

## San-Bernardino-Tunnel: 40 Jahre und rundum erneuert Galleria del San Bernardino: 40 anni e tutta rinnovata



Mit dem Beginn des motorisierten Strassenverkehrs war die Frage nach einer ganzjährig befahrbaren Strasse über oder durch die Bündner Alpen stets ein Thema. Sechs Jahre harte und gefährliche Arbeit am San Bernardino brachten uns die Lösung: Am 1. Dezember 1967 konnte der monumentale Strassentunnel feierlich dem Verkehr übergeben werden. Tausalze, Abgase, die harten klimatischen Bedingungen auf 1600 m. ü. M. sowie die stark gestiegene Verkehrsbelastung haben dem Tunnel in den vergangenen Jahrzehnten stark zuge-setzt. Vieles, was mit dem ersten Autotunnel durch die Alpen geplant und ausgeführt wurde, war neu. Jetzt, nach 40 Jahren, ist mit dem Wiederinstandstellungsprojekt der Tunnel rundum erneuert und vor allem die Sicherheit auf den neusten Stand.

Ein ausgeklügeltes Verkehrsregelungskonzept stellte sicher, dass die Fahrzeuge – abgesehen vom Baustellenbereich – den Tunnel trotz der komplexen Arbeitsabläufe mit einer grünen Welle jederzeit zweiseitig befahren konnten. Eine solche “grüne Welle” erhoffen wir uns auch, wenn ab nächstem Jahr nicht mehr der Kanton, sondern der Bund die Verantwortung für den Unterhalt und den Ausbau des Nationalstrassennetzes trägt. Die Totalsanierung des San-Bernardino-Tunnels wird unter den neuen Rahmenbedingungen der NFA das letzte grössere Sanierungsprojekt an der Nationalstrasse sein, welches vom Kanton vorbereitet, durchgeführt und überwacht wurde. Neben allen anderen Beteiligten verdienen insbesondere die Mitarbeitenden des Tiefbauamtes, welche diese Aufgaben so gekonnt wahrgenommen haben, die Anerkennung der Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer.

*Stefan Engler,*  
Regierungsrat Kanton Graubünden  
Vorsteher Bau-, Verkehrs- und Forstdepartement

Con l'inizio del traffico stradale motorizzato la questione della realizzazione di una strada transitabile durante tutto l'anno sulle o attraverso le Alpi grigionesi è stata costantemente tematizzata. Sei anni di duro e pericoloso lavoro al San Bernardino ci hanno apportato la soluzione: il 1° dicembre 1967 ha potuto essere aperto al traffico con grandi festeggiamenti il monumentale traforo autostradale. Il sale antigelo, i gas di scarico, le rigide condizioni climatiche a 1'600 metri sul livello del mare nonché il forte aumento del carico causato dal traffico hanno provocato nei decenni passati ingenti danni a questo traforo. Molte cose pianificate e realizzate nella prima galleria autostradale attraverso le Alpi erano nuove. Ora, a quarant'anni di distanza, con la realizzazione del progetto di risanamento la galleria è stata rimessa completamente a nuovo ed in modo particolare la sicurezza è stata adattata a standard più severi.

Un raffinato concetto di regolazione del traffico ha fatto sì che, nonostante i complessi processi lavorativi, i veicoli – a prescindere dal settore del cantiere – hanno potuto transitare attraverso la galleria in ogni momento su entrambe le corsie con sistema a onda verde. Pure noi ci auguriamo una simile “onda verde”, allorquando a partire dall'anno venturo non sarà più il Cantone, bensì la Confederazione ad assumersi la responsabilità della manutenzione e del potenziamento della rete delle strade nazionali. Oltre a tutti coloro coinvolti nel processo di rimessa a nuovo, sono in modo particolare le collaboratrici ed i collaboratori dell'Ufficio tecnico che hanno svolto con cognizione di causa il risanamento completo della Galleria del San Bernardino, a meritare il riconoscimento delle utenti e degli utenti della circolazione.

*Stefan Engler,*  
Consigliere di Stato del Cantone dei Grigioni  
Direttore del Dipartimento costruzioni, trasporti e foreste

# Die Fahrbahnkonstruktion, Kernstück der Erneuerung

Peter Wenger, dipl. Ing. ETH, Amberg Engineering AG

Mit dem Erneuerungsprojekt für den San-Bernardino-Tunnel wurde Neuland betreten und es weist hinsichtlich verschiedener Aspekte Pioniercharakter auf: erstmalige Erneuerung eines langen Nationalstrassentunnels (Alpendurchstich), Aufrechterhaltung des Strassenverkehrs im Strassentunnel mit Gegenverkehr während der ganzen Bauzeit, Bauausführung auch während des Winters bei extremen Temperaturverhältnissen. Das Projekt verlangte von allen Beteiligten ein hohes Engagement. Die Bauherrschaft, der Betriebs- und Unterhaltungsdienst des Tunnels, die Polizei und Feuerwehr sowie die Projektierenden, Ausführenden, Spezialisten und Berater waren in hohem Masse gefordert beim Abwägen der unterschiedlichen Interessen, bei der Festlegung der Prioritäten und beim Eingehen von Kompromissen. Eine enge, offene und von Vertrauen geprägte Zusammenarbeit aller Beteiligten war Voraussetzung für das Gelingen des Vorhabens.

