

## Gotthard-Basistunnel: Stand der Arbeiten

Dr. R. Simoni

Ende März 2010 waren vom insgesamt 151,8 km langen Tunnelsystem des Gotthard-Basistunnels 144,8 km oder 95,4 % ausgebrochen. Bis zum Hauptdurchschlag zwischen Sedrun und Faido, der am 15. Oktober 2010 stattfindet, fehlen nur noch etwa 2,5 km. Der folgende Beitrag gibt einen Überblick über den Stand der Arbeiten.

Parallel zum Vortrieb kamen auf allen Baustellen die Rohbau-Ausrüstung und die Betonarbeiten für den Innenausbau voran. Ende 2009 waren 85 von 176 Querschlägen ausgerüstet und etwa 9427 m Innengewölbe betoniert. Aus heutiger Sicht steht der planmäßigen Eröffnung des Gotthard-Basistunnels im Jahr 2017 nichts im Weg (Bild 1).

### Offene Strecke Gotthard Nord

Die offene Zufahrtsstrecke zum Gotthard-Basistunnel umfasst neben dem Bahntrasse zahlreiche Kunstbauten. Nicht weniger als 6 Unterführungen mit bis zu 75 m Länge, 5 Brückenbauwerke mit bis zu 21 m Spannweite und eine Vielzahl von Durchlässen und Stützmauern sind zu erstellen. Es wird permanent gleichzeitig an verschiedenen Projektteilen gearbeitet.

Dr. Renzo Simoni, Dr. sc. techn., Bauing. ETH, Vorsitzender der Geschäftsleitung, AlpTransit Gotthard AG, Luzern/CH

### Teilabschnitt Erstfeld

Der Gotthard-Basistunnel verläuft im Abschnitt Erstfeld in einer rd. 7,2 km langen Felsstrecke in 2 Einspurröhren, die mit je einer Tunnelbohrmaschine mit einem Ausbruchdurchmesser von 9,58 m aufgeföhren wurden. Mit dem Durchschlag in der Oströhre am 16. Juni 2009 und exakt 3 Monate später in der Weströhre war der Vortrieb in den beiden Röhren zwischen dem Portal Erstfeld und der Losgrenze Amsteg deutlich früher als geplant abgeschlossen. Nach Vortriebsende folgten jeweils die unterirdische Demontage und der Abtransport der Tunnelbohrmaschinen durch die ausgebrochenen Tunnelröhren.

### Vortrieb bergmännischer Tunnel

Die beiden Tunnelbohrmaschinen erreichten bis zu den Durchschlägen hervorragende Vortriebsleistungen. In der Oströhre erreichte die Arbeitsgemeinschaft Gotthard-Basistunnel Nord Los 151 Erstfeld (AGN Los 151) eine

## Gotthard Base Tunnel: Stage reached by Work

Dr. R. Simoni

At the end of March 2010, a total of 144.8 km or 95.4 % of the altogether 151.8 km long tunnel system for the Gotthard Base Tunnel had been excavated. Only some 2.5 km is still missing until the main breakthrough between Sedrun and Faido takes place on October 15, 2010. The following report provides an overview on the stage reached by work.

The roughwork execution and the concreting operations for the inner lining also progressed parallel to the drive at all construction sites. At the end of 2009, 85 from 176 cross-passages had been furnished and roughly 9,427 m of inner vault concreted. Seen from the present viewpoint nothing stands in the way of the Gotthard Base Tunnel being opened in 2017 according to schedule (Fig. 1).

### Gotthard North open Route

The open access route to the Gotthard Base Tunnel includes many engineering structures in addition to the rail line. No less than 6 underpassages of up to 75 m in length, 5 bridges with spans extending up to 21 m and a large number of passages and supporting walls have to be produced. Work is constantly progressing on various parts of the project.

### Erstfeld Part-Section

The Gotthard Base Tunnel runs in a roughly 7.2 km long

rock section in 2 single-track bores in the Erstfeld part-section, which were each driven by a tunnel boring machine of 9.58 m diameter. Driving in the 2 tubes was completed considerably earlier than scheduled between the Erstfeld portal and the Amsteg section boundary with the breakthrough accomplished in the eastern bore on June 16, 2009 and exactly 3 months later in the western one. After concluding the excavation in each case the tunnel boring machines had to be dismantled underground and retrieved through the excavated tunnel bores.

