

Drei- und Zweispurstrecken im Vereinatunnel Nord: Projekt und Bauausführung

Autor(en): **Schmid, Hans Christian / Röthlisberger, Bruno**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **112 (1994)**

Heft 44

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78550>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

– Vortriebsleistung: Steigerung der Vortriebsleistung auf rund 12 m pro Tag (Spitzenleistung 25 m).

Schlussfolgerungen

Die gewählte Vortriebsinstallation hat sich im wesentlichen bewährt, obwohl es sich gezeigt hat, dass sie für das Auffahren des Zugwald-Tunnels (1635 m Kurve mit $R = 525$ m und 4 Prozent Steigung) von ihrem Konzept her (Gesamtlänge, Ausrüstung, Lichtraumprofil), die Grenze der Durchführbarkeit des Vortriebs fast erreicht hat. Es wird

immer schwierig bleiben, für zwei ganz verschieden geartete Tunnelprojekte eine für beide Fälle optimale Vortriebsausrüstung zu konzipieren. Weiter hat es sich gezeigt, dass längere Bandförderanlagen mit engen Radien (1800 m mit $R = 525$ m) sehr betriebsempfindlich und wartungsaufwendig sind.

Adressen der Autoren: *H.C. Schmid*, dipl. Ing. HTL, Amberg Ingenieurbüro AG, 7320 Sargans; *B. Röthlisberger*, dipl. Ing. HTL, Amberg Ingenieurbüro AG, 7000 Chur; *W. Krebs*, dipl. Ing. ETH, Direktor Stuaag Konzernbereich Tunnel und Felsbau, Grindelstrasse 6, 8303 Bassersdorf

Die Arbeiten dieses Bauloses werden von den Firmen Stuaag Tunnel AG, Chur, Ed. Züblin & Cie. AG, Zürich, Frutiger Bauunternehmung AG, Thun, Jäger Baugesellschaft mbH, A-Schrüns, A. Vetsch Bauunternehmung, Klosters, und M. Bordoli Baugesellschaft, Jenaz, ausgeführt. Die Tunnelbohrmaschine wurde durch die Firma Wirth, D-Erkelenz, hergestellt, und die Nachlaufkonstruktion wurde durch die Firma Rowa Engineering AG, Wangen, entworfen und geliefert.

Drei- und Zweispurstrrecken im Vereinatunnel Nord

Projekt und Bauausführung

Kernstück der neuen Vereinalinie ist der 19 km lange Vereinatunnel. Er verbindet Klosters-Selfranga im Prättigau mit Sargliains im Unterengadin. Der Tunnel ist grundsätzlich für einen einspurigen Bahnbetrieb ausgelegt. Bei beiden Portalzonen werden jedoch rund 2 km lange Doppelspurstrrecken eingerichtet. In Tunnelmitte ist ferner eine 2,1 km lange Kreuzungsstation vorgesehen. Weil die Gleisanlagen beim Autoverladebahnhof Klosters-Selfranga aus Platzgründen in den Tunnel eindringen, ist die 300 m lange Portalstrecke hier für dreigleisigen Betrieb ausgelegt.

Gesamtübersicht Vereinatunnel

Im Grundriss folgt der Tunnel auf dem grössten Teil seiner Länge einer Geraden. In der Vertikalen steigt er von bei-

VON HANS CHRISTIAN SCHMID,
SARGANS, UND BRUNO
RÖTHLISBERGER, CHUR

den Portalen gegen den Scheitelpunkt hin an. Dieser liegt 12,5 km ab Portal Selfranga auf einer Höhe von 1463 m ü. M. In Selfranga beträgt die Schienenhöhe 1281 und in Sargliains 1431 m ü. M. Die Steigungen betragen 1,5 Prozent ab Portal Selfranga und 0,5 Prozent ab Portal Sargliains. 400 m vor dem Portal Sargliains zweigt ein einspuriger Ast Richtung Susch-Oberengadin ab. Dieser knapp 300 m lange Verbindungstunnel ist ebenfalls Bestandteil des Vereinaprojektes.

