

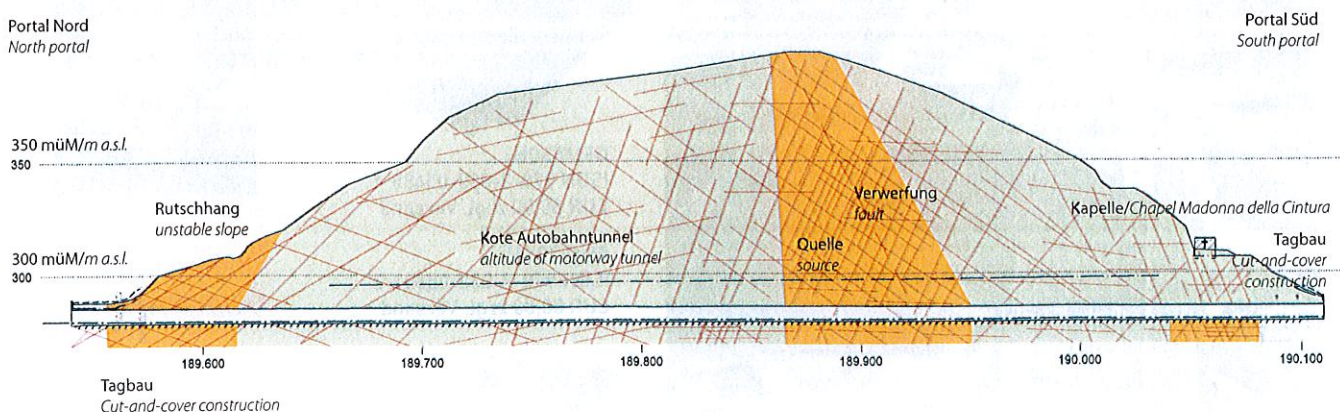
Profilaufweitung des Tunnels Maroggia in neuartigem Verfahren

Der 1874 in Betrieb genommene, 570 m lange Tunnel Maroggia wurde durch eine einseitige Aufweitung auf die Anforderungen des „4m-Korridor Basel – Chiasso/Ranzo“ angepasst. Dabei wurde das bestehende Mauerwerk bis fast in die Firste abgebrochen und durch ein Parament aus Ortbeton ersetzt, während das im Bauzustand verbleibende Gewölbe über dem Betriebsgleis fast durchgängig auf einem im Voraus erstellten rückverankerten Stahlbetonbalken gestützt wurde. Die Arbeiten erfolgten unter sehr engen Platzverhältnissen, ab Bauzug mit Schutzwand, um den Bahnbetrieb auf dem benachbarten Betriebsgleis aufrecht zu erhalten. Mit dem gewählten, neuartigen Bauverfahren konnte die Bauzeit auf etwa 1,5 Jahre verkürzt werden.

Maroggia Tunnel: Cross-Section Enlargement with a new Method

The 570 m long Maroggia Tunnel began operating in 1874. It has now been adapted to the requirements of the “4m Corridor Basle-Chiasso/Ranzo” by being enlarged at one side. The existing masonry was demolished practically to the roof and replaced by an in situ concrete wall, whilst the remaining vault in its structural state was supported almost continuously by a back-anchored reinforced concrete beam installed in advance above the operational track. The work took place under very constricted space conditions, from the construction train with protective wall, so that rail services on the neighbouring track could be maintained. Thanks to the novel construction method, it was possible to reduce construction time to around 1.5 years.

Dr. sc. techn. Alex Schneider, Rothpletz, Lienhard + Cie AG, Olten, Schweiz/Switzerland
MSc ETH Bau-Ing. Nikos Lavdas, Rothpletz, Lienhard + Cie AG, Olten, Schweiz/Switzerland
Joel Darbre, Rothpletz, Lienhard + Cie AG, Olten, Schweiz/Switzerland
Yves Pointet, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bellinzona, Schweiz/Switzerland



1 Geologisches Längenprofil
 Geological longitudinal profile

1 Einleitung

Der Tunnel Maroggia der Schweizerischen Bundesbahn (SBB) befindet sich im Kanton Tessin und liegt an der Bahnlinie zwischen Bellinzona und Chiasso. Der Tunnel ist seit 1874 als zweigleisiger Eisenbahntunnel in Betrieb und gilt daher als einer der ältesten Tunnel der Schweiz.

