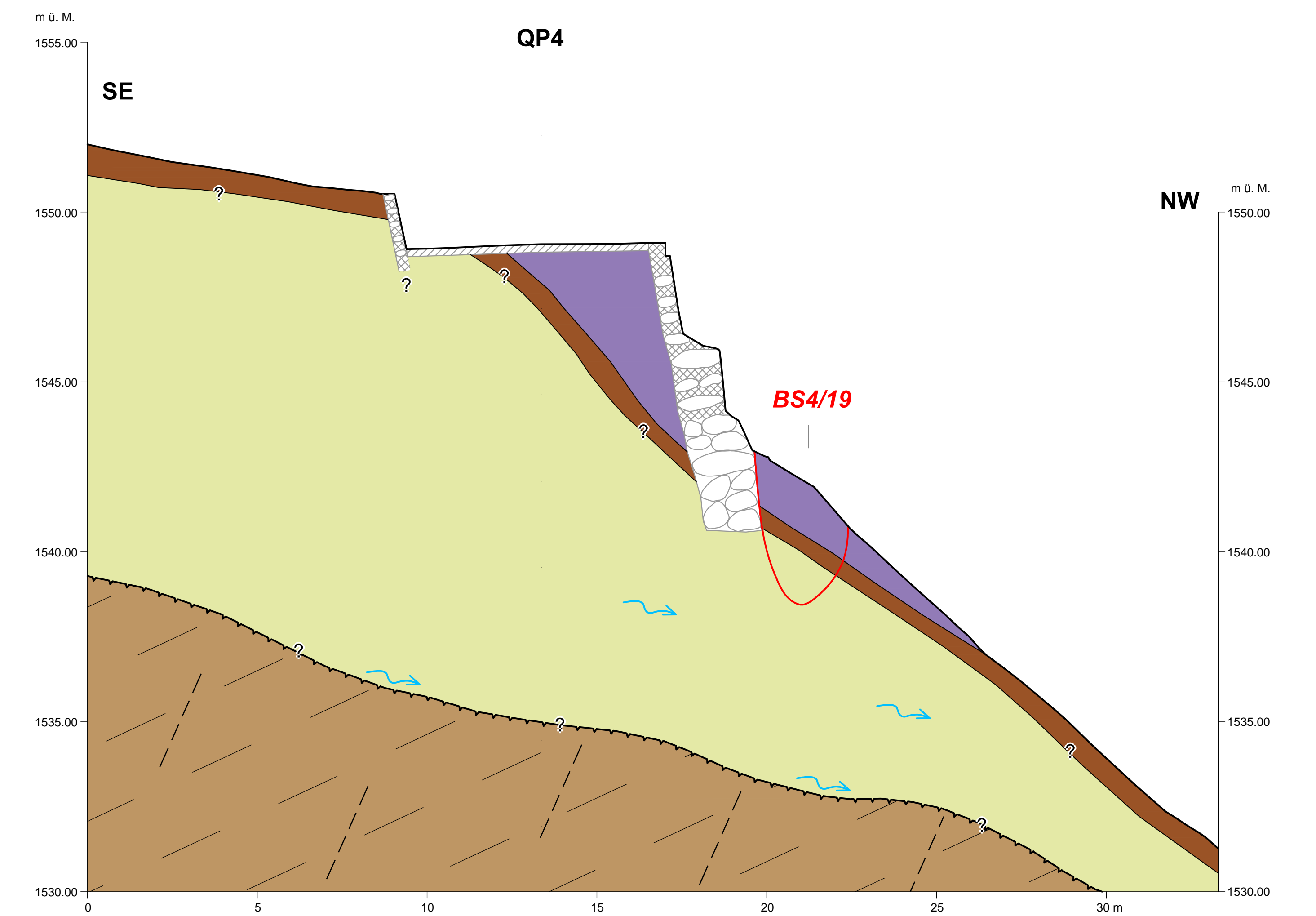
Bericht Nr.: 6017-2
Beilage 2

	Datum	Erstellt	Geprüft
-	22.07.2019	gla	fo
A			
B			
C			



- Legende**
- künstliche Auffüllung
 - Bodenschicht
 - Moräne
 - Hangschutt
 - Rutschungsanriss, wenig aktiv, Lockergestein
 - Felsoberfläche
 - Fels: Kristallin der Stretta-Masse
 - Schiefierung (schematisch)
 - Schiefierung (beobachtet)
 - Klüfte (schematisch)
 - Hangwasser
 - Strasse
 - Betonmauer
 - Natursteinmauer mit Zementfugen
 - Trockensteinmauer
 - Holzpalisade mit Stein
 - Baggerschilz

Bemerkungen:
Die Trennflächen wurden gemäss den Mittelwerten dargestellt:
Schieferung: 182/29
Kluffschar K1: 132/67
Baggerschilze wurden auf das nächstgelegene, vorhandene Querprofil projiziert.
Maximale projizierte Distanz: 5 m
Plangrundlage Topographie: Caprez Ingenieure AG, Februar 2019; Plan Nr. 2.004:
Strassenzug Punt Muragl - Campocologno, Bauabschnitt Pozzulasc - Pisciadel,
Vorprojekt, Variante 2, Querprofile 10.000 - 1550.000, 1:100



Tiefbauamt Graubünden

H29 Berninastrasse

Strassenkorrektur Pozzulasc - Pisciadel, km 27.90 - 29.25

Baugrunduntersuchung und Beurteilung der Naturgefahren

Geologische Querprofile 1 bis 6

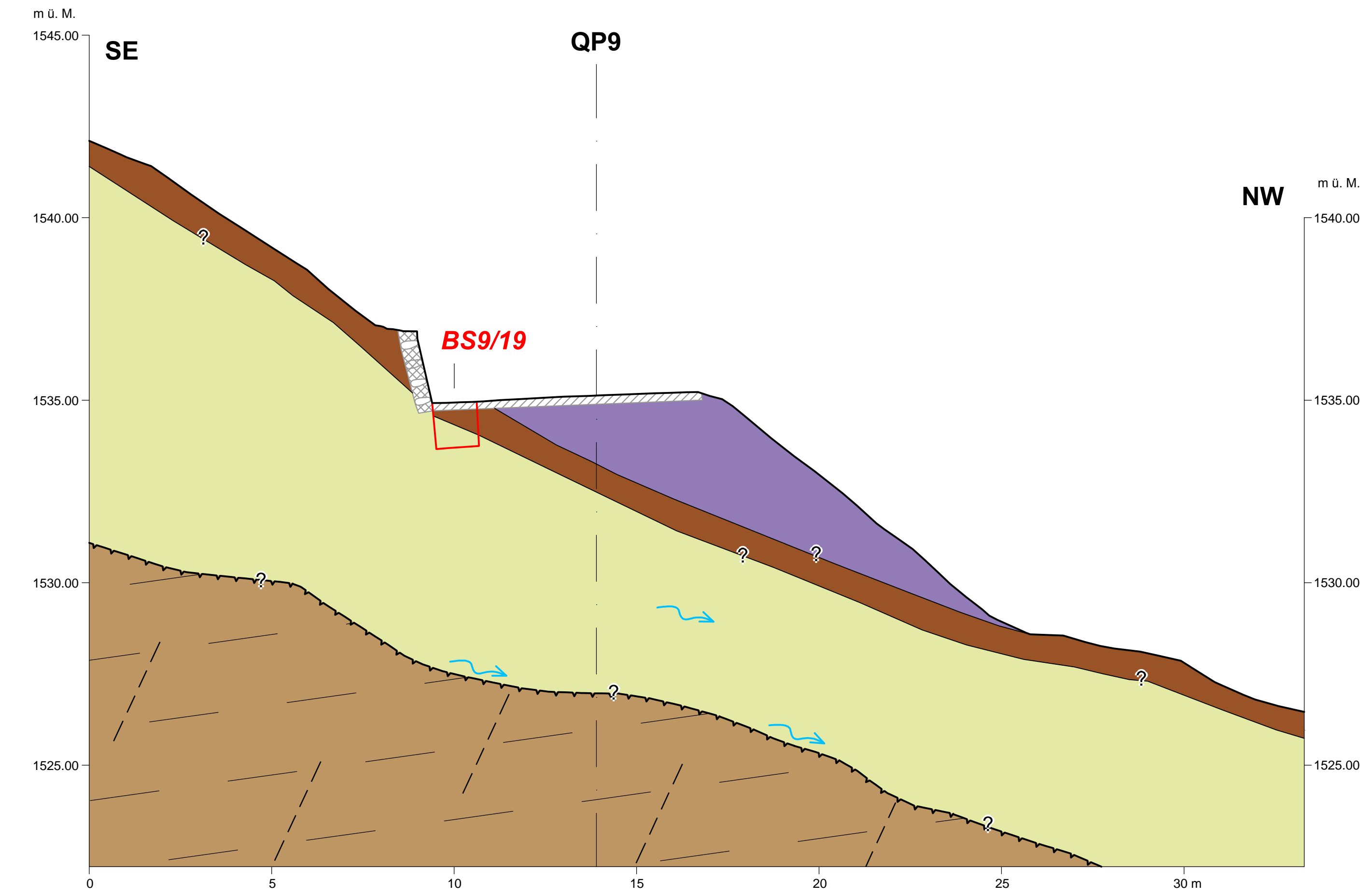
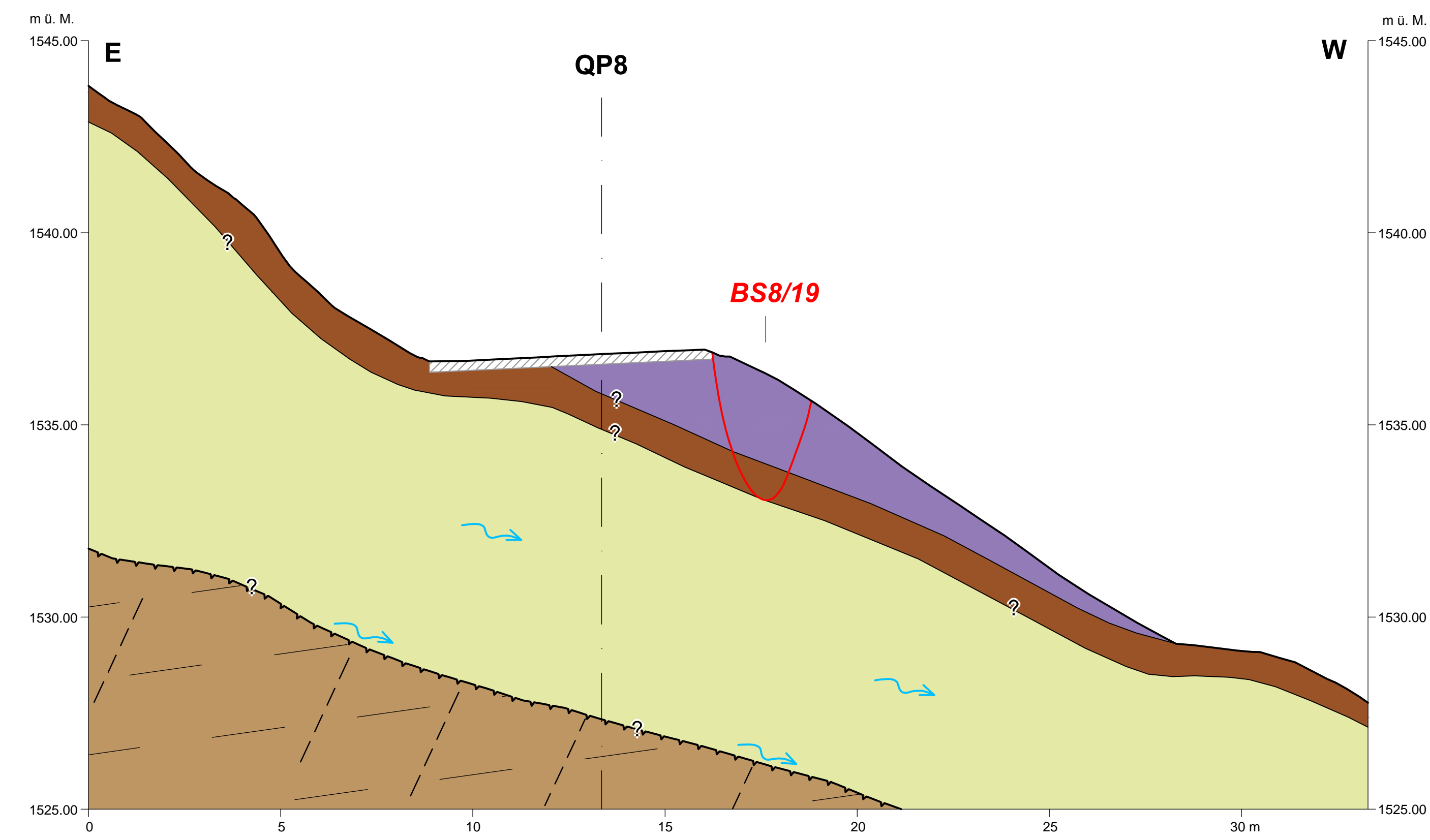
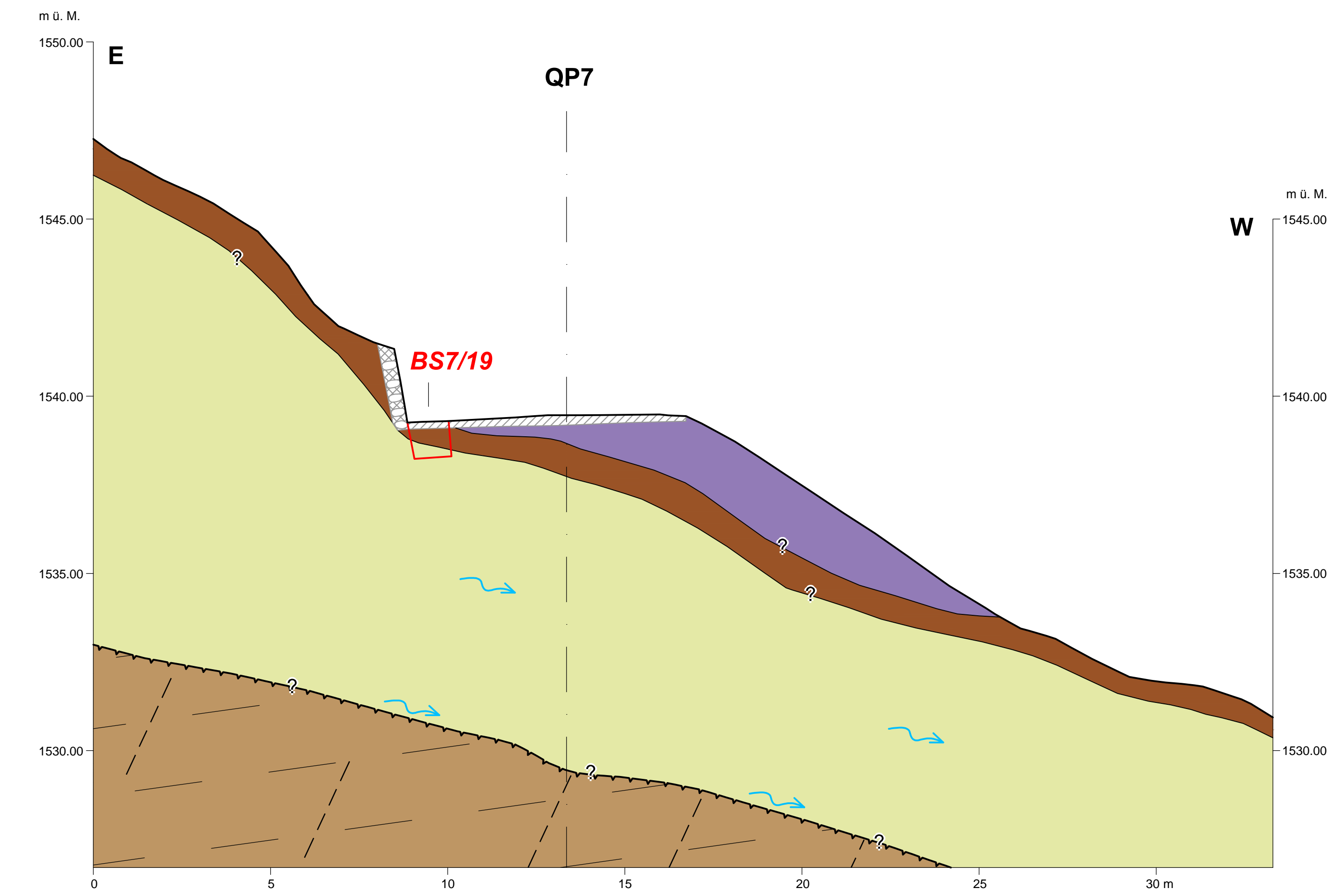
1 : 100

