


Linie: Klosters - Davos  
Strecke: Klosters - Davos

# Neubau Wolfgangtunnel

Km 102.60 - 103.00

Vorprojekt

## Technischer Bericht

<b>Externes Büro:</b>  <b>EDY TOSCANO ENGINEERING &amp; CONSULTING</b>	EDY TOSCANO AG Rätusstrasse 12 CH-7000 Chur Tel. +41 81 255 19 19 Fax +41 81 255 19 00 chur@toscano.ch		Datum	Gezeichnet	Geprüft	Dateiname	Situation.dwg
			6.12.2010	CBi	CBI	Bezug zu	
			A			Format	
			B			Massstab	
			C			Taks Nr.	
			D				
			E			Plan.Nr. RhB: XXX -	Blatt-Nr.:
Infrastruktur Kunstbauten 7002 Chur			F				

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>1</b>
<b>1. AUSGANGSLAGE</b>	<b>2</b>
<b>2. GRUNDLAGEN</b>	<b>2</b>
<b>3. GEOLOGIE</b>	<b>3</b>
<b>4. VARIANTENVERGLEICH</b>	<b>5</b>
4.1 Allgemeines	5
4.2. Kurzbeschreibung der Varianten	5
4.3. Ergebnis des Variantenvergleichs	7
<b>5. PROJEKTBSCHRIEB WOLFGANGTUNNEL</b>	<b>9</b>
5.1 Übersicht und Abgrenzungen	9
5.2 Wolfgangtunnel	9
5.2.1 Allgemeines	9
5.2.2 Linienführung	9
5.2.3 Gleisgeometrie	10
5.2.4 Normalprofil	10
5.2.5 Querverbindungen	11
5.2.6 Abdichtung	12
5.2.7 Entwässerung	12
5.2.8 Kabelanlagen	12
5.2.9 Personenschutzrisiken	13
5.3 Sicherheitsstollen	13
5.3.1 Linienführung	13
5.3.2 Normalprofil	13
5.3.3 Abdichtung	14
5.3.4 Entwässerung	14
5.3.5 Kabelanlagen	14
5.4 Portalzonen	14
5.4.1 Portalzone Klosters/Selfranga	14
5.4.2 Portalzone Davos	15

<b>6. BAUAUSFÜHRUNG</b>	<b>15</b>
6.1 Baustellenerschliessungen und –installationen	15
6.2 Vortriebskonzept / Arbeitsabläufe	15
<b>7. MATERIALBEWIRTSCHAFTUNG</b>	<b>18</b>
<b>8. BAHNTECHNIK</b>	<b>18</b>
<b>9. BETRIEBS- UND SICHERHEITSAUSRÜSTUNG</b>	<b>18</b>
<b>10. LANDERWERB</b>	<b>18</b>
<b>11. RODUNGEN</b>	<b>18</b>
<b>12. BAUPROGRAMM</b>	<b>19</b>
<b>13. KOSTEN</b>	<b>20</b>

**Beilagen:**

RhB-Wolfgangtunnel, Klosters-Davos, Situation 1:25'000 Linienführung  
Neubau Wolfgangtunnel, Vortriebskonzept

## ZUSAMMENFASSUNG

Ein Tunnel zwischen Klosters und Davos ist ein wesentliches Element für eine nachhaltige Beschleunigung der Strecke Landquart – Davos. Dabei geht es in erster Linie darum, die Reisezeit der Rhätischen Bahn (RhB) von Landquart nach Davos unter 60 Minuten zu ermöglichen (Reduktion um ca. 15 Minuten), die Systemzeit zwischen Klosters und Davos auf 15 Minuten zu senken, die Fahrplanstabilität zu verbessern und eine Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit des öffentlichen Verkehrs zu erreichen.

Im Rahmen des Auftrags wurden 8 Varianten ausgearbeitet. Die Bestvariante mit einem 6'900 m langen Wolfgangtunnel zwischen der Verladestation Klosters/Selfranga und Davos/Stilli dient als Grundlage für die Bearbeitung des Vorprojekts.

Der neue Wolfgangtunnel wird als einspuriger und einschaliger Tunnel ohne flächenhafte Abdichtung ausgebaut. In den beiden Drittelpunkten sind Kreuzungsstellen vorgesehen. Alle ca. 500 m wird der Tunnel mit Querverbindungen mit dem parallelen Sicherheitsstollen verbunden. Die Gleisgeometrie ist für den Betrieb auf eine Geschwindigkeit  $v_r = 85$  km/h bergwärts und  $v_r = 55$  km/h talwärts ausgelegt. Das Normalprofil des Tunnels ist kreisförmig und auf einen mechanischen (TBM) Vortrieb abgestimmt. Der Ausbruchquerschnitt beträgt  $52 \text{ m}^2$ . Das Lichtraumprofil richtet sich nach den Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung EBV A nach R RTE 20012. Die Fahrdrachhöhe beträgt 4800mm und der bautechnische Nutzraum (späterer Einbau eines Innengewölbes) ist mit 350 mm berücksichtigt. Der Fahrweg besteht aus einem mind. 40 cm starken Schotteraufbau. Die Entwässerung erfolgt im Mischsystem. Die Werkleitungen werden in Kabelrohrblöcken seitlich der Gleisanlagen in der Sohle angeordnet. Alle 50 m (Portalbereich 25m) sind einseitig Personenschutzrisen vorgesehen.

Der Sicherheitsstollen (Sisto) wird, ausser in den Portalzonen, parallel zum Wolfgangtunnel geführt. Der Abstand beträgt 30m. Das Normalprofil ist kreisförmig und auf den TBM Vortrieb ausgelegt. Das Lichtraumprofil beträgt  $2.80 \times 2.80$  m. Der Sisto wird einschalig ausgeführt und wird nicht abgedichtet. In der Sohle sind 2 Kabelblöcke für die Niederspannung vorgesehen.

Das Portal des Wolfgangtunnels auf Seite Klosters/Selfranga befindet sich rechts und ca. 20m neben dem Portal des heutigen Vereinatunnels. Im Bereich Davos/Stilli schliesst die neue Verbindung am Ende des Davosersees an das heutige Stammgleis an.

Die Erschliessung der Baustelle erfolgt primär von der Seite Klosters/Selfranga her. Hier befindet sich auch der Hauptinstallationsplatz. In der ersten Phase erfolgt der Vortrieb des Sicherheitsstollens. Dieser dient auch zur Vorauserkundung und für all-fällige vorgängig durchzuführende Stabilisierungsmassnahmen im Wolfgangtunnel. Der Vortrieb des Wolfgangtunnels erfolgt nach dem Sicherheitsstollen. Es wird mit einer Bauzeit von ca. 8 Jahren gerechnet. Die Kosten (Preisbasis Oktober 2010, Genauigkeit +/- 20%) belaufen sich auf ca. Fr. 356 Mio.