Die Bauausführung ist in drei Hauptbaulose unterteilt (Bild 2): Zwei hintereinandergestaffelte Vortriebslose von

Klosters-Selfranga nach Süden und ein Gegenvortrieb von Sargliains nach Norden. Die Loseinteilung wurde unter Berücksichtigung der Gebirgsverhältnisse, der Steigungen, der Vortriebsmethoden und der Tunnelprofile festgelegt. Daneben wurden auch wirtschaftliche und bauprogrammliche Aspekte in die Überlegungen miteinbezogen. Die wichtigsten Merkmale der drei Hauptbaulose sind:

- Baulos T2:
km 0 (Portal Selfranga) bis km 2,1: Drei- und Zweispurstrrecken Vereinatunnel Nord (Sprengtechnischer Vortrieb)
- Baulos T4b:
km 2,1 bis km 12,5: Einspurstrecke Vereinatunnel Nord (mechanischer Vortrieb) und Kreuzungsstation Tunnelmitte (sprengtechnische Ausweitung).
- Baulos T5:
km 19 (Portal Sargliains) bis km 12,5: Zwei- und Einspurstrrecken Vereinatunnel Süd und Verbindungstunnel Susch (sprengtechnische Vortriebe).

Die Losgrenze bei km 12,5 ist im Werkvertrag mit den Unternehmern flexibel geregelt: je nach Baufortschritt wird die Arbeitsgemeinschaft Baulos T4b oder jene von Baulos T5 den Vortrieb über die theoretische Losgrenze hinausführen. Zurzeit sind die Baulose T2 und T5 in Arbeit. Ende August 1994 lag der Vortriebsstand bei km 1,6 ab Portal Selfranga (Baulos T2) und bei km 3,2 ab Portal Sargliains (Baulos T5). Das Baulos T4b wird nach der Fertigstellung von Baulos T2 in Angriff genommen, voraussichtlich im April 1995.

Das Projekt der Drei- und Zweispurstrrecken Vereinatunnel Nord

Baulos T2

Der Vereinatunnel Nord weist ab Portal Selfranga eine 0,3 km lange Dreispurstrrecke auf. Anschliessend folgen 1,8 km Zweispurstrrecken. Diese beiden Abschnitte (Baulos T2) sind in diesem Artikel beschrieben. Die Fortsetzung des Tunnels ist einspurig. Es handelt sich um das Baulos T4b, auf welches hier nicht eingegangen wird.

Geologie

Das Baulos T2 durchquert die Aroscher Schuppenzone, das Dorfberg-Kristallin und eventuell den Schaflägerzug. Vor der Losgrenze wird der Tunnel voraussichtlich noch in die Basiszone der Silvertta-Decke eindringen.

Die Dreispurstrrecke durchquert Dolomit, Tonschiefer mit Gips, sowie Verucanoschiefer; alles mehrheitlich wenig standfeste Gebirge. Die Überdeckung beträgt maximal 100 Meter.



Bild 1. Baustellengelände Vereina Nord

Die Zweispurstrecke durchquert gemäss geologischer Prognose mehrheitlich grau-schwarze Flysch-Schiefer der Aroser Zone und untergeordnet Aptychenkalk, Kalk-Dolomit und Ophiolite (Serpentine, Pyroxenite und Ophicalzite) sowie Zweiglimmergneise. Die Flysch-Schiefer werden als mehrheitlich standfest eingestuft, die übrigen Gesteine überwiegend als stark nachbrüchig bis gebräch. Die Felsüberdeckung steigt von 100 Meter rasch auf 400 Meter an und beträgt danach über weite Strecken 400 bis 600 Meter.

Tunnel-Normalprofile

Die Grösse und Form der Tunnel-Normalprofile wurden aufgrund der vorgegebenen Bahnlichtraumprofile und der Vorbemessung der Sicherungs- und Ausbaumassnahmen festgelegt. Daneben wurden noch weitere Parameter berücksichtigt.

Die Dreispurstrecke wird aufgrund der Gebirgsverhältnisse als einziger Abschnitt des Vereinatunnels in zweischaliger Bauweise, das heisst mit einer vorübergehend tragenden Ausbruchsicherung und einem Innengewölbe aus geschaltem Beton ausgeführt. Für die schlechteren Felsverhältnisse wurde zudem ein Betonsohlgewölbe vorgesehen. Das Normalprofil (Bild 3) weist einen Ausbruchquerschnitt von 146 m² auf.

