

BG 4326

Chur, 19.12.2017

H3b Malojastrasse, A03 081 Neue Albignabrücke, Vicosoprano,
Gemeinde Bregaglia

Geologische Baugrundbeurteilung

1 Vorbemerkungen

1.1 Auftraggeber

Tiefbauamt Graubünden, Grabenstrasse 30, 7001 Chur

vertreten durch: C. Nänni, Leiter Geologie, Tiefbauamt Graubünden

1.2 Unterlagen

- TIEFBAUAMT GRAUBÜNDEN
- 1.2.1 A03 081 Neue Albignabrücke: Objektstandort, Objektskizze und Objektbilder (13.11.2017)
- DONATSCH + PARTNER AG, LANDQUART
- 1.2.2 H3b Malojastrasse, Bauabschnitt neue Albignabrücke, Grundlagenvermessung, Situationsplan Bach und Fixpunktverdichtung 1:500, Längenprofile Strada Cantonale und Via Principale 1:100, Querprofile Strada Cantonale, Via Principale und Bach 1:100 (Juli 2017)
- AMT FÜR NATUR UND UMWELT GRAUBÜNDEN, CHUR
- 1.2.3 Gewässerschutzkarte Graubünden, www.geogr.ch (Auszug vom 05.12.2017)
- 1.2.4 Kataster der belasteten Standorte KbS, www.geogr.ch (Auszug vom 05.12.2017)
- BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE SWISSTOPO
- 1.2.5 Geologische Karten, Projekt GeoCover 1:25'000, Ausschnitt Vicosoprano ca. 1:5'000, www.geogr.ch (Auszug vom 22.11.2017)
- BAUGEOLOGIE UND GEO-BAU-LABOR AG, CHUR
- 1.2.6 Diverse geologische und geotechnische Berichte zu Objekten und Projekten im Bergell (seit 1976); insbesondere Bericht Nr. BG 4016, Ausbau Geschieberückhalteraum Frachic und Val Torta, Vicosoprano, Gemeinde Bregaglia, Geologische Baugrundabklärungen (21.04.2016)

2 Ausgangslage, Aufgabenstellung

Die Neue Albignabrücke in Vicosporano soll, möglicherweise durch eine Rahmenbrücke, ersetzt werden [1.2.1]. Als Grundlage für die weitere Projektierung sind - basierend auf einer geologischen Feldkartierung - die geologischen Baugrundverhältnisse zu beurteilen. Von Interesse sind:

- Geologisches Modell mit Baugrundwerten
- Grundwasserverhältnisse
- Standfestigkeit, Baugrubenverhältnisse
- Fundationsverhältnisse; Verformbarkeit, Tragfähigkeit (qualitativ)
- Abbaubarkeit der geologischen Einheiten, Verwertbarkeit des Aushubmaterials
- Möglichkeiten zur Versickerung des Strassenabwassers
- Verbleibende geologische Risiken

3 Geologische Situation

Am 28.11.2017 haben wir die Umgebung des Projektstandortes geologisch kartiert. Die resultierende Detailkarte 1:1'000 ist mit Beilage 2 angefügt.

Der Felsuntergrund (Tambo-Gneis) liegt in mehreren Zehnermetern Tiefe und ist nicht projekt-relevant [1.2.5].

Im Bereich der Neuen Albignabrücke taucht der Rüfeschuttfächer aus der Val Torta und der Spazzacaldeira unter die durch die Maira und die Albigna abgelagerten Alluvionen ab [1.2.5]. Im Untergrund dürften der Rüfeschutt und die Alluvionen verzahnt sein. Sowohl der Rüfeschutt wie auch die Alluvionen sind oberflächlich über weite Strecke von künstlicher Anschüttung überlagert (Dammschüttung, Wuherverbauungen etc.).

Der Projektstandort liegt im Gewässerschutzbereich A_U, welcher den Grundwasserkörper im Bergell schützt [1.2.3].

