

## Ceneri-Basistunnel

D. Rossi

Der Ceneri-Basistunnel ist nach dem Gotthard- und dem Lötschberg-Basistunnel das drittgrößte Tunnelprojekt in der Schweiz. Als logische Fortsetzung des Gotthard-Basistunnels erlaubt der Ceneri-Basistunnel die Realisierung der Flachbahn für den Güterverkehr durch die Schweiz und die Sicherstellung der Personenverkehrs-Anschlüsse in den Zentren nördlich und südlich der Alpen.

Mit bis zu 26 ‰ haben die Rampen der heutigen Bahnstrecken am Ceneri dieselben Steigungen wie jene am Gotthard. Der Bau des Gotthard-Basistunnels allein hätte also für schwere Güterzüge eine zusätzliche Lokomotive nicht vermeiden können. Im Personenverkehr kann mit dem Ceneri-Basistunnel die nötige Fahrzeitreduktion erreicht werden, um den Reisenden in Zürich im schweizerischen und in Mailand im italienischen Fahrplansystem optimale Anschlüsse zu gewährleisten. Die Reisezeit Zürich – Milano wird von heute 4 Stunden 10 Minuten auf neu 2 Stunden 40 Minuten reduziert.

Zusätzlich zu den zuvor aufgeführten Argumenten gibt es auch Kapazitätsüberlegungen. Diese werden in

Zukunft zur Vervollständigung der Strecken (mit den Strecken Biasca–Bellinzona und südlich von Lugano bis zur italienischen Grenze) führen (Bild 1).

### Übersicht Projekt Ceneri-Basistunnel

Das Tunnel-System am Ceneri sieht 2 einspurige Eisenbahnrohre von je 15,4 km Länge von Camorino bei Bellinzona bis Vezia in der Nähe von Lugano vor. Der Achsabstand der Einspurtunnel ist ca. 40 m. Alle 325 m werden die Bahnrohre mit Querschlägen verbunden.

Der Tunnel selber wird zum größten Teil ab dem Zwischenangriff in Sigirino ausgebrochen. Hier hat man im Jahr 2008 den Fensterstollen Sigirino erstellt, ein Zugangstollen mit einer Länge von 2,3 km und einem Durchmesser von 9,70 m. In der Kreuzung Fensterstollen–Tunnelachse ist zurzeit ein Kavernensystem im Bau. 2010 wird ab diesem System der Ausbruch der bei-

## Ceneri Base Tunnel

D. Rossi

The Ceneri Base Tunnel is the third largest project of its kind in Switzerland after the Gotthard and the Lötschberg. As the logical continuation of the Gotthard Base Tunnel the Ceneri Base Tunnel allows the realisation of a flat trajectory railway for goods trains through Switzerland and secures passenger train connections in the centres to the north and south of the Alps.

The ramps of the present-day rail routes at the Ceneri amount to up to 26 ‰ - the same gradients that are to be found at the Gotthard. The building of the Gotthard Base Tunnel alone would not have resulted in an extra locomotive for heavy goods trains being avoided. As far as passenger traffic is concerned the Ceneri Base Tunnel can ensure the necessary reductions in time so that a traveller can obtain optimal connections with respect to the Swiss timetable in Zurich and the Italian system in Milan. Travelling time between Zurich and Milan will be reduced to 2 h and 40 min as against the present 4 h 10 min.

Apart from these arguments there is the issue of capacities. In future these will lead to completion of routes (with the Biasca – Bellinzona line and south of Lugano to the Italian border) (Fig. 1).

foresees 2 single-track rail tubes each 15.4 km in length from Camorino near Bellinzona to Vezia in the vicinity of Lugano. The centre distance between the tunnels is roughly 40 m. Every 325 m the rail tubes are linked by cross-passages.

The tunnel itself will largely be excavated from the intermediate point of attack at Sigirino. The Sigirino access tunnel was produced here in 2008, a heading some 2.3 km in length with 9.70 m diameter. A system of chambers is currently being built at the junction of the access tunnel and the tunnel axis. The excavation of the 2 tunnel tubes is due to commence from this system in 2010. The chambers will accommodate a part of the construction site facilities as the amount of room in front of the access tunnel's portal is very

### Overview of the Ceneri Base Tunnel Project

The Ceneri tunnel system

Dipl. Bauing. Denis Rossi,  
AlpTransit Gotthard AG,  
Section Manager South,  
Lucerne/CH

Denis Rossi, Dipl. Bauing. ETH -  
MBA HSG, AlpTransit Gotthard  
AG, Abschnittsleiter Süd, Luzern/  
CH

den Tunnelröhren starten. Die Kavernen werden einen Teil der Baustelleninstallationen beherbergen, da der Platz vor dem Portal des Fensterstollens sehr begrenzt ist. Vor allem wird in der größten Kaverne die Betonzentrale Platz finden.

Die 8 km ab Sigirino Richtung Norden werden im Sprengvortrieb ausgebrochen. Richtung Süden wird der Vortrieb für fast 2 km sprengtechnisch erfolgen, für die weiteren 4 km erfolgt der Vortrieb mit Sprengvortrieb oder mit einer Tunnelbohrmaschine: die Anbieter des Hauptlooses hatten die Möglichkeit, die eine oder andere Methode anzubieten. Die Bewertung der Angebote läuft zurzeit. Mit einer Vergabe der Arbeiten ist im Sommer 2009 zu rechnen, der Baubeginn ist 2010 vorgesehen.

In Sigirino befinden sich die Hauptbaustelle mit den Anlagen der Materialbewirtschaftung, die Wasserbehandlungsanlage, ein Werksgleisanschluss, die Enddeponie des Ausbruchmaterials (ca. 7 Mio. t) und ein optimaler Straßenanschluss (Autobahn und Kantonsstraße). Dazu gehören natürlich auch ein Baustellendorf mit Unterküften für 450 Personen, eine Kantine, die Büros der Bauleitung und der Unternehmung sowie ein Infopoint, der den Besuch der Außenbaustelle und der Tunnelbaustelle ermöglicht (Bild 2).

Die 2 Portalbaustellen in Camorino und Vezia sind zwar kleiner als der Hauptangriff Sigirino, technisch gesehen aber sehr anspruchsvoll.

Das Nordportal in Camorino befindet sich unter der Autobahn A2, deren Unterquerung in einer Lockermaterialstrecke (Dammschüttung der Autobahn) mit einer Überdeckung von lediglich ca. 10 m erfolgen wird. Der



1 Linienführung Ceneri-Basistunnel

1 Ceneri Base Tunnel route alignment



2 Luftaufnahme der Baustelle Sigirino

2 The Sigirino construction site seen from the air

Vortrieb wird hier mittels eines Doppelbogens von horizontalen Jettingsäulen erfolgen. Un-

constricted. The concrete plant will be housed in the biggest chamber.

The 8 km from Sigirino towards the north will be excavated by means of drill+blast. Towards the south the drive will be accomplished via blasting for almost 2 km, the next 4 km will be tackled by drill+blast or by a tunnel boring machine: Contractors bidding for the main contract section had the opportunity to offer the one or other method. Submissions are currently being assessed. A contract to execute the work is likely to be awarded in summer 2009 with the start of construction scheduled for 2010.

The main construction site is set up in Sigirino with the material management facilities, the water treatment plant, a works siding, the final disposal site for the excavated material (roughly 7 mill. t) and an optimal road link (motorway and cantonal road). Furthermore there is a site village with accommodation for 450 persons, a canteen, the site management and company offices as well as an Info Point, which caters for persons visiting the external site and the tunneling site itself (Fig. 2).

The 2 portal construction sites in Camorino and Vezia may be smaller than the main point of attack at Sigirino but are highly sophisticated in technical terms.