### Driving Tunnels by Mining Means

The 2 tunnel boring machines attained outstanding rates of advance until the breakthroughs. In the eastern bore the JV Gotthard-Basistunnel

Dr. Renzo Simoni, CEO AlpTransit Gotthard AG, Lucerne/CH



von Amsteg nach Erstfeld im Januar 2010 konnten in der Oströhre im Februar 2010 die Gewölbearbeiten beginnen (Bild 2).

Die innovative Lösung mit Banketten aus vorgefertigten Elementen hat sich in Amsteg bestens bewährt und kommt nun auch in Erstfeld anstelle der Ortbetonbauweise zum Einsatz. Mit den im Betonwerk vorgefertigten Elementen kann eine höhere Verlegegenauigkeit der im Bankett eingelegten Kabelschutzrohre erreicht werden.

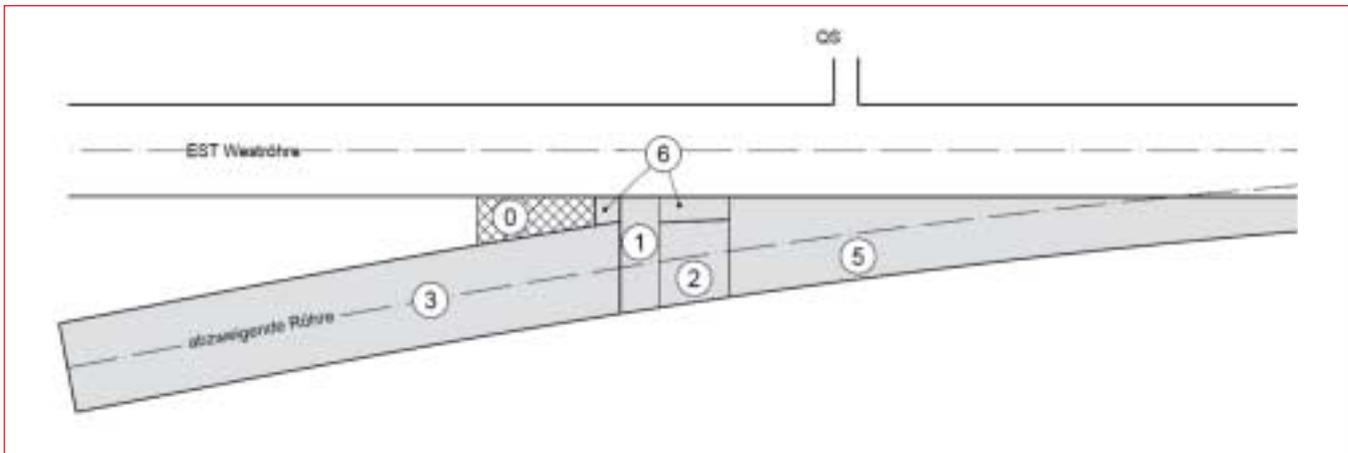
### Wasseranfall

Wie sich bereits im vergangenen Jahr gezeigt hat, ist der Bergwasseranfall im Teilabschnitt Erstfeld wesentlich höher als prognostiziert. Die anfallenden Bergwassermengen



2 Betonierung des Innengewölbes

2 Concreting the inner vault



3 Schema Ausbruch und Aufweitung der Verzweigungsbauwerke

3 Set-up of excavation and enlargement of the fork structures

nahmen seit dem Erreichen des Spitzenwertes von rd. 465 l/s im Juli 2009 wieder deutlich ab. Im Winterhalbjahr flossen rd. 220 l/s aus dem Tunnel. Im Frühjahr/Sommer 2010 ist mit einem erneuten Anstieg zu rechnen.

Um die erwarteten großen Wassermengen im Sommer 2010 bewältigen zu können, wurde die Wasserbehandlungsanlage um weitere Behandlungsstraßen erweitert. Es steht eine Kapazität von 400 l/s zur Verfügung, zusätzlich können 100 l/s über eine Notbehandlung geführt werden. Im Sachplan AlpTransit des Bundes ist die unterirdische Fortsetzung des Tunnels in Richtung Axen, Uri Berg Lang Axen (UBLA) genannt, festgeschrieben.

### Verzweigungs- bauwerke

Als Vorinvestition und um ungünstige bau- und bahnbetriebliche Randbedingungen für eine spätere Realisierung („Uri Berg lang Axen“) zu vermeiden, werden die unterirdischen Verzweigungsbauwerke bereits jetzt ausgebrochen.