## 1. AUSGANGSLAGE

Ein Tunnel zwischen Klosters und Davos ist ein wesentliches Element für eine nachhaltige Beschleunigung der Strecke Landquart – Davos. Dabei geht es in erster Linie darum, die Reisezeit der Rhätischen Bahn (RhB) von Landquart nach Davos unter 60 Minuten zu ermöglichen (Reduktion um ca. 15 Minuten), die Systemzeit zwischen Klosters und Davos auf 15 Minuten zu senken, die Fahrplanstabilität zu verbessern und eine Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit des öffentlichen Verkehrs zu erreichen. Nicht nur der regelmässige Lokalverkehr, sondern auch der Fernverkehr profitiert von einer solchen Attraktivitätssteigerung.

Die RhB hat die EDY TOSCANO AG beauftragt, ein Vorprojekt für einen Tunnel zwischen Klosters und Davos (Wolfgangtunnel) zu erarbeiten. In einer ersten Phase wurden verschiedene Varianten für die Wahl der Linienführung untersucht und in einem separaten Kurzbericht Varianten Linienführung behandelt. Die Bestvariante dient als Grundlage für dieses Vorprojekt.

Im vorliegenden Bericht werden die bautechnischen Aspekte behandelt. Die geologischen Verhältnisse werden in einem separaten Dossier Vorprojekt Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie im Detail beschrieben. Ebenso werden die Untersuchungen / Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit in separaten Berichten behandelt.

## 2. GRUNDLAGEN

Es standen folgende Grundlagen zur Verfügung:

### Berichte, Sitzungen:

- Vorstudie Strecken- Netzergänzungen RhB (Auszüge), Projekt 5: Tunnel Klosters – Davos und Tunnel Laret – Davosersee, Mai 2004
- Nutzungsvereinbarung Neubau Wolfgangtunnel, November 2010
- Neubau Wolfgangtunnel, Kurzbericht Varianten Linienführung, EDY TOSCANO AG, 8. Juni 2010
- Neubau Wolfgangtunnel, Vorprojekt Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie, Dr. M. Kobel + Partner AG, 30. Juli 2010
- Neubau Wolfgangtunnel, Bericht Sicherheitskonzept, EDY TOSCANO AG, 18. August 2010
- div. Projektierungssitzungen mit RhB und Geologe

## Normen und Richtlinien

### *SIA Normen*

- 197 (2004) Projektierung Tunnel, Grundlagen
- 197/1(2004) Projektierung Tunnel, Bahntunnel
- 260 (2003) Grundlagen Projektierung von Tragwerken
- 261 (2003) Einwirkung auf Tragwerke
- 262 (2003) Betonbau

### *Richtlinien*

Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV) vom 02. Juli 2006

Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnel, Bundesamt für Verkehr, 10 August 2009

## **3. GEOLOGIE**

Die vorhandenen geologischen Verhältnisse im Projektperimeter werden im Bericht Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie vom Geologenbüro Dr. M. Kobel + Partner AG, Sargans beschrieben. Die Geologie Wolfgangtunnel basiert auf der Bestvariante der Linienwahl (vergleiche Kapitel 4) und wird wie folgt zusammengefasst:

Der Wolfgangtunnel durchquert die folgenden tektonischen Einheiten:

- Aroser Schuppenzone
- Dorfberg-Kristallin
- Schafläger-Zug
- Silvretta-Decke
- Arosa Dolomiten-Decke
- Seebodenwald-Schuppe

Nachfolgend werden die prognostizierten Gesteinstypen und deren mutmasslichen Streckenlängen zusammengefasst:

110 m	Mélange aus Flyschschiefern der Kreide, Trias-Dolomit, Verrucano
710 m	Flyschschiefer
190 m	Serpentinit
170 m	Dolomit
80 m	Verrucano
120 m	unbekannter, geotechnisch ungünstiger Gesteinsinhalt (keine Untersuchungen durchgeführt)
5400 m	Kristallin, davon 420 m schiefrige tektonisierte Silvretta-Basis, Rest vorwiegend plattig bis gebankte glimmerführende Gneise, wenig Amphibolit

Die Schieferungs- und Schichtflächen streichen vorwiegend diagonal bis quer zum Tunnel und fallen meist mittelsteil ein. Es werden mindestens 10 relevante Störzonen erwartet.

Geotechnisch schwierige Strecken (Serpentinit, druckhafte Strecken der Silvretta-basis) werden rund 10 % der Tunnelstrecke umfassen. Auf der restlichen Strecke ist mit nachbrüchigem bis gebrächem, örtlich auch druckhaftem Gebirge zu rechnen.

Auf Grund des heutigen Kenntnisstandes ist voraussichtlich maximal die Hälfte des Ausbruchsmaterials für eine Aufbereitung zu Betonzuschlagsstoffen geeignet. Zur Verifizierung sind jedoch noch Untersuchungen erforderlich.

Bei beiden Portalen ist die Lockergesteinsstrecke geringmächtig (einige Meter bis Dekameter).

Die mutmassliche Bergwassermenge wird auf 20 – 70 l/s mit einer oberen Streubreite von 150 l/s geschätzt. Im Allgemeinen ist das Wasser leicht alkalisch und weich bis sehr weich. Örtlich ist der Sulfatgehalt hoch und damit betonaggressiv.

## 4. VARIANTENVERGLEICH

### 4.1 Allgemeines

In einer ersten Phase wurden im Rahmen des Auftrags 8 Varianten untersucht (vergleiche Kurzbericht Varianten Linienführung) und in 3 Sektoren aufgeteilt:

Sektor West: Trassierungen: tangential aus Zugwaldtunnel und Führung unterhalb Gotschnagrad in Richtung Davos

Sektor Mitte: Trassierungen: ab Stammgleis heutiger Wolfganglinie im Bereich Cavadürli und Riet / Stützwald und Führung unterhalb Wolfgangpass in Richtung Davos

Sektor Ost: Trassierungen: ab Verladestation Selfranga (Vereinatunnel) und Führung unterhalb Mönchalp in Richtung Stilli / Davos

Die RhB hat für Variantenuntersuchungen die folgenden Zielvorgaben für die Wahl der Trassierung definiert:

- Max. Steigung 40 ‰
- Mind. horizontaler Radius  $R = 500 \text{ m}$ , Portalzone
- $R = 350 \text{ m}$
- Einspuriger Bahntunnel mit Kreuzungsstellen