The north portal in Camorino is located beneath the A2 motorway, which will be undercut in a soft ground section (fill from the motorway) with only about 10 m overburden. The drive will take place here using twin-arch horizontal jetting columns. Immediately after the soft ground section there is a rock section some 700 m in length. In order to adhere to the deadlines for the overall construction programme and to compensate for any delays on the main contract section coming from the south, the works contract caters for an option of a max. 2 km.



3 Luftaufnahme der Baustelle Camorino

3 The Camorino site seen from the air



4 Luftaufnahme der Baustelle Vezia

4 The Vezia site seen from the air

mittelbar nach der Lockermaterialstrecke beginnt eine Felsstrecke von etwa 700 m Länge. Um die Termine des Gesamtterminprogramms einzuhalten und um Verspätungen vom aus dem Süden kommenden Hauptlos abzufedern ist im Werkvertrag eine Option von max. 2 km vorgesehen.

Im Portalbereich Camorino entsteht auch die anspruchsvolle 2,7 km lange offene Strecke vom Bahnhof Giubiasco bis zum Nordportal des Ceneri-Basistunnels. Zu diesem Abschnitt gehören unter anderem 2 lange Viadukte, eine 4-gleisige Brücke über die Autobahn und der Ausbau von 2 auf 4 Gleise der bestehenden

Bahnlinie auf einem Damm (Bild 3).

Beim Südportal in Vezia mündet die neue Strecke direkt beim Portal in die bestehende Bahnlinie der SBB. Die Baustelle befindet sich direkt unterhalb der Villa Negroni, einem geschützten historischen Gebäude. Entsprechend heikel sind die Vortriebsarbeiten in diesem Gebiet. Gebaut wird ein Tagbautunnel von etwa 170 m, zusätzlich wird ein Gegenvortrieb von etwa 300 m mit geringer Überdeckung ausgebrochen. In dieser Strecke kreuzt der Bahntunnel den sich ebenfalls im Bau befindenden Straßentunnel Vedeggio-Cassarate (Bild 4).

In the Camorino portal zone the sophisticated 2.7 km open line from Giubiasco Station to the north portal of the Ceneri Base Tunnel is also being produced. This section includes 2 long viaducts, a 4-track bridge above the motorway and developing the existing railway line from 2 to 4 tracks over an embankment (Fig. 3).

At the south portal in Vezia the new line directly joins up with the existing SBB railway

line. The construction site is located exactly below the Villa Negroni, a protected historic building. Driving operations in this area are undoubtedly tricky. A 170 m long cut-and-cover tunnel is to be constructed. Furthermore a counter-drive some 30 m long will be excavated given shallow overburden. The rail tunnel intersects the Vedeggio-Cassarate road tunnel, which is also being built, at this point (Fig. 4).



## Ceneri-Basistunnel

### Stand der Arbeiten

ITC – Örtliche Bauleitung

#### Nordportal Camorino

In der Magadinoebene bei Bellinzona, direkt unter der Autobahn A2 liegt das Nordportal des Ceneri-Basistunnels. Damit fallen die ersten Tunnelmeter beider Portale direkt ins Lockergestein des sensiblen Schüttdamms der Autobahn A2. Der setzungsempfindliche Abschnitt wird mittels Voreinschnitt und horizontalem Jetting-Grouting und Rohrschirm aufgeföhren.

Die dafür notwendigen Vorarbeiten und Vorbereitungen werden seit Oktober 2008 ausgeführt. Der anschliessende 700 m lange Gegenvortrieb im Fels in Richtung Süden ist für August 2009 vorgesehen.

Seit Ende März werden im Portalbereich horizontale und vertikale Jetting-Probepfähle hergestellt und auf ihre Eigenschaften hin geprüft. Gleichzeitig haben die Voreinschnitte der Portale praktisch ihre vorgesehene Sohltiefe erreicht (Bild 5).

Auch am Nordportal ist die Errichtung der Wasserbehandlungsanlage abgeschlossen und in Betrieb gegangen (Reinigungsleistung bis 120 l/s).

#### Sigirino

In den Jahren 1999 bis 2001 wurden der Erkundungsstollen und eine Versuchsstrecke der Installationskaver-

ne im Sprengvortrieb aufgeföhren und damit einhergehend die erste Baustelleninfrastruktur in Sigirino angelegt.

Noch vor dem offiziellen Baubeginn vom Juni 2006 ist durch die Vorbereitungslose im April 2006 begonnen worden, diese Strukturen massiv mit neuen Infrastrukturen auszubauen. Diese übertägigen Erschliessungsarbeiten der Baustelle Sigirino sind heute praktisch abgeschlossen. Im Besonderen wurden neue Autobahnanschlüsse und Zugangsstraßen erstellt, die Baustellenfläche inkl. Infrastrukturen errichtet, die Gebäude des Baustellendorfes und der Baustellenleitung fertig gestellt, die moderne Wasserbehandlungsanlage in Betrieb genommen (Reinigungsleistung bis 120 l/s) und der Werkgleisanschluss im Rohbau erstellt. Die Anlage der Materialbewirtschaftung ist zum Teil schon im Betrieb und fehlende Anlageteile werden gegenwärtig installiert. Das erste Ausbruchmaterial wird auf der endgültigen Ablagerung in Sigirino neben dem Portal des Zugangsstollens eingebaut (Bild 6).

Die untertägigen Vortriebsarbeiten zur Erstellung der Installationskavernen werden parallel dazu ausgeführt. Die auszuföhrenden Arbeiten umfassen unter anderem den Ausbruch des 2,3 km langen

## Ceneri Base Tunnel

### Stage reached by Work

#### Camorino North Portal

The Ceneri Base Tunnel's north portal is located on the Magadino plain near Bellinzona. This means that the initial metres of both portals are located in soft ground – the sensitive fill for the A2 motorway. This settlement-prone section is to be driven by means of an advance cutting and horizontal jet grouting with pipe umbrella.

The necessary advance work and preparations have been progressing since October 2008. The follow-up 700 m long counter-drive in rock towards the south is scheduled for August 2009.

Since the end of March horizontal and vertical jet grouting piles have been produced in the portal zone and their characteristics tested. At the same time the approach cuts for the portals have almost reached their designated floor depth (Fig. 5).

The setting up of the water treatment plant at the north portal has also been concluded and put into service (cleansing rate up to 120 l/s).

#### Sigirino

Between 1999 and 2001 the exploration heading and a test section for the installation chamber were driven by drill+blast and in this way the first construction site infrastructures erected in Sigirino.

Work began on the preparatory sections in April 2006 prior to the official start of building in June that year, designed to develop these structures with new massive infrastructures. These surface development jobs at the Sigirino site have practically been concluded. New motorway links and access roads in particular were produced, the construction site area including infrastructures set up, the buildings for the site village and management completed, the modern water treatment plant made operational (cleansing rate up to 120 l/s) and the works siding produced in skeleton form. The material management facility is partly operational and missing parts required for it currently being installed. The first excavated material is to be dumped on the final disposal site in Sigirino next to the portal of the access tunnel (Fig. 6).

The underground driving operations for producing the installation chambers are being carried out parallel to this. The work to be undertaken includes excavating the 2.3 km long access tunnel using a TBM drive as well as approx. 780 m of chambers created via drill+blast.

At present around 60 % of the chambers and the complete access heading have been driven in accordance with the foreseen rates of progress for the construction programme. The



5 Portalvoreinschnitt in Camorino

5 Portal approach cut in Camorino

Zugangsstollens mittels TBM-Vortrieb sowie ca. 780 m Kavernen im Sprengvortrieb.

Zum heutigen Zeitpunkt konnten rd. 60 % der Kavernen und der komplette Fenster-

stollen im Einklang mit den vorgesehenen Leistungen des Bauprogramms aufgeföhren werden. Die dabei angetroffene Geologie hat die geologischen Prognosen sehr gut



6 Installation der Silos für Betonzuschlagstoffe

6 Installation of the silo for concrete aggregates

geology encountered in the process confirmed the accuracy of the geological forecasts. Thanks to the good prognoses and the applied advance exploration concept so far no prob-

lems worth mentioning have been encountered during the driving operations.