Die von der Zweispurstrecke durchörterten Gebirgstypen gelten mehrheitlich als standfest. Aus wirtschaftlichen Gründen, aber auch aus anderen Überlegungen (vgl. Beitrag «Die einschalige Bauweise») wurde für diese Tunnelstrecke die einschalige Spritzbetonbauweise gewählt. Die Bilder 4 und 5 zeigen die Normalprofile für die Zweispurstrecke mit und ohne Sohlgewölbe. Die Ausbruchquerschnitte betragen 70 bis 88 m².

Ausbruchart, Vortriebsmethode und Ausbruchsicherung

Unter Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse und der Grösse der

Ausbruchquerschnitte wurde vom Projektverfasser sowohl für die Drei- als auch die Zweispurstrecken Teilausbruch Kalotte/Stross vorgeschlagen. Als Vortriebsmethode entschied man sich für Sprengvortrieb.

In der Dreispurstrecke wurden für die Ausbruchsicherung vor allem teilverklebte Stahlstabanker, Bewehrungsnetze und Spritzbeton B 35/25 vorgesehen. Für die nicht standfesten Gebirgsverhältnisse wurde Stahleinbau aus HEB Profilen in Verbindung mit Verzugsblechen und Hinterbetonierung mittels Spritzbeton gewählt.