## Erneuerungskonzept Fahrbahnplatte

Die Fahrbahnplatte stellte mit der Abdichtung und dem Belag das Hauptproblem bei der Erneuerung dar. Dabei galt es eine Lösung zu finden, die den verschiedenen Aspekten, wie Dauerhaftigkeit und Ausführbarkeit unter Verkehr, gerecht wurde.

Im Jahre 1998 wurde vom Bundesamt für Strassen (ASTRA) entschieden, die bisherige Querlüftung auf eine Längslüftung umzustellen. Dies hatte eine Veränderung der klimatischen Verhältnisse im Bereich der bestehenden Fahrbahnplatte zur Folge, was künftig zu grossflächiger Armerungskorrosion und damit zu lokalen Hebungen und entsprechenden Belagsschäden hätte führen können. Deshalb wurde entschieden, die so genannte Katakombenlösung mit unarmierten Betongewölben und Beibehaltung der alten Fahrbahnplatte aufzugeben und neu die gesamte Fahrbahnplatte inklusive Trennwänden abzubauen und durch eine fugenlose, durchgehend armierte Betonplatte zu ersetzen. Zum Schutz der Stahlbetonkonstruktion wurde eine vollflächig ver-

## Eine Totalsanierung unter Verkehr

- |             |  |
|-------------|--|
| 1985 – 1986 | Untersuchung des Zustandes und der Betriebssicherheit der gesamten Tunnelanlage.   |
| 1991 – 1995 | Instandstellung der Passstrasse, um den Verkehr bei allfälligen Tunnel-sperrungen bei den kommenden Erneuerungsarbeiten umleiten zu können.  |
| 1993 – 1994 | Erstellen der Zugänge zu den Kanälen unter der Fahrbahnplatte bei den Portalen Nord und Süd. Im Fahrraum werden die SOS-Nischen, die Drainagenischen und die Sichtnischen bei den Zugängen in die unterirdischen Lüftungszentralen ausgeführt. |
| 1994 – 1998 | Einstellen der weiteren Bauphasen wegen Finanzknappheit beim Bund.   |
| 1998 – 2002 | Absenken der Sohle des Kabeltrassees und Erneuerung der Rigolen im West- und Ostkanal. Diese Vorarbeiten schaffen nötigen Raum für die nachfolgenden Tätigkeiten.  |
| 2001 – 2003 | Bau der Fluchtabgänge, der Nischen für die Strahlventilatoren und der Ausschnitte für die Brandabsaugklappen in der Zwischendecke. Das neue Lüftungssystem wird zur Erhöhung der Verkehrssicherheit vor den Hauptarbeiten in Betrieb genommen. |
| 2002 – 2007 | Abbruch und Neuerstellung der Fahrbahnplatte.  |
| 2007        | Montage der neuen Wandplatten.   |
| 1999 – 2007 | Elektromechanische Ausrüstung mit den ersten Kabelumlegungen im Jahr 1999. Die neuen Anlagen werden ab 2005 montiert.  |
| 2008        | Einbau der Belagsdeckschicht.  |

klebte, kunststoffmodifizierte Bitumendichtungsbahn auf der gesamten Tunnellänge eingesetzt.

Verfügung stehen musste, hatte zur Folge, dass die neu erstellte Fahrbahn bereits nach 24 Stunden befahren wurde. Dementsprechend wurde unter anderem eine Betonrezeptur gewählt, welche eine rasche Aushärtung des Betons aufwies.

## Knackpunkte

- **Betonfrühfestigkeit**  
Die Randbedingung, dass der Tunnel jeweils am Wochenende dem Strassenverkehr wieder 2-spurig zur

- **Betonnachbehandlung**  
Es wurde eine Versiegelung mit Epoxi aufgetragen und mit Quarzsand



Abtiefen des ursprünglichen Belüftungsstollens für den Flucht- und Rettungsstollen  
*Abbassamento del suolo nella vecchia condotta d'aerazione per i nuovi cunicoli*



abgestreut. Damit wurde der junge Beton vor dem Austrocknen und gleichzeitig die Betonoberfläche vor Einwirkungen aus dem Fahrraum geschützt.