Die rd. 400 m langen Kavernen sind trompetenförmig und werden im Spreng-

vortrieb aufgeföhren. Anfangs entspricht die Ausbruchfläche jener der Einspurttunnel, danach nimmt sie auf einer Länge von 400 m kontinuierlich zu und beträgt bei einem Achsabstand der Gleise von 12 m im Maximum rd. 200 m<sup>2</sup>. Die Dicke des Felspfeilers zwischen dem Einspurttunnel und der abzweigenden Röhre beträgt an dieser Stelle 3 m, die Spannweite des Ausbruchs rd. 22 m. Im Frühling 2009 begann der Ausbruch des

After the formwork units (comprising sealing car, reinforcement car, vault formwork and curing car) were transported from Amsteg to Erstfeld in January 2010, work on the vault started in the eastern bore in February 2010.

The innovative solution with verges consisting of prefabricated elements proved itself extremely well in Amsteg and was applied in Erstfeld instead of the in situ concrete construction

method. Thanks to the elements precast in the concrete plant a higher degree of accuracy for laying the cable protection pipes in the verges can be attained.

### Water Incidence

As was revealed last year the incidence of underground water in the Erstfeld part-section is considerably higher than forecast. The ingressing amounts of



4 Aufweitung Verzweigungsbauwerk

4 Fork structure enlargement

Verzweigungsbauwerks Ost, im Juli 2009 startete auch der Vortrieb der Verzweigung in der Weströhre. Die Ausbrucharbeiten werden in mehreren Etappen ausgeführt (Bild 3).

Zuerst muss der definitive Felspfeiler (0) gesichert werden. Der Zugangsstollen zur abzweigenden Röhre (1) wird gesprengt und im Folgenden der für die Ausbrucharbeiten der abzweigenden Röhre benötigte Dienststollen (2) aufgeföhren. Nun kann der Sprengvortrieb der abzweigenden Röhre (3) beginnen. Der Vortrieb der 140 m (bzw. in der Verzweigung West 180 m) langen Röhre unterteilt sich in Ausbruch von Kalotte und von Strosse/Sohle. Im Anschluss folgt die Aufweitung der Verzweigung vom Einspurtunnel aus (5). Die Ausweitung von First und Parament geschieht ebenfalls in Etappen. Schliesslich erfolgt der weitere Ausbruch der restlichen Bereiche (6). Der hier nicht aufgezeigte Arbeitsschritt (4) betrifft den Ausbruch von Nischen im Weichenbereich.

Per Ende Februar 2010 waren 336 m von 382 m der Aufweitung Ost ausgebrochen und gesichert. Bis Ende April 2010 waren die Aufweitungsarbeiten abgeschlossen. Im Verzweigungsbauwerk West sind bis dato 90 m von 404 m ausgebrochen und gesichert. Die Arbeiten werden bis Juni 2010 abgeschlossen sein (Bild 4).

Die beiden Verzweigungskavernen werden zweischalig mit einer Ausbruchsicherung bestehend aus Systemankerung (Reibrohranker bzw. Mörtelanker) und einer bewehrten Spritzbetonschale, einer Abdichtung und der Innenschale aus Ort beton ausgeführt. Die Dicke der bewehrten Ort betonschale nimmt mit zunehmender Spannweite von 30 cm auf maximal 45 cm zu. Im Verzweigungsbauwerk Ost beginnen die Gewölbearbeiten im Juli

underground water have diminished substantially since the peak value of roughly 465 l/s was attained in July 2009. During the winter half year some 220 l/s flowed out of the tunnel. A new increase has to be reckoned with during spring/summer 2010. In order to be able to cope with the expected large amounts of water in summer 2010, the water treatment plant was extended by extra treatment channels. A capacity of 400 l/s is available with the possibility of handling an additional 100 l/s via an emergency treatment channel. The underground continuation of the Tunnel in the direction of Axen (Uri Berg Lang Axen (UBLA)) is laid down in the government's AlpTransit sectoral plan.

### Fork Structure

As a prior investment and to avoid unfavourable constructional and rail operational general conditions for any subsequent task ("Uri Berg Lang Axen"), the underground fork structures are currently being excavated.

The roughly 400 m long chambers are trumpet-shaped and are driven via drill+blast. Initially the excavated area equals that of the single-track tunnels subsequently it is gradually increased over a length of 400 m and amounts to a maximum of some 200 m<sup>2</sup> given a 12 m track centre distance. At this point the thickness of the rock pillar between the single-track tunnel and the forking bores amounts to 3 m, the span width of the excavation some 22 m. Work on excavating the fork structure East began in spring 2009, while driving the fork on the western bore started in July 2009. Excavation operations are being undertaken in a number of stages (Fig. 3).