Im 2011 wurde der Tunnel im Projekt „4m-Korridor Basel–Chiasso/Ranzo“ (4mK) eingegliedert, für das auf der Nord-Süd-Achse durch die Schweiz durchgehend eine Eckhöhe von 4,0 m für den kombinierten Bahnverkehr zu gewährleisten ist. Für die damit verbundene Instandsetzung war eine mindestens 50-jährige Nutzungsdauer gefordert.

Das vom Bundesamt für Verkehr (BAV) genehmigte und ausgeschriebene Projekt der Instandsetzung sah eine Gleisabsenkung von 24 bis 25 cm und eine Profilaufweitung auf beiden Gewölbeseiten mit neuen Mauerwerksunterfangungen, Teilersatz der Parameter in Ortbeton und Schrägungen vor. Anhand dieser Maßnahmen ließ sich das Lichtraumprofil des 4mK mit minimalem Eingriff in die bereits mehrmals sanierte Tragkonstruktion des Tunnels gewährleisten.

Die hohe Dichte und enge Abfolge der SBB-Projekte im Tessin entlang der Nord-Süd-Achse stellen hohe Anforderungen an die Baugistik und die Arbeitsabläufe. Die Rahmentermeine sind eng und fordern einen hohen Detaillierungsgrad der Bauabläufe bezüglich der Termineinhaltung sowie eine Vertiefung der Arbeits- und Betriebssicherheit im Doppelspurttunnel mit eingleisigem Bahnbetrieb.

In der Ausschreibung wurde eine Unternehmervariante eingebracht, mit der die Möglichkeit bestand, eine deutlich kürzere Bauzeit zu erreichen und damit auch die Chance für die Realisierung wichtiger Nachbarprojekte (Oberbausanierungen). In der Folge wurde diese Variante realisiert, mit Gewölbeaufweitung nur auf einer Seite und ohne Sohlabsenkung. Dazu musste das Ausführungsprojekt in kürzester Zeit erstellt und die Baustelle eng begleitet werden.

2 Projektbeschreibung

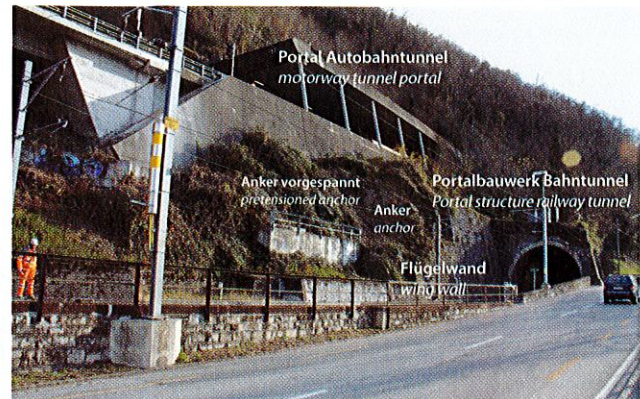
2.1 Übersicht

Der Tunnel Maroggia der SBB liegt in unmittelbarer Nähe zum Lago di Lugano und wird zum See hin von der Kantonsstraße und zum Hang hin von der Autobahn A2 flankiert. Zwei Autobahntunnel überqueren den Bahntunnel in Richtung Süden, jeweils zweimal in geringer Höhe (ca. 15 m).

Die mindestens 50 cm starke Tunnelverkleidung weist ein Hufeisenprofil auf und besteht im Parameter sowie in den Portalzonen aus Natursteinmauerwerk (Kieselkalk und Arkosen), während die Kalotte mit vermörtelten Vollbacksteinen gemauert ist. Die Verkleidung ist systematisch mit vermörtelten Porphyritblöcken hinterfüllt.

2.2 Geologie

Der Tunnel Maroggia durchquert aus geologischer Sicht südalpine vulkanische Gesteine, welche zum sogenannten Vulkangebiet



2 Tunnel Maroggia, Ansicht Portal Nord
Maroggia Tunnel, view of north portal



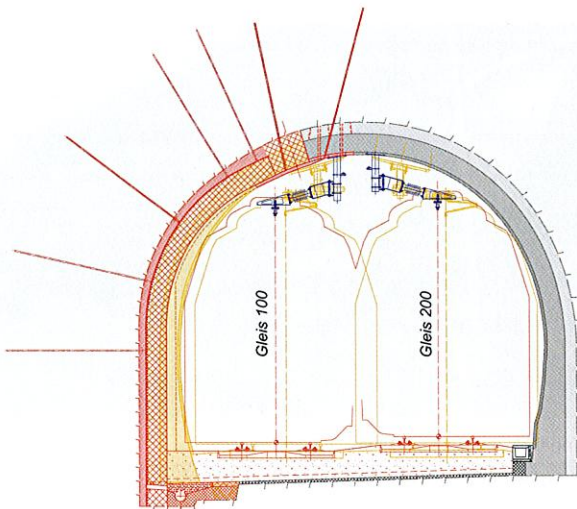
3 Ansicht Portal Süd
View of south portal

1 Introduction

The Maroggia Tunnel belonging to the Swiss Federal Railways (SBB) is located in the Canton of Ticino on the route between Bellinzona and Chiasso. The twin-track rail tunnel has been operational since 1874, making it one of the oldest in Switzerland.

