

Bundesamt für Strassen ASTRA
Herr Cédric Pagani
Filiale Bellinzona
Via Pellandini 2
6500 Bellinzona

Amberg Engineering AG
Trockenloostrasse 21
CH-8105 Regensdorf-Watt

Tel. +41 44 870 91 11
information@amberg.ch
www.amberggroup.com
MwSt. Nr. CHE-116.289.290

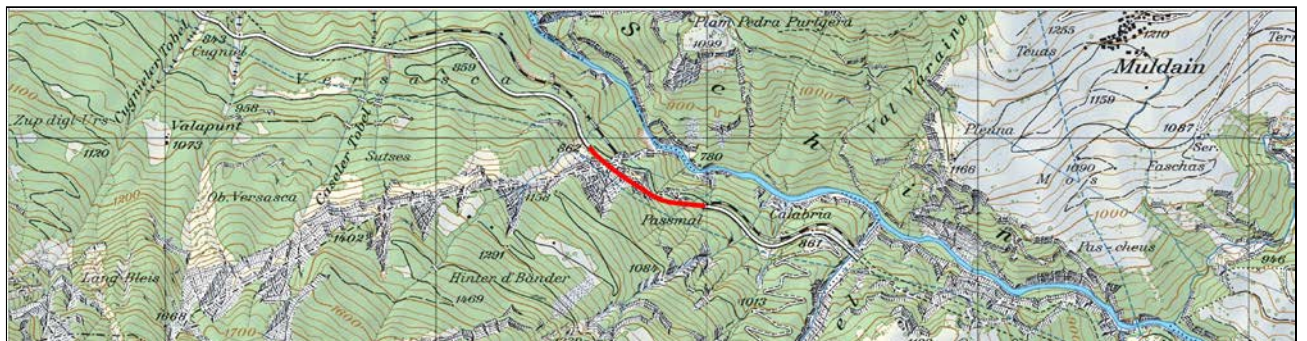
Julierpasstrasse N29

TUSI Tunnel Passmal

Analyse und Ergebnisse

Bericht Nr. 10S00586-03

Regensdorf, 25. Oktober 2019



Inhalt	Seite
Abkürzungsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	5
1. Ausgangslage und Zielsetzung	6
2. Grundlagen	7
2.1. Eigenschaften	7
2.2. Situation	8
2.3. Übersicht Tunnelanlage	8
2.4. Letzte Hauptinspektion	10
2.5. Verkehr	10
3. Fluchtwege	11
3.1. Istzustand	11
3.2. Normative Anforderungen	12
3.3. Normative Abweichungen	12
3.4. Sanierungskonzept	12
4. Lüftung	14
4.1. Istzustand	14
4.2. Normative Anforderungen	14
4.3. Normative Abweichungen	14
4.4. Sanierungskonzept	15
5. Kennzeichnung der sicherheitstechnischen Einrichtungen	16
6. Stromversorgung	17
6.1. Istzustand	17
6.2. Normative Anforderungen	17
6.3. Normative Abweichungen	17
6.4. Sanierungskonzept	17
7. Weitere Anmerkungen	18
8. Funktionelle Bedarfsanalyse und Bedarfsevaluation	19
9. Sanierungskonzepte und grobe Kostenermittlung	20
10. Schlussfolgerungen und Empfehlungen	21

11.	Referenzdokumente	22
-----	-------------------------	----

Abkürzungsverzeichnis

ASTRA	Bundesamt für Strassen
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
DTV	Durchschnittliches Tagesverkehrsaufkommen
FHB	Fachhandbuch
RL	Richtlinie
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SISTO	Sicherheitsstollen
T/G	Tunnel/Geotechnik
TUSI	Tunnelsicherheit

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Situation.....	8
Abbildung 2: Grundriss.	8
Abbildung 3: Normalprofil bergmännischer Tunnel.	9
Abbildung 4: Westportal mit technischem Raum.....	9
Abbildung 5: Situation (Tunnel Passmal schwarz gestrichelt, RhB-Linie und Tunnel rot).	11
Abbildung 6: Alte Strasse, vom Westportal aus gesehen.	11
Abbildung 7: Maximaler Abstand der Fluchtwege [2].	12
Abbildung 8: Lösungskonzept mit Stichstollen (blau der Zugang zur Baustelle bzw. Zugang der Rettungskräfte).	13
Abbildung 9: Bestimmung der Hauptgruppe des Lüftungssystems nach sicherheitstechnischen Aspekten [4].	14

1. Ausgangslage und Zielsetzung

Der vorliegende Bericht ist Teil der TUSI-Untersuchung der Tunnel der Julierpasstrasse. Die Studie besteht aus einem Kopfbericht und 6 Teilberichten:

- Kopfbericht
- TUSI Sils
- **TUSI Passmal**
- TUSI Solis
- TUSI Alvaschein
- TUSI Crap Ses
- TUSI Silvaplana

Die übergeordnete Methodologie und die Grundlagen sind im Kopfbericht dokumentiert.