The installation of the floor including drainage system and the deck slab is taking place par-



7 Einbau der Fahrbahnplatte im Zugangstollen

7 Installation of the deck slab in the access heading

bestätigt. Dank der guten Prognosen und dem gezielten Vorauserkundungskonzept sind während der Vortriebsarbeiten bis heute keine nennenswerten Probleme aufgetreten.

Parallel zum Vortrieb der Kavernen erfolgt im Zugangstollen FIS der Einbau der Sohle inkl. Entwässerungssystem und der Fahrbahnplatte (Bild 7).

Zu den größten Meilensteinen zählen bisher das Andrehen der offenen TBM für den Vortrieb des Erschließungstollens FIS am 15. Februar 2008 und der erfolgreiche Durchschlag am 6. November 2008 in der Installationskaverne (Bild 8).

Die Fertigstellung der unterirdischen Baustelleninstallationskavernen ist für Ende 2009 vorgesehen. Damit sind die besten Voraussetzungen geschaffen für den Beginn der Arbeiten des Hauptlozes Anfang des Jahres 2010.

### Südportal Vezia

Das Portal Vezia kommt in einem schmalen Korridor zwischen der bestehenden Stammlinie, dem Straßentun-

nel Vedeggio-Cassarate (Eröffnung 2011/2012) und der angrenzenden Bebauung von Vezia zu liegen. Der sich derzeit im Bau befindliche Straßentunnel Vedeggio-Cassarate wird vom Ceneri-Basistunnel mit einem Abstand von lediglich 4 m überkreuzt.

Die ersten ca. 200 m des Ceneri-Basistunnels ab Südportal in Richtung Norden werden als Tagbautunnel ausgeführt. Der dafür notwendige und bis zu 16 m tiefe Voreinschnitt wird seit März 2008 ausgebrochen und gesichert. Zur Anwendung kommen rückverankerte Trägerbohlenwände mit Ortbetonausfachung und Vorspannanker sowie vernagelte Spritzbetonwände. Die für diese erste Phase der Baustelle notwendige Infrastruktur wie Zufahrten und Werkleitungen sowie Parkplätze und Abzäunungen wurden bereits erstellt. Mit dem Ausbruch des Voreinschnittes entsteht auch das zukünftige Baustellenareal für den 320 m langen Gegenvortrieb im Sprengvortrieb und die Erstellung des Tagbautunnels inkl. Portalbauwerk. Diese Arbeiten beginnen 2010. 



8 Durchschlag des Fensterstollens am 6. November 2008

8 Breakthrough of the access tunnel on November 6<sup>th</sup>, 2008

allel to the excavation of the chambers (Fig. 7).

So far starting up the open TBM for driving the exploratory tunnel on February 15<sup>th</sup>, 2008 and the successful breakthrough on November 6<sup>th</sup>, 2008 into the installation chamber have been numbered among the highlights of the project (Fig. 8).

The completion of the underground construction site installation chambers is foreseen for the end of 2009. In this way the best prerequisites have been created for starting work on the main contract section at the beginning of 2010.

### Vezia South Portal

The Vezia portal is located in a narrow corridor between the existing mainline, the Vedeggio-Cassarate road tunnel (to be opened in 2011/2012) and nearby built-up areas of Vezia. The Vedeggio-Cassarate road tunnel that is currently being built

will be intersected by the Ceneri Base Tunnel at a distance of only 4 m.

The first 200 m of the Ceneri Base Tunnel from the south portal towards the north will be produced via cut-and-cover. The approach cut needed for this, which is up to 16 m deep, is in the process of being built and secured – since March 2008. Rear anchored soldier pile walls with in situ concrete bracing and pre-tensioned anchors as well as nailed shotcrete walls are being applied. The required infrastructure for the first phase of the construction site such as accesses and supply lines as well as parking facilities and fences has already been produced. The construction site area for the 320 m long drill+blast counter-drive and the production of the cut-and-cover tunnel including the portal structure are to be built together with excavating the approach cut. These tasks are to be tackled in 2010. 

# Ceneri-Basistunnel

## Knoten Camorino: Projekt und Stand der Arbeiten

T. Bühler

Die Bahninfrastruktur, die die Verbindung zwischen dem Nordportal des Ceneri-Basistunnels und der bestehenden SBB-Linie Bellinzona-Locarno/Luino herstellt, bildet den Knoten Camorino. Dieser nach der Ortsgemeinde benannte Knoten ist in der Nähe der Autobahnkreuzung Bellinzona Süd angeordnet, sodass das Projekt auch als wichtiges Straßenbauprojekt definiert werden kann. Der Knoten erstreckt sich auf 2,5 km in Ost-West-Richtung (zwischen dem Bahnhof Giubiasco und dem Bahnhof Sant'Antonino) und auf 1 km in Nord-Süd-Richtung. Das Projekt ist kompatibel mit dem geplanten Ausbau der 2. Phase NEAT (Fortsetzung Richtung Norden durch die Magadino-Ebene).

In terminlicher Sicht können die Arbeiten auf der offenen Strecke in 3 Etappen aufgeteilt werden.

### **Etappe 1: Vorarbeiten (2006-2009)**

Die sogenannten Vorarbeiten haben im April 2006 be-

gonnen und endeten Ende Mai 2009 mit der Inbetriebnahme der verlegten Kantonsstraße. Die Baustelle nimmt inzwischen eine beträchtliche Fläche von ca. 400.000 m<sup>2</sup> in Anspruch. Die Vorarbeiten dienen hauptsächlich der Realisierung provisorischer Bauwerke im Hinblick auf die Ausführung der definitiven Bauten während der Hauptarbeiten.

Es wurden die Baustellenzufahrten inklusive eines provisorischen Bahnanschlusses und einer provisorischen Straßenbrücke über die Kantonsstraße realisiert sowie Infrastrukturverlegungen, Abbrüche verschiedener Bauten und die Erstellung der Baustellenbüros der örtlichen Bauleitung inkl. eines Besucherpavillons.

Den setzungsempfindlichen Böden der Magadino-Ebene muss im Hinblick auf die Realisierung der Bahnbauwerke besondere Beachtung geschenkt werden. Die See- und Flussablagerungen der Magadino-Ebene weisen eine Tiefe von 200 m auf. Im Projektperimeter und insbesondere zwischen dem Nordportal und der Kantonsstraße wechseln sich kiesreiche Schichten, feine Sande und (organische) Lehme ab, die äusserst schlechte geotechnische Werte aufweisen. Die vorgesehenen Bahndämme werden in ihrem Zentrum

Thomas Bühler, dipl. Bauing. ETHZ, AlpTransit Gotthard AG, Oberbauleiter Camorino

# Ceneri Base Tunnel

## Camorino Hub: Project and Stage reached by Work

T. Bühler

The rail infrastructure, which provides the link between the Ceneri Base Tunnel's north portal and the existing SBB line between Bellinzona and Locarno/Luino forms the Camorino hub. This hub named after the municipality is located close to the Bellinzona South motorway junction so that the project can also be described as an important road building scheme. The hub extends some 2.5 km in an east-west direction (between the Giubiasco Station and the Sant'Antonino Station) and over 1 km from north to south. The project is compatible with the scheduled expansion of the 2<sup>nd</sup> phase of the rail routes crossing the Alps or NEAT (continuation towards the north through the Magadino plain).

### **Stage 1: Preliminary Work (2006-2009)**

Preliminary work began in April 2006 and concluded at the end of May 2009 with the opening of the relocated cantonal road. The construction site now occupies a considerable area of approx. 400,000 m<sup>2</sup>. This work mainly served to set up provisional structures with regard to executing the final ones during the main construction period.