4 Interpretation

4.1 Geologisches Modell, Grund-/Hangwasserverhältnisse

Die teils bis zu mehrere Meter mächtigen künstlichen Anschüttungen dürften mehrheitlich aus kiesigem Material bestehen. In den Wuherverbauungen besteht die künstliche Anschüttung hauptsächlich aus Blöcken.

Beim Widerlager West liegt in Fundationstiefe voraussichtlich Rüfeschutt vor. Im Rüfeschutt treten sowohl sandige (Sand, reichlich bis stark siltig, schwach bis reichlich kiesige) wie auch kiesige Lagen (Kies, sandig bis stark sandig, z.T. schwach siltig mit Steinen und Blöcken) auf. Der sandige Rüfeschutt weist erfahrungsgemäss ein leicht bindiges Materialverhalten auf. Der kiesige Rüfeschutt ist korngestützt und rollig.

Das bestehende Widerlager Ost dagegen ist wahrscheinlich in den Alluvionen fundiert. Die Alluvionen dürften eine kiesig-sandige Körnung mit Steinen aufweisen. In den Alluvionen sind feinkörnige Hinterwasserablagerungen (reichlich bis stark siltiger Sand) zu erwarten.

Im mehrheitlich grobkörnigen Untergrund ist von einer gesamthaft guten Wasserdurchlässigkeit auszugehen. Es ist anzunehmen, dass der lokale Grundwasserspiegel beidseitig der Albigna ungefähr deren Pegel entspricht und saisonal schwankt.

4.2 Baugrundwerte

Nachfolgend geben wir für die Baugrundwerte der geologischen Einheiten gemäss unseren Erfahrungen Mittel- und Extremwerte an.

Tabelle 1: Baugrundwerte

Geologie	Feuchtraumgewicht	Reibungswinkel	Kohäsion (Verzahnung)	Zusammendrückungsmodul [#] (Erst-/Wiederbelastung)		Wasserdurchl.
	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	M_{E1} [MN/m ²]	M_{E2} [MN/m ²]	k-Wert [m/s]
Künstliche Anschüttung	21 ± 1	36 ± 3	1 ± 1	30 ± 20	90 ± 60	10 ⁻¹ - 10 ⁻⁵
Kiesiger Rüfeschutt	21 ± 1	38 ± 2	2 ± 2	40 ± 10	120 ± 30	10 ⁻² - 10 ⁻⁴
Sandiger Rüfeschutt	20 ± 1	35 ± 2	6 ± 2 0*	30 ± 10	90 ± 30	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶
Alluvionen	21 ± 1	37 ± 2	2 ± 2	30 ± 10	90 ± 10	10 ⁻² - 10 ⁻⁴
Hinterwasserablagerungen	20 ± 1	32 ± 2	8 ± 2 0*	20 ± 10	60 ± 30	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶

* nass

Die Lockergesteine können als isotrop angenommen werden. Unter der Annahme eines isotropen Baugrundes kann der ME-Wert als richtungsunabhängige Materialeigenschaft verwendet werden. Bei der Festlegung des charakteristischen Wertes ist darauf zu achten, wie stark behindert die Seitendehnung ist. Bei nur teilweise behinderter Seitendehnung (z.B. horizontale Belastung in wenigen Metern Tiefe) sollen die tieferen Werte der angegebenen Bandbreite verwendet werden. Bei stark behinderter Seitendehnung (z.B. vertikale Belastung mitten unter dem Bauwerk) können die höheren Werte verwendet werden.

Für die geotechnische Projektbearbeitung sind der jeweils zu betrachtenden Bemessungssituation angepasste vorsichtige Erwartungswerte, die sogenannten charakteristischen Werte, festzulegen.

5 Bautechnische Folgerungen

5.1 Standfestigkeit, Baugrubengestaltung

Die Standfestigkeit des sandigen Rüfeschuttes und der Hinterwasserablagerungen schätzen wir als mässig bis gut ein, diejenige der künstlichen Anschüttung, des kiesigen Rüfeschuttes und der Alluvionen als gering bis mässig. In der gesättigten Zone ist die Standfestigkeit insbesondere bei den bindigen Materialien (sandiger Rüfeschutt, Hinterwasserablagerungen) deutlich reduziert.