Im vorliegenden Bericht wird die TUSI-Untersuchung des Tunnels Passmal dokumentiert.

2. Grundlagen

2.1. Eigenschaften

Eigenschaften gemäss ASTRA-Infrastrukturobjekt-Heft:

- Nummer A17 021
- Name Tunnel Passmal
- Typ 192 Tunnelanlage
- Funktion 13 Trägt Natur
511 Schützt Strasse / Weg
- Baujahr 1965
- Gesteinsbeschreibung Ausläufer eines Muttnermassives
- Querschnittstyp Hufeisen (mit oder ohne Zugband)
- Lichtraumprofil 7.00 m x 4.50 m
- Lichte Höhe 6.150 m

Lage:

- Landeskoordinaten X/Y 757750 / 172815
- Höhe ü. M. [m] 860.00
- RA Nummer N29
- Kilometer 5.57
- Standort (Gemeinde) 3503 Mutten

2.2. Situation



Abbildung 1: Situation.

2.3. Übersicht Tunnelanlage

- Länge: 503 m
 - Galerie West: 20 m
 - Tunnel im Tagbau: 20 m
 - Tunnel mit Innengewölbe: 30 m
 - Tunnel ohne Innengewölbe: 392 m
 - Tunnel mit Innengewölbe: 31 m
 - Galerie Ost: 10 m
- Längsneigung: 1.0%

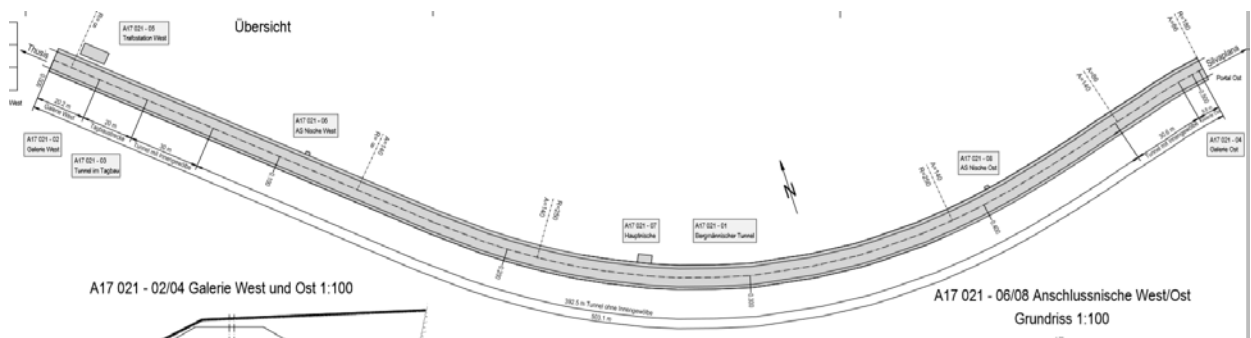


Abbildung 2: Grundriss.