### 4.2 Kurzbeschreibung der Varianten

#### Sektor West:

	Variante West 1	Variante West 2
Portal Nord	Zugwaldtunnel	Zugwaldtunnel
Portal Süd	Unterirdischer Bahnhof in Davos Dorf	Davos / Stilli
Tunnellänge	7'900 m	8'400 m
Steigung	42 ‰	42 ‰
Minimaler Radius (Projekt)	400 m	400 m
Höhendifferenz	330 m	350 m
Gesamtlänge Bahnhof Klosters Platz – Bahnhof Davos Dorf (ca.)	8.5 km	9.7 km



## Sektor Mitte

	<b>Variante Mitte 1</b>	<b>Variante Mitte 2</b>	<b>Variante Mitte 3</b>	<b>Variante Mitte 4</b>
Portal Nord	Cavadürli	Ried	Ried	Stützwald
Portal Süd	Ober Laret	Höhwald / Davoser- see	Davos / Stilli	Davos / Stilli
Tunnellänge	6'750 m	3'200 m	5'080 m	4'850m
Steigung	40 ‰	0 bis 70 ‰	20 ‰	14 ‰
Minimaler Radius (Projekt)	500 m	2'500 m	750 m	650 m
Höhendifferenz	270 m	130 m	100 m	70 m
Gesamtlänge Bahnhof Klosters Platz – Bahn- hof Davos Dorf (ca.)	14.3 km	12.3 km	12.8 km	13.4 km

## Sektor Ost

	<b>Variante Ost 1</b>	<b>Variante Ost 2</b>
Portal Nord	Verladestation Selfranga	Verladestation Selfranga
Portal Süd	Davos / Stilli	Davos / Stilli
Tunnellänge	7'000 m	8'025 m
Steigung	40 ‰	35 ‰
	<b>Variante Ost 1</b>	<b>Variante Ost 2</b>
Minimaler Radius (Projekt)	1'700 m	1'000 m
Höhendifferenz	280 m	280 m
Gesamtlänge Bahnhof Klosters Platz – Bahnhof Davos Dorf (ca.)	10.5 km	11.5 km

Bei allen Varianten wird die alte Stammstrecke Klosters – Davos stillgelegt und abgebrochen. Die aufgehobenen Haltestellen Cavadürli, Laret und Wolfgang werden nicht mehr bedient (ev. Busersatz).

#### 4.3. Ergebnis des Variantenvergleichs

Zusammenfassend hat der Variantenvergleich die folgenden Resultate ergeben:

	Positive Aspekte	Negative Aspekte
<b>Sektor West:</b>	Kürzeste Streckenverbindung zwischen den Stationen Klosters und Davos	<p>Trassierungen aus geologischer Sicht ungünstig</p> <p>tangentialer Anschluss an Zugwaldtunnel bautechnisch anspruchsvoll</p> <p>Störung Bahnbetrieb während gesamter Bauzeit unumgänglich</p> <p>Zugsunterbrüche auf der Vereinalinie unumgänglich</p> <p>nur beschränkte Platzverhältnisse für Bauinstallationen bei den Portalen</p> <p>Erschliessung Baustelle auf Seite Klosters nur über Zugwaldtunnel möglich</p>
<b>Sektor Mitte:</b>	Kurze Tunnels mit mehrheitlich geringen Steigungen	<p>Trassierung im Norden auf heutiger Stammlinie durch aktive Gotschna-Ruschzone (keine Verbesserung)</p> <p>Keine wesentlichen Reisezeitverkürzungen / Kapazitätserhöhungen, da grosser Teil auf bestehendem Stammgleis mit bis zu 45 ‰ Steigung geführt wird</p> <p>Behinderungen des Bahnbetriebs Klosters – Davos während Zeit der Bauarbeiten</p> <p>beschränkte Platzverhältnisse für Bauinstallationen bei den Portalen</p> <p>neue Erschliessungen für Zugang zur Baustelle erforderlich</p>

	Positive Aspekte	Negative Aspekte
<b>Sektor Ost:</b>	<p>Trassierung aus geologischer Sicht im Vergleich zu den andern untersuchten Sektoren günstiger</p> <p>grösserer Kenntnisstand des Baugrunds aus Erkenntnissen Bau Vereinatunnel</p> <p>Keine oder nur beschränkte Behinderung des Bahnbetriebs während Bauzeit</p> <p>Platzverhältnisse bei den Portalen für Bauinstallationen, Erschliessungen und Baubetrieb vorhanden</p>	<p>Tunnel von mind. 7 km Länge</p> <p>Portal Süd in der Nähe des Strandbads Davosersee</p>

Der Variantenvergleich hat ergeben, dass die Varianten im Sektor West und Mitte

- geologisch ungünstig liegen
- bautechnisch aufwendig realisierbar sind
- z.T. grosse Auswirkungen auf den Bahnbetrieb der Vereinaline (Behinderungen, Bahnunterbrüche) haben.

Mit einem Tunnel zwischen Klosters und Davos in den Bereichen der Sektoren West und Ost kann die Reisezeit von Landquart nach Davos unter 60 Minuten gesenkt werden und somit wird eine wesentliche Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit des öffentlichen Verkehrs erreicht. Bei den Varianten im Bereich Mitte ist die Zeiteinsparnis nur minim und der heutige Problemabschnitt durch den Gotschna-Rutschhang wird nicht eliminiert.

Auf Grund der Ergebnisse des Variantenvergleichs wurde entschieden, die Varianten im Sektor West und Mitte nicht mehr weiter zu verfolgen. Als Bestvariante wird die Variante Ost 1 mit dem kürzeren Tunnel festgelegt. Diese dient als Grundlage des Vorprojekts und wird entsprechend weiter bearbeitet.

## 5. PROJEKTBE SCHRIEB WOLFGANGTUNNEL

### 5.1 Übersicht und Abgrenzungen

Der 7160 m lange Projektabschnitt stellt eine neue Verbindung zwischen Klosters und Davos dar. Kernstück ist der 6'900 m lange Wolfgangtunnel (vergleiche Beilage: Situation 1:25'000). Von Klosters kommend zweigt die neue Verbindung beim Verladestation Klosters/Selfranga nach rechts ab und mündet unmittelbar neben dem Portal des Vereinatunnels in den Wolfgangtunnel. Der Tunnel wird einspurig erstellt und weist 2 Kreuzungsstellen auf. Der Tunnel verläuft in einer grossgezogenen Rechtskurve (horizontalen Radius  $R = 2400$  m). Im Bereich Davos/Stilli befindet sich das Südportal. Unmittelbar nach dem Portal schliesst die neue Verbindung schleifend an das bestehende Stammgleis der RhB an.