Bei den in nachfolgender Tabelle angegebenen Anzügen bzw. Böschungswinkeln wird von einem normal feuchten Zustand des Materials, 2 m hohen Böschungen und flachem Gelände über der Böschung ausgegangen.

Tabelle 2: Standfestigkeit

Geologische Einheit	Anzug der Böschung, normal feucht	Anzug der Böschung, nass
Künstliche Anschüttung	5:6 (40°)	2:3 (34°)
Kiesiger Rüfeschutt	6:5 (50°)	3:4 (37°)
Sandiger Rüfeschutt	3:1 (70°)	2:3 (34°)
Alluvionen	1:1 (45°)	3:4 (37°)
Hinterwasserablagerungen	3:1 (70°)	5:8 (32°)

Die scheinbare Kohäsion ist rechnerisch mitberücksichtigt. Diese wird in frischen Hangeschnitten durch Erosion und Frost-Tau-Zyklen oberflächlich allmählich gelöst. Zur langfristigen oberflächlichen Stabilisierung sind permanente Böschungen zu begrünen. Wo langfristig nasser Baugrund nicht ausgeschlossen werden kann, empfiehlt es sich gar, für permanente Böschungen konsequent nassen Baugrund anzunehmen.

Die Baugrubensohle wird allenfalls in die gesättigte Zone, also unter den Grundwasserspiegel zu liegen kommen. Aufgrund der voraussichtlich guten Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes ist das Potenzial für sehr grosse Zuflussmengen gegeben. Die Baugrubenabschlüsse inkl. Wasserhaltung sind geotechnisch zu bearbeiten.

5.2 Spezifische Tragfähigkeit, Verformbarkeit

Nachstehende Tabelle fasst die spezifische Tragfähigkeit und die Verformbarkeit der geologischen Einheiten qualitativ zusammen:

Tabelle 3: Spezifische Tragfähigkeit, elastoplastische Verformbarkeit (qualitativ)

Geologische Einheit	Spezifische Tragfähigkeit	Verformbarkeit
Künstliche Anschüttung	mittel	mässig
Kiesiger Rüfeschutt	hoch	mässig
Sandiger Rüfeschutt	mittel	mässig
Alluvionen	hoch	mässig
Hinterwasserablagerungen	mittel	mässig bis stark

In den bindigen Lockergesteinen (sandiger Rüfeschutt, Hinterwasserablagerungen) wird die spezifische Tragfähigkeit durch Nässe deutlich reduziert.

5.3 Versickerungsmöglichkeiten

Sowohl der Rüfeschutt wie auch die Alluvionen weisen voraussichtlich eine gesamthaft gute Wasserdurchlässigkeit und somit ein hohes spezifisches Schluckvermögen auf. Beide geologischen Einheiten sind sowohl für eine konzentrierte Versickerung wie auch eine flächige Versickerung über die Schulter geeignet. Aus gewässerschutztechnischer Sicht ist eine Versickerung mit Bodenpassage (über die Schulter oder in einem begrünenden Becken) zu bevorzugen. Falls eine unterirdische Versickerungsanlage in Betracht gezogen wird, ist der allenfalls geringe Flurabstand zu beachten.

5.4 Abbaubarkeit

Die Abbaubarkeit der geologischen Einheiten ist aus folgender Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 4: Abbaubarkeit der geologischen Einheiten

Geologische Einheit	Abbaubarkeit
Künstliche Anschüttung	normal bis schwer baggerfähiger Boden
Kiesiger Rüfeschutt	normal bis schwer baggerfähiger Boden
Sandiger Rüfeschutt	normal baggerfähiger Boden
Alluvionen	normal baggerfähiger Boden
Hinterwasserablagerungen	normal baggerfähiger Boden

Im kiesigen Rüfeschutt und in der künstlichen Anschüttung ist mit Blöcken (Kristallin) mit einem Volumen $>1 \text{ m}^3$ zu rechnen.