The construction site accesses including a provisional rail siding and a temporary road bridge over the cantonal road were accomplished as well as

infrastructural relocation, demolition of various buildings and the establishment of a site office for the local construction management including a visitors' pavilion.

The settlement-prone soils of the Magadino plain have to be accorded special attention as far as realising the rail structures is concerned. The marine and river deposits of the Magadino plain are some 200 m deep. On the perimeter of the project and especially between the north portal and the cantonal road, gravel-rich layers, fine sands and (organic) loams alternate, which display extremely poor geotechnical values. The intended rail embankments will cause settlements of up to 80 cm at their centre. In order to initiate these settlements prematurely, the rail embankment is to be constructed some 3 years prior to the various engineering structures and with additional layer thickness to exert preloading of the soil. Preloading, which was undertaken during the preliminary work, reduces the effects on the engineering structures result-

Dipl. Bauing. Thomas Bühler, AlpTransit Gotthard AG, Senior Manager Camorino

Setzungen bis zu 80 cm verursachen. Um die Setzungen vorzeitig zu generieren, wird der Bahndamm ca. 3 Jahre vor den verschiedenen Kunstbauten und mit zusätzlicher Schichtdicke als Bodenvorbelastung ausgeführt. Die Vorbelastungen, die während der Vorarbeiten realisiert wurden, reduzieren die Effekte auf die Kunstbauten infolge der Restsetzungen aus den Dämmen. Die Vorbelastungsschüttungen wurden mit Tunnelausbruchmaterial von anderen ATG-Baustellen realisiert und werden teilweise während der Hauptarbeiten rückgebaut (Bild 10).

## Etappe 2: Hauptarbeiten (2009–2014)

Die hauptsächlich am Knoten Camorino ausgeführten Kunstbauten sind:

- 2 eingleisige Viadukte (Bild 9, Nr. 2+7) mit einer Länge von ca. 1.000 m bzw. 440 m (Ausführung zwischen 2011 und 2014). Wegen der setzungsempfindlichen Böden ist ein spezielles Fundationskonzept vorgesehen (Vorbelastungen und kombinierte Pfahl-Platten Fundamente).
- Eine viergleisige Brücke (Bild 9, Nr. 8) über die A2 mit einer Länge von ca. 100 m (Ausführung zwischen 2009 und 2014). Der Bauvorgang für die neue Brücke ist anspruchsvoll, da er direkt neben einer bestehenden Bahnlinie und über eine Autobahn, die nicht unterbrochen werden können, erfolgt.
- Eine viergleisige Brücke über den Fluss Morobbia mit einer Länge von ca. 30 m (Ausführung zwischen 2009 und 2012).
- Die Verdoppelung der Anzahl Geleise (von 2 auf 4) von der Autobahn A2 bis zum Bahnhof Giubiasco (Bild 9, Nr. 9) auf einer Länge von ca.



9 Fotomontage Gesamtübersicht Knoten Camorino

9 Photomontage displaying an overall view of the Camorino hub



10 Luftaufnahme mit gut sichtbaren Vorbelastungsschüttungen

10 Good visible preloading fill seen from the air

1,3 km mit entsprechender Anpassung der Kunstbauten, Straßen und Infrastrukturen (Ausführung zwischen 2009 und 2014).

- Ein ca. 100 m langes Bahntechnikgebäude (Bild 9, Nr. 4) (Ausführung in 2012).
- Eine 400 m lange Unterführung der Kantonsstraße (Bild 9, Nr. 6) unter dem Grundwasserspiegel (Ausführung zwischen 2009 und 2012).
- 2 Portalbauwerke (Bild 9, Nr. 1).
- Verbindungsschleife Lugano–Locarno auf Dammschüttung (Bild 9, Nr. 5).p
- Weitere Unterführungen, Durchlässe und kleinere Bauwerke.
- Reorganisation des lokalen Straßennetzes.

ing from residual settlements from the embankments. The fill for the preloading effect was provided using excavated material from other ATG construction sites and will be recovered in part during the main building operations (Fig. 10).

## Stage 2: Main Building Operations (2009–2014)

The engineering structures to be built mainly at the Camorino hub are:

- 2 single-track viaducts (Fig. 9, No. 2+7) some 1,000 resp. 400 m in length (execution between 2011 and 2014). On account of the settlement-prone soils a special foundation concept is foreseen (preloading and combined pile-slab fundaments)

- A 4-track bridge (Fig. 9, No. 8) over the A2 with a length of some 100 m (execution between 2009 and 2014). The construction procedure for the new bridge is sophisticated as it is to be carried out directly next to the existing rail line and over a motorway, which cannot be closed

- A 4-track bridge over the Morrobia River with a length of some 30 m (execution between 2009 and 2012)

- Doubling the number of tracks (from 2 to 4) from the A2 motorway to Giubiasco Station (Fig. 9, No. 9) over a length of roughly 21.3 km with corresponding adaptation of the engineering structures, roads and infrastructures (execution between 2009 and 2014)

- A roughly 100 m long building for rail technology (Fig. 9, No. 4) (execution in 2012)

- A 400 m long underpassage for the cantonal road (Fig. 9, No. 6) below the groundwater table (execution between 2009 and 2012)

- 2 portal structures (Fig. 9, No. 1)

- Linking loop Lugano–Locarno on a filled dam (Fig. 9, No. 5)

- Further undercrossings, outlet structures and smaller buildings

- Reorganisation of the local road network

- Reorganisation of the local surface water system.

## Stage 3: Rail technical Installation (2015–2019)

After the conclusion of the main construction work for the open line, roughwork activities as well as roughwork furnishing, the rail technology installation phase will commence. The rail technology elements will be mounted in the tunnel starting from the installation yards in and around Camorino. 

■ Reorganisation des lokalen Systems der Oberflächengewässer (Kanäle).

Die räumlichformale Entwicklung sämtlicher Bauwerke findet in enger Zusammenarbeit mit der „Beratungsgruppe für Gestaltung ATG“ statt.

### **Etappe 3: Bahntechnikinstallationen (2015–2019)**

Nach Abschluss der Hauptarbeiten der offenen Strecke,

der Tätigkeiten des Rohbaus sowie der Rohbauausrüstung wird die Phase der Bahntechnikinstallation beginnen. Die Elemente der Bahntechnik werden, ausgehend von den Installationsflächen im Bereich Camorino, im Tunnel montiert. 

## **Die Redaktion ist für Sie da!**

Haben Sie Fragen oder Vorschläge zu den Artikeln in Tunnel, zu Autoren oder zu Produkten?

Wollen Sie uns Ihre Meinung sagen?

Schreiben Sie uns oder rufen Sie an:

Redaktion Tunnel

Postfach 120

D-33311 Gütersloh

Telefon: +49 (0) 52 41 / 80-88730

Fax: +49 (0) 52 41 / 80-9650

E-Mail: [roland.herr@bauverlag.de](mailto:roland.herr@bauverlag.de)

# Ceneri-Basistunnel

## Projektierung und Ausschreibung des Tunnel-Hauptloses

E. Drack

Die Projektierung des Ceneri-Basistunnels erfolgte unter Berücksichtigung der Anforderungen an die neue Hochgeschwindigkeitsstrecke, der künftigen Fortsetzung Richtung Norden und Süden sowie der geologischen und örtlichen Verhältnisse und der logistischen Anforderungen der Realisierung.

Ziel der Ausschreibung des Tunnel-Hauptloses war, den Wettbewerbsteilnehmern bestmögliche Grundlagen für die Erarbeitung ihrer Angebote zu liefern und ihnen soweit zweckmässig einen unternehmerischen Spielraum bei der Angebotsgestaltung einzuräumen. Basierend auf detaillierten Risikoanalysen wurden die bautechnischen Elemente sowie mögliche Ausführungsoptionen festgelegt.

