



Andeer
Steinbruch Crap da Sal

2106346-1

Vertiefung Abbauperimeter

Ingenieurgeologischer Bericht

09.06.2021

Auftraggeber: **Toscano AG Natursteine**
Parsagna
Postfach 10
7440 Andeer



Verteiler: Auftraggeber (2 Exemplare)

Anhang:	1	Reliefschattierungskarte mit Kriechhang und Felstrennflächen [1]
	2	Lage der Felstrennflächen [1]

Inhaltsverzeichnis

Grundlagen	2
1 Problemstellung und Auftrag	2
1.1 Ausgangslage	2
1.2 Tätigkeiten	3
2 Geologische Situation	3
2.1 Lithologie und Geomorphologie	3
2.2 Felstrennflächen	3
3 Beurteilung	4
3.1 Gesamtstabilität Felswände, Felsanschnitte	4
3.2 Böschungsstabilität (Kluftkörperablösungen)	4
3.3 Erschütterungen	5
4 Folgerung	5

Grundlagen

- [1] BauGrundRisk GmbH 2018: Andeer, Erweiterung Steinbruch Crap da Sal, Geologischer Bericht 1812346-1 vom 26.03.2019
- [2] Dürrer Ankerprüfungen 2016: SV Bärenburg Portal Nord, Ausziehversuch SIA 267/1 Nr. 7003068 vom 25.04.2016
- [3] ARGE Geo-Rofla 2011: Sicherheitsstollen Graubünden, SISTO Tunnel Bärenburg, N13 Abschnitt 20, geologisch-geotechnischer Bericht 13c.3401 AP/753 vom 12.08.2011
- [4] BauGrundRisk GmbH 2015: Felssturz Portal Nord Tunnel Bärenburg, Geologischer Abklärungen und Massnahmenkonzept 1410231-1 vom 29.05.2015

1 Problemstellung und Auftrag

1.1 Ausgangslage

- Der bestehende Steinbruch Crap da Sal bei Bärenburg auf der Gemeinde Andeer soll erweitert werden. Der Auftraggeber hat bei den zuständigen Stellen ein Gesuch für eine Erweiterung des Abbauperimeters eingereicht.
- Der Abbauperimeter des Steinbruchs soll zusätzlich im Bereich des aktuellen Abbauperimeters vertieft und der Fels bis ~ 25 m unter das Niveau der angrenzenden Nationalstrasse abgebaut werden. Die aktuelle Abbautechnik soll beibehalten werden.
- Zuhanden der Behörden soll folgende Fragestellung geklärt werden.

„Die Abtiefung des Abbaugebiets erfordert gegenwärtig Stabilitätsnachweise und gegebenenfalls entsprechende Stabilisierungsmassnahmen. Die Vertiefung muss daher durch einen Spezialisten / Geologen überprüft werden, dies im Rahmen der weiteren Projektierungsarbeiten. Es ist vor allem festzustellen, ob die durch den technischen Eingriff angeschnittenen Gesteinsschichten im Bereich der Vertiefung sowie im weiteren rutschgefährdeten Steinbruchgebiet Crap da Sal weiterhin stabil bleiben.“

1.2 Tätigkeiten

- Sichten der geologischen Grundlagen und Beurteilung der Stabilitätsverhältnisse. Die Ergebnisse sind im vorliegenden, geologischen Bericht zusammengefasst.

2 Geologische Situation

2.1 Lithologie und Geomorphologie

- Der bestehende Steinbruch Crap da Sal liegt im Rofna-Kristallin. Der gneisig ausgebildete, Quarz- und Alkalifeldspat-Porphyrklasten führende Porphyry wird im Steinbruch abgebaut. Unter den Steinbruchbetreibern wird er als Granit bezeichnet.
- Die Gesteine des Rofna-Kristallins bilden den Kern des Suretta-Decke und bilden die mehrere 100 Meter hohen Felswände der benachbarten Rofla-Schlucht.
- In [1] wurden im Zuge der vorgesehenen Steinbrucherweiterung Crap da Sal in Richtung Süden eine die Untersuchungen der stark aktiven Rutschung aus dem Jahr 1987 nordöstlich des bestehenden Steinbruchs vorgenommen. Es wurde festgestellt, dass der Steinbruch **ausserhalb des Kriechhanges** und der früheren, stark aktiven Sekundärrutschung liegt (Anhang 1) [1].
- **Der aktuelle Abbauperimeters des Steinbruchs inklusiv die in innerhalb dieses Perimeters vorgesehene Erweiterung in die Tiefe liegen ausserhalb des rutschgefährdeten Gebietes.**