In einem Abstand von 30 m zum Wolfgangtunnel wird der parallele Sicherheitsstollen (Sisto) auf der Kurvenaussenseite geführt. Die Sisto Portale befinden sich auf der Nordseite links des Portals des Vereinatunnels und auf der Südseite an der Flüelapassstrasse im Bereich Obersand.

Nach dem Bau des Wolfgangtunnels ist vorgesehen, die heutige Bahnlinie über den Wolfgangpass aufzuheben.

### 5.2 Wolfgangtunnel

#### 5.2.1 Allgemeines

Der 6'900 m lange einspurige Wolfgangtunnel ist das Kernstück der neuen Verbindungslinie und beinhaltet zwei Tagbaustrecken mit jeweils anschliessenden Lockergesteinsstrecken in den Portalbereichen Klosters/Selfranga und Davos/Stilli. Etwa in den Drittelpunkten sind 500m lange Kreuzungsstellen vorgesehen. Alle ca. 500 m wird der neue Tunnel mit Querverbindungen mit dem Sicherheitsstollen verbunden.

#### 5.2.2 Linienführung

Die Wahl der Linienführung des neuen Tunnels hängt im Wesentlichen von folgenden Randbedingungen ab:

- Situation Portalbereich Klosters/Selfranga (Verladestation Vereinatunnel)
- Geologische, hydrogeologische und geotechnische Verhältnisse im bergmännischen Tunnelabschnitt
- Geometrische Randbedingungen (Minimalradien, Maximalsteigung) gemäss Nutzungsvereinbarung
- Situation im Bereich Strandbad, Portalbereich Davos/Stilli

Im Bereich der Verladestation Klosters/Selfranga beeinflussen das Unterwerk, das Portal des Vereinatunnels sowie der Stützbach die Linienführung des abzweigenden Gleises.

Im Rahmen der Variantenevaluation hat sich gezeigt, dass die vorliegende Streckenführung bezüglich den geologischen und hydrologischen Verhältnissen im Raum Selfranga / Wolfgang / Davos die günstigste Lösung darstellt.

Das Naherholungsgebiet vor dem Davosersee, das Strandbad und die vorhandenen Überbauungen wurden bei der Standortwahl des Südportals Davos/Stilli mitberücksichtigt.

### 5.2.3 Gleisgeometrie

Die Gleisgeometrie wird für den Betrieb auf eine Geschwindigkeit  $v_r = 85$  km/h bergwärts und auf  $v_r = 55$  km/h talwärts festgelegt. Der minimale horizontale Radius beträgt in der Portalzone Klosters/Selfranga (Übergang ans Stammnetz) 350 m. Auf eine Berechnung der Gleisgeometrie wurde im Rahmen des Vorprojekts verzichtet.

Nachfolgend werden die Hauptelemente der Projektachse aufgeführt:

Km	Element	Länge (m)
0.000 – 0.027	Gerade	27
0.027 – 0.186	R = 350m	159
0.186 – 1.067	Gerade	881
1.067 – 5.907	R = 2'400m	4'840
5.907 – 6.813	Gerade	906
6.813 – 7.009	R = 500m	196
7.009 – 7.119	Gerade	110

### 5.2.4 Normalprofil

Vom Portal Klosters/Selfranga bis zur ersten Querverbindung erfolgt der Ausbruch konventionell (SPV) und das Normalprofil wird als Hufeisenprofil ausgebildet. Anschliessend erfolgt der mechanische Tunnelvortrieb (TBM) bis zur Tagbaustrecke Davos. In diesem Abschnitt ist das Normalprofil als Kreisprofil mit einem Aussenradius von 4.07 m ausgebildet. Bei den Kreuzungsstellen wird das Kreisprofil kurveninnenseitig (hufeisenförmig) erweitert.

Die Ausbruchquerschnitte betragen:

Einspurtunnel SPV	49 m <sup>2</sup>
Einspurtunnel TBM	52 m <sup>2</sup>
Kreuzungsstelle (Doppelspur)	82 m <sup>2</sup>

Das Lichtraumprofil richtet sich nach den Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung EBV A nach R RTE 20012 (ehemals Netzteil 2 der Rhätischen Bahn nach Richtlinie R 30.1). Der Fluchtweg ist einseitig angeordnet und beträgt mind. 1.00 m in der Breite und 2.20m in der Höhe. Der volle Fensterraum und der Schlupfweg sind eingehalten. Die Fahrdrachthöhe beträgt 4800 mm (inkl. Hebungsreserve). Der bautechnische Nutzraum ist mit 350 mm (späterer Einbau eines Innengewölbes) berücksichtigt.

Für den Ausbau (Ausbruchsicherung und Verkleidung) ist gemäss Vorgabe RhB grundsätzlich ein einschaliges System vorgesehen. Der Tunnel wird nicht flächenhaft abgedichtet. Bei den Tagbaustrecken und den Querverbindungen ist eine flächenhafte Abdichtung vorgesehen (Kap. 5.2.6).

Das anfallende Bergwasser wird beidseitig mit einer Sickerleitung gesammelt und abgeleitet.

Im Bankettbereich befinden sich beidseitig die Kabelrohranlagen in vorfabrizierten Betonelementen für die Hoch- und Niederspannungsleitungen. (Kap. 5.2.8)

Der Fahrweg besteht aus einem Schotteroberbau. Der Schotteroberbau hat eine minimale Schotterstärke von 40 cm. Vorgesehen sind Betonschwellen (L = 2 m) und Schienenprofile 46E1 (Typ SBB 1).

### 5.2.5 Querverbindungen

Alle 500 m sind Querverbindungen vom Tunnel zum parallel verlaufenden Sicherheitsstollen vorgesehen. Die Querverbindungen dienen als Notausgänge.

Die Querverbindungen weisen einen lichten Raum von 12.9 m<sup>2</sup> auf. Die zweischalig ausgebauten hufeisenförmigen Verbindungen sind abgedichtet und so ausgelegt, dass auch die Bahntechnikeinrichtungen (Elektroschränke für die Elektro- und Telekommunikationseinrichtungen) seitlich platziert werden können.

Die Entwässerung (seitliche Gewölbedrainagen) erfolgt in Richtung Sicherheitsstollen.

Die Querverbindungen weisen in Richtung des Sicherheitsstollens ein Gefälle von 2 % auf und sind gegenüber dem Tunnel mit Sicherheitstüren (Schleuse) abgetrennt.

### 5.2.6 Abdichtung

Der Tunnel wird einschalig ausgeführt. Ausser in den Tagbaustrecken und den Querverbindungen ist keine flächenhafte Abdichtung vorgesehen. Das anfallende Bergwasser wird gezielt gefasst (Drainagebohrungen) und mittels Halbschalen / Noppenbahnstreifen der Entwässerungsleitung in der Tunnelsohle zugeführt.