### Projektierung und Realisierungskonzept

Die Projektierung der Linienführung und die Festlegung des Realisierungskonzepts erfolgten aufgrund der

Edwin Drack, dipl. Bauing. ETHZ, AlpTransit Gotthard AG, Projektleiter Ceneri

Anforderungen der neuen Hochgeschwindigkeitsstrecke, der geotechnischen Kenntnisse und der Optimierung der Baulogistik. Folgende Aspekte standen im Vordergrund:

- Optimierung der Linienführung und des Realisierungskonzeptes aufgrund der geologischen Erkenntnisse und Risiken
- Zentrale Materialbewirtschaftung in Sigirino mit Produktion von bis zu 1/3 der Betonzuschlagstoffe aus eigenem Ausbruchmaterial
- Entkopplung der Portalarbeiten vom eigentlichen Hauptvortrieb ab dem Zwischenangriff Sigirino. Dies erwies sich trotz teilweise fallender Vortriebe als zweckmässig (geringer prognostizierter Bergwasseranfall).

### Geologische Prognose und Risikoanalyse

Zur Festlegung der Bauphase wurde der Tunnel in rd. 50 geologisch-bautechnische Homogenbereiche inkl. Störzonen unterteilt. Für die einzelnen Homogenbereiche wurden die typischen Gefährdungsbilder wie Kleinsteinfall, Auflockerung, Kluftkörper, plastische Verformung, Ablösungen, Instabilität der Ortsbrust, aber auch Wassereintritt, Porenwasserdruck und Bergschlag bestimmt.

# Ceneri Base Tunnel

## Planning and Inviting Tenders for the Tunnel Main Contract Section

E. Drack

The planning of the Ceneri Base Tunnel transpired under consideration of the demands posed on the new high-speed route, its future continuation towards the north and south as well as the geological and regional conditions and the logistical requirements for its accomplishment.

The aim of the invitation for tenders for the tunnel's main contract section was to supply participants with the best possible basis for working out their offers and as far as possible provide them with as much entrepreneurial latitude felt needed for submitting them. Founded on detailed risk analyses the construction technical elements were established together with possible options for execution.

### Planning and Execution Concept

The planning of the route alignment and the determining of the execution concept took place resulting from the demands posed by the new high-speed line, the geotechnical recognitions and optimising the construction logistics. The following aspects received priority:

- Optimising the route alignment and the execution concept based on the geological findings and risks
- Central material management in Sigirino with the pro-

duction of up to 1/3<sup>rd</sup> of the concrete aggregates from the project's own excavated material

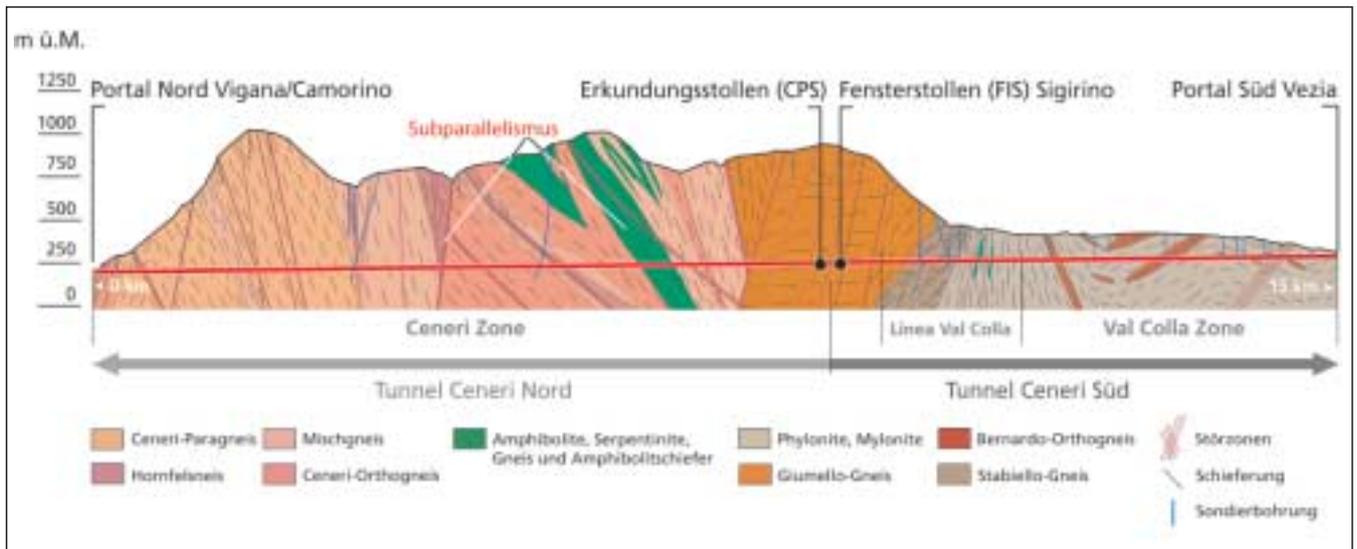
- Decoupling the portal operations from the actual main drive from the Sigirino intermediate point of attack. This turned out to be purposeful in spite of in part dipping drives (lower prognosed incidence of underground water).

### Geological Forecast and Risk Analysis

In order to establish the construction method the tunnel was divided up into around 50 geological-construction technical homogeneous zones including fault zones. Typical danger patterns such as small cave-ins, disaggregation, fissure bodies, plastic deformation, displacements, instability of the face as well as intruding water, pore water pressure and rockfall were determined for the individual homogeneous zones.

In order to identify the construction technical relevant effects of uncertainties contained

Dipl. Bauing. Edwin Drack, AlpTransit Gotthard AG, Project Manager Ceneri



11 Geologisches Prognoselängsprofil

11 Geological longitudinal prognosis profile

Um die bautechnisch relevanten Auswirkungen der Unsicherheiten der geologischen Prognosen (Bild 11) zu erkennen, wurde eine geologisch-bautechnische Risikoanalyse durchgeführt. Diese basierte auf der Annahme von extremen aber noch realistischen geologischen Szenarien unter Berücksichtigung der Belastbarkeit der Prognose. Untersucht wurden folgende Szenarien:

- „Best estimate“, als wahrscheinlichste geologische Prognose
- Realistisch-optimistisch mit günstigen Raumlagen und geringen Mächtigkeiten der Störzonen
- Realistisch-pessimistisch mit ungünstigen Raumlagen und großen Mächtigkeiten der Störzonen
- Zudem Studium der Auswirkung weiterer nicht prognostizierter Störzonen (Tunnel Ceneri Nord).

Für die Szenarien wurden die Auswirkungen auf folgende Elemente untersucht:

- Erkennen der maßgebenden Gefahren und Chancen
- Verifizierung unterschiedlicher Baumethoden

- Termin- und Kostenstreumaß

- Maßnahmen zur Sicherstellung der Realisierung.

### Festlegung der Vortriebsmethode

#### Tunnel Ceneri Nord

Die über weite Strecken steilstehenden Gesteine erweisen sich als heterogen. Den geologisch anspruchsvollen Abschnitt bildet hier, bei Überdeckungshöhen von 600 bis 800 m, der Bereich des Subparallelismus (Bild 12).

