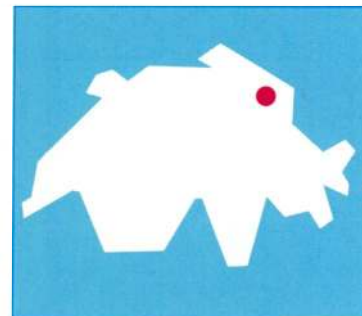


# MOTOR COLUMBUS



Der Rosenbergtunnel, Schweiz

Im Raume der Stadt St. Gallen weist die Nationalstrasse N1 vier Anschlüsse auf: St. Gallen West (Breitfeld) – Reitbahn – Splügenplatz und St. Gallen Ost (Neudorf). Die Linienführung gewährt optimale Verbindungen zum lokalen Strassennetz des langgestreckten Siedlungsgebietes und gleichzeitig einen guten Schutz der Bevölkerung vor Immissionen (Lärm, Abgase). Das Trasse verläuft im Westen am Rand der Wohngebiete, durchstösst den dicht überbauten Rosenberg und folgt im Osten bereits vorhandenen Einschnitten. Der Kanton St. Gallen beauftragte Motor-Columbus mit der Projektierung und örtlichen Bauleitung des Kernstückes dieses 10 km langen Abschnittes, umfassend den 1450 m langen doppelröhrigen Rosenbergtunnel, den rund 1000 m langen ebenfalls doppelröhrigen Stichtunnel zum Anschluss Reitbahn sowie die betriebstechnische Ausrüstung des gesamten städtischen Abschnittes.

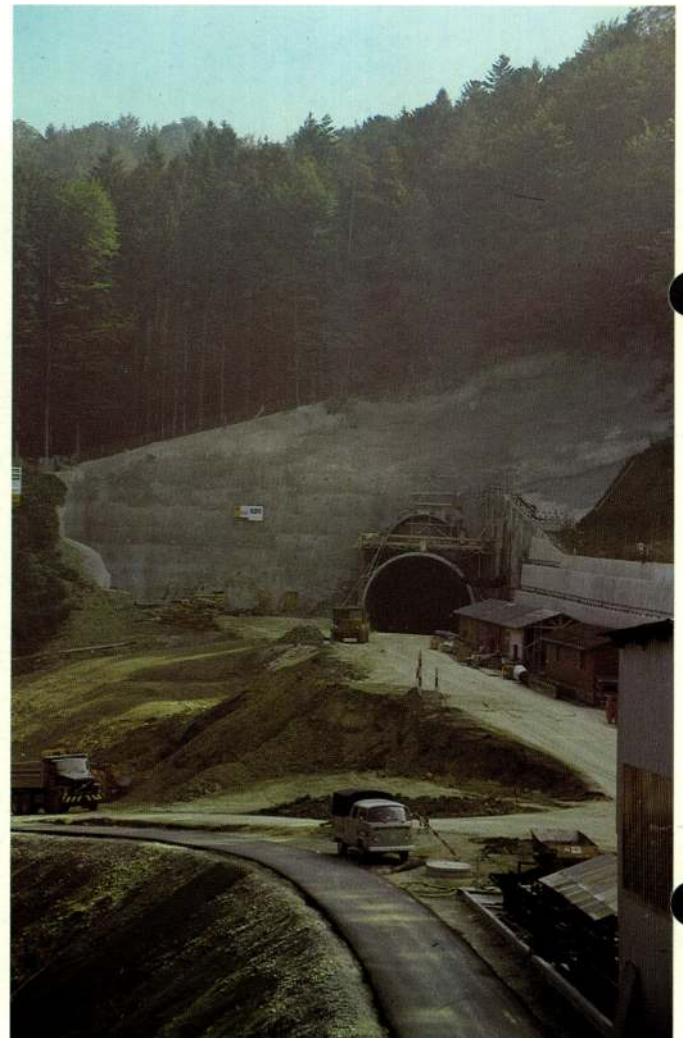




Die Untersuchung verschiedener Ausbauvarianten des Rosenberg隧unnels zeigte, dass eine Unterfahrung des 1910–1912 gebauten Bahntunnels die beste Linienführung ergibt. Örtliche Gegebenheiten in den Portalbereichen, vorhandene Überbauungen und verkehrstechnische und bauliche Überlegungen führten zu einer Trasse, die eine langgestreckte S-Kurve im Grundriss und eine weite Wanne im Aufriss bildet. Der kleinste Abstand zwischen der Sohle des doppelspurigen Bahntunnels und dem First der Strassentunnelröhren beträgt dabei nur 3,5 m. Dieser Kreuzungsbebereich musste vor dem Ausbruch der Tunnelröhren konsolidiert werden, um den Bahntunnel nicht zu gefährden und die uneingeschränkte Sicherheit des Bahnbetriebes zu gewährleisten.