5.5 Verwertbarkeit des Aushubmaterials

Der kiesige Rüfeschutt und die Alluvionen sind voraussichtlich für eine höhere Verwertung (Kiesgemisch für den Strassenbau, allenfalls auch Gesteinskörnung für Beton) geeignet. Ob eine Aufbereitung wirtschaftlich ist, gilt es vorgängig abzuklären.

Beide Materialien wie auch der sandige Rüfeschutt erfüllen die Anforderungen an den Reibungswinkel gemäss BB2 ($\varphi \geq 34^\circ$) und können als Dammschüttmaterial wiederverwertet werden.

Die Hinterwasserablagerungen können höchstens für Hinterfüllungen und Terraingestaltungen mit nur geringen Anforderungen verwendet werden.

Knapp 100 m westlich des Projektstandortes besteht ein Eintrag im Kataster der belasteten Standorte (Betriebsstandort) [1.2.4].

6 Fazit, Unsicherheiten, verbleibende geologisch-geotechnische Baugrundrisiken

Im Allgemeinen kann von günstigen Baugrundverhältnissen (flaches Gelände, tragfähiger Baugrund) ausgegangen werden.

Der Untergrund am Projektstandort besteht aus künstlicher Anschüttung, kiesigem Rüfeschutt und Alluvionen. Sowohl im kiesigen Rüfeschutt wie auch in den Alluvionen sind feinkörnige Lagen zu erwarten (sandiger Rüfeschutt resp. Hinterwasserablagerungen). Unsicher bleiben die effektive Verteilung und die örtliche Beschaffenheit der geologischen Einheiten sowie der Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels.

Risiken verbleiben im Zusammenhang mit den Baugruben, welche voraussichtlich teilweise in die gesättigte Zone zu liegen kommen. Aufgrund der voraussichtlich guten Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes ist das Potenzial für sehr grosse Zuflussmengen gegeben. Die feineren Materialien (sandiger Rüfeschutt, Hinterwasserablagerungen) neigen unter der Einwirkung von Strömungsdrücken zur Erosion.