In 2011, the tunnel was incorporated in the “4m Corridor Basle–Chiasso/Renzo” (4mK) project, for which a continuous corner height of 4 m for combined rail traffic must be assured for the north-south axis running through Switzerland. A minimum service life of 50 years was demanded for the related maintenance work.

The maintenance project approved and called for by the Federal Office of Transport (FOT/BAV) foresaw the track being lowered by 24 to 25 cm



4 Typisches Normalprofil
Typical standard cross-section

von Lugano zählen. Im Tunnel werden Porphyrite bzw. Quarzporphyre angetroffen, welche aus einer harten, feinkörnigen Matrix bestehen.

Ungefähr auf Tunnelmitte (**Bild 1**) wurde beim Bau des Tunnels eine offene, wasserführende Kluft im Gebirge gefasst (Quelle), aus der heute immer noch Wasserzutritte von 5–10 l/min gemessen werden. Etwa 40–50 m südlicher der Quelle durchquert der Tunnel eine etwa 45° nach Süden fallende Verwerfung. Diese Verwerfung besteht aus einer etwa 30 m mächtige Zone aus kakiritisiertem, jedoch tragfähigen Fels.

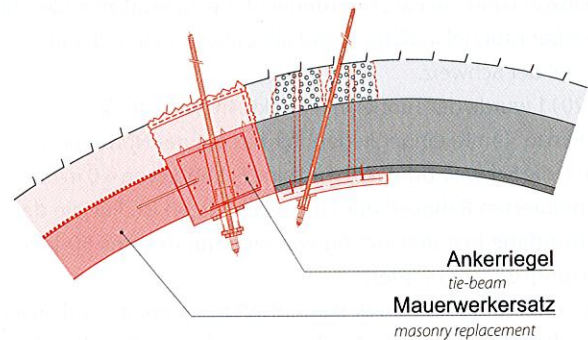
Im Norden befindet sich der Tunnel im Einflussbereich einer Rutschung, welche beim Bau des Autobahntunnels in den Jahren 1965/1966 in Bewegung geriet. Zur Sicherung wurde damals eine Vielzahl vorgespannter Anker im Hang verbaut (**Bild 2**). Ein Teil des Bahntunnels erlitt Deformationen. Im Zuge der anschließenden Rekonstruktion musste der Tunnelquerschnitt mit Sohlsprenger zum Ring geschlossen werden.

Über dem Südportal thront die im 18. Jahrhundert erbaute Kapelle Madonna della Cintura (**Bild 3**). Unterhalb der Kapelle war, gemäß der geologischen Prognose, stark gestörter Fels erwartet worden, der aber während der Ausführung der Ausweitung nicht angetroffen wurde. Die damals im Tagbau erstellten Portalbereiche liegen in einer mehr oder weniger locker gelagerten Aufschüttung.

2.3 Tragwerkskonzept und Bauablauf

Zur Gewährleistung des Lichtraumprofils sah das Projekt der Instandsetzung vor, das Gewölbe auf dem bergseitigen Gleis (G 100) aufzuweiten und durch eine Betonschale zu ersetzen. Dies beinhaltete den Abbruch des bestehenden Mauerwerk bis fast in die Firste, während das verbleibende Gewölbe über dem Betriebsgleis auf einen im Voraus erstellten rückverankerten Stahlbetonbalken, dem sogenannten Ankerriegel, gestützt werden sollte (**Bild 4 + 5**). Um die Gewölbestabilität zu verbessern wurde zunächst die Hinterfüllung des Mauerwerkgewölbes mit Zementsuspension

Quelle/credit (4): Rothpletz, Lienhard



5 Detail Ankerriegel
Tie-beam in detail

and the cross-section being enlarged at both sides of the vault with new underpinned masonry, partial replacement of the wall using in situ concrete and cutting operations. The objective was to provide the 4mK clearance profile with minimum interference to the tunnel's bearing structure, which already had been rehabilitated several times. The high density and close frequency of the SBB projects in Ticino on the north-south axis pose high demands on construction logistics and working cycles. Time frames are narrow and call for a high degree of detail for construction cycles with regard to scheduling as well as consolidation of industrial and operational safety in the twin-track tunnel with single-track services.