Es ist mit mehreren Störzonen und druckhaftem Gebirge zu rechnen. Zudem wird in den Störzonen des Subparallelismus eine ungünstige Raumlage der Diskontinuitäten (schleifender Winkel zum Vortrieb) mit möglichen kakiritischen Einlagen erwartet. Dies stellt für einen TBM-Vortrieb ein großes Risiko dar. Vortriebsunterbrechungen durch Ausbrüche im Bereich des Bohrkopfes und ein Einklemmen der TBM sind nicht auszuschließen. Zudem kann der Vortrieb einer offenen TBM im Subparallelismus durch mögliche Störzonen über längere

in geological forecasts (Fig. 11), a geological-construction technical risk analysis was undertaken. This was based on the assumption of extreme but highly realistic geological scenarios taking the validity of the forecast into account. The following scenarios were investigated:

- “Best estimate”, as most probable geological forecast
- Realistic-optimistic with favourable locations and shallow thicknesses of the fault zones
- Realistic-pessimistic with unfavourable locations and high thicknesses of the fault zones
- In addition a study of the effect of further non-forecast fault zones (Ceneri North Tunnel).

The effects were examined for the following elements for the scenarios:

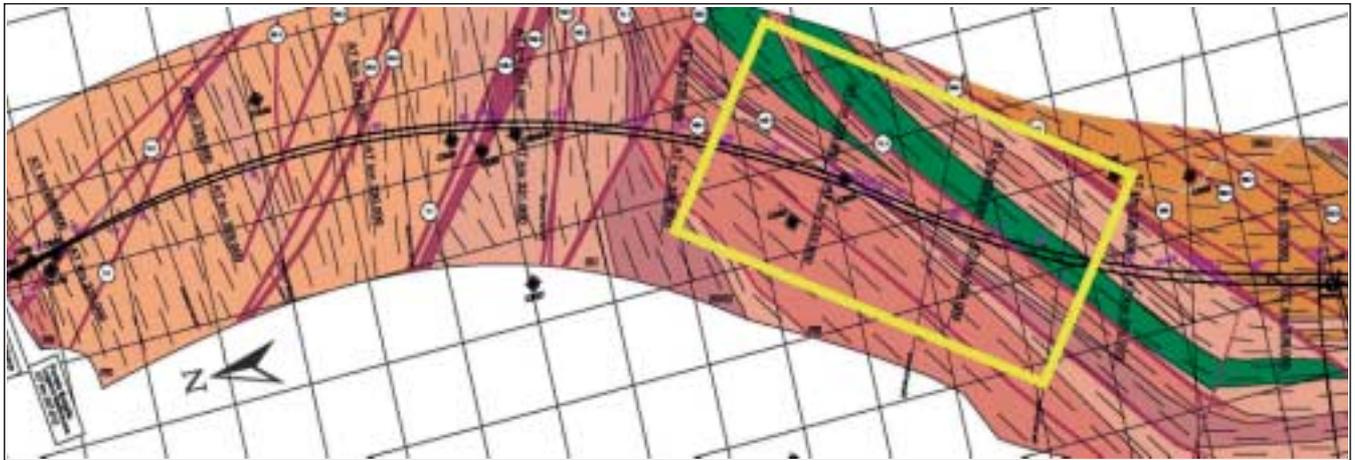
- Recognition of the determining dangers and chances
- Verification of various construction methods
- Degree of spread for scheduling and costs
- Measures designed to safeguard execution.

### Establishing the Excavation Method

#### Ceneri North Tunnel

The steep standing rocks prevalent over great distances turned out to be heterogeneous. The geologically sophisticated section is formed here by the subparallelism zone, with overburden heights of 600 to 800 m (Fig. 12).

A number of fault zones and squeezing rock can be reckoned with. In addition an unfavourable location for discontinuities (acute angle to the drive) with possible kakiritic intrusions is expected in the subparallelism fault zones. This represents a major risk for a TBM drive. Interruptions in driving through cave-ins at the cutterhead and the TBM becoming stuck cannot be excluded. Furthermore an open TBM excavation in subparallelism through possible fault zones over lengthy distances can be negatively influenced, e.g. resulting from the low tensionability of the grippers. Depending on the geological scenario a TBM bypass tunnel is to be reckoned with. Consequently a drill+blast operation is recommended for driving the single-track Ceneri North Tunnel.



12 Detail der Zone Subparallelismus, geologisch horizontales Prognoseprofil

12 The subparallelism zone in detail, geological horizontal prognosis profile

Strecken negativ beeinflusst werden, z. B. durch zu geringe Verspannbarkeit der Gripper. Je nach geologischem Szenarium ist mit TBM-Umgehungsstollen zu rechnen. Für den Vortrieb der Einspurtunnel im Tunnel Ceneri Nord wird daher ein Sprengvortrieb vorgeschrieben.

#### Störzonenbereich Linea Val Colla (LVC)

Der Störzonenbereich „Linea Val Colla“ stellt den bautechnisch maßgebenden Bereich des Ceneri-Basistunnels dar. Diese gestörte Kontaktzone ist wesentlich mit Kakirit- und Kataklasitschichten durchsetzt. Für den Vortrieb der Einspurtunnel wird in diesem Störzonenbereich ein Sprengvortrieb vorgeschrieben.

#### Val Colla-Zone

Die Val Colla-Zone südlich der „Linea Val Colla“ weist aufgrund geologischer Aufnahmen und Sondierbohrungen sowie der geringen Überlagerungshöhen (50 bis 200 m) einen relativ hohen Erkundungsgrad auf. Für den Vortrieb der Einspurtunnel im Tunnel Ceneri Süd südlich der „Linea Val Colla“ wird aufgrund der zum Teil subhorizontalen geologischen Strukturen ein TBM-

Vortrieb mit Tübbingausbau oder ein Sprengvortrieb vorgesehen.

#### Bauprogramm

Das Bauprogramm wurde aufgrund der beschriebenen bautechnischen Abklärungen sowie der bewilligungs- und finanzierungstechnischen Aspekte festgelegt (Bild 13).

Nachdem frühzeitig der Erkundungsstollen Sigirino realisiert worden war, wurde im Jahr 2008 der Fensterstollen Sigirino erstellt. Zurzeit werden die Installationskavernen Sigirino (CAOP) ausgebrochen. Der Vortrieb des Tunnel-Hauptloches wird ab 2010 gestartet. Ab den Portalen erfolgen kurze Gegenvortriebe. Die Inbetriebsetzung ist 2019 vorgesehen.

#### Ausschreibung des Tunnel-Hauptloches 852

##### Leistungen und Optionen

Das Tunnel-Hauptloch 852 umfasst die Rohbauarbeiten der 2 parallelen Eisenbahntunnel des Ceneri-Basistunnels sowie die Rohbau-Fertigstellungsarbeiten der bereits vorhandenen Tunnel und Kavernen.

#### Fault Zone Area Linea Val Colla (LVC)

The „Linea Val Colla“ fault zone area represents the determining sector of the Ceneri Base Tunnel. This faulted contact zone is largely interspersed with kakiritic and cataclasite layers. A drill+blast excavation has been recommended for driving the single-track tunnel in this sector.

#### Val Colla Zone

The Val Colla zone to the south of the „Linea Val Colla“ has been relatively well explored thanks to geological soundings and exploratory drillings. For the excavation of the single-track tube for the Ceneri South Tunnel to the south of the „Linea Val Colla“ a TBM with segmental lining or a drill+blast operation is foreseen on account of the in part sub-horizontal geological structures.

#### Construction Programme

The construction programme was determined based on the described construction technical clarifications as well as the technical aspects governing approval and financing (Fig. 13).

After the Sigirino exploration tunnel was completed at an ear-

ly stage, the Sigirino access heading was produced in 2008. At present the Sigirino installation chambers (CAOP) are being excavated. The drive for the tunnel main contract section will begin from 2010. Short counterdrives will take place from the portals. The tunnel is scheduled to be opened in 2019.