First of all the definitive rock pillar (0) must be secured. The

2010, im Westen im November 2010. Der Innenausbau der abzweigenden Röhren beschränkt sich auf eine einschalige Spritzbetonschale, einzig die ersten 10 m entsprechen dem Profil der Einspurttunnel und sind mit einem Ortbeton-Innengewölbe versehen.

### Tagbautunnel

Die ersten 600 m des Gotthard-Basistunnels entstehen im Tagbau. Die Arbeiten wurden im April 2008 aufgenommen. In der Endgestaltung werden die beiden Tagbautunnelröhren bis zu 14 m hoch mit Ausbruchmaterial aus dem Tunnel überschüttet. Ende Februar 2010 waren 420 m der Oströhre und 250 m der Weströhre fertig betoniert. Für die Erstellung der beiden Tagbautunnelröhren sind 5 verschiedene Profiltypen notwendig.

Beginnend mit dem im Endzustand sichtbaren polygonalen Profil im Portalbereich Erstfeld werden die beiden Tunnelröhren direkt nebeneinander geführt. Im Anschluss werden die beiden Röhren getrennt geführt und der Achsabstand der beiden Tunnelröhren nimmt Richtung Süden von rd. 8 m auf 13 m zu. Im Innern der Tunnelröhre geht das Profil vom polygonalen in ein hufeisenförmiges Profil über. Im Übergangsbereich vom Tagbautunnel zum bergmännischen Tunnel werden mit der Erstellung der Kragplatte Ost im Sommer 2010 die Voraussetzungen für den Zusammenschluss der beiden Tunnelprofile geschaffen. Im Winter 2011 werden die Vorbereitungen für die Verbindung der Röhre West getroffen (Bild 5).

### Teilabschnitt Amsteg

Im Verlauf des Jahres 2009 wurde das Innengewölbe der



5 Tagbautunnel Erstfeld

5 Erstfeld cut-and-cover tunnel

beiden Röhren fertig gestellt. Zuletzt war in der Oströhre der Einbau des Gewölbes im Bereich Startröhre, Montagekaverne und Speisepunkt erfolgt, während in der Weströhre der Banketteinbau lief. Im 2. Halbjahr 2009 wurden die Beton-

access tunnel to the forking bore (1) is blasted and the service tunnel (2) subsequently required for the excavation operations driven. Now the drill+blast operations for the forking bore (3) can be commenced. Driving the 140 m (resp. 180 m in the

western fork) long bore is divided up into excavating the crown and bench/invert. Then the fork is extended from the single-track tunnel (5). The roof and walls are also enlarged in stages. Finally the remaining sectors (6) are excavated. The working

arbeiten der Querschlagabschlusswände abgeschlossen und die Querschläge, als Abschluss zu den beiden Tunnelröhren, mit Querschlagtüren ausgerüstet. Die Querschläge wurden mit Lüftungssystemen und Doppelböden versehen. Die Konstruktion der Doppelböden besteht aus einer Unterkonstruktion aus Edelstahl, einem Gitterrost aus glasfaserverstärktem Kunststoff, sowie faserbewehrten, unbefestigten Bodenplatten.

### Abnahme

Der Rohbau der rd. 11 km langen Tunnelröhren zwischen Amsteg und Sedrun war termingemäß fertig und ist bereit für den Einbau der Bahntechnik. Am 9. Dezember 2009 fand die Abnahme der beiden Tunnel-

röhren südlich der Montagekavernen bis zur Losgrenze des Teilabschnitts Sedrun, sowie des Kabelstollens bis zum Kraftwerk Amsteg statt. Mit der Abnahme wurde das Werk – und damit auch Nutzen und Gefahr – in die Verantwortung des Bauherrn übergeben. Seit dem 15. Januar 2010 sind die Einspurröhren Ost und West, sowie die Querschläge in der Obhut des Bahntechnikunternehmers.

Im Zugangsstollen und im Fußpunkt Amsteg werden noch Arbeiten ausgeführt. Insbesondere im Kreuzungsbereich des Baustollens mit den beiden Einspurtunneln und im Speisepunkt sind aufwändige Betonarbeiten nötig. Diese werden bis Ende 2011 abgeschlossen sein.

stage not shown here relates to excavating recesses in the points area.

As at the end of February 2010, 336 of 382 m for the enlargement East had been driven and secured. The enlargement operations were concluded by the end of April 2010. In the fork structure West so far 90 of 404 m has been excavated and supported. This work will be concluded in June 2010 (Fig. 4).