2.2 Felstrennflächen

- Eine Übersicht der Felstrennflächenaufnahmen aus [1] ist dem Anhang 2 zu entnehmen.
- Die Schieferung S2 fällt in Richtung NNW mit 55° mittelsteil ein. Der Abbau im bestehenden Steinbruch erfolgt entlang der Schieferung S2, welche die markante, bergseitige Felsböschung bildet.
- Die dominante K1 Klüftung fällt quer zur Schieferung S2 in Richtung WSW ein. Die K1 Klüftung steht mit 75° steil. Die weniger dominante K3 Klüftung verläuft subparallel zur K1 und fällt in Richtung ENE ein. Eine wenig dominante Klüftung K2 fällt mit 75° steil in Richtung NW schräg zur Schieferung S2 ein. Die K4 Klüftung fällt mit 20° flach in Richtung ESE ein, kommt in Scharen vor und fehlt lokal. Die Variabilität der K4 Klüftung ist hoch und deren Lage wird hangaufwärts zunehmend flacher.

Eine Übersicht der **Trennflächen** des Rofna Porphyrs ist der nachstehenden Tabelle zu entnehmen [1].

Trennfläche	Einfallen ° [°]		Gestein	Oberfläche	Ausdehnung [m]	Abstände [m]			
	Richtung	Neigung				a _{min.}	a _n	a _{max.}	
S2	330 ± 10	55 ± 10	S2	Rofna Porphyry	glatt bis rau	∞	0.2	2.0	> 5.0
K1	250 ± 15	75 ± 10	K1		rau	~ 10	0.3	0.5	2.0
K2	300 ± 10	75 ± 5	K2		rau	~ 5	0.2	0.4	1.0
K3	045 ± 15	80 ± 10	K3		rau bis gestuft	~ 3	0.2	0.1	> 2
K4	120 ± 50	20 ± 25	K4		rau	~ 0.5	0.1	0.2	0.5

) auf 5-er gerundet; a_n: mittlerer Abstand;

3 Beurteilung

- Hinsichtlich der Stabilität von neuen, im Zuge einer in die Tiefe vorgesehenen Steinbrucherweiterung entstehenden Felsanschnitte ist zwischen der Gesamtstabilität und der Böschungstabilität zu unterscheiden.

3.1 Gesamtstabilität Felswände, Felsanschnitte

- Der bestehende Steinbruch sowie die geplante Vertiefung liegen **ausserhalb des Einflussbereichs des Kriech- und Rutschhangs**.
- Der teilweise mit einer Schieferung S2 ausgebildete Rofna-Porphyr ist **standfest**. Dies zeigt sich anhand der steilen, über 50 m hohen Felswände im Süden und über 200 m hohen Wände im Norden der Rofla Schlucht.
- Wird bei der Vertiefung des Steinbruchs Crap da Sal die Schieferung S2 im Südteil des Steinbruchs weiterhin nicht unterschritten, können im Steinbruch keine Instabilitäten ausgelöst werden.
- Neue Felsanschnitte in der weiteren Umrandung der vorgesehenen Steinbruchabteufung sind ohne Einschränkungen standfest.