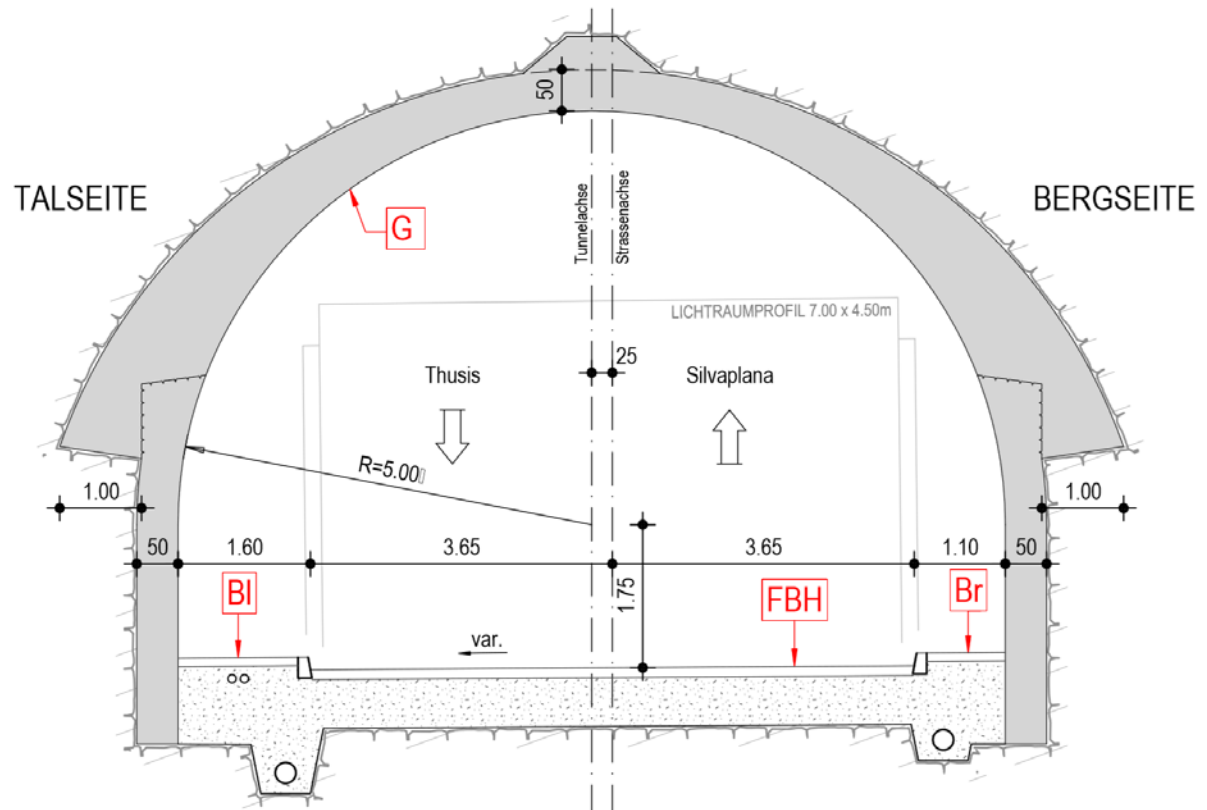


Abbildung 3: Normalprofil bergmännischer Tunnel.



Abbildung 4: Westportal mit technischem Raum.

2.4. Letzte Hauptinspektion

Letzte Hauptinspektion:

- | | |
|---|-----------------------------|
| • Datum der Inspektion | 17.12.2013 |
| • Zustandsbeurteilung | 4 in schlechtem Zustand |
| • Schlechtestes unter Infrastrukturobjekt (ZK: 4) | G Gewölbe |
| • Inspektionsbericht-Verfasser | CWZ Casutt Wyrsch Zwicky AG |

2.5. Verkehr

Die aktuellen Verkehrszahlen werden laufend vom Tiefbauamt des Kantons Graubünden zur Verfügung gestellt [14]. Die Hauptverkehrszahlen für das Jahr 2017 betreffen:

Zählstelle 157, Alvaschein (Bund)

- DTV: 6'517
- Gesamt-Verkehrsaufkommen 2017: 2'378'705
- Gesamt-Verkehrsaufkommen 2012: 2'254'110
- Gesamt-Verkehrsaufkommen 2007: 2'215'793
- LKW-Anteil: 5%

3. Fluchtwege

3.1. Istzustand

Es ist kein Notausgang vorhanden.