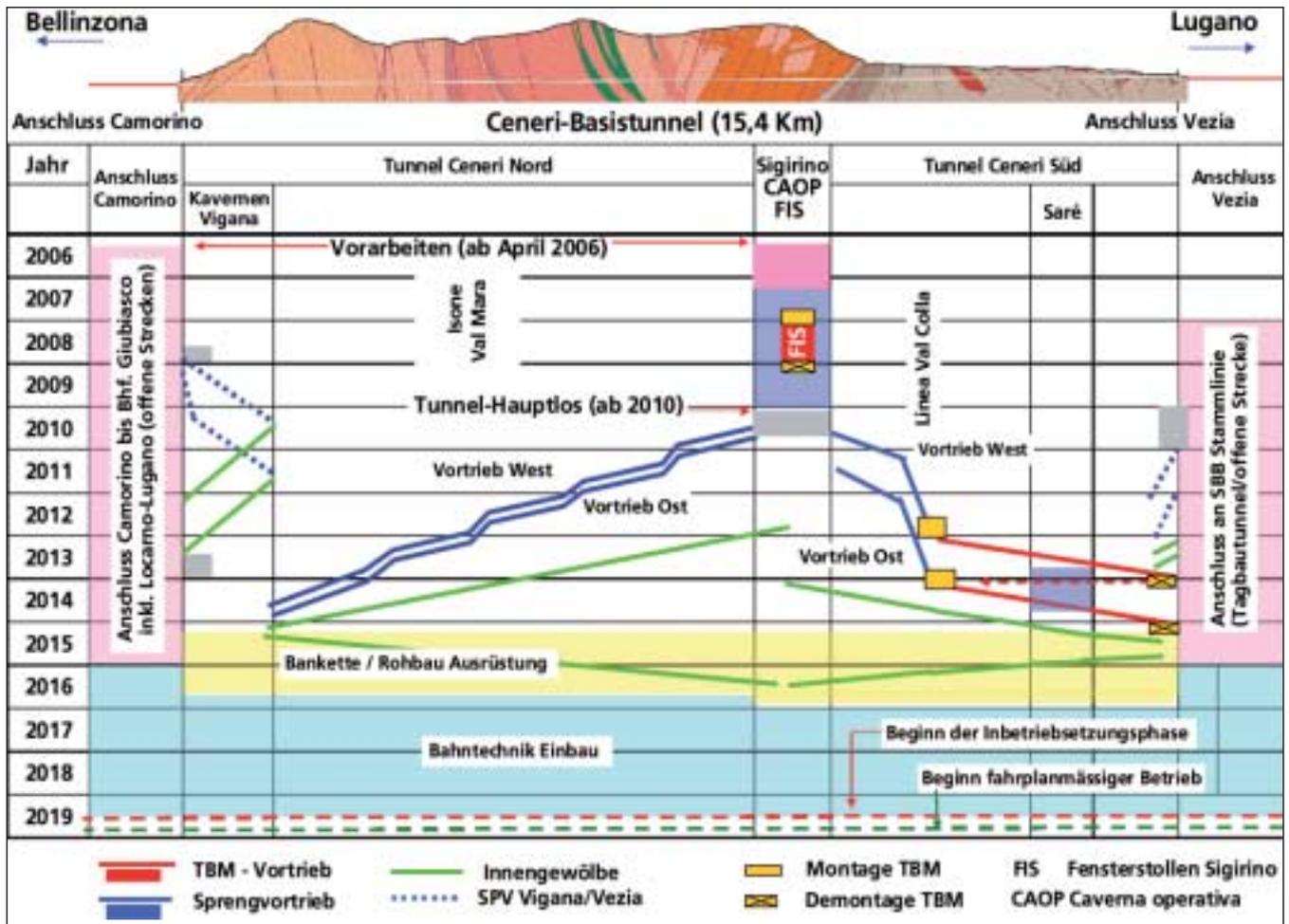
#### Inviting Tenders for the Tunnel main Contract Section 852

##### Services and Options

The tunnel main contract section 852 embraces the roughwork for 2 parallel rail tunnels for the Ceneri Base Tunnel as well as completion of the roughwork for the already existing tunnels and chambers.

The aim was to grant the competing participants the best possible basis for working out their offers. For example when it came to shallow overburden precise instructions pertaining to vibrations and structure-borne noise including permissible working periods were formulated.

In order to enlarge entrepreneurial scope and obtain objectively comparable offers, the following 2 official solutions were provided in detail for the southern part of the Ceneri Base



13 Bauprogramm des Ceneri-Basistunnels

13 Construction programme for the Ceneri Base Tunnel

Ziel war, den Wettbewerbs-  
 teilnehmern bestmögliche  
 Grundlagen für die Erarbeitung  
 der Angebote zu liefern. So  
 wurden etwa im Bereich gerin-  
 ger Überdeckung präzise Vor-  
 schriften bezüglich Erschütte-  
 rungen und Körperschall inkl.  
 zulässiger Arbeitszeiten for-  
 muliert.

Um den unternehmerischen  
 Spielraum zu vergrössern und  
 um objektiv vergleichbare Offer-  
 ten zu erhalten, wurden für  
 den südlichen Teil des Ceneri-  
 Basistunnels folgende 2 Amts-  
 lösungen im Einzelnen ausge-  
 schrieben, die wahlweise an-  
 geboten werden konnten  
 (Bild 14):

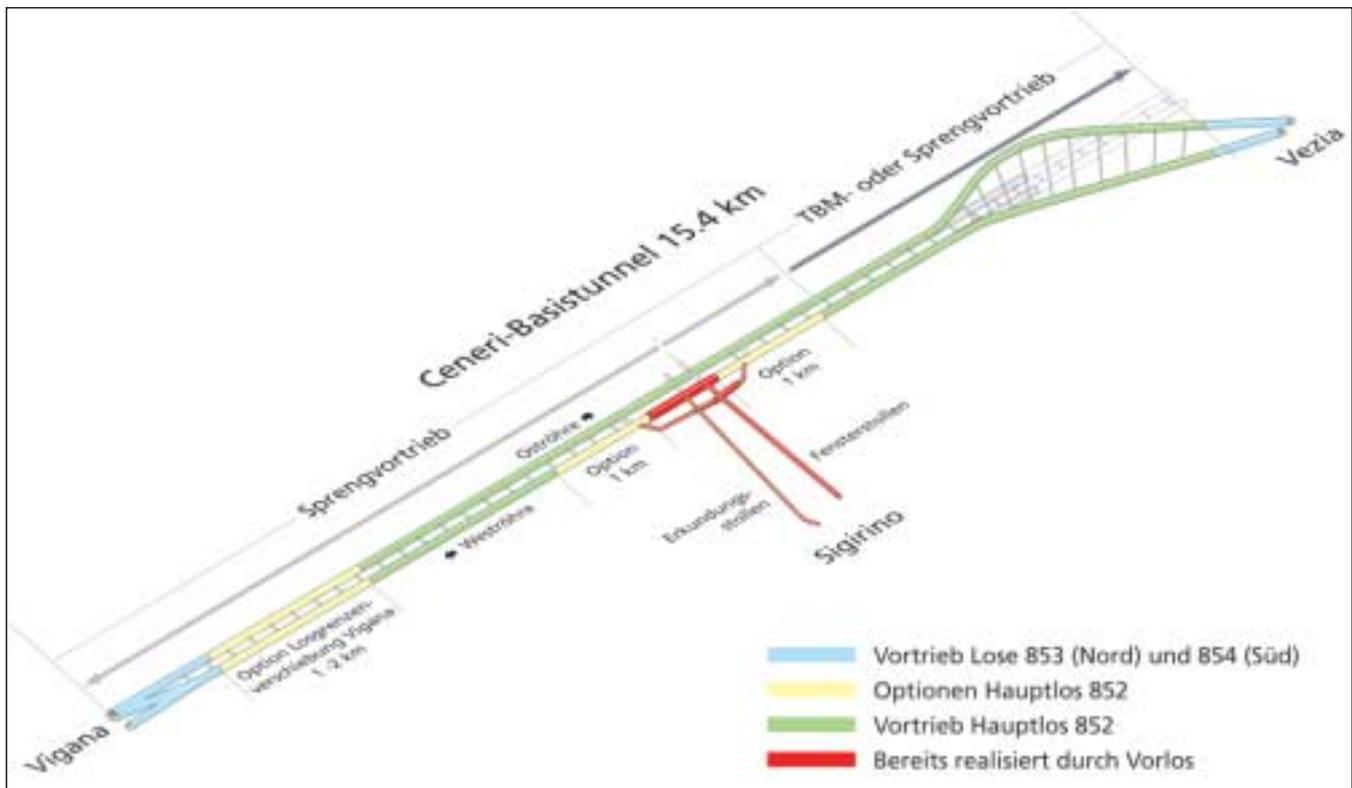
Tunnel, which could be offered  
 according to choice (Fig. 14):

- TBM drive with segmental lining to secure the excavation
- Drill+blast.