In the tender, a contractual variant was included, which opened up the possibility of achieving a substantially shorter construction time so that there was also the opportunity for accomplishing important follow-up projects (upgrading the superstructure). Subsequently this alternative scheme was undertaken with the vault being enlarged only at one side without the invert being lowered. For this purpose, the implementation project had to be completed in the shortest possible time and the construction site closely supervised.

2 Project Description

2.1 Overview

The SBB's Maroggia Tunnel runs in the immediate proximity of the Lago di Lugano and is flanked towards the lake by the cantonal road and towards the mountains by the A2 motorway. Two motorway tunnels cross above the rail tunnel towards the south, in each case twice at a shallow height (approx. 15 m).

The at least 50 cm thick tunnel lining is horseshoe shaped, both walls and portal zones consist of natural stone masonry (silicic limestone and arkoses), and the crown is lined with mortared full bricks. The brickwork is systematically backfilled with mortared blocks of porphyrite.

2.2 Geology

In geological terms, the Maroggia Tunnel passes through south Alpine volcanic rocks, which belong to the so-called Lugano

injiziert. Zudem wurde das Mauerwerk beidseitig des zu erstellenden Ankerriegels mit Mörtelankern gesichert. Mir den bei allen Ankern ausgeführten Zugproben und ausgewählten Ankerversuchen konnten zuverlässige Informationen über die Profilverhältnisse hinter dem bestehenden Mauerwerk gewonnen werden.

Der rund 60 x 80 cm starke Ankerriegel wurde durchgängig in Etappen von Vor- und Nachläufern ausgebrochen, bewehrt und mit Ortbeton betoniert. Die Längsverbinding wurde durch Schraubbewehrung sichergestellt, während in den Bewehrungskörben Leerrohre aus Stahl für die spätere Ankerung platziert und einbetoniert wurden. Die Verankerung des Riegels erfolgte durch schwere Stabanker (Swiss Gewi 50 mm oder Selbstbohrinjektion-sanker), welche durch die Leerrohre in den Baugrund eingebohrt und festgesetzt wurden.

Infolge der engen Platzverhältnisse (**Bild 6**) konnten die Anker aus Sicht der Statik nicht optimal geneigt eingebracht werden, was durch eine leichte Vorspannung der Stabanker kompensiert wurde. Der Nachweis für einen Ankerausfall konnte rechnerisch mit der Berücksichtigung der Verdübelung des Betonriegels im Baugrund durch die Ankerstäbe erbracht werden. Der Ankerriegel konnte dabei derart ausgelegt werden, dass sich der einseitige Abbruch des Tunnelgewölbes und die Ausweitung über große Strecken im Fels nicht in Etappen, sondern über die gesamte Länge ausführen ließ, was eine freiere Logistik und Beschleunigung der Arbeiten ermöglichte. Für die Ausbruchsicherung wurde systematisch geankert (**Bild 7**) und eine netzbewehrte Spritzbetonschale eingebaut.

Anschließend wurde das Gewölbe etappenweise in Ortbeton hergestellt. Der Anschluss des neuen Betonparamentes an den Ankerriegel wurde mittels Querkraftdornen kraftschlüssig ausgeführt. Dadurch konnte die Kraftübertragung zum verbleibenden Mauerwerksgewölbe im Zuge der Entspannung der Anker deformationsarm sichergestellt werden. Hinter dem Betonparament ist eine Drainagematte angeordnet, mit der anfallendes Wasser drucklos zum Gewölbefuß abgeleitet wird (**Bild 8**).



6 Ausbrucharbeiten unter engen Platzverhältnissen
Excavation work under constricted space conditions

Volcanic Area. In the tunnel, porphyrites and quartz porphyrites are encountered, which comprise a hard, fine-grained matrix.

Roughly at the middle of the tunnel (**Fig. 1**) an open, water-bearing cleft was encountered (source) during tunnelling, in which water influxes of 5–10 l/min are still measured. Roughly 40–50 m to the south of this source, the tunnel passes through a fault dipping approx. 45 ° towards the south. This fault comprises a roughly 30 m thick zone of kakiritised albeit still stable rock.