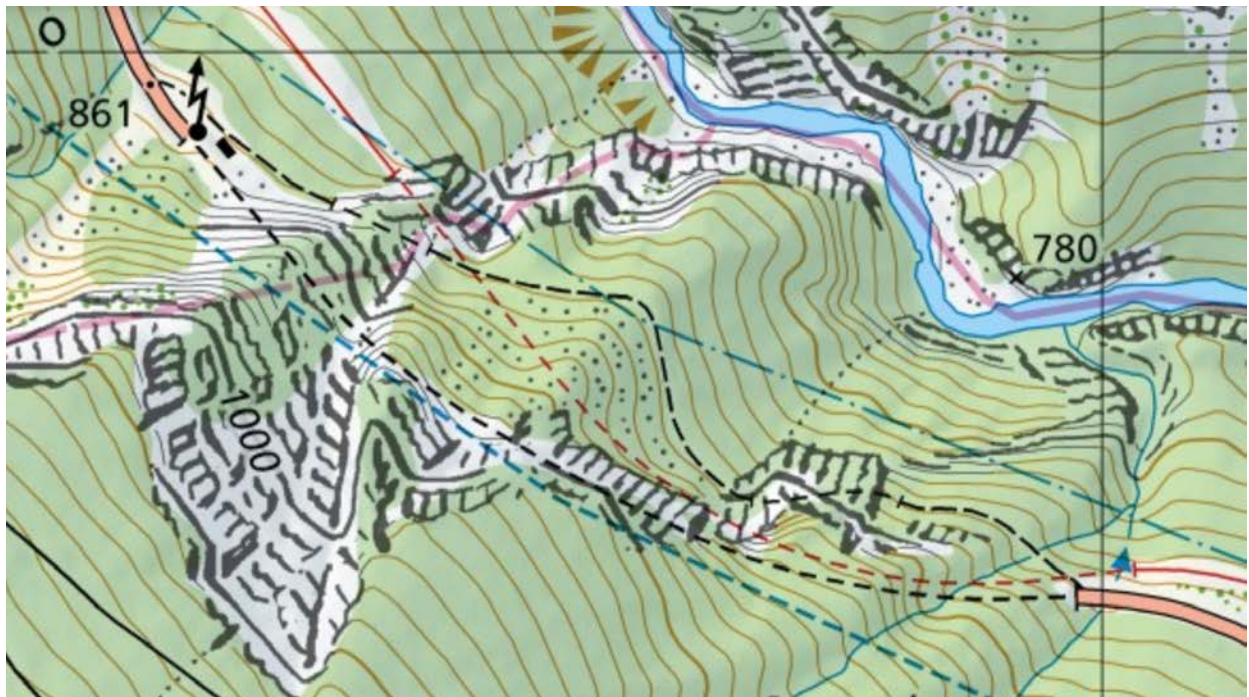


Abbildung 5: Situation (Tunnel Passmal schwarz gestrichelt, RhB-Linie und Tunnel rot).



Abbildung 6: Alte Strasse, vom Westportal aus gesehen.

3.2. Normative Anforderungen

Notausgänge sind gemäss SIA 197/2 [2] in Tunneln mit einer Länge ab 300 m vorzusehen. Der maximale Abstand der Fluchtwege beträgt für Längsneigungen bis 1% 500 m. Für den Tunnel Passmal ist nach SIA 197/2 mindestens 1 Notausgang erforderlich.

Figur 4 Maximaler Abstand der Fluchtwege

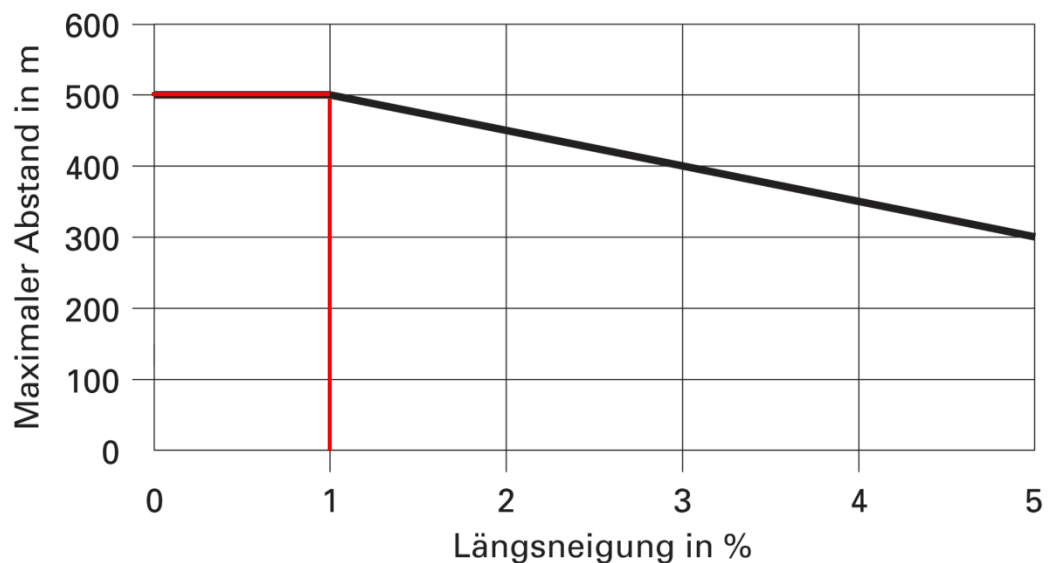


Abbildung 7: Maximaler Abstand der Fluchtwege [2].

3.3. Normative Abweichungen

Ein Notausgang in Tunnelmitte ist gemäss SIA 197/2 erforderlich.

3.4. Sanierungskonzept

Im Bereich der Tunnelmitte kann ein Notausgang gebaut werden, welcher auf die alte Strasse führt (Abbildung 8).