3.2 Böschungstabilität (Kluftkörperablösungen)

- Durch die Vertiefung des erweiterten Steinbruchs entstehen seitliche Felsböschungen mit verschiedenen Expositionen. Je nach der Verschneidung der verschieden orientierten Felsböschungen mit der Felstrennflächenlage entstehen unterschiedlich grosse Kluftkörper, die beim Böschungsanschnitt instabil werden können. Durch die generell steilstehenden Kluftflächen können die Steinbruchabschlüsse im Westen, Norden und Osten generell steil erstellt werden. Werden die steilen Klüfte K1, K2 und K3 unterschritten so entstehen vorwiegend untiefe keilförmige Kluftkörper. Diese lösen sich im Regelfall bei Sprengwirkungen spontan ab oder sind mit der Nachbearbeitung der Böschung aus Gründen der Arbeitssicherheit zu entfernen.
- Die variable und in Richtung SE einfallende Klüftung K4 bildet eine potentielle Gleitfläche für prismatische Kluftkörper in Richtung Steinbruch im Falle einer NE-SW verlaufenden Felsböschung.
- Die Gefährdung durch instabile Kluftkörper kann nach Vorliegen eines detaillierten Projektes mit einem entsprechenden Abbaukonzept und gegebenenfalls mit einzelnen Sicherungsmassnahmen, wie Anker minimiert werden. Diese Gefährdung beschränkt sich auf die Arbeitssicherheit und bei einem ausreichenden Abstand nicht auf umliegende Infrastruktureinrichtungen.
- Für Verankerungen im Rofnaporphyr kann ein Tragwiderstand $R_a = 100 \text{ kN/m'}$ für ungespannte Anker angenommen werden. Ungespannte Anker beim Portal Nord SISTO Bärenburg konnten auf 150 bis 180 kN/m' geprüft werden [2]. Diese Erfahrungswerte beziehen sich auf einen Bohrdurchmesser von 90 mm. Verlässliche Werte ergeben entsprechende Ankerversuche (SIA 267/1, Ausziehversuch).

3.3 Erschütterungen

- Aktuell wird der Rofna Porphyrt entlang der Schieferung S2 mit Freiheitsgraden in Richtung NW kontrolliert abgebaut. Dadurch verfügen die zu sprengenden Blöcke über beträchtliche Freiheitsgrade.
- Bei einem Abbau in die Tiefe ist zu Beginn einer neuen Abbaustufe der Felsen auszuheben. Für Sprengungen mit geringeren Freiheitsgraden ist erfahrungsgemäss mit höheren Erschütterungen zu rechnen. Bei der Ausführung des Abbaus unter das Niveau der Nationalstrasse ist der Einwirkung durch Erschütterungen auf Bauwerke und den Verkehr entsprechend Rechnung zu tragen. Mittels Erschütterungsmessungen kann diese Gefährdung unter Kontrolle gehalten werden.