The following options were  
 integrated in contract section  
 852 as well as in the adjacent  
 ones in order to react to the  
 scheduling situation for

the various contract sec-  
 tions:

- Option foreseeing relocation of the Vigana section boundary (both single-track tunnels 1–2 km)
- Option for the western tube from the CAOP towards the south or north (1 single-track tunnel roughly 1 km).



14 Leistungen und Optionen des Tunnel-Hauptloses 852

14 Services and options for the tunnel main contract section 852

- TBM-Vortrieb mit Tübbing-Ausbruchsicherung
- Sprengvortrieb.

Um insbesondere auf die Termsituation der verschiedenen Lose reagieren zu können wurden folgende Optionen im Los 852 respektive in die Nachbarlose integriert:

- Option Losgrenzenverschiebung Vigana (beide Einspurtunnel 1-2 km)
- Option Weströhre ab CAOP gegen Süd bzw. Nord (1 Einspurtunnel ca. 1 km).

### Normalquerschnitte und Ausbruchsicherung

Auf der gesamten Tunnellänge ist ein zweischaliger Ausbau, bestehend aus Aussen- und Innenschale, vorgesehen. Beim Sprengvortrieb besteht die Ausbruchsicherung aus Spritzbeton, Ankern, Netzen und bei Bedarf

Stahlbögen. Beim TBM-Vortrieb sind Stahlbeton-Tübbinge zur Ausbruchsicherung vorgesehen (Bild 15).

Zwischen den beiden Schalen werden als Schutz vor dem Bergwasser in der Regel eine Abdichtungsfolie und eine Drainageleitung eingebaut. Das Innengewölbe wird mit Ort beton erstellt. Grundsätzlich wird Berg- und Tunnelwasser (z. B. Wassereintrag durch Züge) in einem Mischsystem abgeleitet.

Die Ausbruchsicherung wurde auf Grundlage geotechnischer Vertiefungen bestimmt. Als Beispiel wird ein schwerer Sicherungstyp erwähnt, der in speziell anspruchsvollen Störzonenbereichen mit stark druckhaftem Gebirge und prognostizierten Deformationen im Dezimeterbereich zur Anwendung kommt.

### Standard Cross-Sections and securing the Excavation

A 2-shell support consisting of an outer vault and an inner shell is intended for the entire length of the tunnel. In the case of drill+blast the excavation is secured by shotcrete, anchors, netting and steel arches if need be. Reinforced concrete segments are foreseen for securing the excavation for the TBM drive (Fig. 15).

Generally speaking a sealing membrane and a drainage line are to be installed between the 2 shells as protection against underground water. The inner vault is to be produced with in situ concrete. Basically the underground and tunnel water (e.g. water brought in by trains) is to be diverted via a mixed system.

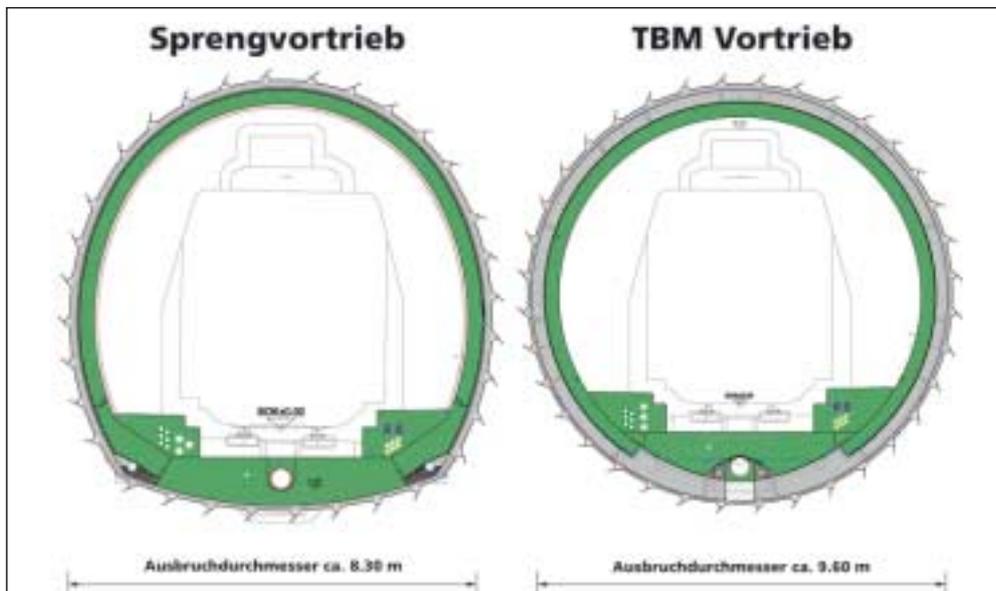
Securing the excavation was established on the basis of geo-

technical considerations. As an example a heavy type of support is presented, which is to be applied in particularly sophisticated fault zone sectors with pronouncedly squeezing rock and forecast deformations amounting to a few decimetres.

Installation of steel with sliding TH profiles is foreseen for this method of support in order to permit initial deformations to occur. In a later step the excavation support will be stiffened by closing the corresponding slots with shotcrete. The aim of this procedure is to restrict the load of the excavation support.

### Prior Exploration during Execution

Within the scope of the tunnel main contract section the following advance exploration was foreseen on the basis of the



15 Normalquerschnitte für Einspurtunnel (SPV und TBM-Vortrieb)

15 Standard cross-sections for single-track tunnels (drill+blast and TBM drives)

Bei diesem Sicherungstyp ist ein Stahleinbau mit gleitenden TH-Profilen vorgesehen, um anfänglich Deformationen eintreten zu lassen. In einem späteren Schritt wird die Ausbruchsicherung durch Schliessen der entsprechenden Schlitzte mit Spritzbeton versteift. Ziel dieses Vorgehens ist, die Belastung der Ausbruchsicherung zu begrenzen.

### Vorauserkundung während der Realisierung

Im Rahmen des Tunnel-Hauptlozes wurde auf der

Grundlage der geologischen Prognose folgende Vorauserkundung vorgesehen. Zielsetzungen sind das rechtzeitige Erkennen und Beschreiben von Störzonen von geringer bis hoher baulicher Relevanz.

- Schlagbohrungen, kontinuierlich, Länge 60–100 m: Erfassung von Störzonen und wasserführenden Zonen

- Seismik, im Bereich möglicher Störzonen:

Lokalisierung von Grenzen unterschiedlicher Eigenschaften

- Kernbohrungen, im Bereich möglicher Störzonen:

zur Bestimmung von Gesteinseigenschaften. 

geological forecast. The aims are to identify and describe fault zones in time that are of minimal to great constructional relevance.

- Percussion drilling, continuously, length 60-100 m: tracing fault zones and water-bearing zones

- Seismics, around possible fault zones: localising the limits of different characteristics

- Core drillings, around possible fault zones: to assess rock characteristics. 

Weitere News, Artikel oder Informationen zu aktuellen Projekten finden Sie unter [www.tunnel-online.info](http://www.tunnel-online.info)