Für die Zweispurstrecke wurden entsprechend den Grundsätzen der ein-

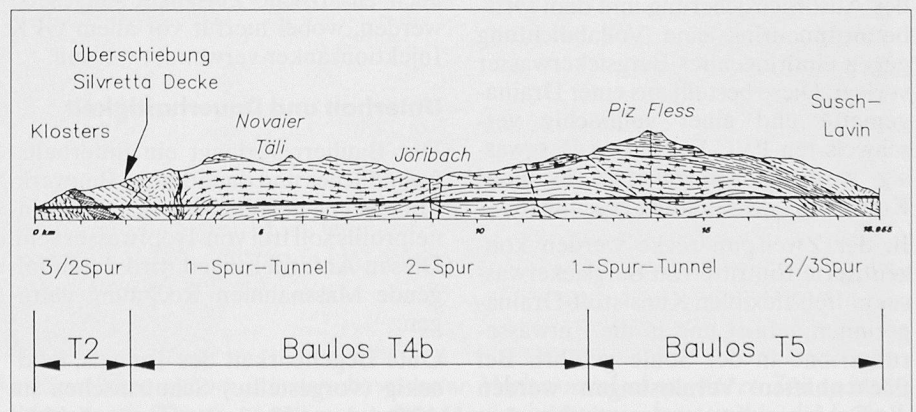


Bild 2. Baulos-Einteilung Vereinatunnel

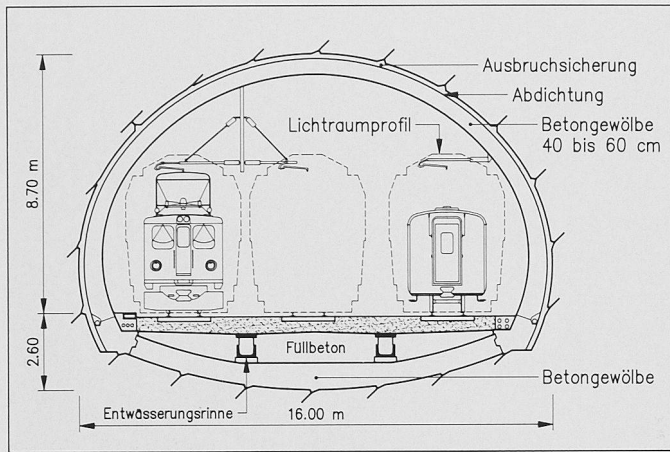


Bild 3. Normalprofil Dreispurttunnel

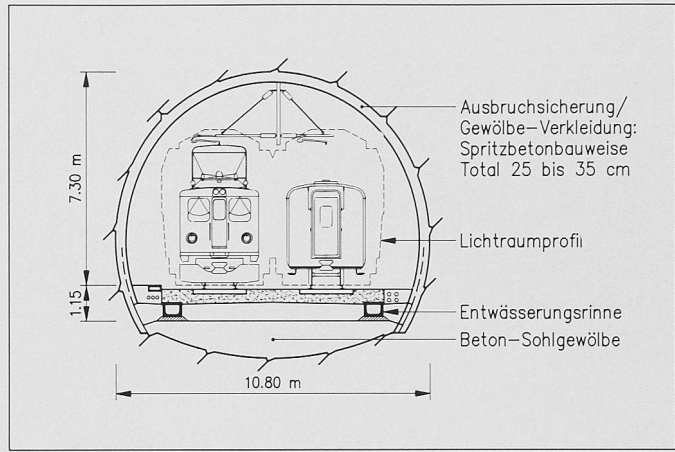


Bild 4. Normalprofil Zweispurttunnel im Flysch

schaligen Bauweise an die Sicherungsmittel höhere Qualitätsanforderungen gestellt als in der Dreispurstrasse. Es wurden vor allem vollverklebte GFK-Stabanker, Bewehrungsnetze und Spritzbeton B 40/30, PCHS 425 kg/m³ (frostbeständig und wasserdicht) vorgesehen. Für die nicht standfesten Gebirgsverhältnisse wurden Stahleinbauten aus TH-Profilen gewählt. Diese lassen sich im Vergleich zu HEB-Profilen mit weniger Spritzschatten einspritzen; ihre Dauerhaftigkeit ist deshalb besser.

Sohlenausbau, Abdichtung und Entwässerung

Das Projekt sieht vor, die Sohle entsprechend den angetroffenen Gebirgsverhältnissen entweder gerade oder als Gewölbe auszubilden. Bei günstigen Felsverhältnissen werden beidseitig vorfabrizierte Entwässerungsrinnen auf die gerade Ausbruchsohle verlegt, und dazwischen wird Magerbeton B 20/15, PC 200 kg/m³ eingebracht. Bei druckhaften, abrieb- und verwitterungsanfälligen Gebirgsverhältnissen wird ein Sohlgewölbe aus Beton B 40/30, PC 325 kg/m³ erstellt. Die Entwässerungsrinnen und der Füllbeton werden in diesen Fällen auf das Sohlgewölbe aufgelegt.

In der Dreispurstrasse wird zwischen der Ausbruchsicherung und dem Ortsbeton-Innenring eine Vollabdichtung gegen eindringendes Bergsickerwasser verlegt. Diese besteht aus einer Drainagematte und einer vollflächig verschweissten PVC-Folie. Das Bergwasser wird am Gewölbefuss in einer Kunststoff-Sickerleitung gesammelt.

In der Zweispurstrasse werden konzentrierte Eintritte von Bergsickerwasser mittels flexiblen Kunststoff-Drainagerinnen gefasst und in die Entwässerungsrinne in der Sohle geführt. Bei flächenhaften Vernässungen werden die Drains in einer systematischen Anordnung verlegt. Feuchtstellen ohne

fließendes Wasser werden in der Regel nicht besonders behandelt. Es zeigt sich, dass die im Rahmen des Gewölbeausbaus aufgetragene Spritzbeton-Ergänzung zu einem absolut trockenen Tunnel führt.

Gewölbeverkleidung

Wie schon weiter oben ausgeführt, wird in der Dreispurstrasse ein Innengewölbe aus Beton B 40/30, PC 325 kg/m³ (frostbeständig) eingebaut.

Bei der in einschaliger Bauweise konzipierten Zweispurstrasse sollen Ausbruchsicherung und Gewölbeverkleidung als Verbundkonstruktion zusammenwirken. Für die Sicherstellung der Stabilität und Dauerhaftigkeit des Bauwerkes wird deshalb die Ausbruchsicherung durch zusätzliche, möglichst gleichartige Ausbaumassnahmen verstärkt. Diese werden – vor allem auch aus wirtschaftlichen Gründen – gezielt, das heisst individuell, auf die tatsächlichen Erfordernisse abgestimmt. Es gelangen vor allem Spritzbeton B 40/30, PCHS 425 kg/m³, wasserdicht (in der Frostzone auch frostbeständig) in Verbindung mit Bewehrungsnetzen zum Einsatz. Häufig sind ein Netz mit Maschenweite von 100 mm und Drahtdicke von 4 bis 5 mm, sowie 8 bis 12 cm Spritzbeton ausreichend. Bei Bedarf können auch zusätzliche Felsanker eingesetzt werden, wobei hierfür vor allem GFK Injektionsanker verwendet werden.