### 5.2.7 Entwässerung

Die Entwässerung erfolgt im Mischsystem. Die Ableitung des im Gewölbe gefassten Bergwassers erfolgt beim einschalig ausgebauten Tunnelprofil über Halbschalen / Noppenbahnstreifen zu den systematisch angeordneten Drainageschlitten unter den Banketten. Von dort fliesst das Wasser auf der Betonsohle zur Entwässerungsleitung in der Tunnelsohle. Das im Fahrraum und in der Tunnelsohle anfallende Wasser wird mit entsprechendem Quergefälle direkt in die Entwässerungsleitung abgeleitet. Alle 100 m sind Kontrollschächte in Gleismitte vorgesehen.

Die Einleitung in den Vorfluter erfolgt beim Tunnelportal Klosters/Selfranga. Im Vorprojekt ist für den Störfall ein Stapelbecken vor der Einleitung in den Vorfluter berücksichtigt.

### 5.2.8 Kabelanlagen

Die Werkleitungen werden in Kabelrohrblöcken seitlich der Gleisanlagen in der Sohle angeordnet. Die Trassierung der Niederspannungsleitungen ist im Sicherheitsstollen vorgesehen (Kap.5.3.5). Für die Feinverteilung der Niederspannung ist auf der linken Seite im Wolfgangtunnel ein Kabelrohrblock mit 2 Kabelschutzrohren NW 132/120 und ein Oberflächen-Kabelkanal (OKK) 20 x 45 cm angeordnet. Für die Hochspannung ist auf der rechten Seite ein Kabelrohrblock mit 6 Kabelschutzrohren NW 132/120 projektiert.

Im Vorprojekt sind folgende Kabelschächte im Wolfgangtunnel berücksichtigt:

#### Niederspannung:

Kabelschacht Typ I,  $L \times B \times T = 3.03 \times 1.30 \times \min. 0.90\text{m}$ ,  
alle 500m Total 16 Stück

#### Hochspannung:

Hochspannungsschacht,  $L \times B \times T = 8.08 \times 0.80 \times 0.90\text{ m}$ ,  
alle 250 m Total 31 Stück



Die Elektro- und Telekommunikationseinrichtungen sind in den Querverbindungen angeordnet (vgl. Kap. 5.2.5).

### **5.2.9 Personenschutznischen**

Im Wolfgangtunnel sind alle 50m einseitig Personenschutznischen vorgesehen. Im Portalbereich betragen die Abstände 25 m. In den Doppelspurabschnitten (Kreuzungsstellen) werden die Personenschutznischen beidseitig angeordnet. Die Abmessungen betragen gemäss Nutzungsvereinbarung: Höhe x Länge x Tiefe = 2.20 x 1.50 x 2.00 m.

## **5.3 Sicherheitsstollen**

### **5.3.1 Linienführung**

Die Linienführung des Sicherheitsstollens erfolgt parallel und kurvenaussen-seitig des Wolfgangtunnels. Zwischen der ersten und der letzten Querverbindung beträgt der Achsabstand 30 m.

Das Portal Klosters/Selfranga befindet sich auf der linken Seite des Vereinaportals. Der Zugang erfolgt ab dem bestehenden Erschliessungsweg. Die Linienführung zwischen dem Portal und der ersten Querverbindung erfolgt steigend und führt über das Profil des Vereinatunnels.

Das Südportal in Davos befindet sich an der Flüelapassstrasse im Gebiet Obersand. Die Linienführung ab der letzten Querverbindung erfolgt in einem leichten Bogen und erreicht beim bestehenden Felskopf das Portal Davos. Die Erschliessung ist ab dem bestehenden Abstellplatz gewährleistet.

### **5.3.2 Normalprofil**

Vom Portal Klosters/Selfranga bis zur ersten Querverbindung wird das Normalprofil hufeisenförmig erstellt. Dieser Abschnitt dient auch als Zugangstollen während der Bauphase. Das Lichtraumprofil ist deshalb für einen einspurigen Baustellenverkehr 3.90 x 4.50m ausgelegt. Im lichten Profil hat es zusätzlichen Platz für Baulüftung, Förderbänder/Bauinstallationen sowie einen Personenweg. Der Ausbruchquerschnitt beträgt 37 m<sup>2</sup>.

Ab der ersten Querverbindung bis zum Portal Davos ist das Normalprofil als Kreisprofil für einen mechanischen Vortrieb (TBM) ausgelegt. Das Lichtraumprofil beträgt 2.80 x 2.80 m.



### **5.3.3 Abdichtung**

Der Sicherheitsstollen wird einschalig ausgeführt und wird nicht abgedichtet. Gössere Wassereindringstellen werden gezielt gefasst und mittels Halbschalen der Entwässerungsleitung in der Sohle zugeführt. In der Nutzungsvereinbarung sind keine besonderen Anforderungen bezüglich der Dichtigkeit festgelegt.

### **5.3.4 Entwässerung**

Das anfallende Wasser auf dem Gehweg / Fahrbahn wird in die seitlich angeordneten Halbschalen geleitet und ca. alle 100 m via Einlaufschacht der Entwässerungsleitung in der Sohlenmitte zugeführt.

Die Entwässerung erfolgt im Mischsystem. Beim Portal Klosters/Selfranga wird das Wasser dem Vorfluter zugeführt.

### **5.3.5 Kabelanlagen**

In der Sohle sind 2 Kabelrohrblöcke mit je 3 Rohren NW 132/120 für die Niederspannung vorgesehen. Jeweils bei den Querverbindungen (ca. alle 500 m) sind Kabelschächte Typ I,  $L \times B \times T = 3.03 \times 1.30 \times \text{min. } 0.90 \text{ m}$ , projektiert. Dort erfolgt auch die Verbindung zum Wolfgangtunnel für die Feinverteilung.

## **5.4 Portalzonen**

### **5.4.1 Portalzone Klosters/Selfranga**

Das Portal des Wolfgangtunnels befindet sich rechts und ca. 20 m neben dem bestehenden Portal des Vereinatunnels. Der Anschluss an das Stammgleis der Vereinaline erfolgt unmittelbar neben dem Unterwerk Selfranga. Das offen geführte Teilstück bis zum Portal beträgt ca. 150 m. Die bestehende RhB Brücke über den Stützbach muss um ca. 5 m verbreitert werden.

Das Portal des Sicherheitsstollens befindet sich ca. 60 m neben dem Vereinaportal (linke Seite). In der Tagbaustrecke sind die Zugangsschleusen und die Lüftung enthalten. Die Zu- und Wegfahrt erfolgt über den bestehenden Erschliessungsweg, welche von der Verladestation Klosters/Selfranga zum Dorf Klosters führt.