In the north the tunnel finds itself influenced by a landslip, which started moving when the motorway tunnel was built back in 1965/66. At the time a large number of pretensioned anchors were set in the slope (**Fig. 2**). A part of the rail tunnel suffered deformations. In the course of reconstruction, the tunnel cross-section had to be closed to form a ring by means of invert spreaders.

The Madonna della Cintura Chapel (**Fig. 3**) built in the 18th century is sited above the south portal. According to the geological prognosis heavily disturbed rock was expected beneath the chapel. However, this was not encountered while executing the enlargement. The portal areas, which were produced by cut-and-cover at the time, are located in a more or less loosely bedded deposit.

2.3 Structural Planning and Construction Process

To guarantee the clearance profile, the maintenance project foresaw enlargement of the vault at the track nearer the mountains (G 100) and replacing it by a concrete shell. This embraced removing the existing masonry almost to the roof, whilst the remaining vault was to be supported by a back-anchored reinforced concrete beam, the so-called tie-beam, installed above the operational track in advance (**Figs. 4 + 5**).

The backfill of the masonry vault was firstly injected with cement suspension to improve the vault's stability. Furthermore, the masonry was secured with mortar anchors at both sides of the future tie-beam. Reliable information could be gained with regard to the conditions of the profile behind the existing masonry thanks to tensile tests and selected anchor tests undertaken for all the anchors. The roughly 60 x 80 cm thick tie-beam was produced, reinforced



7 Bohrarbeiten für die Anker der Ausbruchsicherung
Drilling work for the anchors of the excavation support



Quelle/credit: Rothpletz, Lienhard

8 Betonieren im Schutze des Ankerriegels
Concreting protected by the tie-beam

2.4 Rutschhang

Im Bereich des Rutschhanges wurde der Abbruch und Neubau des Paraments in Etappen und die Ausbruchsicherung verstärkt geplant, um eine erneute Aktivierung von Verformungen im Hang zu vermeiden. In diesem Bereich wurde der Tunnel nach dem Bau des Straßentunnels und den daraus entstandenen Deformationen mit Sohlsprengern in Abständen von 2.5 m ausgerüstet. Bei der Ausweitung wurden die bestehenden Sohlsprenger teilweise rekonstruiert und an das neue Betonparament angeschlossen (Bild 9).

2.5 Lockergesteinsstrecken

Ein Novum auf der Strecke Basel–Chiasso/Ranzo bestand in der einseitigen Ausweitung unter Bahnbetrieb in den beiden Lockergesteinsstrecken sowie an den Portalen und konnte mit nicht alltäglichen Bauhilfsmaßnahmen gut beherrscht werden. Obwohl im Rahmen früherer Instandsetzungen Verfestigungsinjektionen ausgeführt worden waren, wies das Lockergestein ohne weitere Zusatzmaßnahmen eine ungenügende Stabilität auf. Die geringe Überlagerung ließ zudem eine Rückverankerung eines Betonriegels (Ankerriegel) wie in der Felsstrecke nicht zu.

and concreted continuously in advance and subsequent stages. The longitudinal connection was secured by screw-in reinforcements, whereas in the reinforcement cages, empty steel pipes were positioned and concreted in place. The beam was anchored by means of heavy bar anchors (Swiss Gewi 50 mm or self-drilling injection anchors), which were drilled and positioned in the ground through the empty pipes.

Owing to the constricted space conditions (Fig. 6) the anchors could not be set optimally at an angle from a static point-of-view, something which was compensated for by slightly pretensioning the bar anchors. Evidence for the case of anchor failure could be provided computationally by considering the anchoring of the concrete beam in the ground by the anchor bars. The tie-beam could be installed in such a manner that it was possible to carry out the demolition of the tunnel vault at one side and enlargement over major sections in the rock not only in stages but over the entire length. This enabled more variable logistics and activities to be speeded up. Systematic anchoring was undertaken to support the excavation (Fig. 7) and a shotcrete shell secured by netting was installed.

Subsequently, the vault was built stage-by-stage using in situ concrete. The new concrete wall was attached firmly to the tie-beam by means of shear force dowels. In this way, it was possible to secure

So wurde der Betonriegel über eine kurze Strecke unverankert, dafür jedoch mit verstärkter Bewehrung ausgeführt, um die Kräfte besser überbrücken zu können. Im Wesentlichen wurde die Gewölbeausweitung in der Lockergesteinsstrecke in kurzen Etappen hergestellt. Um Ablösungen von Mauerwerkssteinen zu vermeiden, wurde das verbleibende Gewölbe mittels Stahllongarinen und kurzen Ankern in Längsrichtung stabilisiert.