Unterhalt und Dauerhaftigkeit

Der Bauherr verlangt ein unterhaltsfreundliches und dauerhaftes Bauwerk. Mindestens der Gleisbereich des Tunnelprofils soll frei von Tropfwasser sein. Diesen Anforderungen wird durch folgende Massnahmen Rechnung getragen:

Gute Begehbarkeit des Tunnels, beidseitig (vorgestellte) Schutznischen im Abstand von 50 m, gute Zugänglichkeit zu allen Leitungen und Kanälen, Kunst-

stoff-Entwässerungsröhre beziehungsweise vorfabrizierte Entwässerungsrinnen mit absolut glatten Betonoberflächen auf der Wasserseite.

Was die Dauerhaftigkeit des Bauwerkes betrifft, liegen die planerischen Vorkehrungen vor allem bei hohen Anforderungen an die Dichtigkeit des Betons beziehungsweise Spritzbetons für alle in Kontakt mit Bergwasser stehenden Bauteile sowie bei der durchgehenden Verwendung von sulfatbeständigem Zement für alle Entwässerungsrinnen. Ein weiteres Element für die Sicherstellung der Dauerhaftigkeit ist die laufende Analyse des Bergwassers zur Feststellung allfälliger betonschädigender Eigenschaften. Wo das Bergwasser einen betonschädigenden Sulfatgehalt aufweist, wird auch beim Spritzbeton und Ortsbeton sulfatbeständiger Zement eingesetzt. Die Einhaltung der Qualitätsanforderungen wird durch laufende, baubegleitende Kontrollen sichergestellt.

Bauaufschreibung und Kostenkontrolle

Die Bauaufschreibung und die Kostenkontrolle werden wie beim Zugwäldtunnel ausgeführt. Es wird deshalb auf den entsprechenden Abschnitt im Artikel «TBM-Vortrieb im Zugwäldtunnel» verwiesen.

Bauausführung

Baustellenzufahrt Selfranga

Schon im Herbst 1990 wurde als eine der ersten Vorarbeiten mit dem Bau der rund 400 m langen Bauzufahrt ab Kantonsstrasse Klosters-Davos begonnen.

Beim Anschluss an die Kantonsstrasse musste ein Unterführungsbauwerk erstellt werden, welches kreuzungsfreie, mit Brems- und Beschleunigungsspuren konzipierte Zu- und Wegfahrten von der Baustelle ermöglicht. Die Zufahrts-

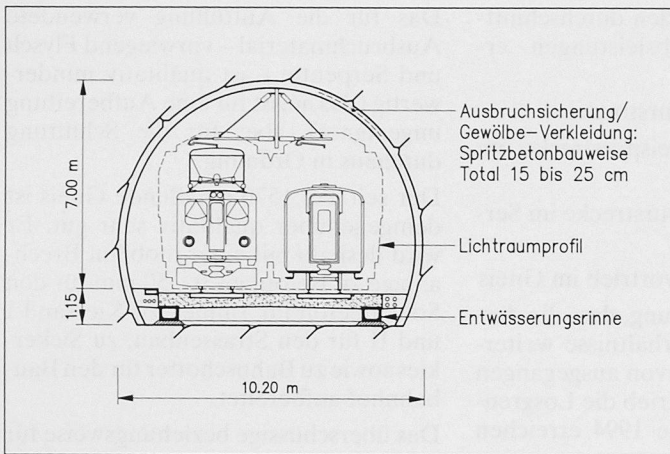


Bild 5. Normalprofil Zweispur-tunnel im Serpentin

Vortriebsausrüstung

Für das Bohren der Sprenglöcher werden zwei Bohrwagen, zweiarmig mit Ladekorb, eingesetzt. Für die Ausbruchsicherung und deren Verstärkung im rückwärtigen Bereich steht ein zusätzlicher einarmiger Bohrwagen mit Ladekorb zur Verfügung.

Der gesprengte Ausbruch wird mit einem Pneulader geladen und mit Grossdumpern abgeführt. Der Vortriebsspritzbeton wird im Nassspritzverfahren mit einer Cifa-Betonpumpe mit Spritzarm aufgetragen.