Da die alte Strasse stark steinschlaggefährdet und nicht wintersicher ist, sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen:

- Erstellung eines geschützten Bereichs beim Portal des Notausgangs (Steinschlag-schutz, Witterungsschutz), wo die geflüchteten Personen ggf. auf die Ereignisdienste warten können.
- Erstellung eines entsprechenden Selbst- und Fremdrettungskonzepts (Warten auf die Ereignisdienste versus Flucht über die alte Strasse zum Westportal des Tunnels; Eva-kuierung der Personen über den Strassentunnel nach Abschluss des Einsatzes, sofern die alte Strasse nicht passierbar ist).

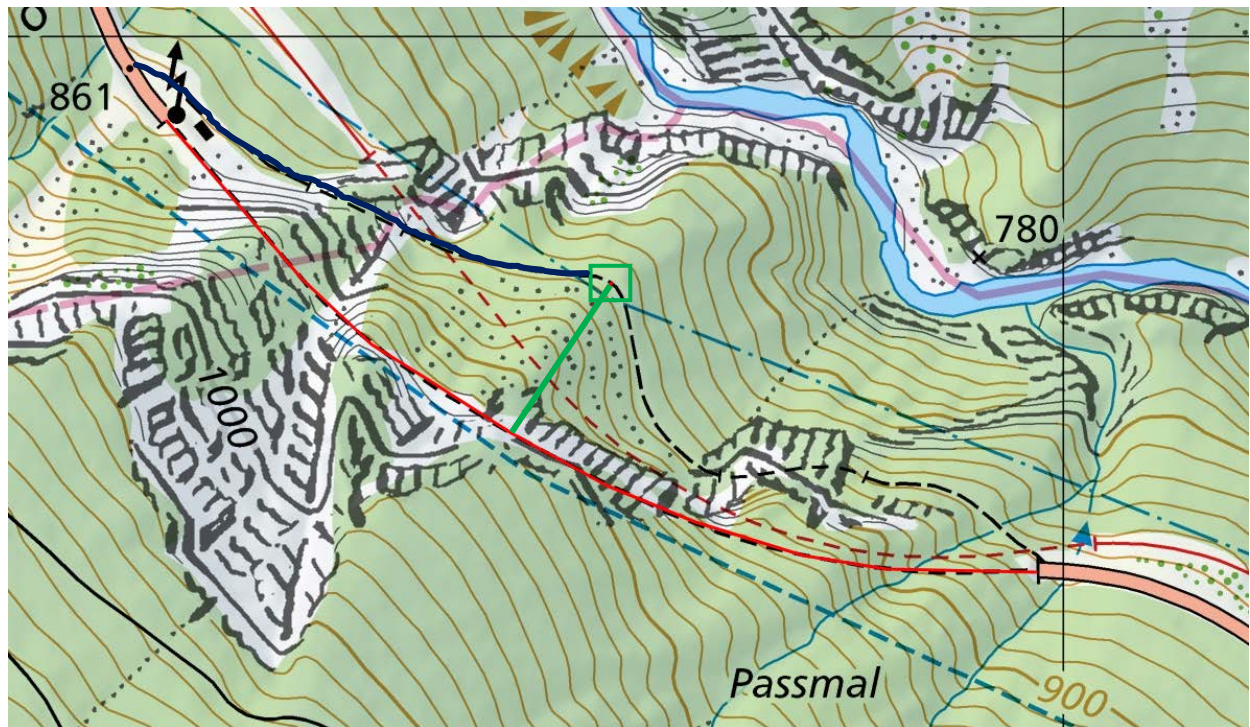


Abbildung 8: Lösungskonzept mit Stichstollen (blau der Zugang zur Baustelle bzw. Zugang der Rettungskräfte).

Mit einem Notausgang in Tunnelmitte resultieren folgende Abstände:

- Abstand zu Portal West (Thusis): ca. 250 m
- Abstand zu Portal Ost (Silvaplana): ca. 250 m
- Länge Querverbindung: ca. 90 m

Für diese Variante ist abzuklären, inwiefern der Bau und Betrieb des Notausgangs den Bahntunnel der RhB tangiert.

Ausserdem ist die gesamte alte Strasse zu sanieren und zu sichern, damit die Baustelle vom Portal aus erschlossen werden kann.

4. Lüftung

4.1. Istzustand

Es ist keine mechanische Lüftung installiert.

4.2. Normative Anforderungen

Die normativen Anforderungen resultieren in erster Linie aus der ASTRA-RL 13001 [4].