The 2 fork chambers are produced with a double shell with an excavation support constituting an anchorage system (friction anchors or mortar anchors) and a reinforced shotcrete shell, a seal and an in situ concrete inner shell. The thickness of the reinforced in situ concrete shell increases in keeping with the span width from 30 to a maximum of 45 cm. In

the fork structure East vault operations are due to start in July 2010 and in November 2010 in the western one. The inner lining of the forking bores is limited to a monocoque shotcrete shell, however, the first 10 m correspond with the profile of the single-track tunnels and are provided with an in situ concrete inner vault.

### Cut-and-Cover Tunnels

The first 600 m of the Gotthard Base Tunnel is produced by cut-and-cover. Operations began in April 2008. In their final state, the 2 cut-and-cover tunnel sections will be covered up to 14 m high with material obtained from the Tunnel. At the end of February 2010, 420 m of the eastern bore and 250 m of the western one



6 Deponie Claus Surrein

6 Claus Surrein dump

### Teilabschnitt Sedrun

Nach den ausgedehnten Störzonen erreichten die Südvortriebe im Frühsommer 2009 die geologisch günstige Formation der Paradiesgneise. Es resultierten durchschnittliche Auffahrleistungen von 4 m/Tag, bei maximalen Leistungen von bis zu 7 m/Tag. Am 20. Oktober erreichte der Vortrieb in der Weströhre Süd Tunnelkilometer 226.308 und damit die ursprünglich vertraglich vereinbarte Losgrenze (inkl. der Option von 1 km). Zur Terminalsicherung hatte sich die ATG im Jahr 2008 entschieden, die Losgrenze in Richtung Faïdo zu verschieben.

### Neue Deponie Claus Surrein

Die Verschiebung der Losgrenze von Sedrun in Richtung Faïdo hat den Anfall von bis zu weiteren 750.000 t Ausbruchmaterial zur Folge und erforderte eine Anpassung des Bewirtschaftungskonzepts, da

die bisherigen Deponien (Val Bugnei, Val Bugnei Ost) erschöpft waren. In der ersten Jahreshälfte 2009 wurden die Installationen für die Ablagerung Claus Surrein erstellt. Diese beinhalten die Förderbandanlage (Förderband über die Cavorgiabücke, Verteilbänder im Deponiebereich, Verteilstationen und Übergabetürme). Termingerecht konnte mit der Deponierung von Ausbruchmaterial am 1. Oktober 2009 begonnen werden. Bis Ende März 2010 wurden 143.000 t Ausbruchmaterial und Schlamm abgelagert (Bild 6).

### Tunnelvortrieb Süd

Im Oktober 2009 ereignete sich in der Oströhre bei km 126.252,5 ein Niederbruch. Im Laufe der Schutter-/Sicherungsmaßnahmen fand eine zunehmende Vernässung des östlichen First und Paramentbereichs statt. Die Vernässung des kakiritisierten Gesteins führte zu einer beginnenden Kaminbildung, welche auch

had been completely concreted. Five different types of profile are needed to produce the 2 cut-and-cover tunnel sections.

The 2 tunnel bores run directly parallel to one another starting with the polygonal profile at the Erstfeld portal zone, which is visible in the final state of the Tunnel. Then the 2 bores run separately and the centre distance between the 2 tunnel bores increases from some 8 to 13 m towards the south. Inside the tunnel bores, the cross-section changes from a polygon to a horse-shoe shape. In the transition section from the cut-and-cover to the trenchless tunnel, the cantilever plate East is to be produced by summer 2010 providing the prior conditions for interconnecting the 2 tunnel profiles. The preparations for the western bore connection will be undertaken in winter 2011 (Fig. 5).

### Amsteg Part-Section

In the course of 2009 the inner vault for the 2 bores was

completed. To round things off the vault in the starting pipe section, assembly chamber and feeder point was installed in the eastern bore whilst the verge was produced in the western one. In the second half of 2009 the concreting operations for the cross-passage closing walls were completed and the cross-passages, fitted with doors as closures to the 2 tunnel bores. The cross-passages were provided with ventilation systems and raised floors. These floors consist of a sub-structure made of stainless steel, a lattice grate made of glass fibre reinforced plastic as well as fibre-reinforced, unfortified floor slabs.