Büro für Technische Geologie AG

Bericht Nr.: 6017-2

Beilage 3

Datum	Gezeichnet	Geprüft
22. Juli 2019	la	glw/fo
A		
B		
C		



Legende

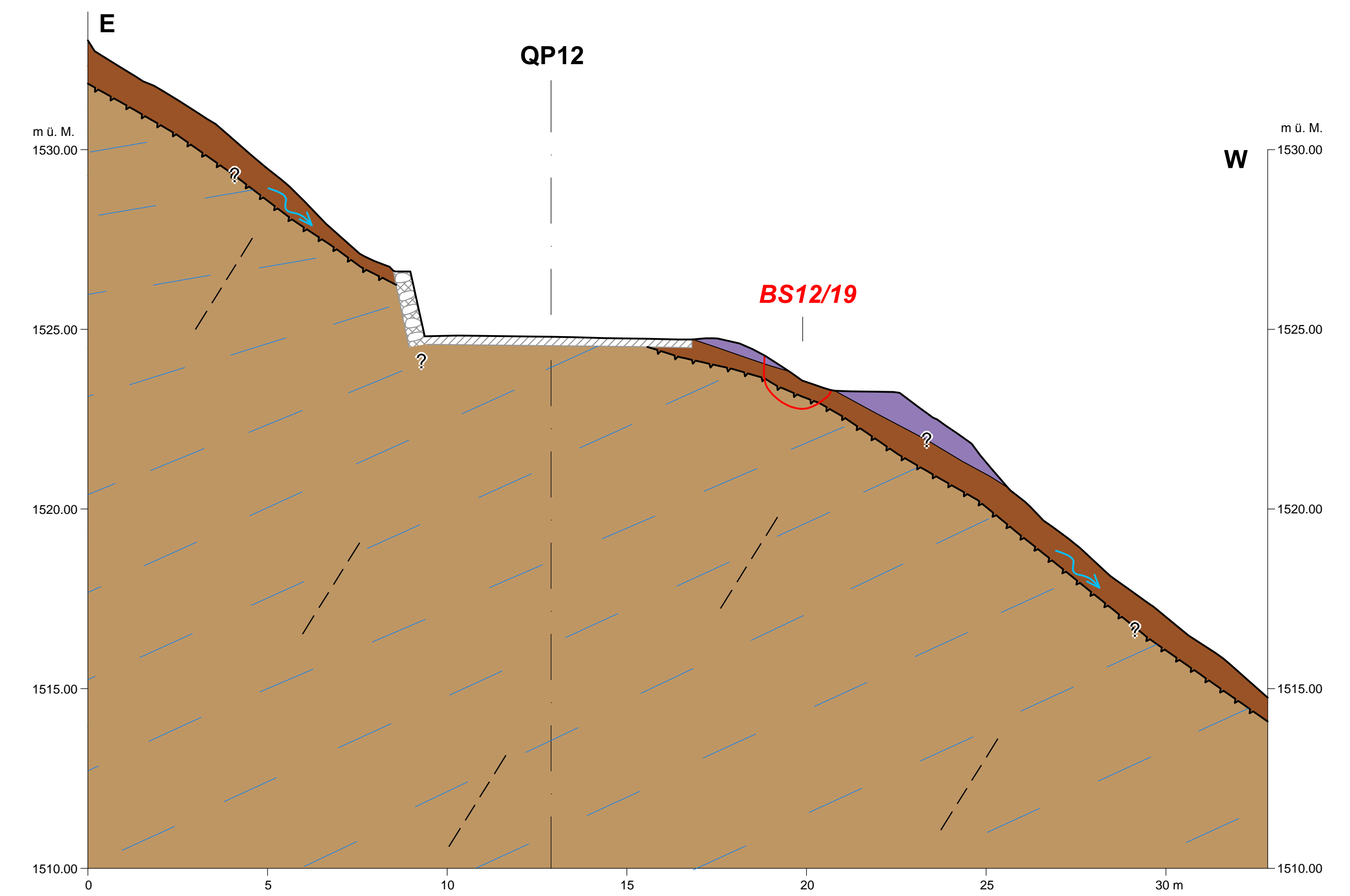
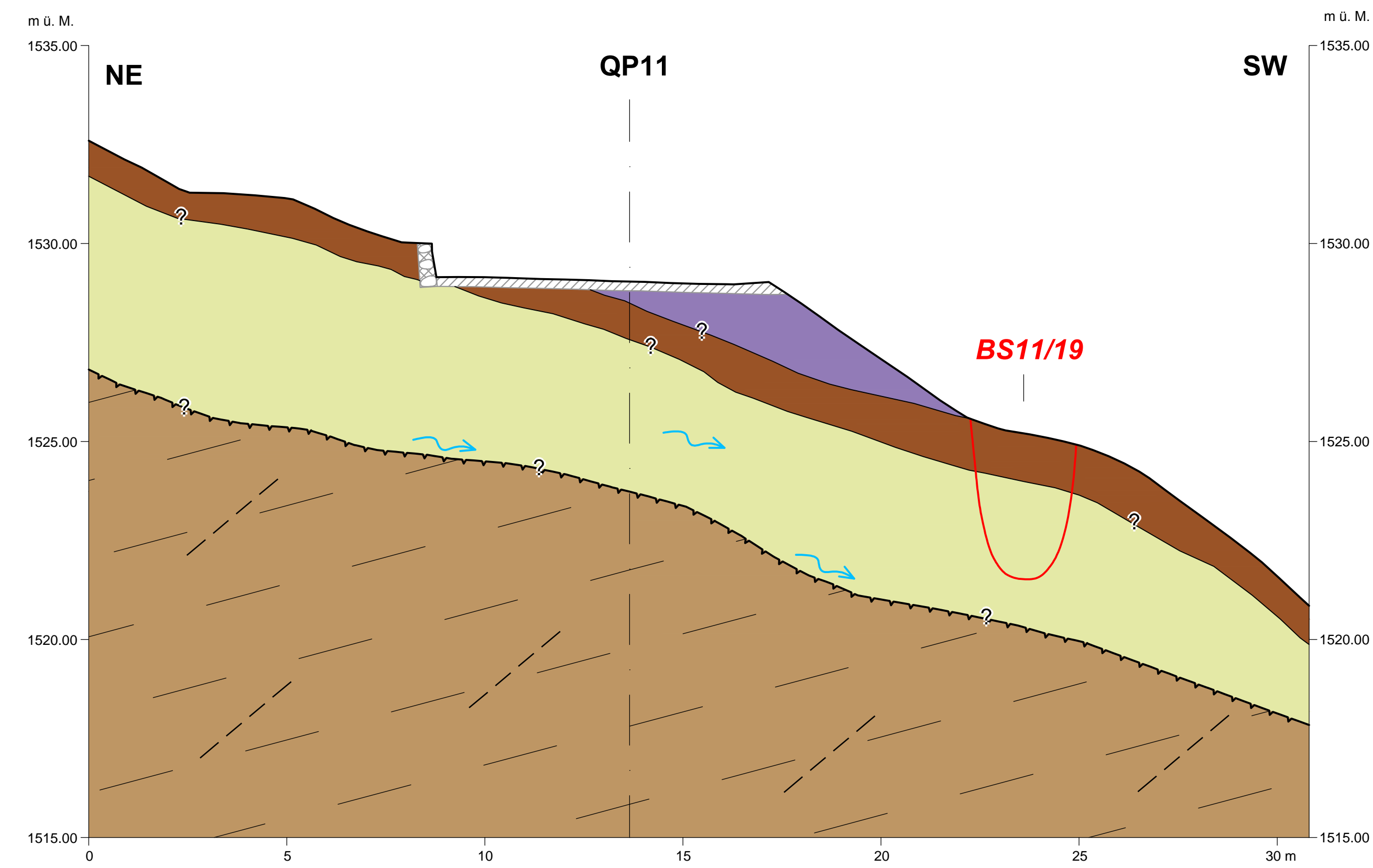
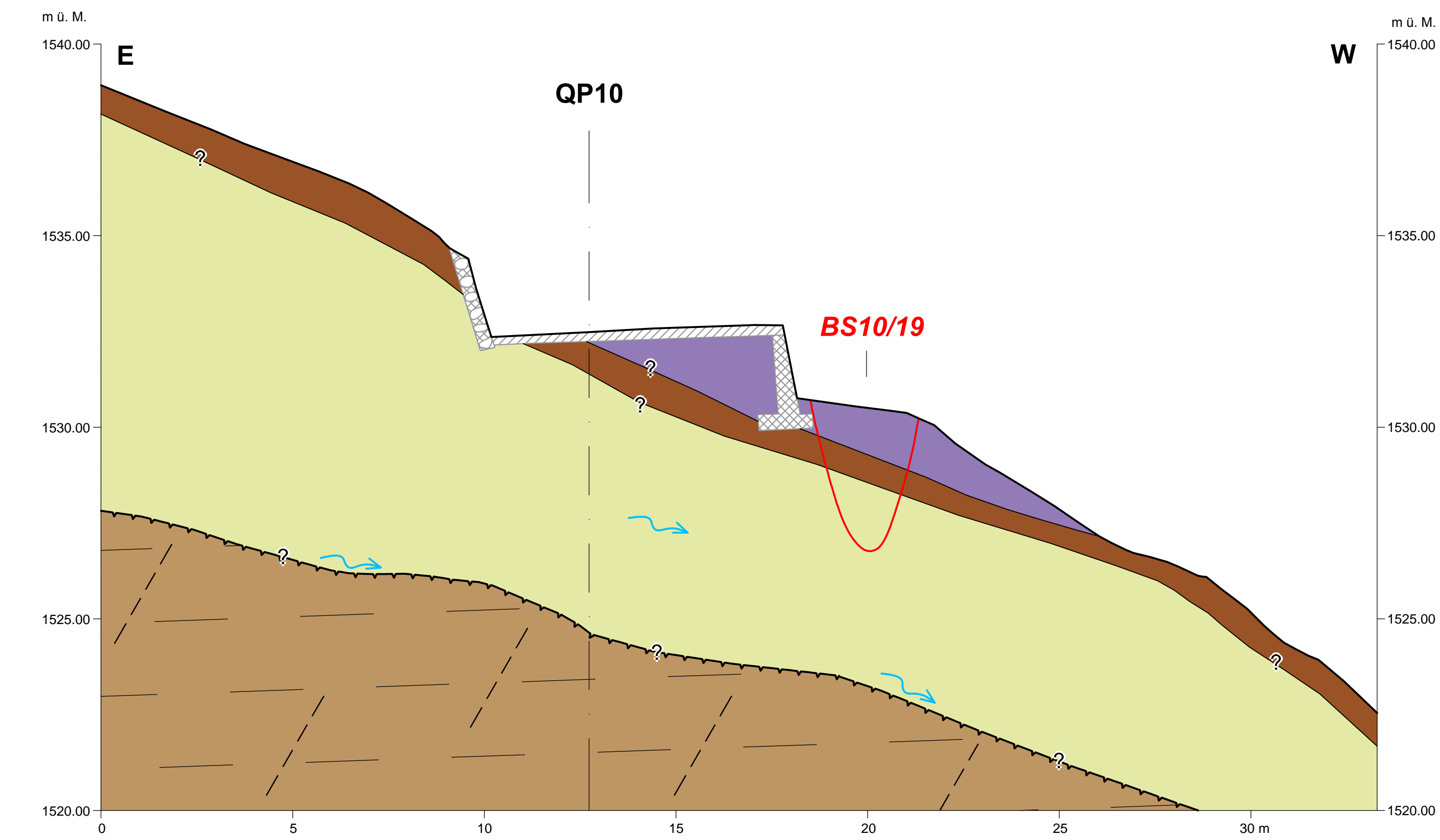
- künstliche Auffüllung
- Bodenschicht
- Moräne
- Hangschutt
- Rutschungsanriss, wenig aktiv, Lockergestein
- Felsoberfläche
- Fels: Kristallin der Stretta-Masse
- Schiefung (schematisch)
- Schiefung (beobachtet)
- Klüfte (schematisch)
- Hangwasser
- Strasse
- Betonmauer
- Natursteinmauer mit Zementfugen
- Trockensteinmauer
- Holzpalisade mit Stein
- Baggerschlitz