Im Portalbereich sind Flächen für das Stapelbecken, einen Helikopterlandeplatz und Personensammelstellen ausgeschieden worden. Der genaue Standort und die Grösse sind in der nächsten Projektierungsphase im Detail zu behandeln.

## 5.4.2 Portalzone Davos

Das neue Gleis aus dem Wolfgangtunnel schliesst schleifend an das heutige Stammgleis an. Da voraussichtlich die heutige RhB Verbindung über den Wolfgangpass nach Klosters (nach Eröffnung Wolfgangtunnel) aufgehoben wird, wurde das Portal bis in den Bereich des heutigen Stammgleis vorgezogen, damit das Strandbad möglichst vor allfälligen Immissionen der Bahn geschützt bleibt. Bergseitig ist längs des neuen Bahntrasses eine Stützkonstruktion erforderlich.

Das Portal des Sicherheitsstollens befindet sich an der Flüelapassstrasse im Bereich Obersand. Die Zugangsschleusen und Lüftung sind im bergmännischen Bereich nach dem Portal vorgesehen. Die Zu- und Wegfahrt erfolgt über den bestehenden Vorplatz an die Flüelapassstrasse.

## 6. BAUAUSFÜHRUNG

### 6.1 Baustellenerschliessungen und –installationen

Die Erschliessung der Baustelle erfolgt primär von der Seite Klosters/Selfranga her. Hier befindet sich auch der Hauptinstallationsplatz für die Bauarbeiten. Für die Erschliessung per Bahn sind Anschlussgleise und ein Baubahnhof im Bereich der Verladestation Selfranga möglich. Dies ist in der nächsten Projektphase im Detail zu planen.

Eine weitere Erschliessung des Installationsplatzes Klosters/Selfranga erfolgt über das bestehende Strassennetz.

Die Zufahrt und der Betrieb der Bahnbenutzer (Verladestation Klosters/Selfranga) sind während der gesamten Bauzeit zu gewährleisten.

Auf der Seite Davos ist eine provisorische Baustellenzufahrt ab der Flüelapassstrasse bis zum Portal des Wolfgangtunnels notwendig. Die Installationsflächen sind nur für die Tagbauarbeiten ausgelegt. Eine Erschliessung per Bahn ist nicht vorgesehen.

Die Erschliessung der Baustelle Portal Sicherheitsstollen erfolgt ab der Flüelapassstrasse.

### 6.2 Vortriebskonzept / Arbeitsabläufe

In der Beilage ist das Vortriebskonzept dargestellt. Dieses basiert auf folgenden Annahmen / Randbedingungen:

- Der Hauptinstallationsplatz des Tunnelbauers befindet sich im Portalbereich Klosters/Selfranga

- Der Sicherheitsstollen vom Portal Klosters/Selfranga bis zur ersten Querverbindung ist als einspuriger und mit Baustellenfahrzeugen befahrbarer Zugangstollen ausgebaut.
- Der Vortrieb des Sicherheitsstollens erfolgt zeitlich vor dem Wolfgangtunnel und dient zusätzlich zur Vorauserkundung. Allfällige Störzonen können vom Sicherheitsstollen aus (über die Querverbindungen) vorgängig stabilisiert werden, so dass der TBM Vortrieb des Wolfgangtunnels weniger behindert wird.
- Die Montage der beiden Tunnelbohrmaschinen für den Sicherheitsstollen und den Wolfgangtunnel erfolgt untertags, d.h. es werden im Bereich der ersten Querverbindung Montagekavernen ausgebrochen
- Beim Portal Davos/Stilli des Wolfgangtunnels werden nur der Voreinschnitt und die Tagbauten erstellt. Der bergmännische Vortrieb erfolgt steigend von der Seite Klosters/Selfranga her.
- Der fallende Vortrieb vom bergmännischen Portal Davos des Sicherheitsstollens aus beschränkt sich auf den verwitterten Felsbereich (ca. 5 m).

Nachfolgend werden die einzelnen Phasen erläutert:

#### **Phase 1:**

Sicherheitsstollen vom bergmännischen Portal Klosters/Selfranga aus:

- Voreinschnitt und steigender Vortrieb des Zugangstollen im Lockermaterial mit Rohrschirm
- Steigender Vortrieb Zugangstollen im Fels (SPV) über das Profil des Vereinatunnels bis zum ersten Querverbindungstollen
- Ausbruch (SPV) und Sicherung Startkaverne für TBM

#### **Phase 2:**

Sicherheitsstollen von der Startkaverne TBM aus:

- Montage TBM
- Steigender TBM Vortrieb bis zum Portal Davos

Sicherheitsstollen von Portal Davos aus:

- Ausbruch und Sicherung Portalbereich (verwitterte Zone)

### **Phase 3:**

Vorbereitungsarbeiten für TBM Vortrieb Wolfgangtunnel (erfolgt parallel zur Phase 2):

- Ausbruch und Sicherung erster Querverbindungsstollen
- Voreinschnitt und Vortrieb im Lockermaterial mit Rohrschirm
- Ausbruch und Sicherung im Fels bis zum ersten Querstollen
- Ausbruch und Sicherung Startkaverne
- Montage TBM

### **Phase 4:**

TBM Vortrieb Wolfgangtunnel:

- Steigender TBM Vortrieb bis Voreinschnitt Davos

Parallele Tätigkeiten zum TBM Vortrieb:

- Ausbruch und Sicherung Querverbindungsstollen
- Voreinschnitt Portal Davos/Stilli
- Innenausbau Sicherheitsstollen
- Tagbauten und Portale Sicherheitsstollen

### **Phase 5:**

Fertigstellung Wolfgangtunnel:

- Profilaufweitung für Kreuzungsstellen
- Innenausbau
- Tagbauten und Portale

### **Phase 6:**

Portalzonen:

- Abschlussarbeiten; Nebenanlagen
- Deinstallationen

Wolfgangtunnel und Sicherheitsstollen:

- Bahntechnik und elektrotechnische Anlagen (Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen)
- Testphasen

## 7. MATERIALBEWIRTSCHAFTUNG

Aus dem bergmännischen Tunnel fallen ca. 525'000 m<sup>3</sup> Fels- und ca. 8'000 m<sup>3</sup> Lockergestein an (Festmass).

Gemäss geologischer Prognose (Kap. 3) sind ca. 50 % des Tunnelausbruchmaterials grundsätzlich wiederverwertbar. Im Vorprojekt ist berücksichtigt, dass das nicht verwertbare Material auf eine noch zu bestimmende Deponie im Raume S-chanf mit der Bahn zur Endlagerung abtransportiert wird. Das entspricht ca. 740'000 to Ausbruchmaterial.