Die Wahl des Lüftungssystems ist in erster Linie von den nachfolgenden Parametern abhängig:

- Gesamtverkehr DTV < 8'000 pro Fahrstreifen: U (Unten)
- Lastwagenverkehr < 500 LW pro 24 h und Fahrstreifen: U (Unten)
- Längsneigung < 3%: U (Unten)

Resultierende Gesamtbewertung (U – U – U): C (Tief)

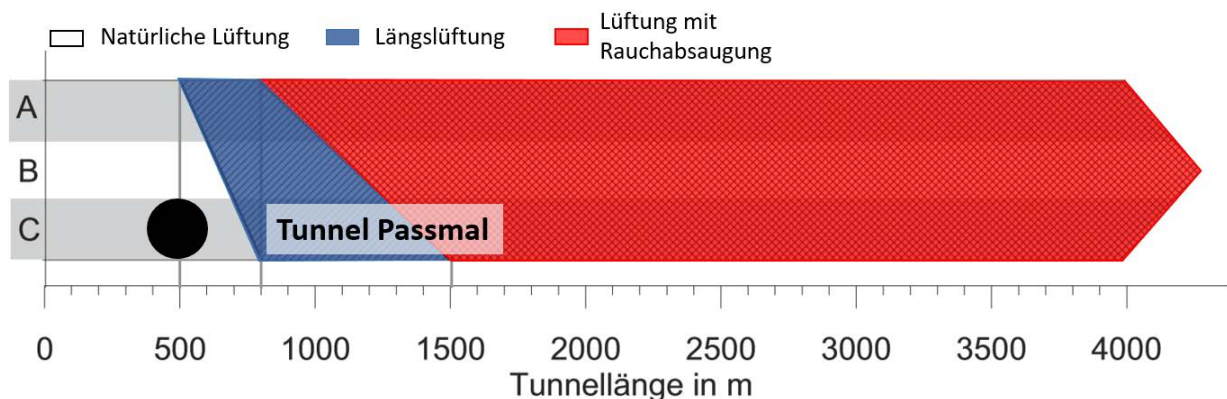


Abbildung 9: Bestimmung der Hauptgruppe des Lüftungssystems nach sicherheitstechnischen Aspekten [4].

Gemäss ASTRA-RL 13001 ist aus Gründen der Tunnelsicherheit keine mechanische Lüftung für den Tunnel Passmal erforderlich.

Die betrieblichen Erfahrungen seit Tunnelinbetriebnahme zeigen, dass im Tunnel Passmal keine Probleme mit der Luftqualität bestehen. Es ist deswegen auch für den Normalbetrieb keine Lüftung vorzusehen.

4.3. Normative Abweichungen

Es sind keine normativen Abweichungen vorhanden.

4.4. Sanierungskonzept

Es ist in Bezug auf Tunnellüftung keine Sanierung erforderlich.

Der neue Notausgang muss mechanisch belüftet werden.

5. Kennzeichnung der sicherheitstechnischen Einrichtungen

Alle sicherheitstechnischen Einrichtungen sind normgerecht kennzeichnet.

Sofern ein neuer Notausgang gebaut wird, sind die Fluchtwege entsprechend neu zu signalisieren.

6. Stromversorgung

6.1. Istzustand

Der Tunnel ist seriell von der Unterstation EWZ Solis über die Mittelspannungsanlage der «Zentrale Mitte» versorgt. Das Mittelspannungskabel inklusive deren Muffen beim Tunnel Solis sind aus dem Jahr 1997 und haben eine Lebenserwartung von ca. 30 Jahren. Die Genehmigung für den Betrieb dieser Anbindung läuft im Jahr 2021 aus.

Die Mittelspannungsanlage der Zentrale Mitte ist in einem guten Zustand und muss nicht ersetzt werden.

6.2. Normative Anforderungen

Die normativen Anforderungen ergeben sich aus den technischen Merkblättern 23001-111xx .

6.3. Normative Abweichungen

Es sind keine normativen Abweichungen vorhanden.

6.4. Sanierungskonzept

Gemäss TUSI-Kriterien sind keine Massnahmen vorzusehen.

Es ist jedoch unabhängig der TUSI-Kriterien geplant, eine Mittelspannungsleitung direkt zur Zentrale West des Tunnel Passmal zu führen. Dazu sind die Reserven auf Seite Energieversorgungsnetz zu prüfen.

7. Weitere Anmerkungen

Der allgemeine Zustand des Tunnels ist eher schlecht. Die Inspektionsberichte zeigen beispielsweise eine mangelhafte Beleuchtung und fehlende optische Leiteinrichtungen.