Die umfangreichen und sehr eingehenden Abklärungen und Berechnungen für alle Bauwerke über und unter Tag erfolgten gleichzeitig mit dem öffentlichen Auflageverfahren der einzelnen Abschnitte, sodass im März 1976 die Genehmigung der 10 km langen Gesamtstrecke durch das Eidgenössische Departement des Innern in Bern erfolgen konnte. Die Kreuzungsbauwerke wurden anschliessend, als vorgezogenes separates Bauwerk, zwischen Juni 1976 und März 1979 ausgeführt. Die Bauarbeiten am Rosenbergtunnel begannen im September 1978, der Durchstich der Südröhre erfolgte im September 1980 und jener der Nordröhre im November 1981. Die Inbetriebnahme des Gesamtabschnittes der Nationalstrasse ist für 1986 geplant.

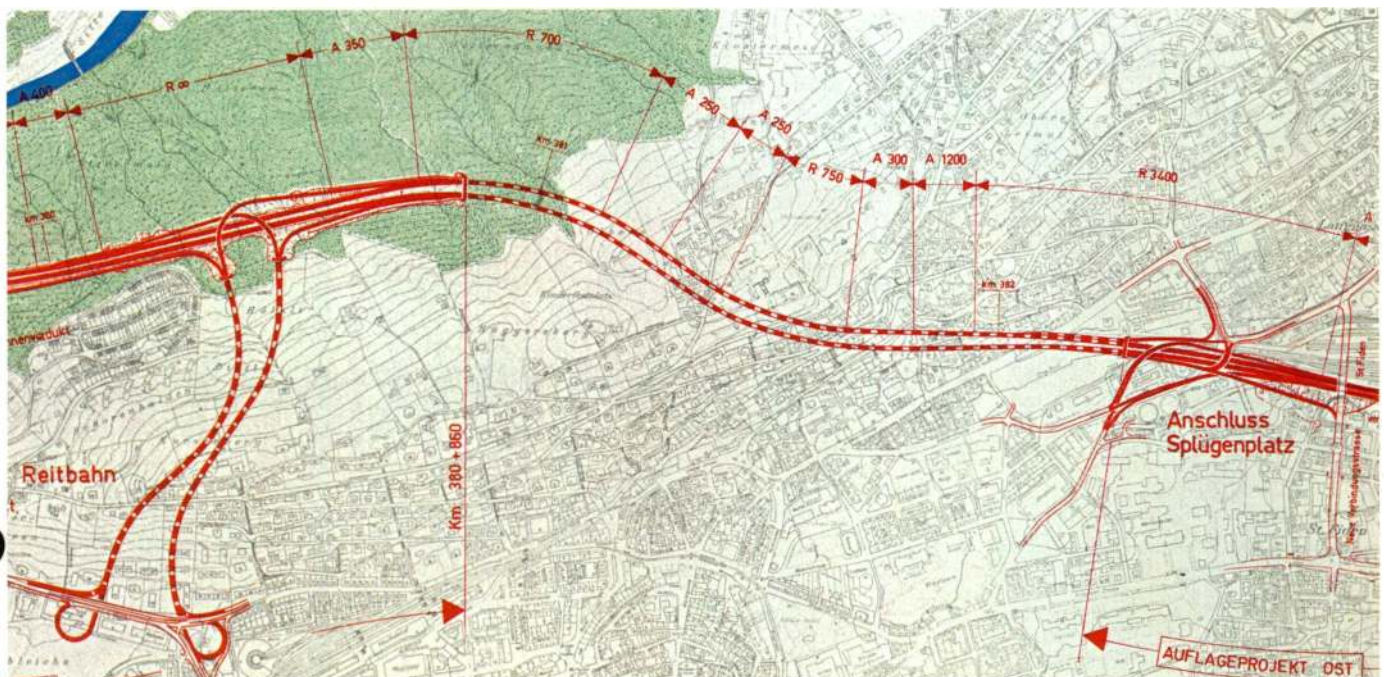
Der Hügelszug im Norden von St. Gallen besteht aus «Oberer Süsswassermolasse», einer unregelmässigen Wechsellagerung von etwa 80% tonigen bis sandigen Mergeln und etwa 20% kalkigen Sandsteinen. Der Bergwasserzufluss ist sehr gering; die Mergel sind im allgemeinen trocken und nur in Sandsteinen und sandigem Mergel kommt Tropfwasser vor. Die Druckfestigkeit der Mergel erreicht bis einige hundert kg/cm<sup>2</sup> und auch die Sandsteine haben nur vereinzelt Druckfestigkeiten von 1000 kg/cm<sup>2</sup> oder mehr. Die Fräsbarkeit des Gesteins für das Auffahren der Röhren mittels Tunnel-Bohrmaschinen war somit gegeben.