Baugeologie und Geo-Bau-Labor AG

C. Cantieni, MSc ETH, Geologe

Der Sachbearbeiter

T. Jörg, MSc ETH, Geologe

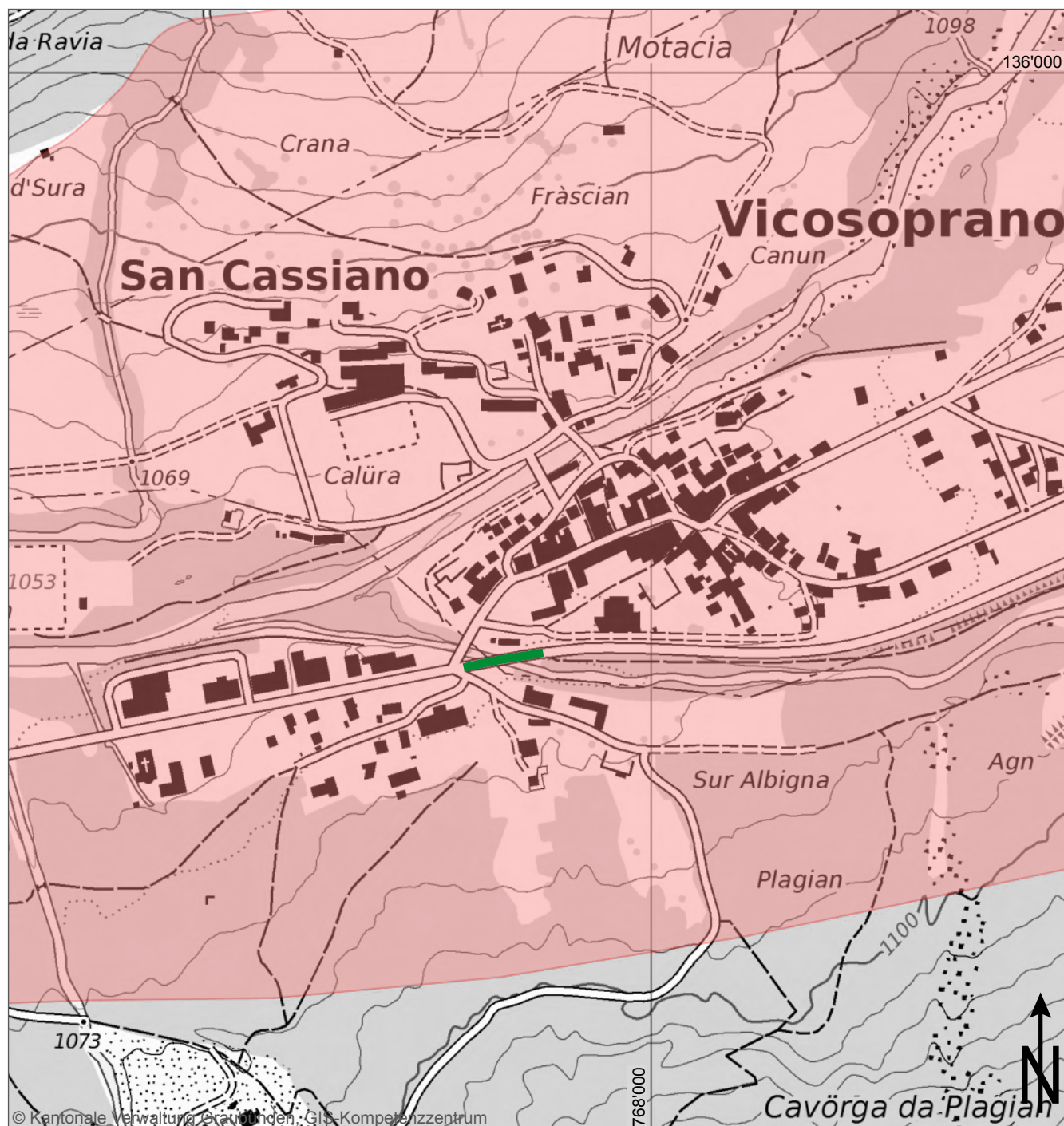
Beilagen

- | | |
|---|--|
| 1 | Übersicht, Auszug aus der Gewässerschutzkarte, 1:5'000 |
| 2 | Geologische Detailkarte, 1:1'000 |
| 3 | Geologisch interpretiertes Längenprofil, 1:200 |
| 4 | Fotodokumentation |

Verteiler

- pdf an C. Nänni, Leiter Geologie, TBA GR

Zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem ISO 9001:2015, Reg Nr 12313 (SQS)
Akkreditierte Prüfstelle, ISO/IEC 17025:2005, STS 0342