4 Folgerung

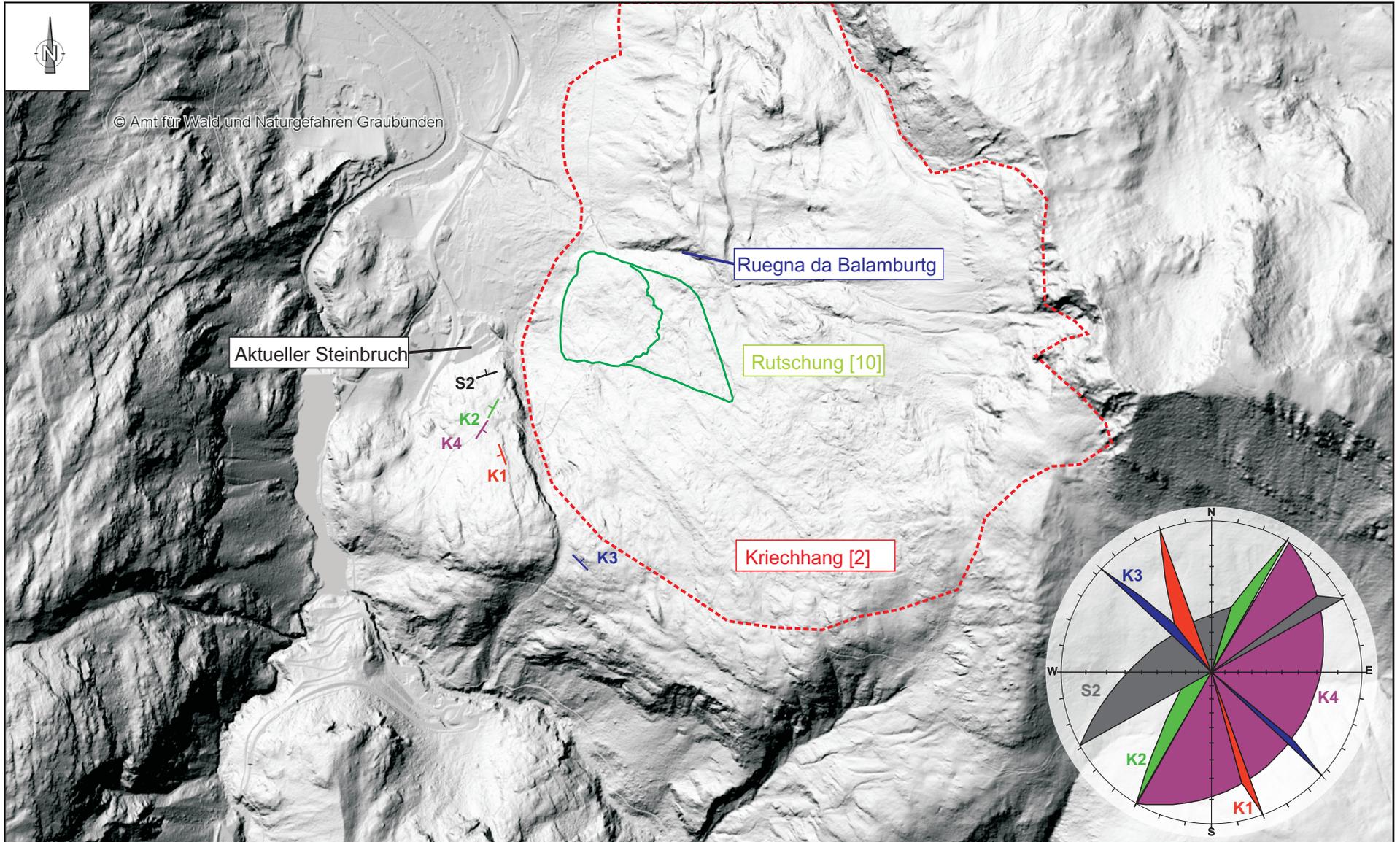
- Wird im Zuge einer Erweiterung des Steinbruchs in die Tiefe die Schieferung S2 in der bergseitigen, südlichen Böschung nicht unterschritten so werden die Stabilitätsverhältnisse beim Steinbruch Crap da Sal durch die Vertiefung dessen Abbaugbietes nicht negativ beeinflusst. Das heisst die Gesamtstabilität von neuen Felsanschnitten ist gewährleistet.
- Die durch den Abbau unterhalb des Nationalstrassenniveaus entstehenden, übrigen Felswände sind generell standfest. Einer Gefährdung der Arbeitssicherheit durch Klufkörperablösungen kann mit organisatorischen oder technischen Massnahmen begegnet werden (Böschungsstabilität).
- Den negativen Einwirkungen von Sprengerschütterungen auf Infrastruktureinrichtungen der Umgebung ist mit entsprechenden Massnahmen Rechnung zu tragen.