Bemerkungen:

Die Trennflächen wurden gemäss den Mittelwerten dargestellt:
Schiefung: 182/29
Kluftechar K1: 132/67

Baggerschlitz wurden auf das nächstgelegene, vorhandene Querprofil projiziert.
Maximale projizierte Distanz: 5 m

Plangrundlage Topographie: Capres Ingenieure AG, Februar 2019; Plan Nr. 2.004:
Strassenzug Punt Muragl - Campocologno, Bauabschnitt Pozzulasc - Pisciadel,
Vorprojekt, Variante 2, Querprofile 10.000 - 1550.000, 1:100



Tiefbauamt Graubünden

H29 Berninastrasse

Strassenkorrektur Pozzulasc - Pisciadel, km 27.90 - 29.25

Baugrunduntersuchung und Beurteilung der Naturgefahren

Geologische Querprofile 7 bis 12

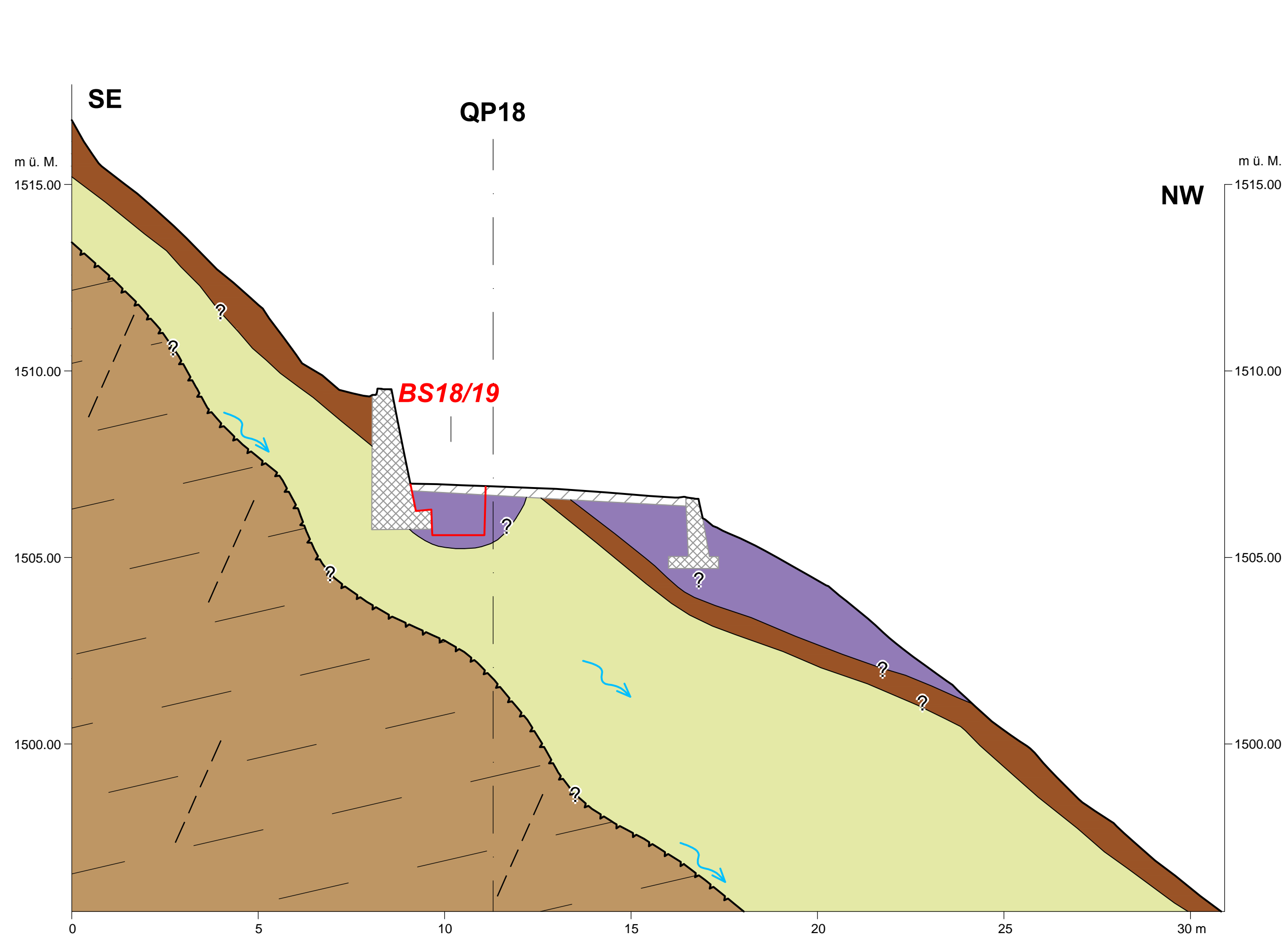
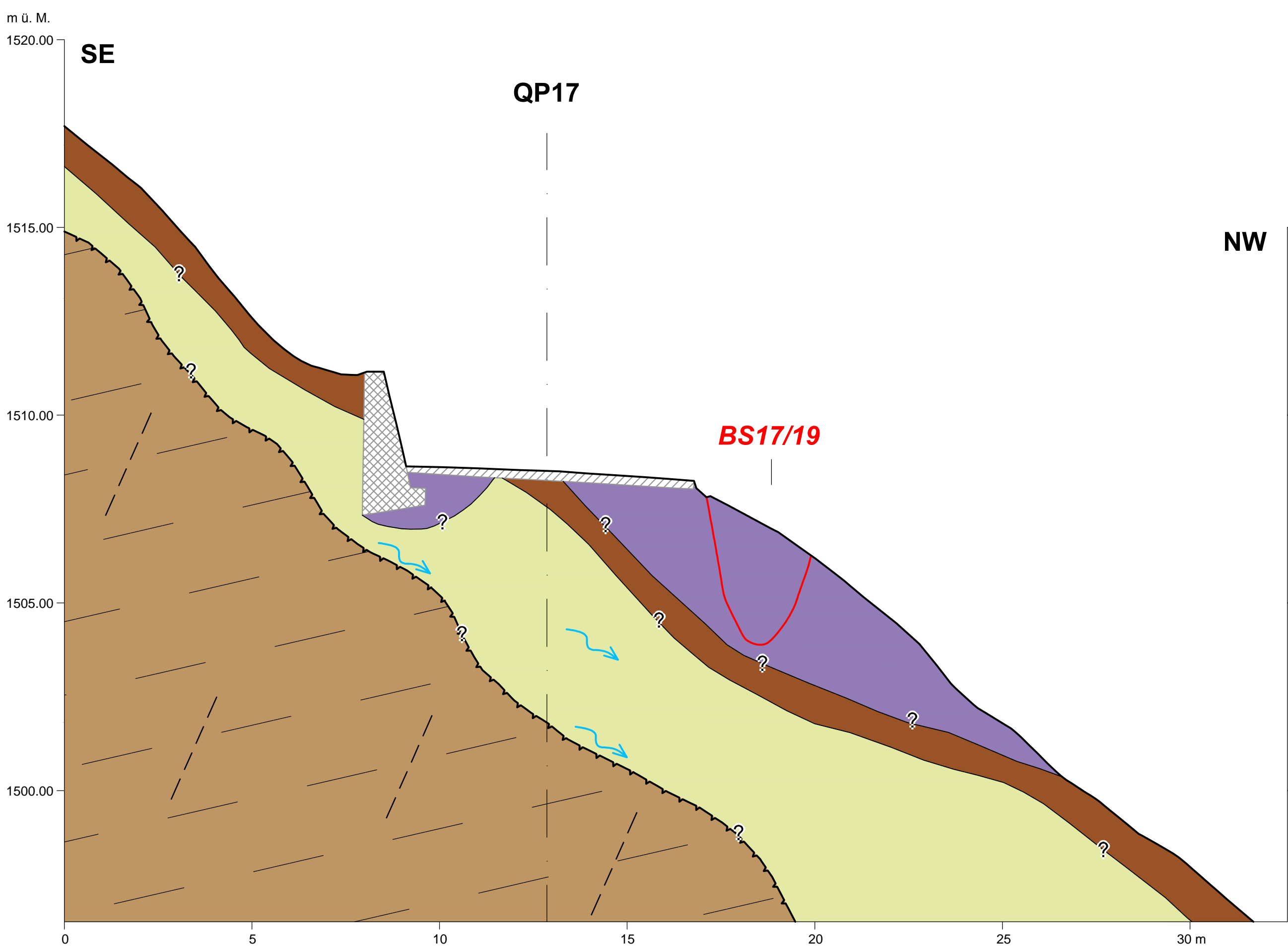
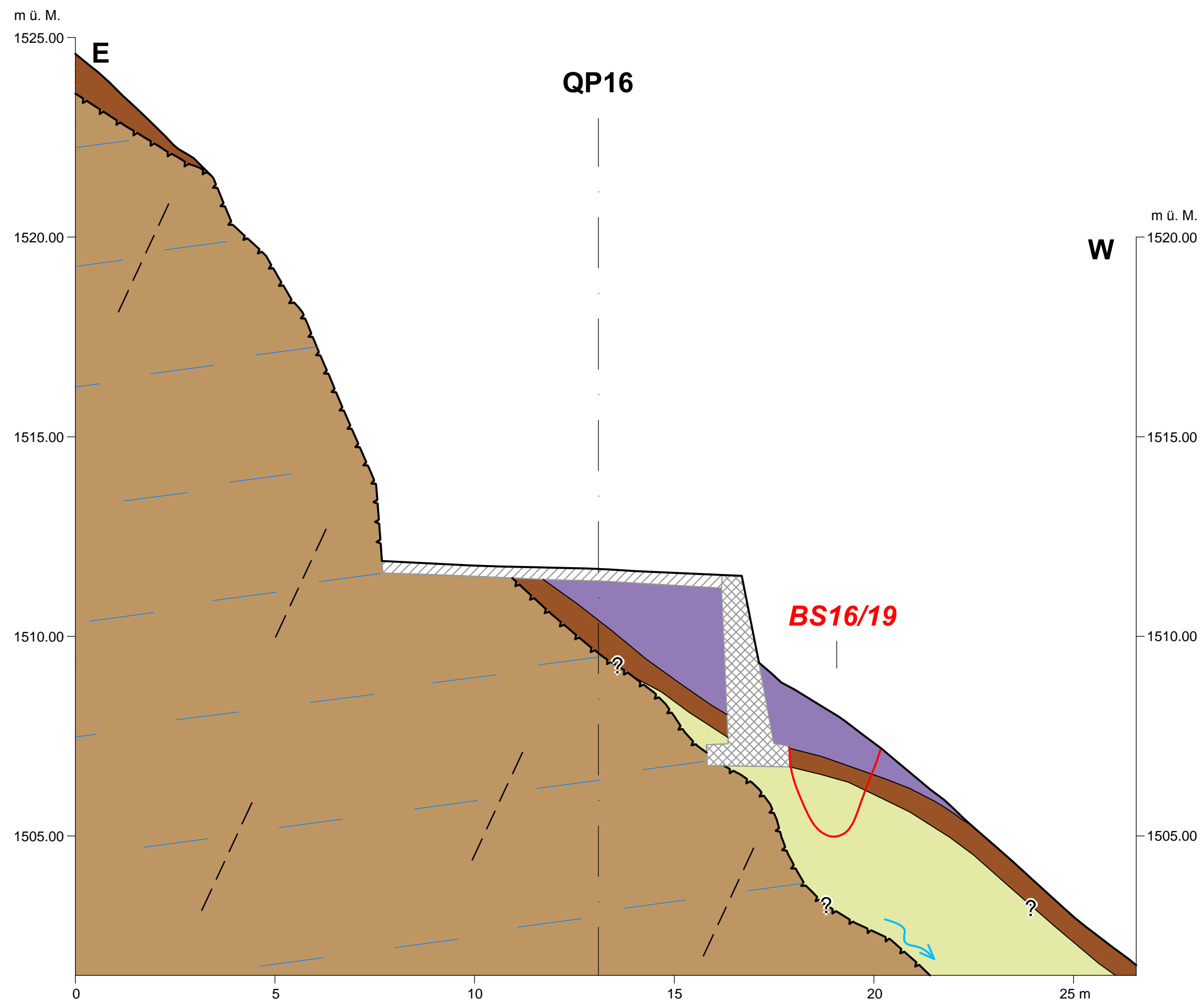
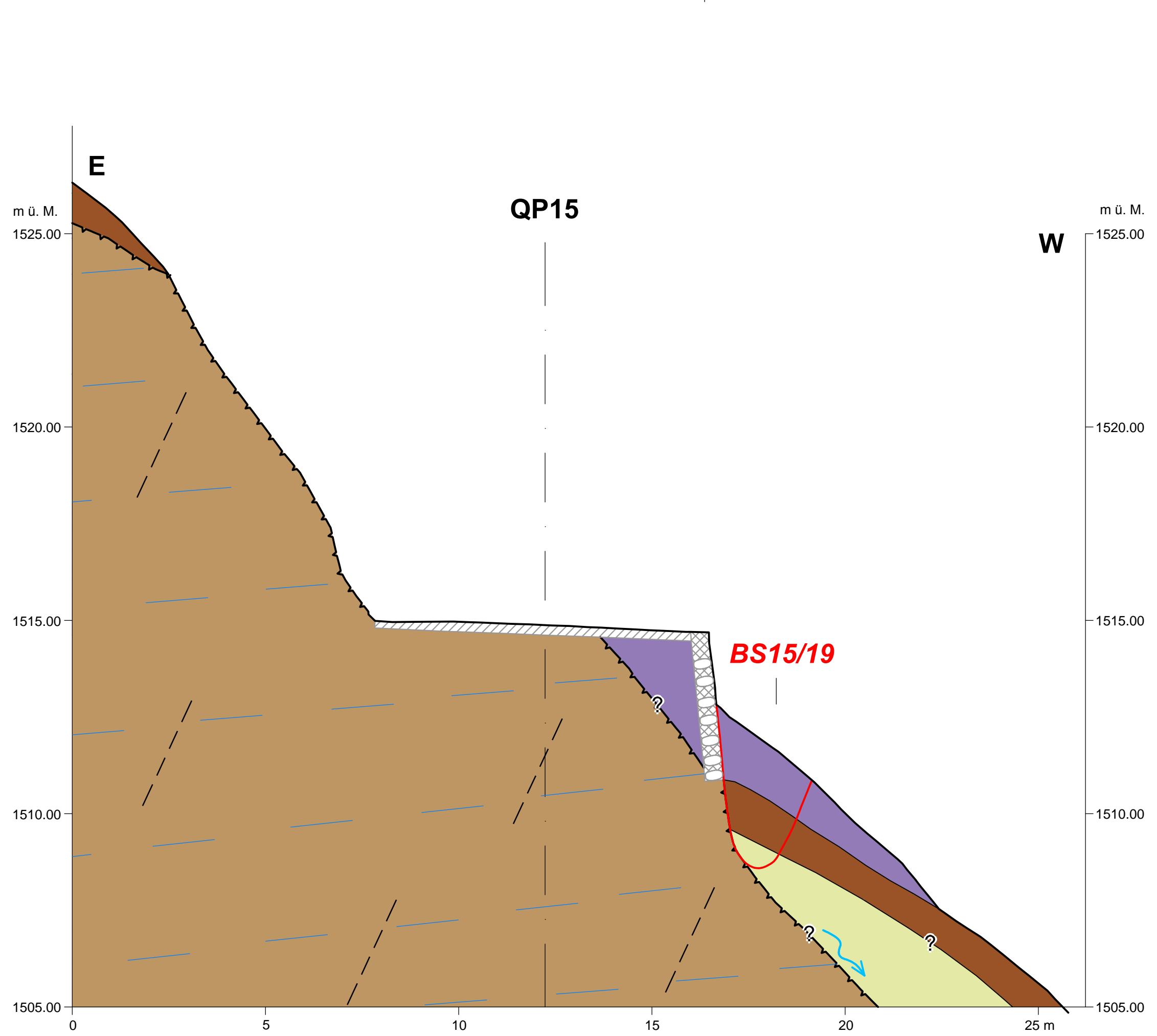
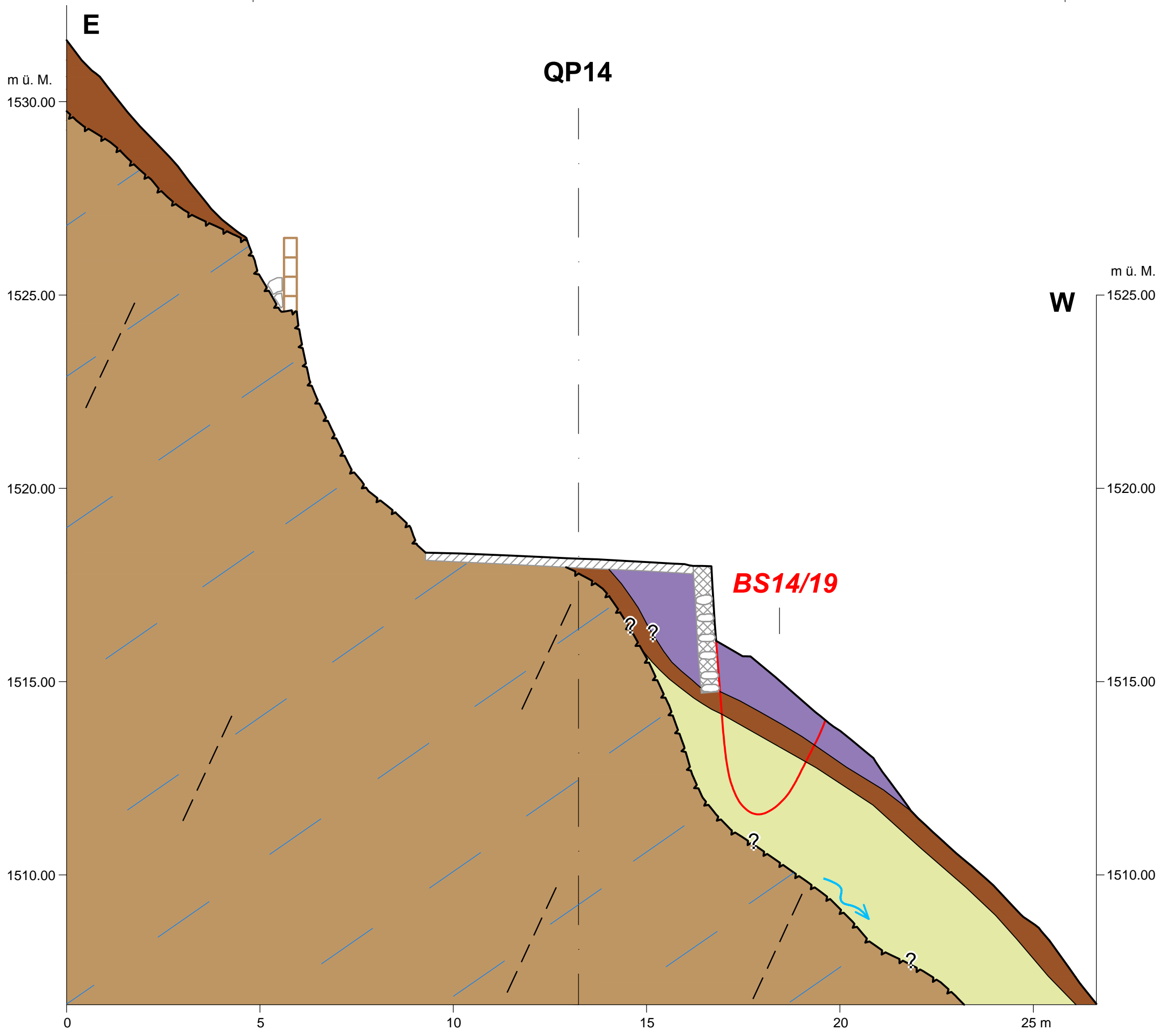
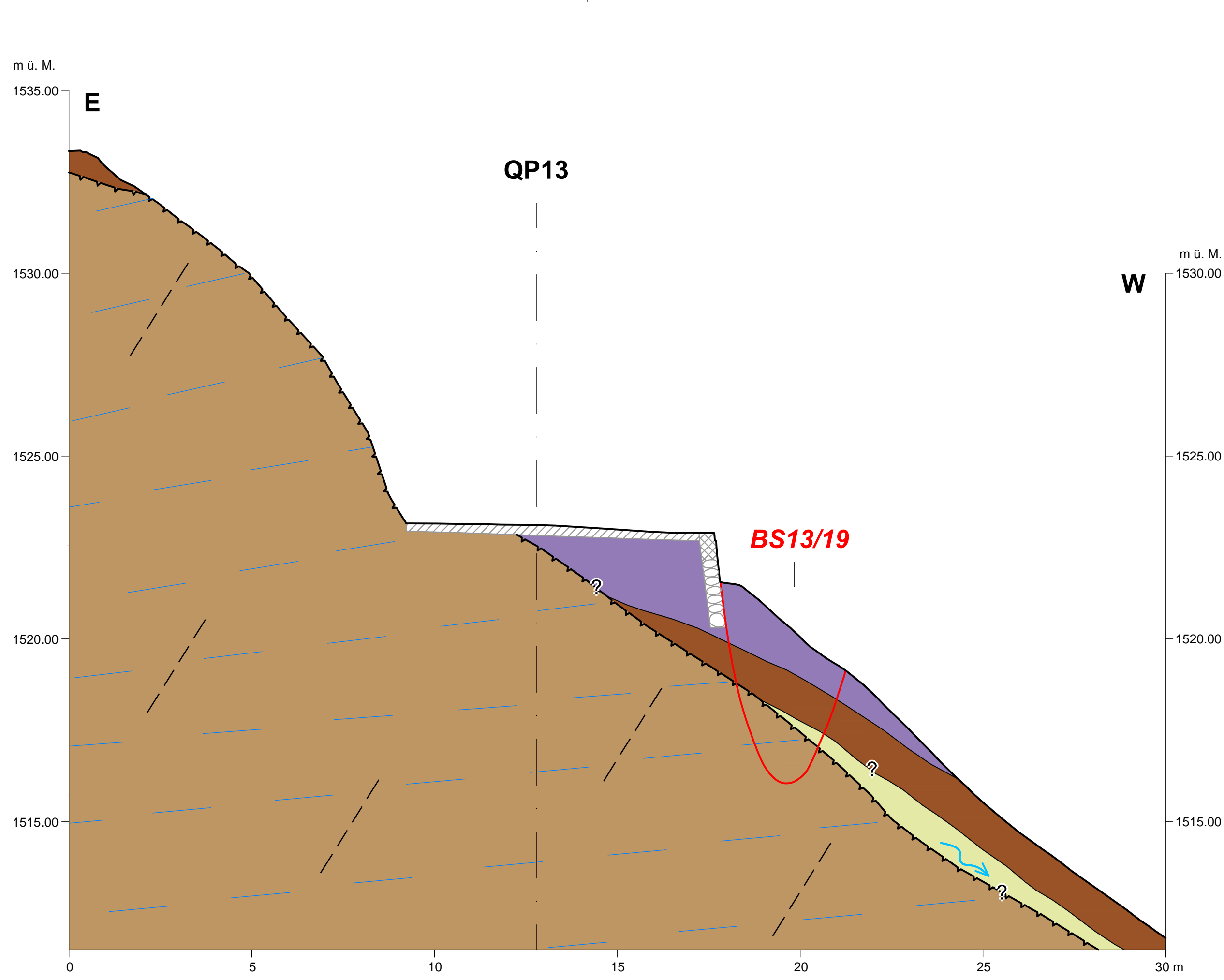
1 : 100