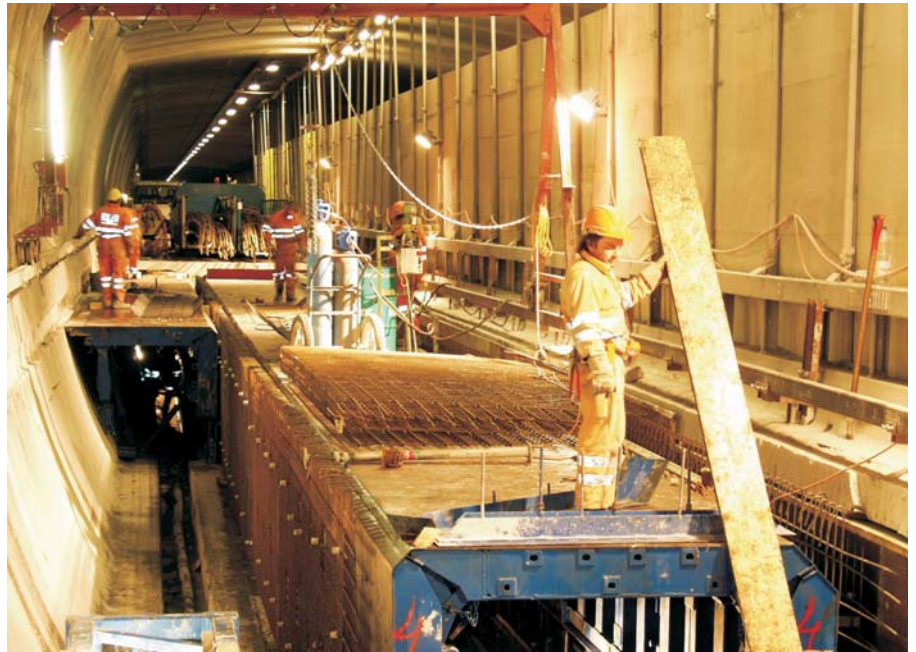
- **Betonieren im Winter**

Auf Grund der Höhenlage von über 1'600 Metern über Meer, wurden die Arbeiten in einer Umgebung mit extremen klimatischen Verhältnissen ausgeführt. Dies machte die nachstehend aufgeführten Massnahmen nötig. Die Betonanlage liess die Betonfabrikation bis -20°C Aussentemperaturen zu. Die Temperaturverluste beim Transport des Betons wurden mit möglichst kurzen Fahrzeiten, mit Vorwärmen der Transportbehälter und der Verwendung von isolierten Transportbehältern möglichst gering gehalten. Der Beton musste beim Einbringen eine Mindesttemperatur von 15°C aufweisen. Die Betonarbeitsstellen im Fahrraum wurden eingehaust. Dies schützte vor Zugluft und reduzierte den Energieaufwand für die Beheizung. Die Betonarbeitsstellen mussten eine Mindesttemperatur von 15°C aufweisen. Dazu wurden die Kanäle unter der Fahrbahnplatte und die Einhausung im Fahrraum beheizt.

- **Arbeiten unter Verkehr**

Ausgehend von der 1-spurigen Verkehrsführung im Bereich der 850 m langen Tunnelbaustelle war für den Strassenverkehr eine neuartige, leistungsfähige Verkehrsregelungsanlage entwickelt worden. Dabei war zu berücksichtigen, dass der Verkehr bei den Lichtsignalen vor den Baustellen im Tunnel nicht angehalten werden durfte und im Bereich der Tunnelarbeitsstellen sechs Ein- und Ausfahrten einzuplanen waren.

Rückblickend darf festgestellt werden, dass die Zykluszeiten bei normalem Verkehrsaufkommen mit etwa 15 Minuten in erträglichem Rahmen lagen und stehende Fahrzeuge im Tunnel nur in Ausnahmefällen vorkamen. Es darf festgestellt werden, dass das Verkehrsregime von den durchreisenden Automobilisten wie auch von der lokalen Bevölkerung akzeptiert wurde. Die Einschränkungen für den Baustellenverkehr lagen im vorgesehenen Rahmen. Glücklicherweise kam es zu keinem grö-



Schalen und Armieren einer neuen Fahrbahnetappe von 90 Metern  
*Cassatura e armatura di una nuova tappa di 90 metri della piattabanda*