## 8. BAHNTECHNIK

Für das vorliegende Projekt wurde kein spezielles Projekt Bahntechnik ausgearbeitet. Im Kostenvoranschlag wurden auf Grund von Erfahrungen die entsprechenden Kosten berücksichtigt.

## 9. BETRIEBS- UND SICHERHEITSAUSRÜSTUNG

Für das vorliegende Projekt wurde ein Sicherheitsbericht (vgl. Bericht Sicherheitskonzept, EDY TOSCANO AG, 18. August 2010) ausgearbeitet, in welchen die heutigen Anforderungen an die Betriebs- und Sicherheitsausrüstung berücksichtigt sind. Im Kostenvoranschlag wurden auf Grund von Erfahrungen die entsprechenden Kosten berücksichtigt.

## 10. LANDERWERB

Folgende Flächen sind von Dritten (nicht RhB) zu erwerben:

Definitiv zu erwerbende Flächen:	Seite Klosters:	Total	500 m <sup>2</sup>
	Seite Davos:	Total	200 m <sup>2</sup>
Temporär zu erwerbende Flächen:	Seite Klosters:	Total	33'000 m <sup>2</sup>
	Seite Davos:	Total	7100 m <sup>2</sup>

## 11. RODUNGEN

Im Raume der Portalzone Davos/ Stilli sind ca. 3'500 m<sup>2</sup> Fläche zu roden.

## 12. BAUPROGRAMM

Das Bauprogramm basiert auf der Annahme, dass die Tunnelvortriebe von Seite Klosters/Selfranga aus erfolgen. Von Seite Davos aus werden aus logistischen Gründen (Platzverhältnisse, Transport Ausbruchmaterial) nur die Tagbau- und Lockergesteinsstrecken aufgefahren.

Für die Bauzeitberechnung wurden folgende Annahmen getroffen:

- Es wird an 6 Tagen in der Woche gearbeitet
- Für die Untertagearbeiten beträgt die Arbeitszeit pro Tag 24 h (3 Schichten)
- Ab Mitte Dezember bis Mitte Januar ist die Baustelle geschlossen
- Die Vortriebsleistungen resultieren aus dem Mittelwert der Vortriebsleistungen der prognostizierten Sicherungsklassen entlang des Tunnels.
- Die Vortriebsleistungen der vorgesehenen Sicherungsklassen basieren auf Erfahrungswerten

### Bauprogramm

	TÄTIGKEITEN	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr
Alg.	Installationen	■						■	
Sisto	Voreinschnitt und Zugangsstollen	■							
	Montage / Demontage TBM		■			■			
	TBM Vortrieb		■	■	■	■			
	Innenausbau						■		
Quer- verbindg.	Ausbruch				■	■			
	Innenausbau						■	■	
Tunnel	Voreinschnitt und konventioneller Vortrieb			■					
	Montage / Demontage TBM				■			■	
	TBM Vortrieb				■	■	■		
	Innenausbau							■	
RhB	Einbau Fahrbahn/Schotter/Fahrtg./Elektr.								■
	Testphase								■

#### LEGENDE

■	Installationen / Montagen / Demontagen
■	Vortrieb / Ausbruch
■	Innenausbau
■	Testphase

Für den Bau des Wolfgangtunnels ist mit einer Bauzeit von ca. 8 Jahren zu rechnen.

### 13. KOSTEN

Die Kostenschätzung wurde auf der Preisbasis 2010 (Oktober) ermittelt. Die Kosten der Bahntechnik und Betriebs- und Sicherheitsausrüstung basieren auf Erfahrungswerten der RhB.

Die Genauigkeit der angegebenen Kosten beträgt +/- 20 %

BASISINVESTITION		Total (CHF)
1	ROHBAU	234'700'000
2	BAHNTECHNIK	29'200'000
3	BETRIEBS- UND SICHERHEITSEINRICHTUNGEN	3'600'000
4	LANDERWERB / RODUNGEN	1'000'000
5	PROJEKTLEITUNG, PLANUNG UND BAULEITUNG, DRITTKOSTEN	41'300'000
6	<b>ZWISCHENTOTAL INVESTITIONSKOSTEN</b>	<b>309'800'000</b>
7	DIVERSES, UNVORHERGESEHENES (15%)	46'200'000
8	<b>TOTAL INVESTITIONSKOSTEN OHNE MWST.</b>	<b>356'000'000</b>

Chur, 26. November 2010

EDY TOSCANO AG

Curdin Bischoff

Grünes Zwischenblatt !!!!