Vortrieb und Ausbruchsicherung

In der Dreispurstrecke wurde auf den ersten 30 m ein Firststollen mit nachfolgender Ausweitung vorgetrieben. Auf den restlichen 260 m konnte die Kalotte im vollen Querschnitt ausgebrochen werden. In einem separaten Arbeitsgang wurde der Stross gesprengt. Auf den ersten 139 m der Dreispurstrecke wurde ein unarmiertes Sohlgewölbe eingezogen. Aufgrund der geologischen Verhältnisse konnten die restlichen 153 m mit einer geraden Sohlenplatte ausgeführt werden.

Auf 22 Prozent der 292 m langen Dreispurstrecke mussten HEB-Stahleinbaubögen mit Bernold-Blechen und Hinterbetonierung eingebaut werden.

Die Zweispurstrecke wurde ebenfalls im Sprengvortrieb aufgeföhren. Bis Tm 1550 erfolgte der Vortrieb im Teilaus-

strasse wurde als einspurige, mit Kreuzungsstellen versehene Strasse im Sommer 1991 fertiggestellt.

Bauausführung Tunnel

Mit der Ausführung der Drei- und Zweispurstrecken wurde die Arbeitsgemeinschaft Walo Bertschinger AG, Kopp AG, Schafir & Mugglin AG, H.R. Schmalz AG und Theiler + Kalbermatt AG beauftragt. Am 18. April 1991 konnte mit den Installationen und gleichzeitig mit dem Voreinschnitt Selfranga begonnen werden.

Im Voreinschnitt wurden 8000 m³ Verucano und Dolomit sprengtechnisch abgebaut. Die Sicherung erfolgte mit GFK-Injektionsankern und armiertem Spritzbeton. Über dem First der Dreispurstrecke wurden aus dem Voreinschnitt 14 Litzenanker zur Stabilisierung der ersten Vortriebsmeter versetzt.

Baustellendorf

Das Baustellendorf (Bild 1) umfasst eine Kantine mit 150 Plätzen, die Unterkunft mit 125 Betten, ein Bauleitungsbüro mit integriertem Informationsraum und angegliedertem Beton- und Felslabor sowie die notwendigen Büroräumlichkeiten für die Unternehmer.

Die Kantine und die Schlafbaracken wurden von der Bauherrschaft, mit vertraglich geregelten Positionen, käuflich übernommen. Nach Abschluss der Bauarbeiten des Bauloses T2 werden sie der Folgeunternehmung (Baulos T4b) zur Verfügung gestellt.

Strom und Wasser, Betonanlage

Für die Baustromversorgung wurde bauseits vor dem Beginn der Bauarbeiten in der Nähe des Portals Selfranga ein Unterwerk mit einer Gesamtleistung von 8800 kVA erstellt. Die Energieabgabe erfolgt mit Spannungen von 16000, 6000 und 380 Volt.

Das Brauchwasser wird dem Stützbach

entnommen und entsprechend aufbereitet. Auch diese Installation wird nach Abschluss des Bauloses T2 dem Folgelos zur Verfügung gestellt. Trinkwasser kann ab dem bestehenden Reservoir in Selfranga bezogen werden.

Auf der Schüttung Selfranga wurde eine zentrale Betonanlage für die Belieferung aller Vereina-Baustellen im Raum Selfranga aufgestellt. Sie ist mit zwei Zwangsmischern à 1,50 m³, zwei Zementsilos à 50 t und vier Silos à 25 t sowie mit Kiessilos für 540 m³ Zuschlagstoffe bestückt. Die Betonanlage wird im Auftrag der Unternehmer durch die Kieswerke Untervaz betrieben. Auch für diese Anlage wurde eine Regelung gefunden, dass sie inklusive Bedienung vom Folgelos übernommen werden kann.