Die zu öffnenden Paramentfenster wurden vorgängig zum Ausbruch mit einem dichten Raster von Selbstbohrinjektionsankern und Injektionen gesichert (siehe **Bild 7**).

Im Portal Süd wurde das dicht gelagerte Lockermaterial mit in einer zusätzlichen Injektionskampagne mit Feinzement von der Oberfläche verfestigt. Im Portal Nord steht sehr heterogenes Material mit Fremdkomponenten an, welches die Wirksamkeit solcher Injektionen in Frage stellte. Die verbleibenden Stabilitätsrisiken wurden mit einer dichten Reihe von „Pfählen“ (vermörtelte Swiss Gewi 50 mm, „Pfahlschirm“), schief und quer zum Tunnel versetzt, minimiert (**Bild 10**).

Auch die gemauerten Portalwände mussten auf die einseitig ausgeweitete Geometrie angepasst werden. Die Steine des

the transference of force to the remaining masonry vault with minimal deformation, once the anchors relaxed. Drainage matting was installed behind the masonry vault by means of which any water is effectively transferred to the foot of the vault (**Fig. 8**).

2.4 Unstable Slope

In and around the unstable slope, demolition and reconstruction of the wall was planned stage-by-stage and the initial support was enhanced to avoid reactivating the deformations on the slope. In this area, the tunnel was fitted with invert spreaders set 2.5 m apart after deformations caused by the construction of the road tunnel had occurred. During the enlargement procedure, the existing invert spreaders were partially reconstructed and attached to the new concrete wall (**Fig. 9**).

2.5 Soft Ground Sections

A novel feature on the Basle–Chiasso/Ranzo route related to the one-sided enlargement while train services continued running in the two soft ground sections as well as at the portals. It required some out-of-the-ordinary ancillary measures to tackle this properly. Although

RL Rothpletz | Lienhard

100 Jahre
planen + bauen

www.rothpletz.ch



Quelle/credit (3): Rothpletz, Lienhard

9 Neu angeschlossene Sohlsprenger
Newly attached invert spreaders

Portalkranzes wurden abgebrochen und ersetzt. Die Portalwand wurde vorgängig zum Abbruch der letzten zwei Blöcke und des Portalkranzes mit dem Balken mittels Stahllongarinen und horizontalen, im Balken verankerten Stabankern gesichert. Mit der Neumauerung des Portalkranzes (**Bild 11**) wurden die Rohbauarbeiten im Tunnel abgeschlossen.

2.6 Schotterhalterung

Zur Schotterhalterung beim Schotterersatz wurde aufgrund der zeitlichen Randbedingungen eine Schotterverklebung vorgenommen. Es ist die schweizweit erste Schotterverklebung entlang eines Betriebsgleises bei Aufrechthaltung der Betriebsgeschwindigkeit (85 km/h). Die Bauherrschaft (SBB) griff dabei auf ihr Versuchsprogramm aus dem Jahr 2013 und auf die Erfahrungen aus Projekten mit Langsamfahrstrecken (30 km/h) zurück. Vor der Ausführung wurde ein Versuchsfeld eingerichtet und der Zustand über mehrere Wochen beobachtet (**Bild 12**). Die Schotterarbeiten wurden minutiös geplant, um den Zeitraum mit geöffnetem Graben möglichst zu minimieren.

3 Fazit

Die Arbeiten im Tunnel Maroggia der SBB konnten erfolgreich abgeschlossen werden. Mit einer außergewöhnlichen Leistung aller Beteiligten im Projekt in den letzten Wochen und Monaten konnte dieses Ziel erreicht werden. Der seit Sommer 2016

consolidation grouting had been carried out within the framework of earlier maintenance measures, the soft ground did not possess sufficient stability without additional measures being resorted to. Furthermore, the shallow overburden did not permit back-anchoring with a concrete beam (tie-beam) as in the rock section.

As a consequence, the concrete beam was installed without anchorage over a short section but with stronger reinforcement so that forces could be more adequately bridged. By and large, the vault enlargement in the soft ground section was constructed in short stages. In order to avoid parts of the masonry becoming detached, the remaining vault was stabilised longitudinally using steel girders and short anchors.


The wall windows to be opened up were secured in advance of the excavation with a dense grid of self-drilling injection anchors and grout (see **Fig. 7**).