BTC 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.: 6017-2
Beilage 4

Datum	Gezeichnet	Geprüft
22. Juli 2019	ta	glwlo
A		
B		
C		



- Legende**
- künstliche Auffüllung
 - Bodenschicht
 - Moräne
 - Hangschutt
 - Rutschungsanriss, wenig aktiv, Lockergestein
 - Felsoberfläche
 - Fels: Kristallin der Stretta-Masse
 - Schiefung (schematisch)
 - Schiefung (beobachtet)
 - Klüfte (schematisch)
 - Hangwasser
 - Strasse
 - Betonmauer
 - Natursteinmauer mit Zementfugen
 - Trockensteinmauer
 - Holzpalisade mit Stein
 - Baggerschiltz

Bemerkungen:
Die Trennflächen wurden gemäss den Mittelwerten dargestellt:
Schiefung: 182/29
Kluffschar K1: 132/67
Baggerschiltze wurden auf das nächstgelegene, vorhandene Querprofil projiziert.
Maximale projizierte Distanz: 5 m
Plangrundlage Topographie: Caprez Ingenieure AG, Februar 2019; Plan Nr. 2.004:
Strassenzug Punt Muragl - Campocologno, Bauabschnitt Pozzulasc - Pisciadel,
Vorprojekt, Variante 2, Querprofile 10.000 - 1550.000, 1:100