### Acceptance

The roughwork of the approx. 11 km long tunnel bores between Amsteg and Sedrun was finished according to schedule and is ready for installing the rail technology. On December 9, 2009 the 2 tunnel bores to the south of the assembly chambers up to the section boundary of the Sedrun part-section as well as the cable tunnel up to the Amsteg power station were approved. Through acceptance the structure – and in turn usage and danger – passed over into the responsibility of the client. Since January 15, 2010 the single-track tunnels East and West as well as the cross-sections have become the responsibility of the rail technology contractor.

Work is still progressing in the access tunnel and at the Amsteg bottom point. Extensive concreting operations are required particularly at the intersection area of the construction tunnel with the 2 single-track tunnels and at the feeder point. These are to be concluded by the end of 2011.

durch Spritzbetonauftrag nicht mehr gestoppt werden konnte. Der Nachbruch erfolgte sowohl aufwärts wie auch rückwärts. Das Bergwasser muss durch die Auflockerung den Weg vom Umgebungsgestein in den ansonsten relativ undurchlässigen kakiritisierten Bereich gefunden haben (Bild 7).

### Innenausbau

Große Fortschritte machte im Teilabschnitt Sedrun auch der Innenausbau. Nach der erfolgreichen technischen Prüfung von km 120.200/220.200 bis Losgrenze Nord gingen im Oktober die beiden Tunnelröhren nördlich der Multifunktionsstelle termingerecht und unter Einhaltung des vorgesehenen Kostenrahmens in die Obhut der ATG über. Am 15. Januar 2010 konnte dieser Abschnitt dem Nachfolgeunternehmer Transtec für den Einbau der Bahntechnik übergeben werden.

### Teilabschnitt Faido

Beide Tunnelbohrmaschinen haben die Piora-Mulde problemlos durchfahren (Tunnel 4/2009, Erfolgreiche Durchörterung der Piora-Mulde im Teilabschnitt Faido). Der Vortrieb in den folgenden Medelser-Graniten stellte die Maschinen bezüglich Verschleiß von Bohrwerkzeugen und Bohrkopf vor hohe Herausforderungen. Rund alle 1000 m war eine Bohrkopfrevision nötig. Bautechnisch zeigten sich keine allzu großen Überraschungen. Vereinzelt wurden leichte Bergschläge registriert. Der Initialwasseranfall lag abschnittsweise bei 20 l/sec, insgesamt bei rd. 45 l/sec. Es resultierten durchschnittliche Vortriebsleistungen von 280 bis 540 m/Monat. Der Intrusionskörper des Medelser-Granits war aber mit 4,5 km deutlich länger als die prognostizierten 2 km.

### Sedrun Part-Section

Following extensive fault zones the southern drives reached the geologically favourable Paradis gneiss formation in early summer 2009. The outcome was average rates of advance amounting to 4 m/d given maximum rates of up to 7 m/d. On October 20, the drive reached tunnel kilometre 226.308 in the western bore South and thus the originally contractually agreed section boundary (incl. the 1 km option). In 2008, the ATG decided to relocate the section boundary towards Faido in order to adhere to deadlines.

### New Claus Surrein Dump

The relocation of the Sedrun section boundary in the direction of Faido resulted in the accumulation of a further 750,000 t of spoil so that the material management concept had to be adjusted as the capacity of the existing dumps (Val Bugnei, Val Bugnei East) had been exhausted. During the first half of 2009, the installations for the Claus Surrein dump were set up. These include the belt conveyor system (conveyor over the Cavorgia bridge, distributor belts in the dumping area, distributor stations and transfer towers). It was possible to start dumping the spoil on October 1, 2009 according to schedule. Up until the end of March 2010, 143,000 t of spoil and mud was stored (Fig. 6).

### Southern Tunnel Drive

In October 2009 a collapse occurred in the eastern bore at km 126.252.2. In the course of the mucking/securing measures the eastern roof and wall sector became increasingly waterlogged. Waterlogging of the kakiritic rock led to a gradual



7 Niederbruch Oströhre

7 Eastern bore cave-in

Am 2. März 2010 erreichte die TBM Ost die Tenelin-Zone und danach die Streifengneise des Gotthardmassivs. Zurzeit befindet sich der Vortrieb in der Borel-Zone, welche bisher problemlos durchfahren werden konnte. Der Hauptdurchschlag zum Abschnitt Sedrun erfolgt am 15. 10. 2010. Die Vortriebe beider Tunnelröhren liegen im Einflussbereich der Stauhaltung Santa Maria. Diese Staumauer wird seit langem messtechnisch überwacht. Alle bisher gemessenen Deformationen liegen weit unter dem Schwellenwert, so dass im Tunnel bisher keine der vorsorglich geplanten Maßnahmen ergriffen werden mussten.