Gewässerschutzbereiche

- Au
- Ao

Grundwasserschutzzonen

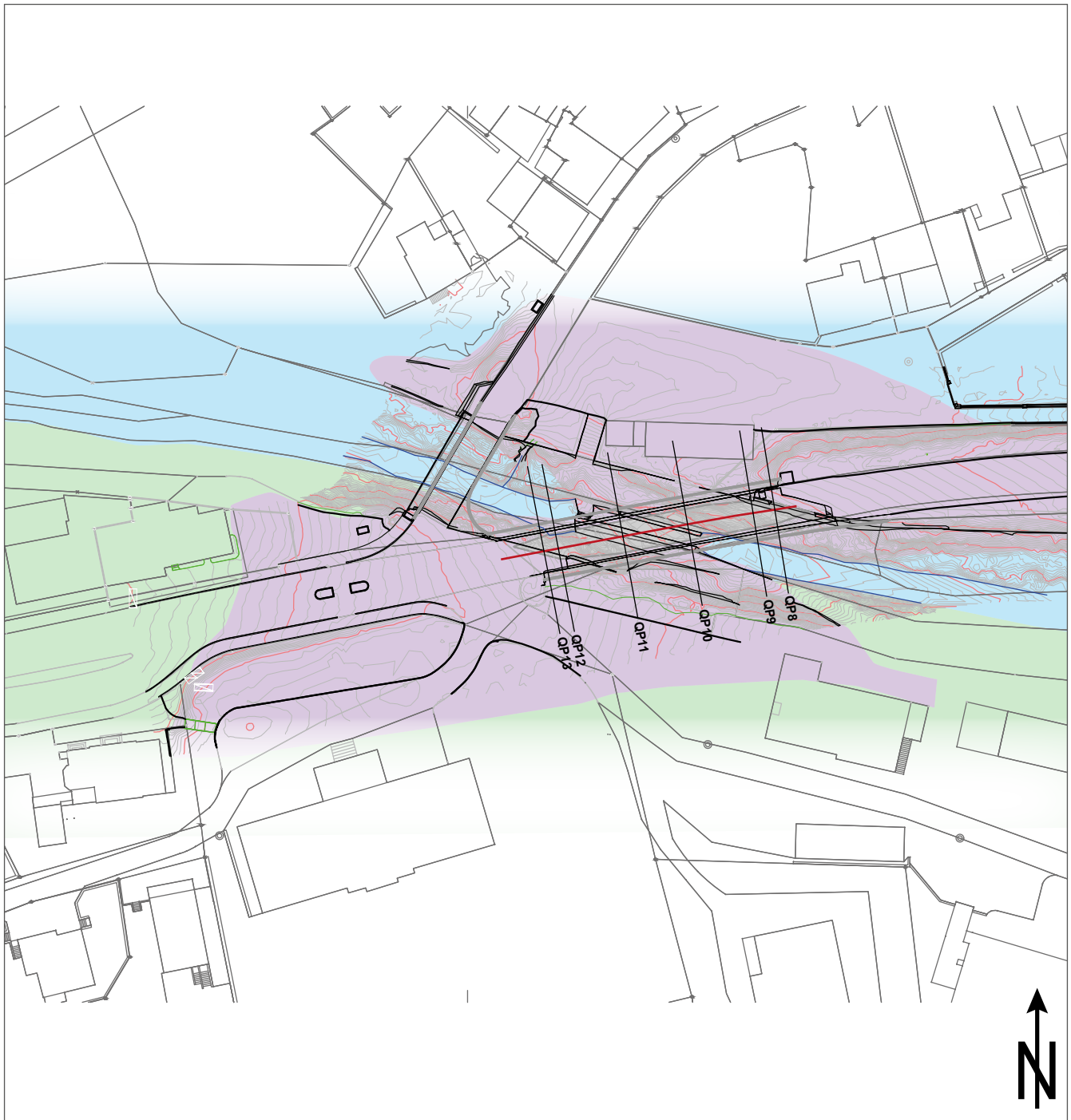
- Schutzzone S1
- Schutzzone S2
- Schutzzone S3
- Summarische Schutzzone
- Schutzzone (undifferenziert)
- Schutzzonenareal

Quellen und Grundwasserfassungen

- Mineralquelle ungefasst
- Mineralquelle gefasst
- Ungefasste Quelle
- Gefasste Quelle
- See- oder Flusswasserfassung
- Andere Brunnen
- Horizontalbrunnen
- Vertikalbrunnen
- 3 Anzahl Quellen in Quellgruppe
- Karst

Neue Albignabrücke





- Künstliche Anschüttung
- Rüfeschutt unter örtlicher künstlicher Anschüttung
- Alluvionen unter örtlicher künstlicher Anschüttung
- Spur Längenprofil