Tiefbauamt Graubünden

H29 Berninastrasse

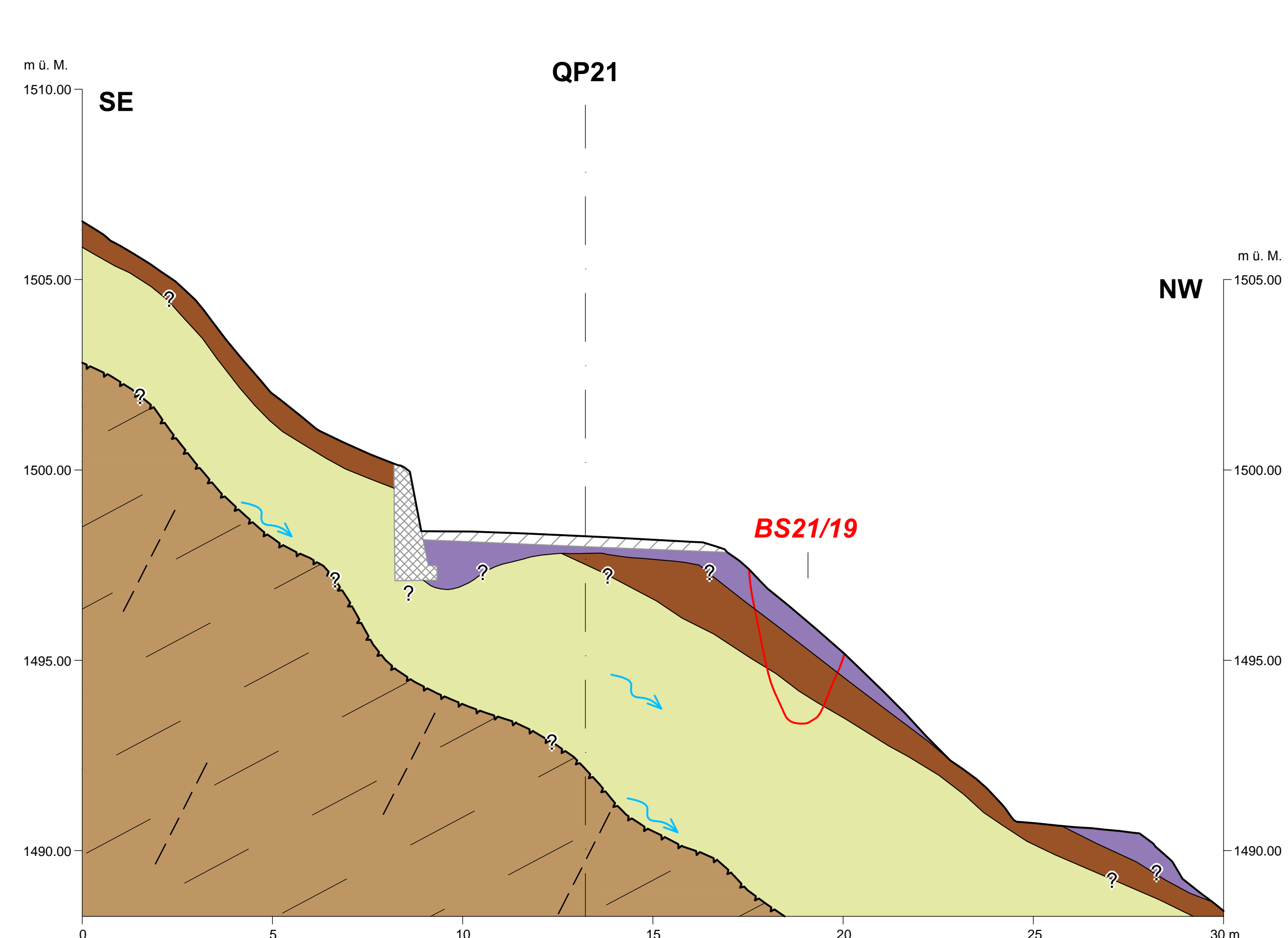
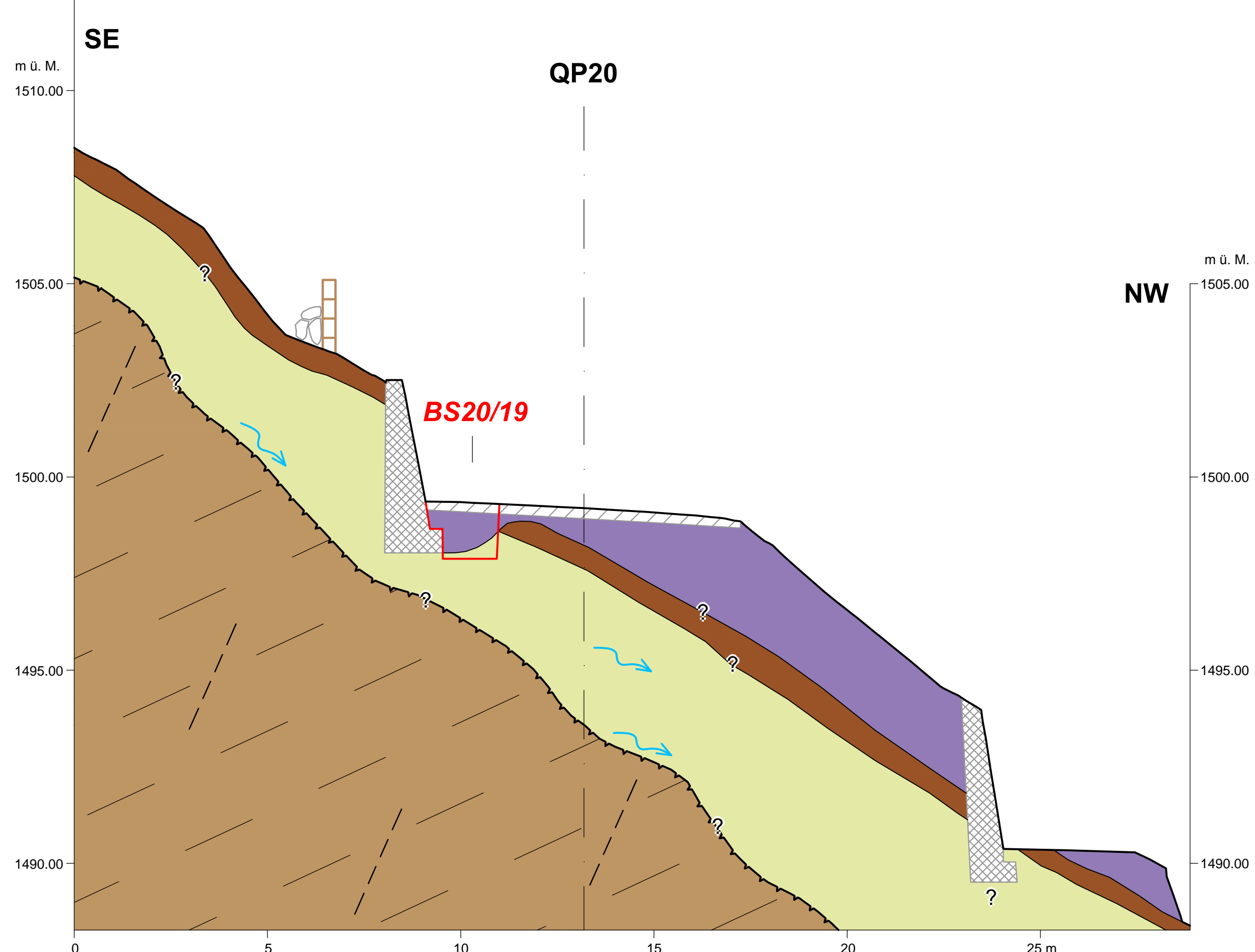
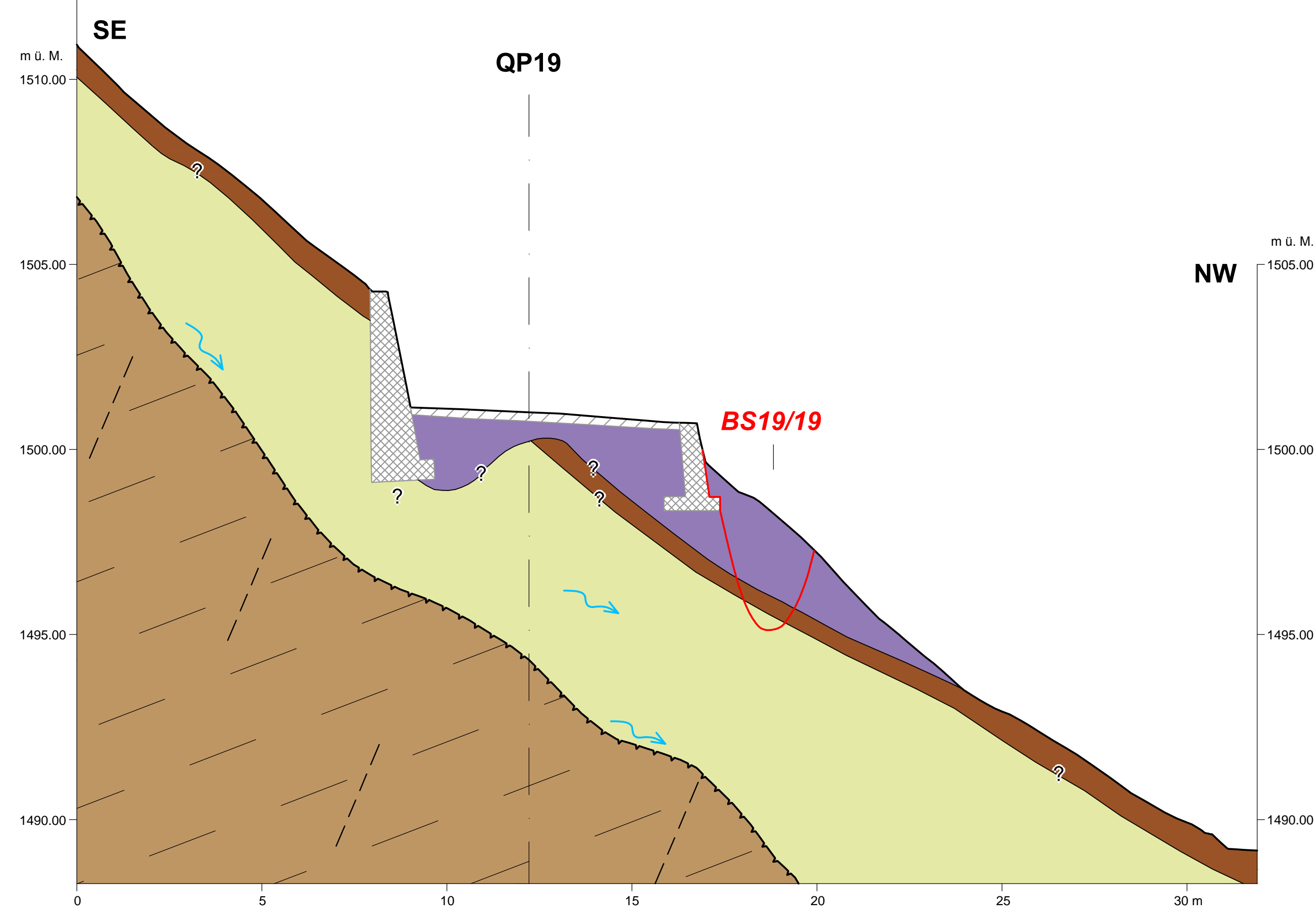
Strassenkorrektur Pozzulasc - Pisciadel, km 27.90 - 29.25
Baugrunduntersuchung und Beurteilung der Naturgefahren