### Niederbruch in der Weströhre

In der Nacht vom 3. auf den 4. März 2010 ereignete sich in der nacheilenden Weströhre vor dem Bohrkopf ein Niederbruch, dessen Bewältigung einige Wochen in Anspruch nehmen wird. Interessanterweise durchfuhr die TBM Ost diese gering-

mächtigen, 20 bis 30 cm dicken Kakirite ohne größere Probleme. Lediglich ein Überprofil von 2 bis 3 m über dem Bohrkopf behinderte zeitweise den Vortrieb der Ostmaschine. Entsprechend war man in der Weströhre gewarnt und hat vorsorglich rechtzeitig auf Bogenausbau umgestellt. Trotz dieser Maßnahme entstand der Niederbruch, der zurzeit auf über 1000 m<sup>3</sup> geschätzt werden muss.

### Innenausbau

Parallel zu den Vortriebsarbeiten lief der Innenausbau in der Multifunktionsstelle Faido. Im Abluftsystem West waren die Arbeiten in allen Abluftschächten Anfang November 2009 abgeschlossen, danach begann der Ausbau des Abluftsystems Ost. Zurzeit wird meist an mehreren Arbeitsstellen gleichzeitig betoniert.

### Teilabschnitt Bodio

Die Rohbau-Ausrüstung ist abgeschlossen, alle Querschläge

channel formation, which could no longer be prevented by placing shotcrete. The cave-in took place upwards as well as to the rear. Underground water apparently found its way from the surrounding rock to the otherwise relatively impermeable kakiritic sector through loosening (Fig. 7).

### Inner Furnishing

Inner furnishing also made enormous progress in the Sedrun part-section. Following the successful technical test from km 120.200/222.200 to the section boundary North the 2 tunnel bores to the north of the multi function station (MFS) were handed over to the ATG according to schedule in October with the foreseen cost framework being adhered to. On January 15, 2010, this section was subsequently passed on to Transtec for the installation of the rail technology.

### Faido Part-Section

Both tunnel boring machines were able to penetrate the Piora Basin without any difficulty (tunnel 4/2009, Successful Penetration of the Piora Basin in the Faido Part-Section). The drive in the Medelser granites that followed placed high demands on the machines with respect to wear on the cutting tools and cutterhead. The cutterhead had to be inspected every 1,000 m. There were not many surprises however in terms of construction technology. Slight seismic disturbances were occasionally registered. The initial water incidence amounted to 20 l/sec in certain sections, averaging a total of some 45 l/sec. The outcome was average rates of advance of 280 to 540 m/month. The Medelser granite intrusion zone was however, considerably longer than the forecast 2 km – and amounted to 4.5 km.

On March 2, 2010, the TBM East reached the Tenelin zone and then the Gotthard Massif folded gneisses. At present the excavation is located in the Borel zone, which so far had been penetrated unproblematically. The main breakthrough in the Sedrun section is scheduled for October 15, 2010.

The drives for the 2 tunnel bores are located in the Santa Maria reservoir's sphere of influence. This dam has been carefully monitored in technical terms now for an extensive period. All deformations measured up till now lie far below the threshold value so that it has not been necessary to resort to any of the planned precautionary measures.

### Cave-in in the western Bore

In the night from March 3 to 4, 2010 a cave-in occurred in the follow-up western bore in front

sind ausgerüstet. Nach dem Rückbau der Schienen der Stollenbahn, der Tunnelreinigung und der erfolgreichen technischen Prüfung am 17. Dezember 2009 konnte die Arbeitsgemeinschaft den Rohbau der Weströhre der ATG übergeben. Die bahntechnische Ausrüstung der Weströhre Bodio für die spätere Teststrecke kann also planmäßig beginnen. Auch wenn die einzelnen Tätigkeiten im Vergleich zu Vortriebsarbeiten eher unbedeutend erscheinen, dokumentieren die nachfolgenden Zahlen den großen Aufwand, der im über 15 km langen Tunnelabschnitt vor der technischen Prüfung zu leisten war. So mussten beispielsweise für das Entwässerungssystem insgesamt 63 km Rohrleitungen gespült, gereinigt und mit einem

Kameraroboter befahren werden. Für die Reinigung des Innengewölbes und der Oberflächen von Bankett und Sohle fiel eine Fläche von 415.000 m<sup>2</sup> an. Die technische Prüfung zeigte, dass auch in Bodio eine hohe Ausführungsqualität erreicht worden ist: Sanierungsarbeiten am Entwässerungssystem infolge von Beschädigungen oder Ausführungsmängeln waren auf Abschnitte von insgesamt wenigen hundert Metern beschränkt. Dies sind weniger als 1 % aller Leitungsstränge. Von 1300 Blockfugen des Innengewölbes wurden im Zug der Garantiarbeiten an 13 Fugen eine Endsanierung erforderlich, dies entspricht einem Anteil von ca. 1 ‰ (Bild 8).