BauGrundRisk GmbH

Korreferat

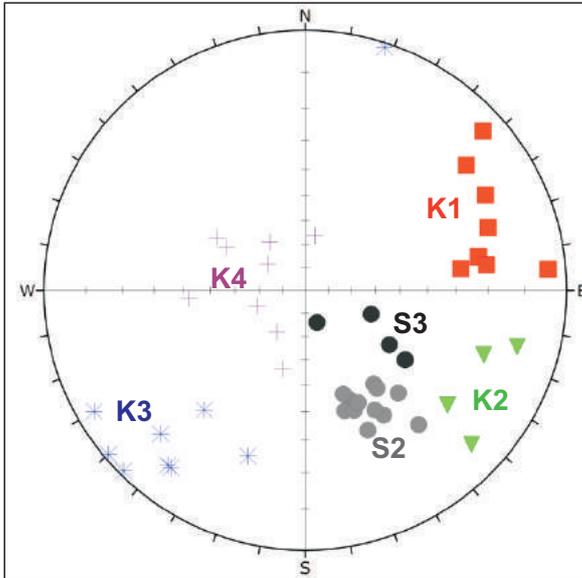
Florian Donau

Dr. R. Krähenbühl



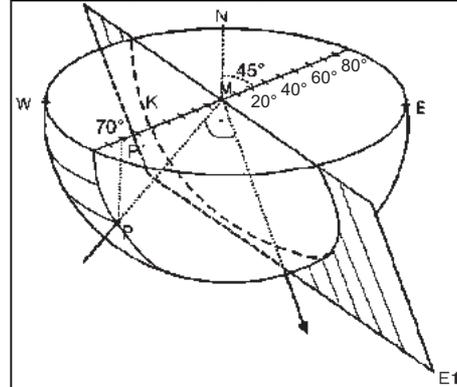
Adeer, Erweiterung Steinbruch Crap da Sal

Lage der Felstrennflächen [1]



Erläuterung (Normaldiagramm):

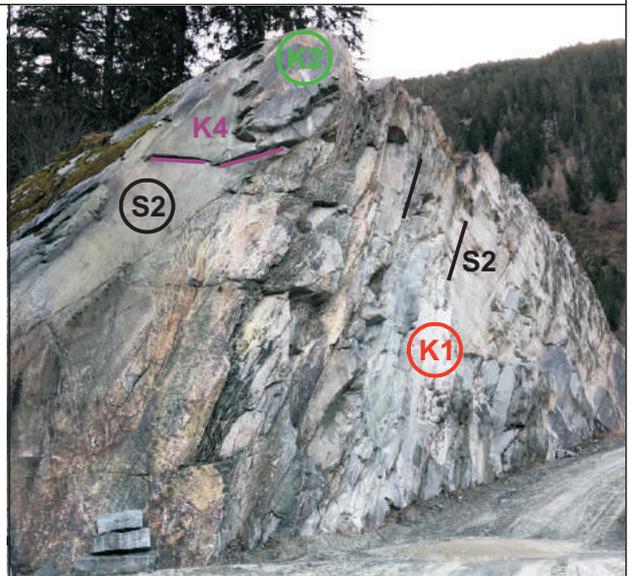
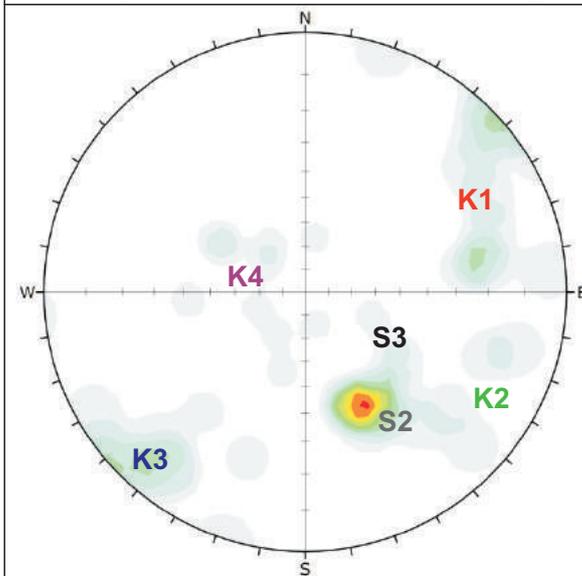
Abbildung der Raumstellung der Trennfläche E1 durch deren Schnittkreis (Grosskreis K);



Fläche E1
Faz: 45/70;
(Fallen 45°,
Neigung 70°)

Die Senkrechte zur Raumlage der Trennfläche ergibt den reflektierten Flächenprojektionspunkt (Polpunkt P') an der unteren Halbkugel.

Oben Polpunkte der Trennflächen im Normaldiagramm, unten jene der Polpunktstatistik (n = 34).



Unten Diagramm der Trennflächenverscheidungen, rechts oben Foto von W, unten von S.