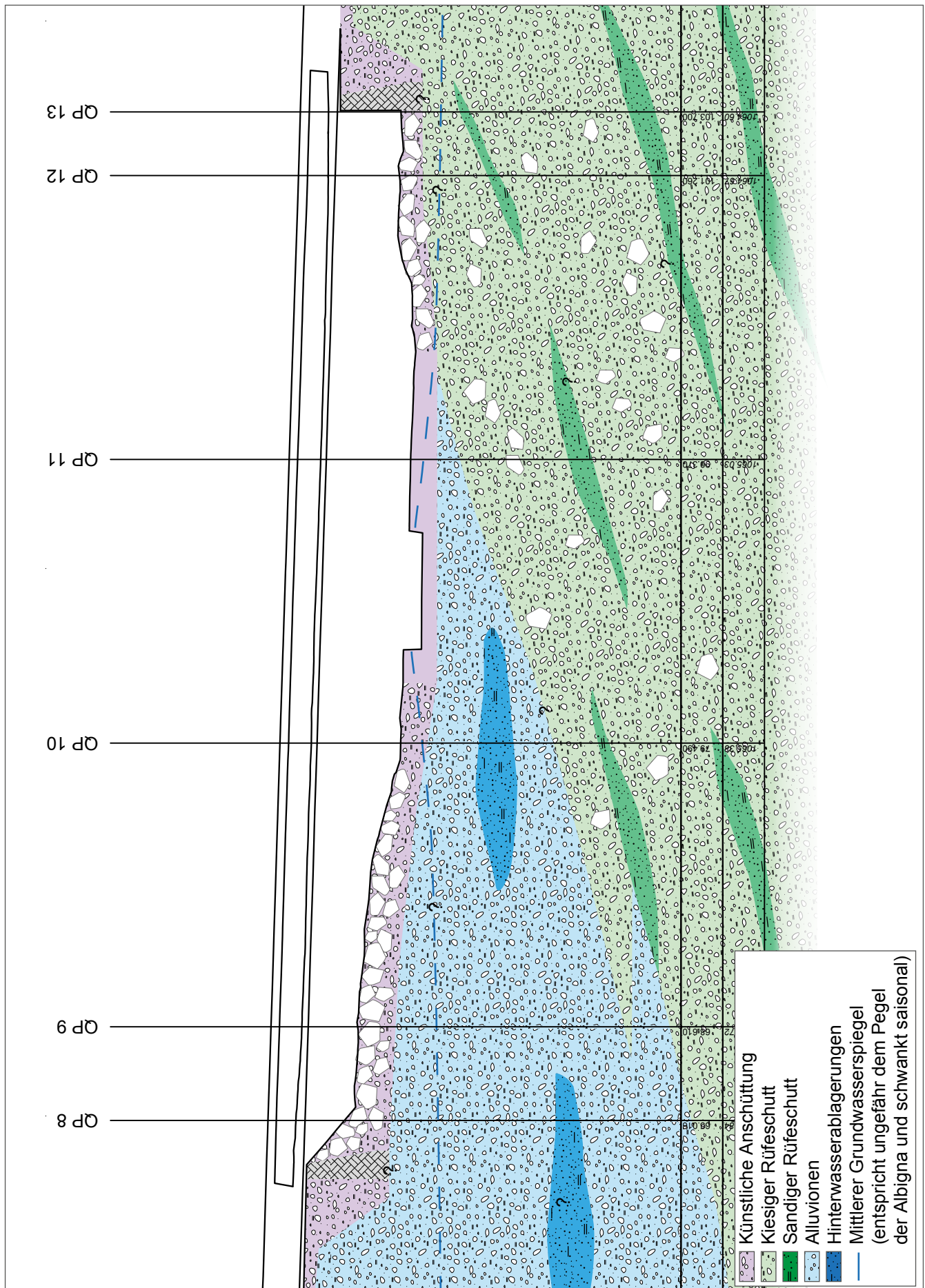




Foto 1: Neue Albignabrücke, Übersicht



Foto 2: Neue Albignabrücke,
Blick Richtung Osten



Foto 3: Neue Albignabrücke,
Blick Richtung Westen