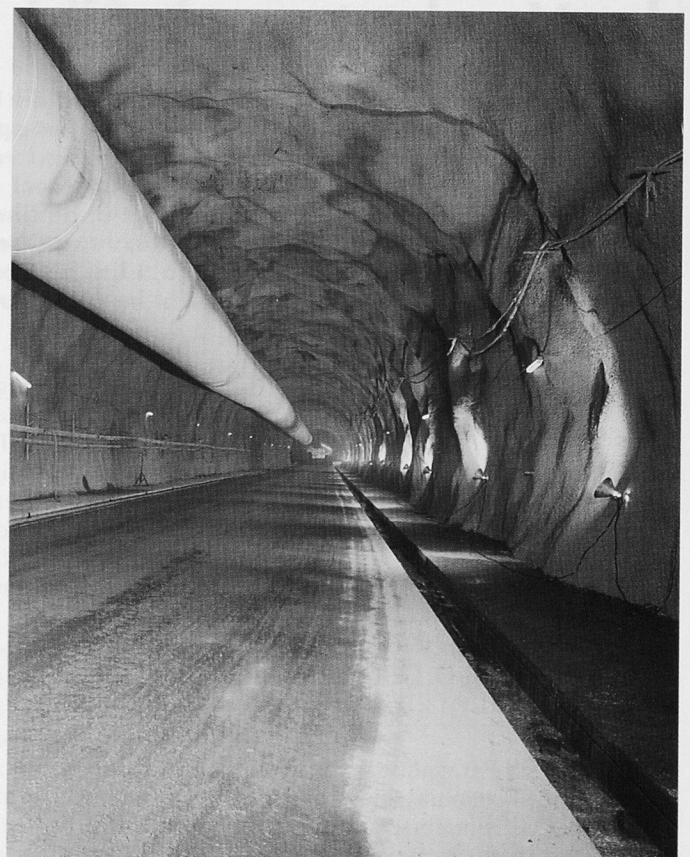


Bild 6. Zweispur-tunnel, Rohbau fertig

bruch Kalotte/Stross, danach im Vollprofil. Die Begründung für den Wechsel von Teilausbruch auf Vollprofil-Vortrieb ergibt sich aus den geologischen Verhältnissen: Zwischen Tm 300 und Tm 1500 wurden vorerst 700 m Flysch und anschliessend 500 m Serpentin durchfahren. Erstere erwiesen sich mehrheitlich als standfest bis nachbrüchig. Zur Ausbruchsicherung wurden vor allem Anker, Netze und Spritzbeton eingesetzt. Der Serpentin war durchwegs sehr gebräuch und teilweise druckhaft. Die ausserordentlich schwierigen Vortriebsverhältnisse im Serpentin sind in einem separaten Aufsatz beschrieben, weshalb hier nicht näher darauf eingetreten wird.

Seit Tm 1500 befindet sich der Vortrieb im Dorfberg-Kristallin. Es handelt sich dabei um standfesten Gneis. Zur Leistungssteigerung wurde deshalb bei Tm 1550 auf Vollprofilvortrieb und vom Zwei- auf Dreischichtbetrieb umgestellt. Die Ausbruchsicherung erfolgt mehrheitlich mit Felsankern und stahlfaserverstärktem Nassspritzbeton.

Bezogen auf den jeweiligen Gesamtquerschnitt inklusive Sohlgewölbe wur-

den bisher die folgenden durchschnittlichen Tages-Vortriebsleistungen erreicht:

- 1,8 m in der Dreispurstrecke
- 3,9 m in der Zweispurstrecke im Flysch
- 2,0 m in der Zweispurstrecke im Serpentin
- 6,0 m im Vollprofilvortrieb im Gneis

Unter der Voraussetzung, dass die derzeit günstigen Felsverhältnisse weiterhin anhalten, kann davon ausgegangen werden, dass der Vortrieb die Losgrenze bei Tm 2100 Ende 1994 erreichen wird.

Verwendung des Ausbruchmaterials

Zwischen dem Portal Stützbach des Zugwaldtunnels und dem Portal des Vereinatunnels kommt der Autoverladebahnhof Vereinatunnel Nord in eine Geländemulde zu liegen. Das gewachsene Terrain muss dazu um 5 bis 12 m³ aufgenommen werden. Mit 330 000 m³ Ausbruchmaterial aus der Drei- und Zweispurstrecke kann diese Schüttung diesen Herbst abgeschlossen werden.

Das für die Auffüllung verwendete Ausbruchmaterial – vorwiegend Flysch und Serpentin – ist qualitativ minderwertig (das heisst für eine Aufbereitung ungeeignet), aber für die Schüttung durchaus in Ordnung.