Das Abwägen verschiedener Möglichkeiten führte zur Erstellung von zwei Kreuzungsbauwerken als separates vorgezogenes Baulos. Es handelt sich dabei um rostartige Trägersysteme aus Stahlbeton, welche den SBB-Tunnel zwischen dem Bahn- und dem Strassentunnel unterfangen. Vorerst wurde das 70 Jahre alte, gemauerte Bahntunnelgewölbe mit Injektionen konsolidiert und die Geleise durch Anbringung schwerer Doppel-T-Träger beidseits jeder Schiene lokal versteift, um möglichen Einbrüchen vorzubeugen. Dann wurde in der Achse der Südröhre, vom Ostportal aus, der Zugangsstollen mit einem Durchmesser von 2,6 m mittels einer Robbins-Vortriebsmaschine aufgeföhren und täglich mit Gunit und Glasharz-Mörtelankern gesichert. Der Vortrieb der Längs- und Querstollen der beiden Kreuzungsbauwerke erfolgte konventionell durch sehr vorsichtige Abschläge von 50 cm Tiefe und einer Lademenge von lediglich 70 g Gelatine-Sprengstoff pro Bohrloch, um die Erschütterungen möglichst klein zu halten, reichten doch die obersten Bohrlöcher bis nur 30 cm unter die Sohle des Bahntunnels. Nach jedem Abschlag erfolgte sofort der Stahleinbau. Nach dem Verlegen der Vorspannkabel in die Querstollen wurden diese ausbetoniert, anschliessend die 10 Spannkabel pro Querstollen zu je 2000 kN vorgespannt und die Längsstollen, welche die Widerlager der Querstollen darstellen, etappenweise verfüllt – die letzten Hohlräume durch Scheitelinjektionen.

## Projektdaten

<b>Tunnellänge</b>	
Nordröhre	1446,75 m
Südröhre	1448,00 m
<b>Tunnelhöhen (Südröhre)</b>	
Westportal	655,21 m ü. M.
tiefster Punkt	646,31 m ü. M.
Ostportal	648,86 m ü. M.
<b>Tunnelgradiente maximal</b>	2,1 ‰
<b>Überlagerung</b>	90 m
<b>Tunnelquerschnitt</b>	
Lichte Höhe über Fahrbahn	4,50 m
Fahrbahnbreite	7,75 m
Ausbruchquerschnitt	100,30 m <sup>2</sup>
<b>Ausbruchskubatur gesamt</b>	350 000 m <sup>3</sup>
<b>Betonkubatur gesamt</b>	90 000 m <sup>3</sup>
<b>Verkehrsannahmen</b>	
maximale Verkehrsmenge pro Tunnelröhre	3 600 PWE/h
Ausbaugeschwindigkeit	
– im Tunnel	80 km/h
– auf freier Strecke	120 km/h
<b>Lüftungszentralen Anzahl</b>	2
Zuluftgebläse, Anzahl	4
– Zuluftmenge total	540 m <sup>3</sup> /s
– Zuluftgebläse-Leistung total	360 kW
Abluftgebläse, Anzahl	2
– Abluftmenge, total	330 m <sup>3</sup> /s
– Abluftgebläse-Leistung total	600 kW
<b>Zulässige Grenzwerte</b>	
CO-Gehalt im Fahrraum	
– normal	150 ppm
– maximal	250 ppm
Extinktionskoeffizient T ≤	7,5 x 10 <sup>-3</sup> x m <sup>-1</sup>
<b>Beleuchtung</b> Durchgehendes Leuchtenband mit Fluoreszenzleuchten	
Beleuchtungsniveau	
– Tag	3,0 cd/m <sup>2</sup>
– Nacht	1,5 cd/m <sup>2</sup>
<b>Energieversorgung</b>	
Netzspannung	10 kV
Niederspannung	660/380/220 V
<b>Direkte Baukosten</b>	
inklusive Bauteuerung ca.	103 Mio Fr.