Geologische Querprofile 13 bis 18

1 : 100

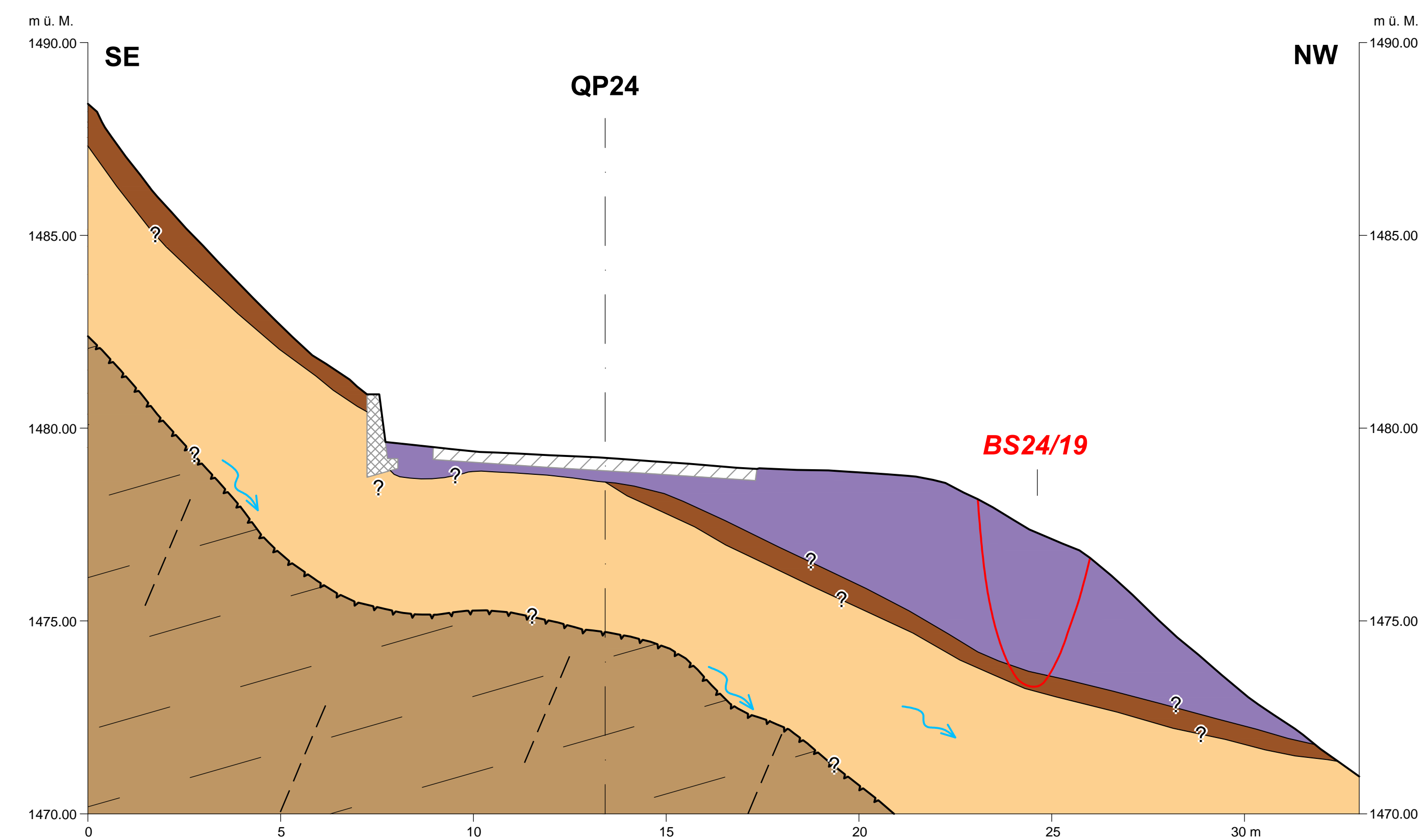
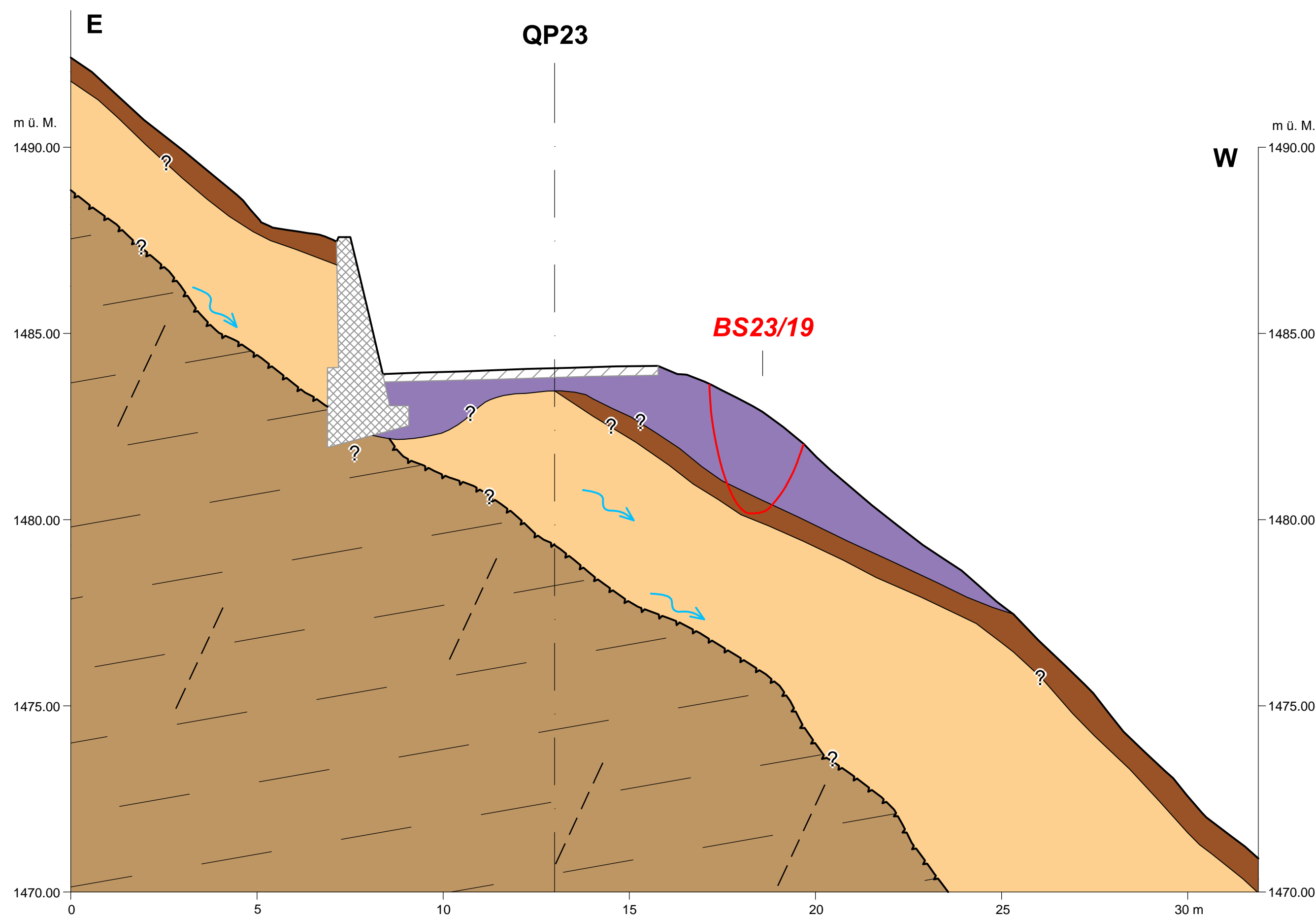
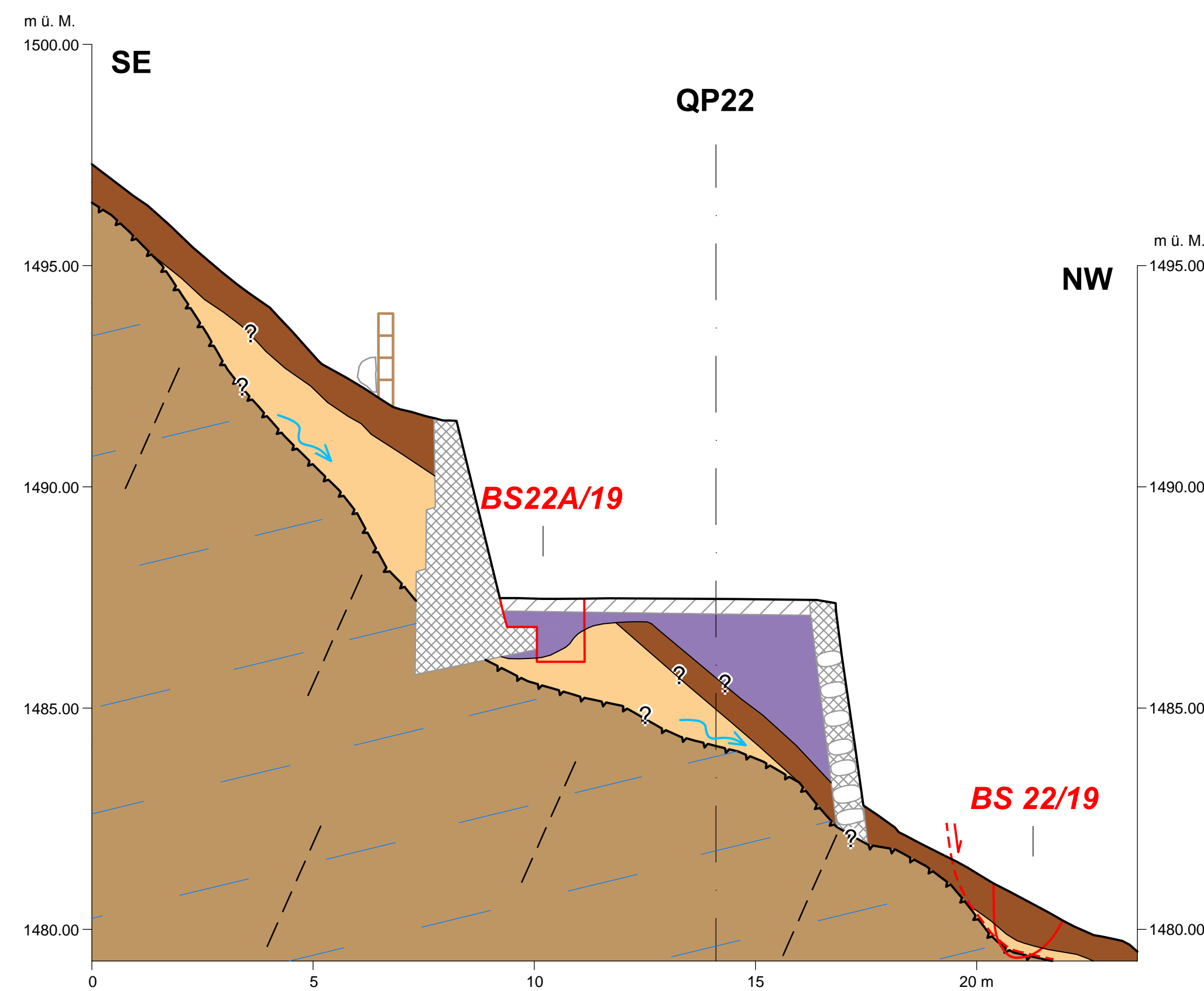


Bericht Nr.: 6017-2 Beilage 5			
Datum	Geschnitten	Geprüft	
22. Juli 2019	ts	gwlfo	
A			
B			
C			



- Legende**
- künstliche Auffüllung
 - Bodenschicht
 - Moräne
 - Hangschutt
 - Rutschungsanriss, wenig aktiv, Lockergestein
 - Felsoberfläche
 - Fels: Kristallin der Stretta-Masse
 - Schiefung (schematisch)
 - Schiefung (beobachtet)
 - Klüfte (schematisch)
 - Hangwasser
 - Strasse
 - Betonmauer
 - Natursteinmauer mit Zementfugen
 - Trockensteinmauer
 - Holzpalisade mit Stein
 - Baggerschlitz

Bemerkungen:
Die Trennflächen wurden gemäss den Mittelwerten dargestellt:
Schieferung: 182/29
Kluffschar K1: 132/67
Baggerschlitz wurden auf das nächstgelegene, vorhandene Querprofil projiziert.
Maximale projizierte Distanz: 5 m
Plangrundlage Topographie: Capres Ingenieure AG, Februar 2019; Plan Nr. 2.004:
Strassenzug Punt Muragl - Campocologno, Bauabschnitt Pozzulasc - Pisciadel,
Vorprojekt, Variante 2, Querprofile 10.000 - 1550.000, 1:100



Tiefbauamt Graubünden

H29 Berninastrasse

Strassenkorrektur Pozzulasc - Pisciadel, km 27.90 - 29.25

Baugrunduntersuchung und Beurteilung der Naturgefahren

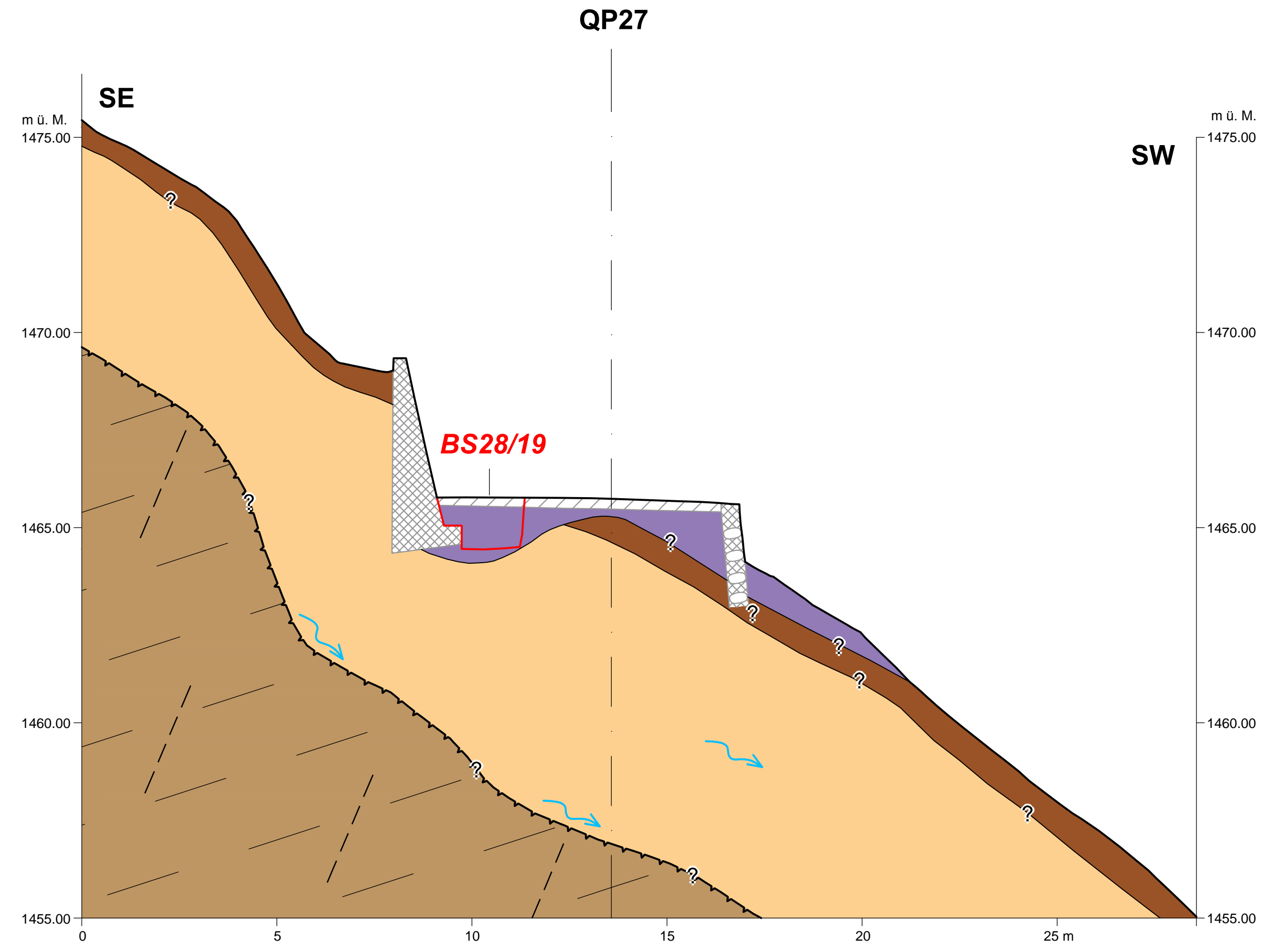
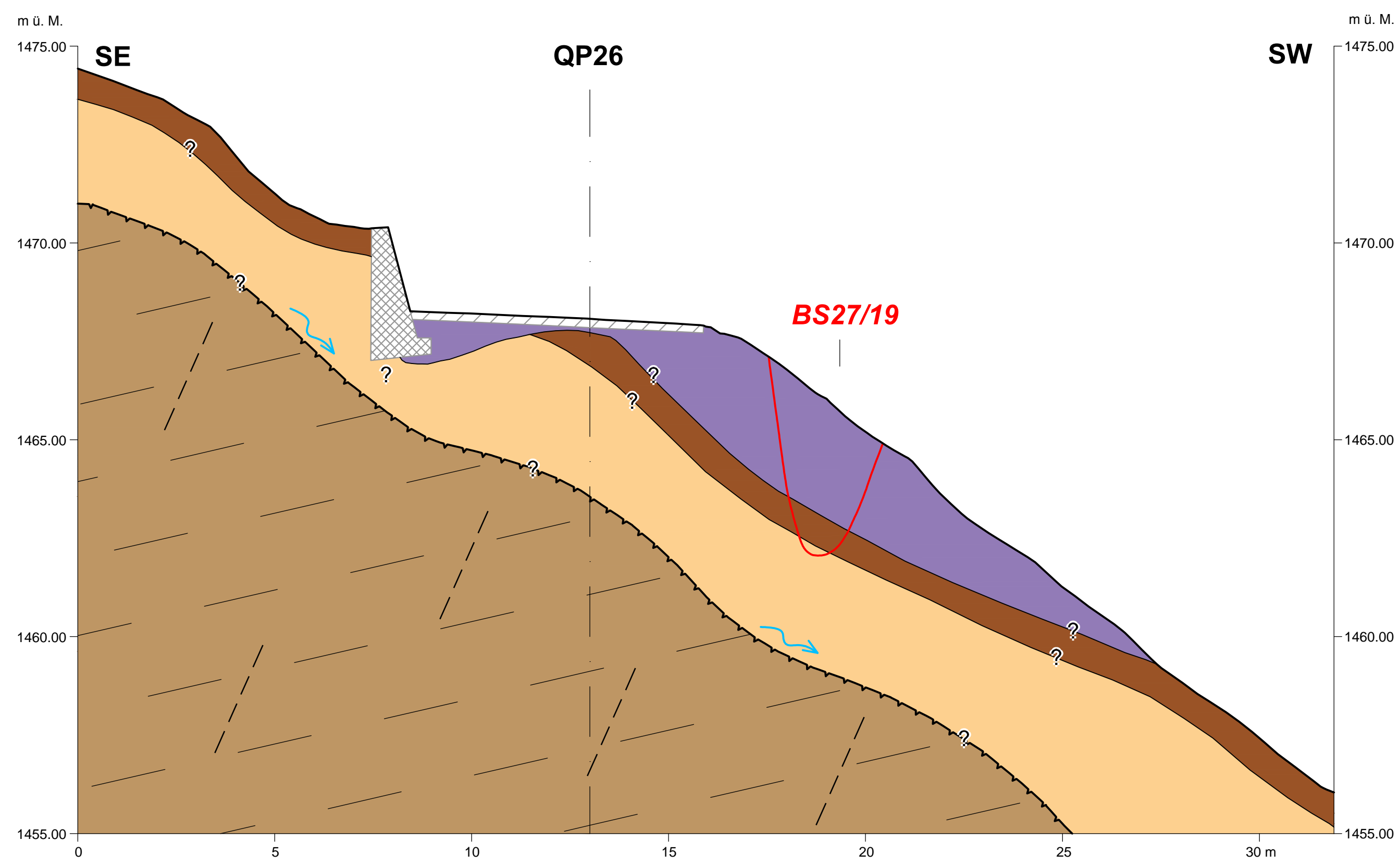
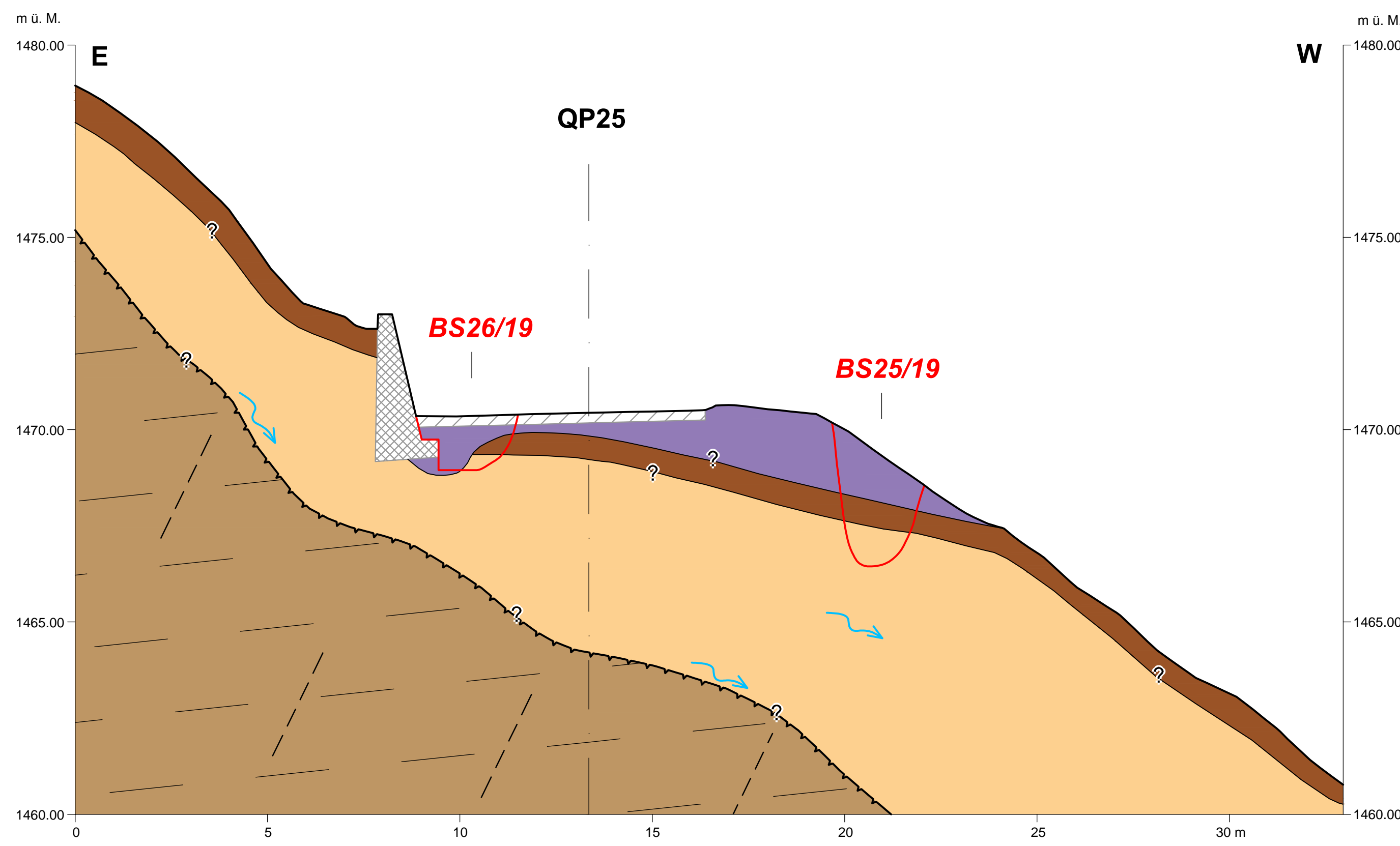
Geologische Querprofile 19 bis 24