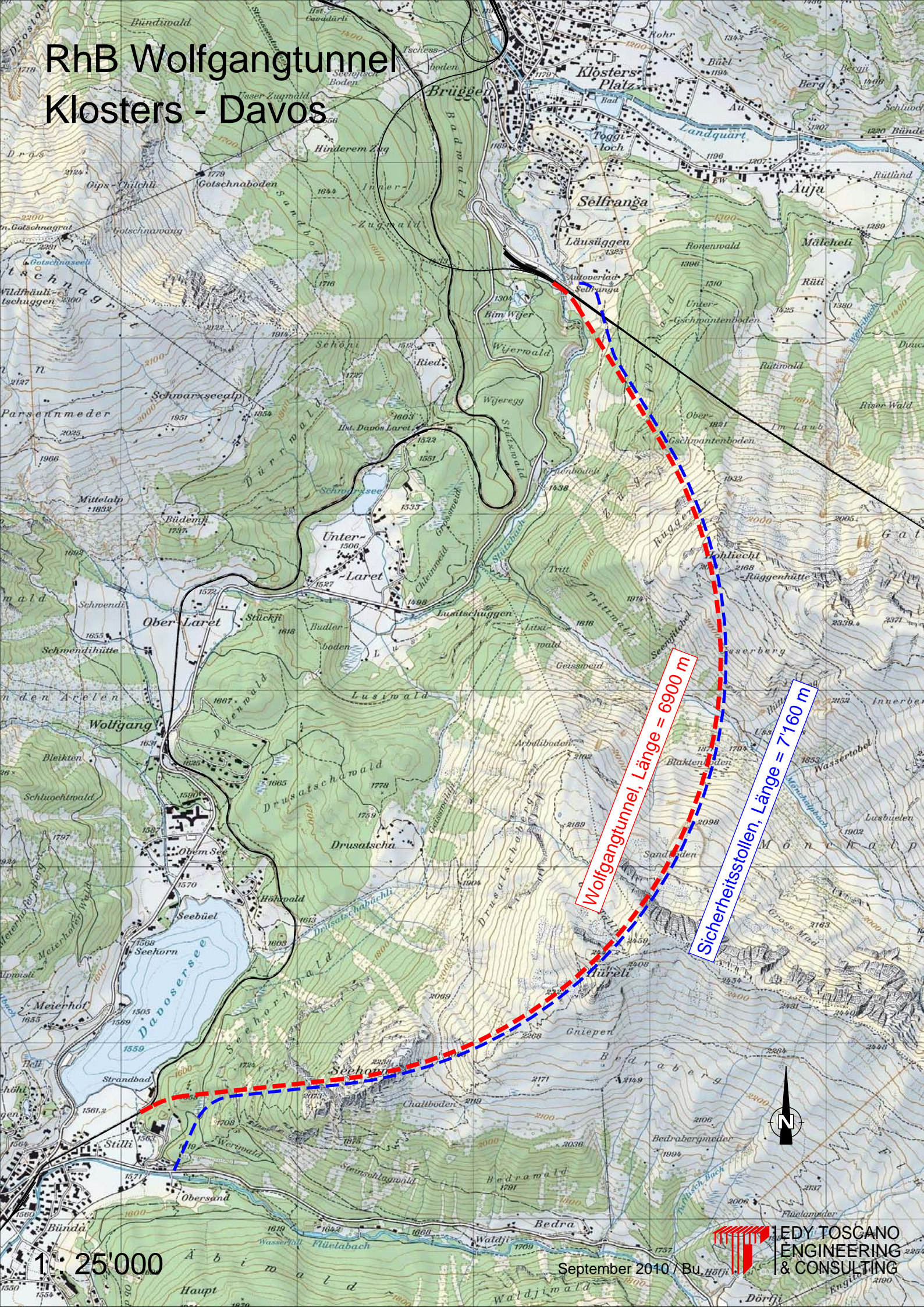


## Beilagen:

- RhB-Wolfgangtunnel, Klosters-Davos, Situation 1:25'000 Linienführung
- Neubau Wolfgangtunnel, Vortriebskonzept



# RhB Wolfgangtunnel Klosters - Davos





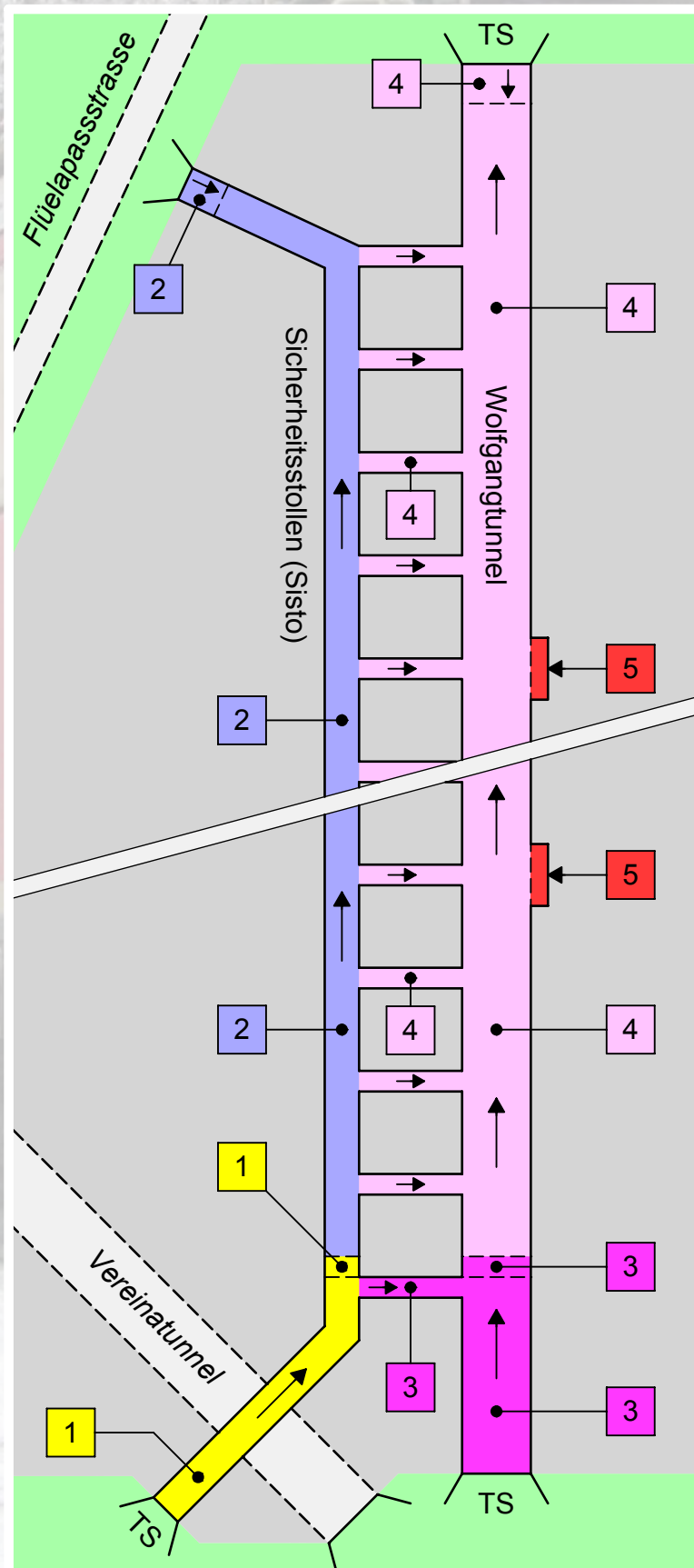
# Neubau Wolfgangtunnel

## Vortriebskonzept

(Tunnellänge Wolfgangtunnel = 6900 m)

(Tunnellänge Sicherheitsstollen = 7160 m)

Portal Davos / Stilli



Portal Klosters / Selfranga



**Rhätische Bahn**

Ferrovia retica Viafier retica

1

SPV: Voreinschnitt und Zugangsstollen  
SPV: Startkaverne TBM (Sisto)

2

TBM: Sicherheitsstollen  
SPV: Voreinschnitt Portal Davos (Sisto)

3

SPV: 1. Querstellen  
SPV: Voreinschnitt und Tunnel (bis zum ersten Querstellen)  
SPV: Startkaverne TBM (Wolfgangtunnel)

4

TBM: Wolfgangtunnel  
SPV: Querstellen  
TS: Voreinschnitt Portal Davos / Stilli

5

SPV: Aufweitung der Kreuzungsstellen

TS Tagbaustrecke  
→ Vortriebsrichtung



**EDY TOSCANO**  
ENGINEERING  
& CONSULTING