Die Oströhre wird derzeit noch für die gleisgebundene Versorgung der Vortriebe im

of the cutterhead, which required several weeks to be mastered. Interestingly enough the TBM East passed through this shallow, 20 to 30 cm thick kakirite zone without major problems. At times however a 2 to 3 m overbreak above the cutterhead prevented the eastern TBM excavation from being properly executed. As a result the crew in the western bore was aware of the situation and had resorted to arch supporting in plenty of time as a precaution. Nonetheless the cave-in occurred, which currently can be estimated to be in excess of 1,000 m<sup>3</sup>.

### Inner Furnishing

The inner furnishing of the Faido MFS took place parallel to the driving operations. Work in

all exhaust air shafts in the western exhaust air system was concluded at the beginning of November, subsequently work started on furnishing the eastern exhaust air system. At present concreting is progressing mostly at a number of working points in order to ensure that the ambitious scheduling programme is adhered to.

### Bodio Part-Section

The roughwork has been concluded, all the cross-passages have been equipped. After removing the rails for the tunnel railway, cleaning the tunnel and the successful technical test on December 17, 2009 the JV was able to hand over the western bore roughwork to the ATG. As a result the rail technical equip-



8 Fertige Röhre im Teilabschnitt Bodio

8 Completed bores in the Bodio part-section

Abschnitt Faido und zum Abtransport des Ausbruchmaterials genutzt. Somit konnte dort noch kein Banketteinbau erfolgen, er ist für das 2. Halbjahr 2012 vorgesehen. Danach werden auch dort die Vorbereitungen für die technische Prüfung beginnen.

### Teilabschnitt Gotthard Süd (Biasca)

Im Mai 2009 begannen die ersten Arbeiten für die bahntechnische Ausrüstung des Gotthard-Basistunnels. Am 28. November 2009 fand der Spatenstich für die Betriebsleitzentrale der SBB statt. Wegen ihrer architektonisch

futuristischen Form erhielt das Projekt den Namen «Periscopio». Die neue Betriebsleitzentrale oder «Centrale d'esercizio di Pollegio» (CEP) steht in unmittelbarer Nähe des Infocentro Gottardo Sud. Von der Zentrale aus wird der Bahnverkehr auf der Gotthard-Achse zwischen Chiasso und Arth-Goldau sowie zwischen Bellinzona-Luino und Bellinzona-Locarno gesteuert. 

ping of the Bodio western bore for the subsequent test stretch can thus begin as scheduled. Even although the individual activities may appear insignificant compared to the driving operations, the following figures document the major outlay that was required prior to the technical test in the more than 15 km long tunnel section. Thus for example a total of 63 km of pipelines had to be rinsed, cleaned and inspected by means of a camera robot for the drainage system. An area of 415,000 m<sup>2</sup> accounted for cleaning the inner vault and the surfaces of verge and base. The technical test revealed that a high quality of execution has

also been attained in Bodio. Redevelopment work on the drainage system owing to damage or faulty execution was restricted to sections amounting to only a few hundred metres. This corresponds to less than 1 % of all pipeline systems. Only 13 of the 1,300 block joints for the inner vault had to be retrofitted in accordance with the guarantee, corresponding to a share of roughly 1 ‰ (Fig. 8).

At present the eastern bore is still being used for supplying the drives in the Faido section and removing the spoil by track. As a consequence the verges cannot yet be installed – this is intended to take place in the 2<sup>nd</sup> half year 2012. Subsequently the preparations for the technical test will begin there too.

### Gotthard South (Biasca) Part-Section

Initial operations for the rail technological equipping of the Gotthard Base Tunnel started in May 2009. The first clod of earth was turned for the SBB operational control centre on November 28, 2009. The project has been named «Periscopio» on account of its futuristic architectural form. The new operational control centre or «Centrale d'esercizio di Pollegio» (CEP) is close to the Gotthard South InfoCenter. Rail traffic on the Gotthard axis between Chiasso and Arth-Goldau as well as between Bellinzona-Luino and Bellinzona-Locarno will be controlled from the operational control centre. 