Die Vorbereitung und Durchführung der beiden Kreuzungsbauwerke erforderte umfangreiche felsmechanische Untersuchungen und Berechnungen. Zur Abschätzung der zu erwartenden Setzungen wurden Berechnungen mit einem Finite-Element-Programm durchgeführt, sowie Messungen im Bahntunnel, Zugangsstollen und später im Strassentunnel vorgenommen und die errechneten und gemessenen Werte während der Arbeiten laufend verglichen. Es zeigte sich, dass sich die Sohle des Bahntunnels im Messquerschnitt des Kreuzungsbauwerkes praktisch überhaupt nicht gesenkt hat, währenddem sich der First des Strassentunnels im Mittel ca. 15 mm senkte. Das Kreuzungsbauwerk hat seine Aufgabe somit optimal erfüllt. Die während des Baus als Vorsichtsmaßnahme angeordnete Reduktion der Zuggeschwindigkeit auf 50 km/h wurde daher durch die Schweizerischen Bundesbahnen bald wieder aufgehoben.

Der Rosenbergertunnel umfasst eine westliche 1290 m lange Strecke die bergmännisch aufzufahren ist und östlich davon eine 160 m lange Tagbaustrecke, die zu 40% in der Molasse und zu 60% in Lockergestein liegt.

Der Ausbruch der Tunnelröhren erfolgte mittels eines durch den Unternehmer hergestellten Vortriebsschildes, bestehend aus einem Stahlrohr mit 11,46 m Aussendurchmesser, in welchem 4 auf Schlitten längsverschiebbare und schwenkbare Teilschnittfräsen DOSCO SB 600 montiert sind. Jeder Fräskopf ist mit 56 Rundschaftmeisseln bestückt und wird durch einen 142-kW-Elektromotor angetrieben. Das Ausbruchmaterial wird mit einem an der Mittelbühne aufgehängten Tieflöffel auf ein Förderband geladen und durch Grossraumfahrzeuge aus dem Tunnel gefahren.

Der Schild ist mit 35 Vorschubpressen von je 1500 kN ausgerüstet, was einer totalen Vorschubkraft von 52 500 kN (5250 t) entspricht. Der Hub beträgt 1,2 m. Der Schild allein wiegt 330 t und das Gesamtgewicht einschliesslich Teilschnittfräsen, Tieflöffel und Hydraulikaggregaten beträgt 520 t. Nach jedem Vortrieb wird ein 5-teiliger Tübbingring mit Schlussstein, mit einem Aussendurchmesser von 11,3 m und einer Baulänge von 1,0 m mittels eines Hydraulik-Raupenbaggers mit Versetzzarm eingesetzt. Das schwerste Element wiegt 6,5 t. Beide Tunnelröhren wurden vom Westportal zum Ostportal aufgefahren: Zuerst die Südröhre mit einer Vortriebs-Tagesleistung von 4–4,5 m bei Zweischichten-Betrieb und anschliessend die Nordröhre mit einer Leistung von über 5 m/Tag.



Die Abdichtung der Röhren durch eine elastische Folie, der Innenring aus Ortsbeton sowie alle Einbauten wurden erst nach beendigtem Ausbruch ausgeführt. Vier Verbindungsstollen zwischen den zwei Tunnelröhren dienen als Fluchtwege im Brandfall. An beiden Portalen sind Betriebszentralen angeordnet mit den Installationen für den Betrieb des Tunnels: Transformatoren, Hochspannungs-, Niederspannungs- und Fernwirkanlagen, Zuluft- und Abluftventilatoren, sowie modernste Signalisations-, Überwachungs- und Sicherheitseinrichtungen. Zur Beleuchtung des Verkehrsraums dient ein durchgehendes Leuchtbands in der Mitte der Zwischendecke.

## MOTOR COLUMBUS

Ingenieurunternehmung AG  
Parkstrasse 27  
CH-5400 Baden/Schweiz  
Telefon: 056/201121  
Telegramm: motocolum badenschweiz  
Telex: 545 32a moco ch  
Telefax: 056/221828