1 : 100

BTC Büro für Technische Geologie AG
Grossleichenstrasse 74, Postfach 78, CH-7520 Sargans
Telefon +41 81 720 09 39 Fax +41 81 720 09 30
info@btgeo.ch, www.btgeo.ch

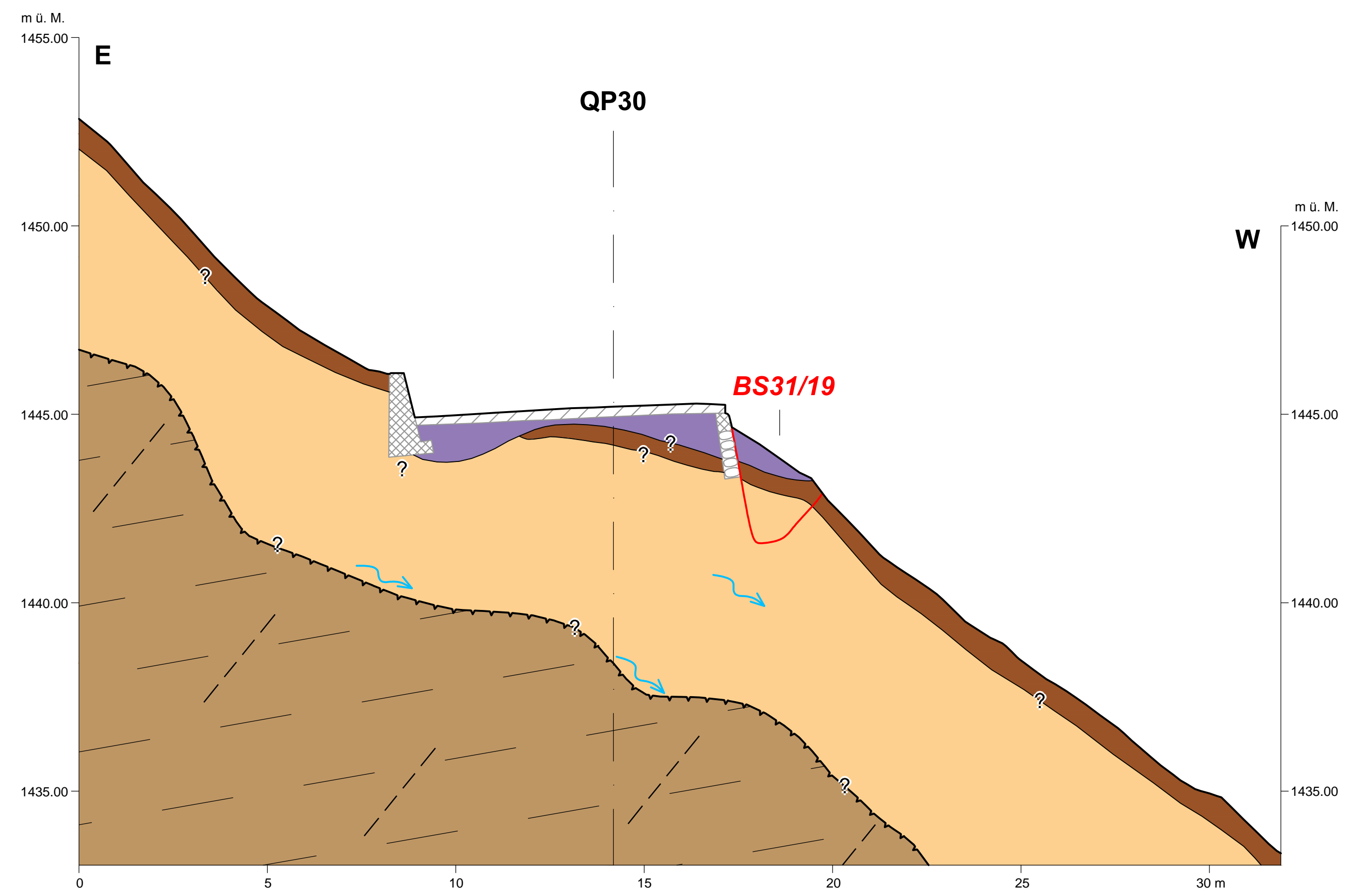
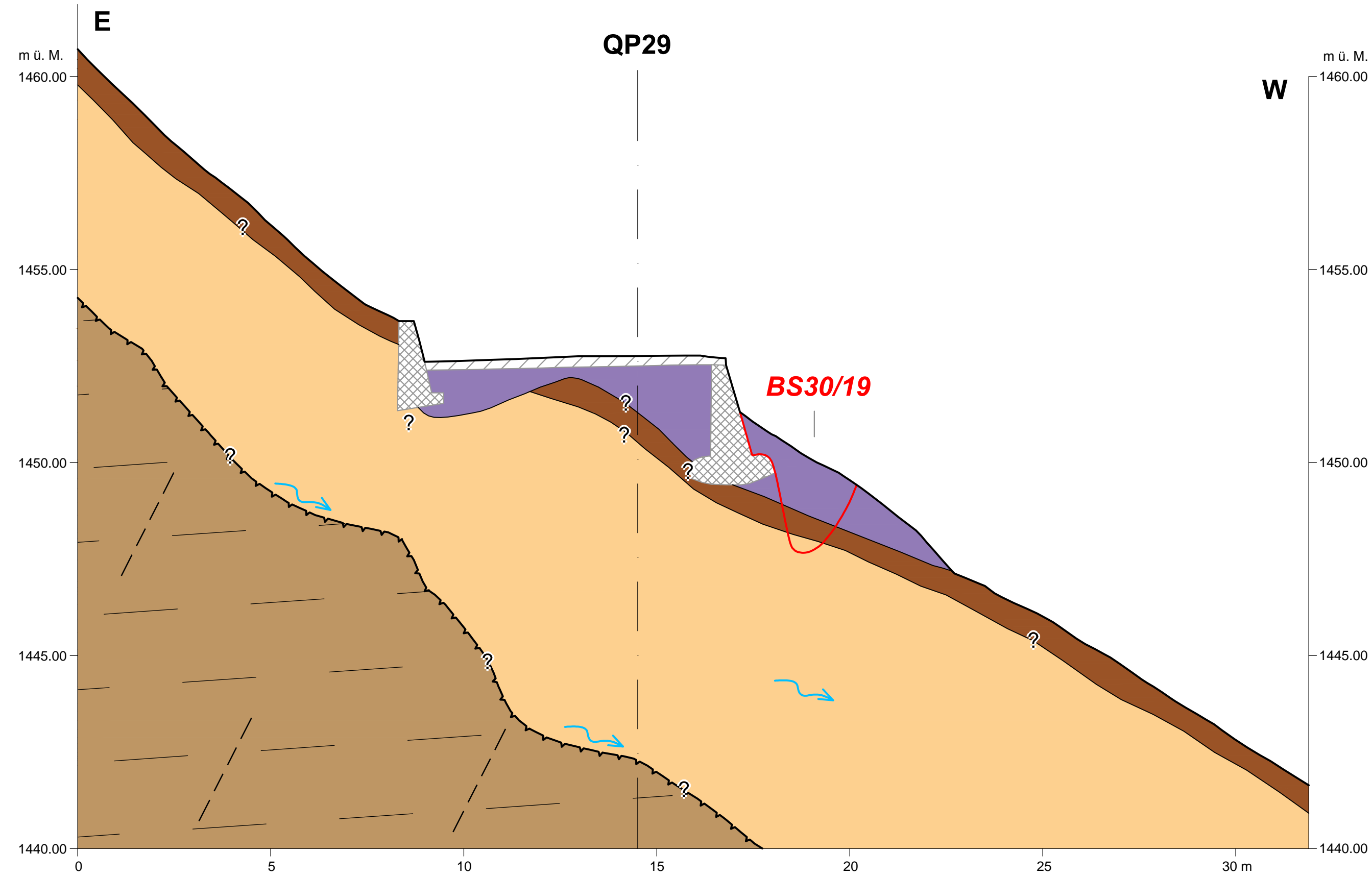
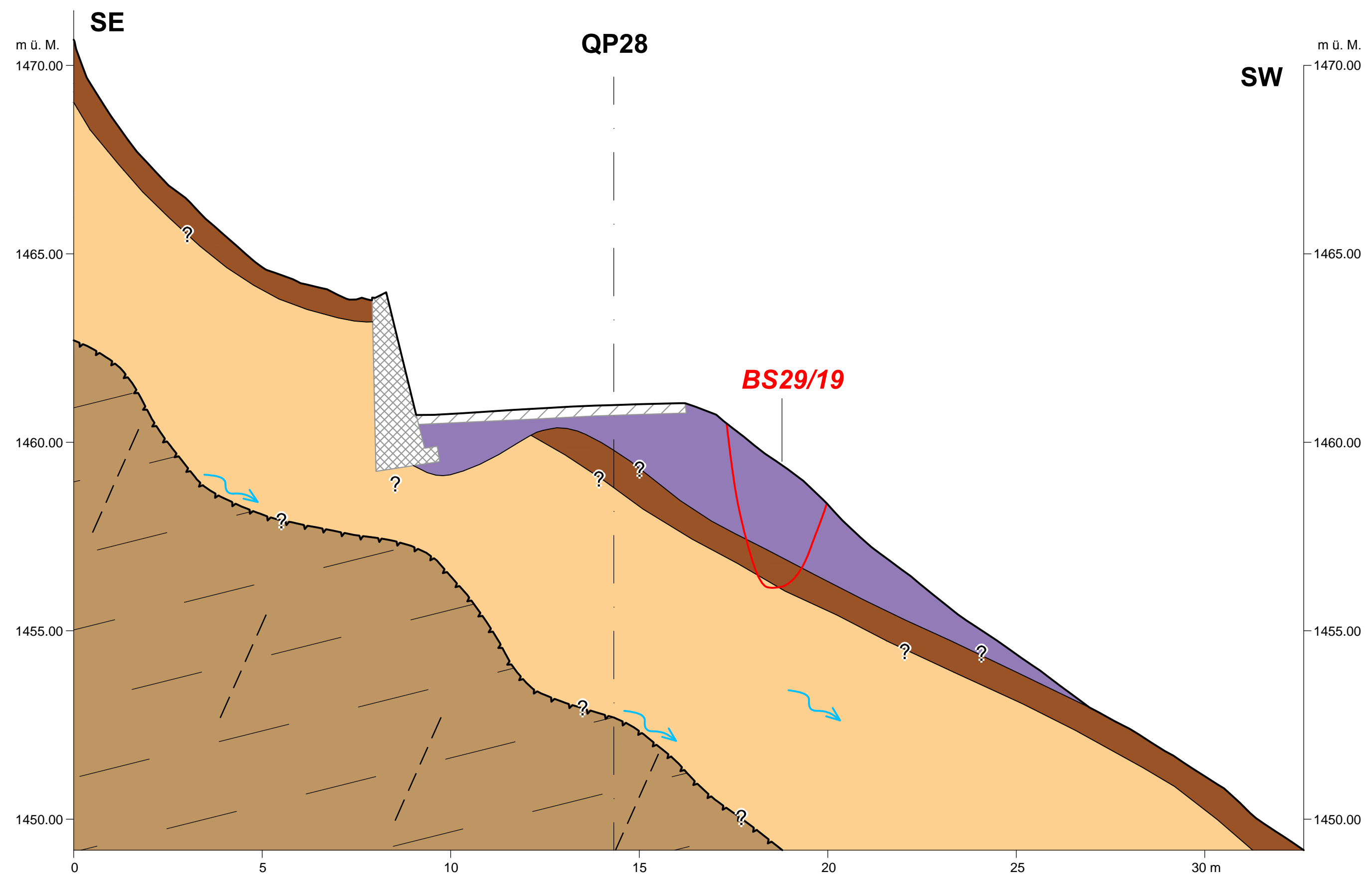
Bericht Nr.: 6017-2
Beilage 6