At the south portal the densely bedded soft material was consolidated from the surface with fine cement during an additional grouting campaign. Very heterogeneous material with foreign components is to be found at the north portal, which questioned the efficacy of such injections. The remaining risks affecting stability were minimised through a dense series of "piles" (mortared Swiss Gewi 50 mm, "pile umbrella") set up at angles to the tunnel (**Fig. 10**). The masonry portal walls also had to be adapted to the enlargement in geometry at one side. The stones of the portal crest were demolished and replaced. The portal wall was secured in advance

einseitig gesperrte Doppelspurtunnel auf der Nord-Südachse kann damit bereits seit März 2018 nach etwas mehr als 1,5 Jahren Bauzeit wieder voll genutzt werden.

Mit dem gewählten, neuartigen Bauverfahren mit einseitiger Aufweitung des Tunnelprofils konnte die Bauzeit verkürzt werden. Die ungünstigen geologischen Verhältnisse, wie z. B. die Lockergesteinstrecken unter geringer Überlagerung, die engen terminlichen Randbedingungen sowie die hohen Anforderungen an die Sicherheit während des Bahnbetriebs auf dem zweiten Gleis im Tunnel, stellten große Herausforderungen an die Projektierung und die Ausführung.

Die Arbeiten erfolgten unter sehr engen Platzverhältnissen, ab Bauzug mit Schutzwand, um den Bahnbetrieb auf dem benachbarten Betriebsgleis aufrecht zu erhalten. Zudem befindet sich der Tunnel an der Engstelle Bissone/Maroggia in einem Rutschhang, wobei die Bahnlinie resp. der Tunnel zwischen der Kantonsstraße und der Autobahn verläuft.

Mit einer durchdachten Planung und einer aktiven, zielorientierten Zusammenarbeit zwischen der ausführenden Unternehmung, dem Projektverfasser sowie der SBB konnten die Anforderungen gemeistert werden. Trotz immensem Leistungsdruck stand bei allen Projektbeteiligten die Sicherheit an erster Stelle. 

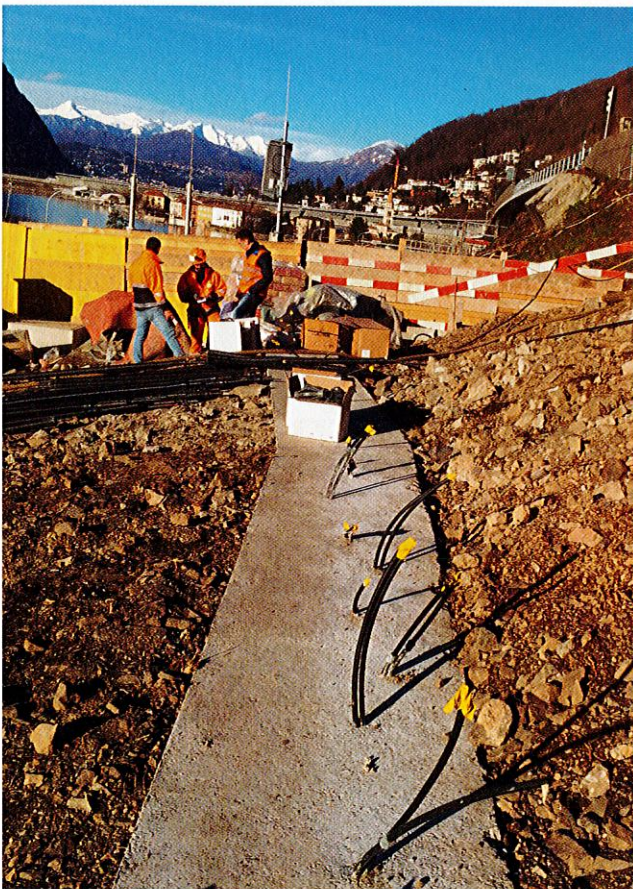
with the beam using steel girders and horizontal bar anchors fixed in the beam prior to demolishing the final two blocks and the portal crest. The roughwork operations in the tunnel were concluded when the portal crest was rebuilt (**Fig. 11**).