Diese Elemente sind nicht TUSI-relevant und werden im Rahmen der Projektgenerierung diskutiert.

Eine Bankettsanierung ist für den kommenden Herbst als Notmassnahme geplant.

8. Funktionelle Bedarfsanalyse und Bedarfsevaluation

Die risikorelevanten Faktoren für den Tunnel Passmal sind alle sehr klein und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Länge: 503 m (nur knapp über dem Mindestabstand von 500 m gemäss SIA 197/2)
- DTV tief, 6'517 Fzg./Tag
- LKW-Anteil klein, ca. 5%
- Keine besondere Häufigkeit von Gefahrguttransporten
- Längsneigung klein, 1%

In Anbetracht dieser Faktoren kann aus Sicht des Gutachters auf eine Realisierung des Notausgangs verzichtet werden.

9. Sanierungskonzepte und grobe Kostenermittlung

Aufgrund der Analyse werden gemäss den TUSI-Kriterien folgende Sanierungskonzepte identifiziert:

Fluchtwege:

- Keine Massnahmen

Lüftung:

- Keine Massnahmen

Kennzeichnung der sicherheitstechnischen Einrichtungen:

- Keine Massnahmen

Stromversorgung:

- Keine Massnahmen

Da keine TUSI-relevanten Sanierungskonzepte notwendig sind, entstehen keine Kosten aufgrund der TUSI-Kriterien.

Für die TUSI-unabhängigen Sanierungsmassnahmen der BSA ist gemäss [16] mit Kosten von CHF 2.30 Mio. (ohne MWST) zu rechnen.

10. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Gemäss den TUSI-Kriterien sind keine Massnahmen notwendig. Der Tunnel Passmal erfüllt die normativen Anforderungen der vier TUSI Kriterien.

F	NS Nr.	Kanton	Objektname	Röhre(n)	Länge [m]	Tunnellüftung					Fluchtwege					Signalisation der Sicherheitseinrichtungen					Energieversorgung				
						Massnahme	KS Mio CHF	Priorität	Ausführung ab	Dauer in J.	Massnahme	KS Mio CHF	Priorität	Ausführung ab	Dauer in J.	Massnahme	KS Mio CHF	Priorität	Ausführung ab	Dauer in J.	Massnahme	KS Mio CHF	Priorität	Ausführung ab	Dauer in J.
5	N29	GR	NEB-Alvaschein	1	957	Längslüftung mit Strahlvent.	1.8	2	2025	1	SISTO mit 3 QV	19.3	2	2025	2	keine (RL erfüllt), Grün					keine (RL erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Crap Sès	1	704	Längslüftung mit Strahlvent.	1.4	2	2030	1	1 Stichstollen zur Oberfläche	4.3	2	2030	1	keine (RL erfüllt), Grün					keine (RL erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Passmal	1	503	keine (RL erfüllt), Grün					keine (RL erfüllt), Grün					keine (RL erfüllt), Grün					keine (RL erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Sils	1	1625	Längslüftung mit Strahlvent.	1.8	2	2030	3	SISTO mit 6 QV	28.6	2	2030	3	keine (RL erfüllt), Grün					keine (RL erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Silvapiana	1	749	keine (Norm erfüllt), Grün					keine (Norm erfüllt), Grün					keine (Norm erfüllt), Grün					keine (Norm erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Solis	1	1162	Längslüftung mit Strahlvent.	1.7	2	2025	1	3 Stichstollen zur Oberfläche	9.1	2	2025	2	keine (Norm erfüllt), Grün					keine (Norm erfüllt), Grün				

Legende:

Feldfarbe	Text im Feld	Bedeutung
Rot	Beschreibung	Nicht in Arbeit
Orange	Beschreibung	In Projektierung bis und mit AP oder MK
Gelb	Beschreibung	In Projektierung von DP oder MP
Hellgrün	Beschreibung	In Ausführung (Bauteile) oder Submissionsphase
Grün	Nach RL / Norm	Entspricht den aktuellen Richtlinien und Normen

*Sämtliche in der Tabelle aufgeführten Angaben sind rein informativ und ohne Gewähr.
 Die Tabelle gibt einen Überblick über die Umsetzung der TUSI beim ASTRA*

Tabelle 1: Auszug aus der TUSI-Liste.