Datum	Gezeichnet	Geprüft
22. Juli 2019	fa	glaflo
A		
B		
C		



- Legende**
- künstliche Auffüllung
 - Bodenschicht
 - Moräne
 - Hangschutt
 - Rutschungsanriss, wenig aktiv, Lockergestein
 - Felsoberfläche
 - Fels: Kristallin der Stretta-Masse
 - Schiefierung (schematisch)
 - Schiefierung (beobachtet)
 - Klüfte (schematisch)
 - Hangwasser
 - Strasse
 - Betonmauer
 - Natursteinmauer mit Zementfugen
 - Trockensteinmauer
 - Holzpalisade mit Stein
 - Baggerschlitz

Bemerkungen:
Die Trennflächen wurden gemäss den Mittelwerten dargestellt:
Schieferung: 182/29
Kluftechar K1: 132/67
Baggerschlitz wurden auf das nächstgelegene, vorhandene Querprofil projiziert.
Maximale projizierte Distanz: 5 m
Plangrundlage Topographie: Capres Ingenieure AG, Februar 2019; Plan Nr. 2.004:
Strassenzug Punt Muragl - Campocologno, Bauabschnitt Pozzulasc - Pisciadel,
Vorprojekt, Variante 2, Querprofile 10.000 - 1550.000, 1:100



Tiefbauamt Graubünden

H29 Berninastrasse

Strassenkorrektur Pozzulasc - Pisciadel, km 27.90 - 29.25

Baugrunduntersuchung und Beurteilung der Naturgefahren

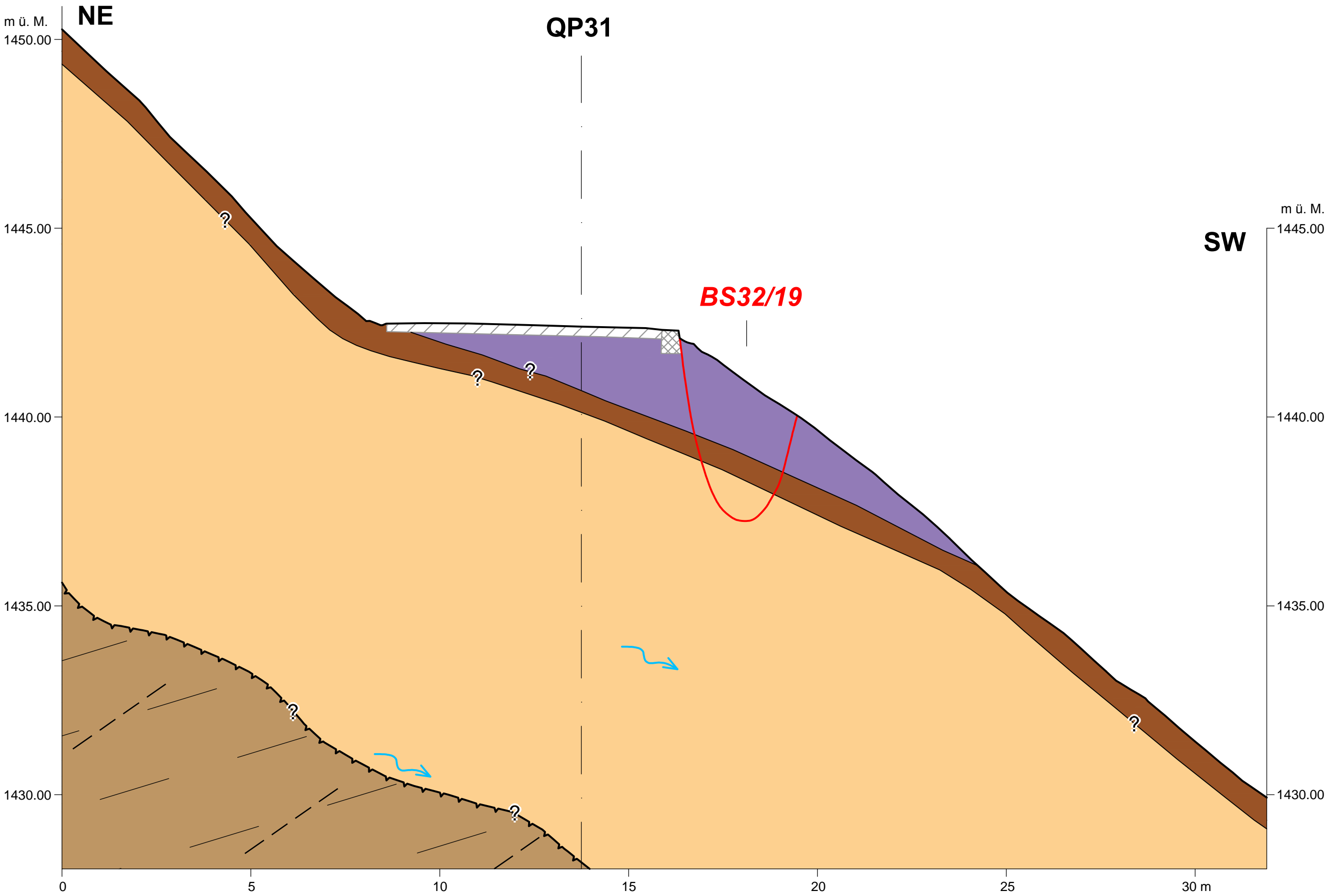
Geologische Querprofile 25 bis 30

1 : 100

Büro für Technische Geologie AG
Gravelledstrasse 74, Postfach 78, CH-7500 Sargans
Telefon +41 (0) 720 09 39 Fax +41 (0) 720 09 30
info@btgeo.ch, www.btgeo.ch

Bericht Nr.: 6017-2
Beilage 7

Datum	Gezeichnet	Geprüft
22. Juli 2019	la	glafo
A		
B		
C		



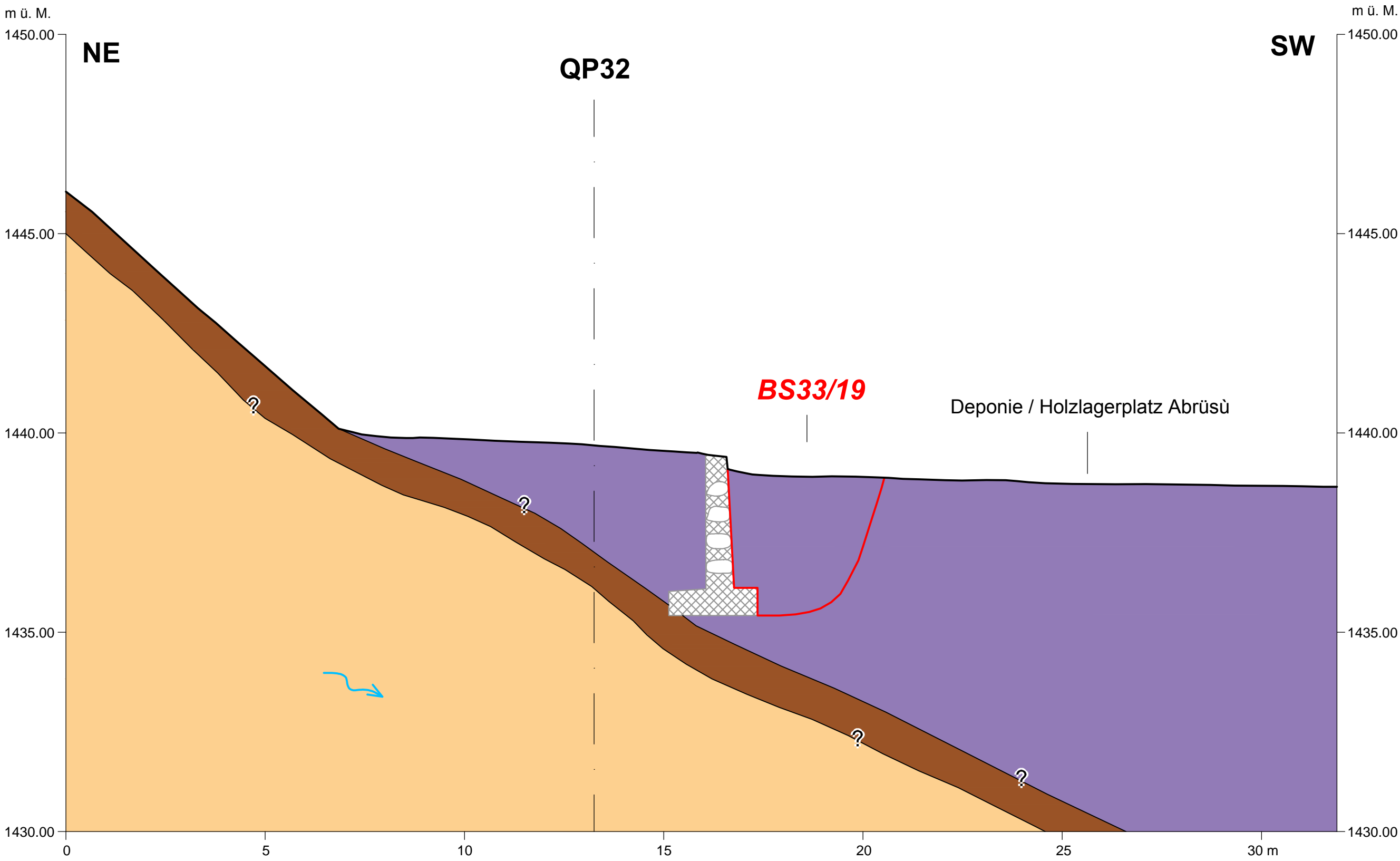
- Legende**
- künstliche Auffüllung
 - Bodenschicht
 - Moräne
 - Hangschutt
 - Rutschungsanriss, wenig aktiv, Lockergestein
 - Felsoberfläche
 - Fels: Kristallin der Stretta-Masse
 - Schieferung (schematisch)
 - Schieferung (beobachtet)
 - Klüfte (schematisch)
 - Hangwasser
 - Strasse
 - Betonmauer
 - Natursteinmauer mit Zementfugen
 - Trockensteinmauer
 - Holzpalisade mit Stein
 - Baggerschlitz

Bemerkungen:

Die Trennflächen wurden gemäss den Mittelwerten dargestellt:
Schieferung: 182/29
Kluftchar K1: 132/67

Baggerschlitz wurde auf das nächstgelegene, vorhandene Querprofil projiziert.
Maximale projizierte Distanz: 5 m

Plangrundlage Topographie: Caprez Ingenieure AG, Februar 2019: Plan Nr. 2.004:
Strassenzug Punt Muragl - Campocologno, Bauabschnitt Pozzulasc - Pisciadel,
Vorprojekt, Variante 2, Querprofile 10.000 - 1550.000. 1:100



Tiefbauamt Graubünden


H29 Berninastrasse

Strassenkorrektur Pozzulasc - Pisciadel, km 27.90 - 29.25

Baugrunduntersuchung und Beurteilung der Naturgefahren

Geologische Querprofile 32 bis 33

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.: 6017-2 Beilage 8		
Datum	Gezeichnet	Geprüft
- 22. Juli 2019	la	gla/fo
A		
B		
C		