2.6 Ballast Maintenance

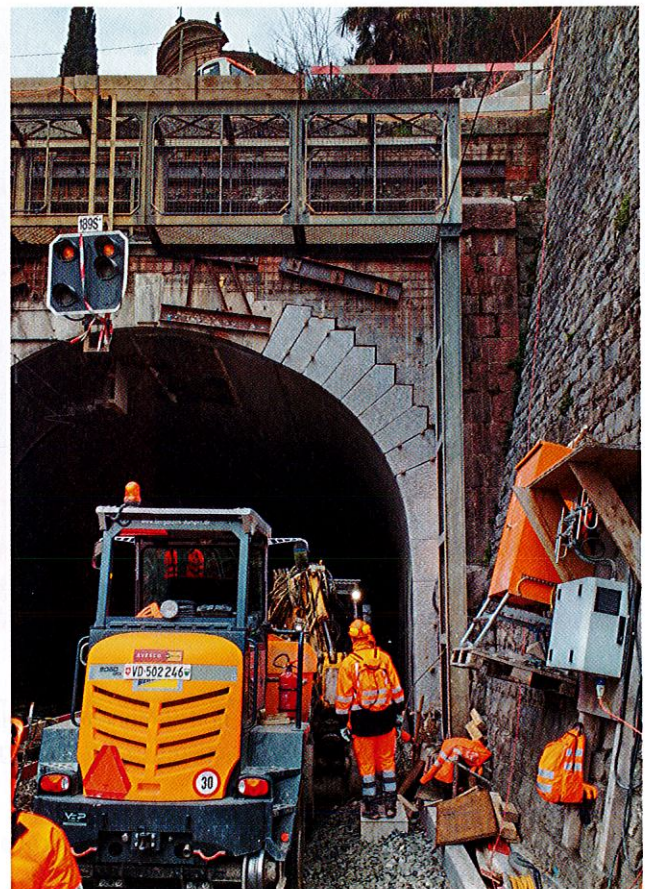
To maintain the ballast during its replaced, a bonding process was introduced owing to the time-related marginal conditions. This is in fact the first-time bonding has been applied in Switzerland on an operational track while maintaining the operating speed (85 km/h). In the process, the client (SBB) took advantage of its research programme from the year 2013 and findings obtained from projects with low-speed restricted sections (30 km/h). Prior to execution, a test field was set up and its status observed over several weeks (**Fig. 12**). The ballast work was planned with great care so that the amount of time involving open trenches was minimised.

3 Conclusion

The operations in the SBB's Maroggia Tunnel were brought to a successful conclusion. This objective was achieved thanks to an outstanding performance by all those involved in the project during the final weeks and months. Thus, the twin-track tunnel on the



10 Sicherungsmaßnahme auf dem Portal
Securing measure on the portal



11 Ausgeweitetes Tunnelportal mit einseitiger Neumauerung des Portal-
kranzes
Enlarged tunnel portal with new masonry at one side of the portal crest



Quelle/credit: Rothpletz, Lienhard

**Projektbeteiligte/
Project Partners**

Auftraggeber/client: Schweizerische Bundesbahnen/Swiss Federal Railways (SBB)

**Projekt, Bauleitung/project
and construction management:**

Rothpletz, Lienhard + Cie AG,
Olten; Pini Swiss Engineers SA,
Lugano

**Rohbauarbeiten/structural
work contractors:**

Marti Tunnelbau AG, Mancini & Marti S.A.,
Bellinzona


12 Schotterverklebung als Gleissicherung beim Schotterersatz im Arbeitsgleis unter Bahnbetrieb

Bonded ballast to secure the track for replacing the ballast on the working track with train services operating

north-south axis, which had been closed at one side since summer 2016, is now completely available for traffic again as from March 2018, following only a little more than a year and a half of construction.

Thanks to the selected, novel construction method featuring an enlargement at one side for the tunnel cross-section, it was possible to cut down on construction time. The unfavourable geological conditions, such as e.g. the soft ground sections beneath shallow overburden, the narrow marginal conditions affecting scheduling as well as the high demands posed on safety owing to ongoing train services on the second track in the tunnel placed great challenges on planning and execution.

Work was undertaken under very constricted space conditions, from the construction train with protective wall, in order to be able to maintain train services on the neighbouring operational track. In addition, the tunnel is located within an unstable slope at the Bissone/Maroggia bottleneck, with the railway line resp. the tunnel running between the cantonal road and the motorway.

Thanks to thorough planning and active, target-oriented collaboration between the companies involved, the project author and the SBB, it was possible to hurdle looming challenges. In spite of immense pressure faced by all those involved in the project, safety was accorded priority. 

Economical solutions for each cross-section VARIOKIT Engineering Construction Kit

Countless possibilities

No matter if open or mining construction, if monolithic or dissolved – the VARIOKIT engineering kit always adapts to the building geometry.

Few parts

3 core components for the most diverse areas of application guarantee a quick and easy handling and thus save installation time.

Save planning

Short shuttering and striking operations help to implement the planned cycle as well as time and cost requirements.



**Formwork
Scaffolding
Engineering**

www.peri.com