F	NS Nr.	Kanton	Objektname	Röhre(n)	Länge [m]	Tunnellüftung					Fluchtwege				
						Massnahme	KS Mio CHF	Priorität	Ausführung ab	Dauer in J.	Massnahme	KS Mio CHF	Priorität	Ausführung ab	Dauer in J.
5	N29	GR	NEB-Alvaschein	1	957	Längslüftung mit Strahlvent.	1.8	2	2025	1	SISTO mit 3 QV	19.3	2	2025	2
5	N29	GR	NEB-Crap Sès	1	704	Längslüftung mit Strahlvent.	1.4	2	2030	1	1 Stichstollen zur Oberfläche	4.3	2	2030	1
5	N29	GR	NEB-Passmal	1	503	keine (RL erfüllt), Grün					keine (RL erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Sils	1	1625	Längslüftung mit Strahlvent.	1.8	2	2030	3	SISTO mit 6 QV	28.6	2	2030	3
5	N29	GR	NEB-Silvapiana	1	749	keine (Norm erfüllt), Grün					keine (Norm erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Solis	1	1162	Längslüftung mit Strahlvent.	1.7	2	2025	1	3 Stichstollen zur Oberfläche	9.1	2	2025	2

F	NS Nr.	Kanton	Objektname	Röhre(n)	Länge [m]	Signalisation der Sicherheitseinrichtungen					Energieversorgung				
						Massnahme	KS Mio CHF	Priorität	Ausführung ab	Dauer in J.	Massnahme	KS Mio CHF	Priorität	Ausführung ab	Dauer in J.
5	N29	GR	NEB-Alvaschein	1	957	keine (RL erfüllt), Grün					keine (RL erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Crap Sès	1	704	keine (RL erfüllt), Grün					keine (RL erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Passmal	1	503	keine (RL erfüllt), Grün					keine (RL erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Sils	1	1625	keine (RL erfüllt), Grün					keine (RL erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Silvapiana	1	749	keine (Norm erfüllt), Grün					keine (Norm erfüllt), Grün				
5	N29	GR	NEB-Solis	1	1162	keine (Norm erfüllt), Grün					keine (Norm erfüllt), Grün				

Tabelle 2: Vergrösserter Auszug aus der TUSI-Liste.

11. Referenzdokumente

- [1] Bundesamt für Strassen ASTRA, Tunnelsicherheit bezüglich Selbstrettung TUSI 2018, Zwischenbilanz 30.06.2018, R315-0913, 09.10.2018.
- [2] SIA 197/2:2004, SN 5050 197/2, Projektierung Tunnel – Strassentunnel, 2004.
- [3] ASTRA 74001, Sicherheitsanforderungen an Tunnel im Nationalstrassennetz, Weisungen vom UVEK betreffend Sicherheitsanforderungen an Tunnel im Nationalstrassennetz Ausgabe 01.08.2010 V1.01.
- [4] ASTRA 13001, Lüftung der Strassentunnel – Systemwahl, Dimensionierung und Ausstattung, Ausgabe 2008 V2.02.
- [5] ASTRA 13002, Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln, Ausgabe 2008 V1.06.
- [6] ASTRA 13004, Branddetektion in Strassentunneln, Ausgabe 2007 V2.10
- [7] ASTRA 13010, Signalisation der Sicherheitseinrichtungen in Strassentunneln, Ausgabe 2011 V2.06.
- [8] ASTRA 13011, Türen und Tore in Strassentunneln, Ausgabe 2009 V1.05.
- [9] ASTRA 16050, Operative Sicherheit Betrieb, Ausgabe 2018 V1.50
- [10] ASTRA 19004, Risikoanalyse für Tunnel der Nationalstrassen, Ausgabe 2014 V1.10
- [11] ASTRA 23001, Fachhandbuch Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen, Ausgabe 2019 Januar.
- [12] ASTRA 24001, Fachhandbuch Tunnel / Geotechnik, Ausgabe 2019, Januar.
- [13] ASTRA 86053, Minimale Anforderungen an den Betrieb – Strassentunnel, Leitfaden Operative Sicherheit Betrieb, Ausgabe 2013 V1.10.
- [14] Tiefbauamt des Kantons Graubünden,
<https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/tba/Strassennetz/Seiten/Verkehrsfolgen.aspx>
- [15] Amberg Engineering, Julierpasstrasse N29, TUSI NEB N29, Methodologie, Analyse und Ergebnisse, 25. Oktober 2019
- [16] Kostenzusammenstellung, NEB Strecken – Hotspot, GR – N29 Thusis – Silvaplana, Version 3.0, 18.09.2019

Amberg Engineering AG



Dr. Marco Bettelini
Leiter Lüftung und Sicherheit



Christoph Rüegg
Projektleiter

Beilagen: Keine

Verteiler: ASTRA Bellinzona, Cédric Pagani