Der seit Tm 1570 anfallende Gneis ist demgegenüber qualitativ sehr gut. Er wird deshalb mit einer mobilen Brechanlage zu Betonkies 0 – 50 mm für den Sohlenbeton im Tunnel, zu Kiessand I und II für den Strassenbau, zu Sickerkies sowie zu Bahnschotter für den Baubahnhof aufbereitet.

Das überschüssige beziehungsweise für Aufbereitung ungeeignete Ausbruchmaterial aus dem Baulos T2 sowie ein Teil des Ausbruchs der Tunnelbohrmaschine im Vereinatunnel muss noch zwischen dem Autoverladebahnhof und der Kantonsstrasse aufgeschüttet werden. Diese Schüttung dient sowohl der Anschlussstrasse des Verladebahnhofes als auch der zukünftigen Umfahrungsstrasse Klosters.

Adressen der Verfasser: *H.C. Schmid*, dipl. Ing. HTL, Amberg Ingenieurbüro AG, Sargans, *B. Röthlisberger*, dipl. Ing. HTL, Amberg Ingenieurbüro AG, Chur

Projekt und Bauausführung des Vereinatunnels Süd

Das Baulos Vereinatunnel Süd (Baulos T5) umfasst die Erstellung von 6,5 km des Vereinatunnels sowie den Bau des knapp 0,3 km langen Verbindungstunnels Susch. Ab Portal Sagliains sind vorerst 2 km Zweispurstunnel und nachfolgend 4,5 km Einspurtunnel aufzufahren. Der einspurige Verbindungstunnel Susch zweigt ungefähr 0,4 km vor dem Portal Sagliains aus dem Vereinatunnel Richtung Oberengadin ab. Der Vereinatunnel steigt bis zur Losgrenze (6,5 km ab Portal Sagliains) um 0,5 Prozent an. Die Überdeckung erreicht im Maximum rund 1500 m.

Projekt

Geologie

Das Baulos Vereinatunnel Süd liegt vollständig im Kristallin der Silvretta-decke. Auf den ersten 2 km durchquert

verläuft über lange Strecken nahezu parallel zur Tunnelachse. Bei km 0,9 durchquert der Tunnel eine längere, zum Teil vollständig mylonitisierte Störungszone. Bei km 2,3 fand ein Wechsel in Bänderamphibolit statt. Seither durchquert der Tunnel verschiedene Varietäten von Plagioklas-Amphiboliten.

Die bisher durchörterte Gebirgsstrecke hat die geologische Prognose weitgehend bestätigt. Die angetroffenen Gebirgsverhältnisse waren abgesehen von der obenerwähnten Störungszone für den Tunnelbau mehrheitlich günstig. Auf den verbleibenden 3,3 km Vortrieb wird noch eine rund 1,4 km lange

Strecke mit feinkörnigen Zweiglimmergneisen erwartet. Zudem wird die Überdeckung von derzeit 1000 m bis zum Maximalwert von rund 1500 m ansteigen. Selbstverständlich können auch weitere Störungen nicht ausgeschlossen werden, doch wird auf der Vortriebs-Reststrecke überwiegend mit günstigen Gebirgsverhältnissen gerechnet.

Tunnel-Normalprofile

Die Grösse und Form der Tunnel-Normalprofile wurde vor allem aufgrund der vorgegebenen Bahnlichtraumprofile und der Vorbemessung der Sicherungs- und Ausbaumassnahmen festgelegt.

Unter Berücksichtigung der erwarteten Gebirgsverhältnisse, aus wirtschaftlichen Gründen, aber auch aus anderen Überlegungen wurde für die ganze von Süden aufzufahrende Tunnelstrecke die einschalige Spritzbetonbauweise gewählt (vgl. Beitrag von R. Amberg, «Die einschalige Bauweise»). Die Bilder 2 und 3 zeigen die Normalprofile für die Ein- und Zweispurstrecken des Vereinatunnels Süd. Die Ausbruchquerschnitte betragen 39 bis 42 m² beim Einspurtunnel beziehungsweise 70 bis 86 m² beim Zweispurtunnel.

VON HANS C. SCHMID, CHUR,
R. BRUNOLD, CHUR,
DURI PALY, CHUR

er mehrheitlich Paragneise – vor allem Zweiglimmer-Plagioklasgneis – und untergeordnet Glimmerschiefer. Die Schieferung ist meist steilstehend. Sie