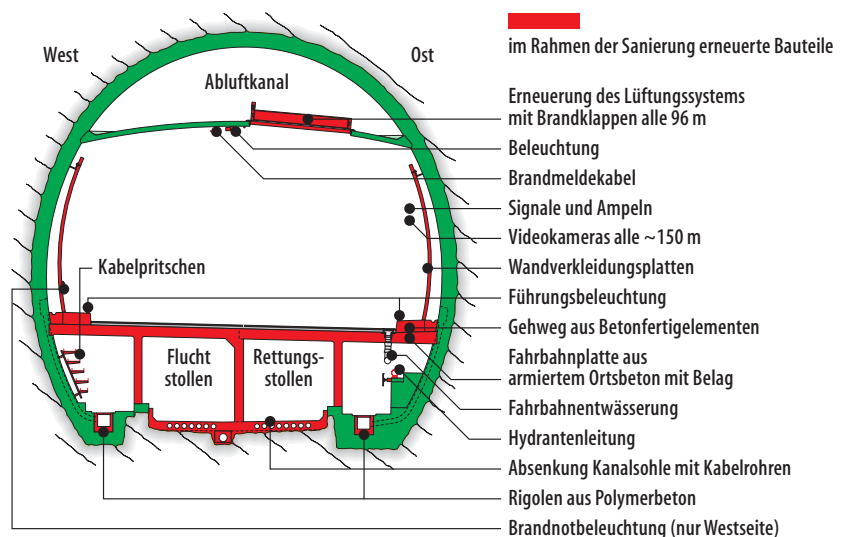
seren Unfall im Zusammenhang mit den Bauarbeiten.

ausführung sowie 450 Aufträge für den Bereich Elektromechnik.

## Aufträge und Kosten

Das Erneuerungsprojekt setzte sich aus vielen einzelnen Mosaiksteinen zusammen. Die Aufträge von Bau und Elektromechnik waren, anders als bei Neubauprojekten, häufig gleichzeitig abzuwickeln. Beim vorliegenden Projekt wurden gesamthaft rund 800 Aufträge vergeben. Die Aufträge verteilen sich wie folgt: 315 Projektierungs- und allgemeine Aufträge, 35 Aufträge für die Bau-

Die Endkosten der Erneuerung Tunnel San Bernardino belaufen sich auf voraussichtlich 239 Millionen Franken. Die Mehrkosten gegenüber dem Kostenvoranschlag von 1997 mit 158 Millionen setzen sich zusammen aus der Teuerung mit 21 Millionen und 60 Millionen infolge den gestiegenen Anforderungen an die Tunnelsicherheit sowie zusätzlichen Leistungen bei der Elektromechnik und Anpassungen beim Baukonzept.



Tunnelquerschnitt mit den erneuerten Bauteilen  
*Sezione tipo della galleria con le parti edili rinnovate*

# Elemento principale del risanamento è la piattabanda

Peter Wenger, dipl. Ing. ETH, Amberg Engineering AG

La piattabanda rappresenta, con l'isolazione e la pavimentazione, il problema principale del rinnovo. Si doveva trovare una soluzione che tenesse conto dei vari aspetti, come la durabilità e l'attuabilità dei lavori mantenendo possibile la circolazione. Da un lungo processo di ottimizzazione è infine risultata la cosiddetta "soluzione catacomba" con volte in calcestruzzo non armato. In seguito alla modifica del sistema di ventilazione si è dovuto rinunciare a questa variante, che aveva numerosi vantaggi, tra l'altro una buona durabilità e ostacoli minimi al traffico.

Nel 1998 l'Ufficio federale delle strade (USTRA) ha deciso di passare dal precedente sistema di ventilazione trasversale a una ventilazione longitudinale. Ciò ha comportato un cambiamento nelle condizioni climatiche nel settore della piattabanda esistente, ciò che in futuro avrebbe potuto portare a una corrosione dell'armatura in vaste aree e quindi a rilievi locali con conseguenti danni alla pavimentazione.

Si è perciò deciso di demolire la piattabanda esistente inclusi i divisori e di sostituirla con una piattaforma in calcestruzzo armato priva di fughe. Per proteggere la costruzione in calcestruzzo armato, su tutta la lunghezza della galleria viene posata per l'impermeabilizzazione una guaina in bitume modificato con materie sintetiche.

## Punti critici

- Resistenza precoce del calcestruzzo

La condizione secondo la quale la galleria doveva essere a disposizione del traffico stradale su entrambe le corsie durante i fine settimana ha avuto come conseguenza che la nuova carreggiata veniva percorsa dai veicoli già dopo 24 ore. Si è quindi scelta una ricetta che portasse a una rapida solidificazione del calcestruzzo.

- Trattamento successivo del calcestruzzo

È stata stesa una sigillatura con Epoxi, che poi è stata cosparsa di sabbia quarzifera. In questo modo il calcestruzzo giovane è stato protetto

## Cronologia dello svolgimento del progetto

1985 – 1986	Programma d'indagine con l'obiettivo di valutare lo stato e la sicurezza dell'esercizio dell'intera galleria.
1991 – 1995	Per poter deviare il traffico in caso di eventuali chiusure della galleria o limitazioni alla circolazione nel corso dei prossimi lavori di rinnovo, viene sistemata la strada del passo.
1993 – 1994	Ai portali nord e sud vengono creati accessi ai canali che si trovano sotto la piattabanda. Nell'area destinata alla circolazione vengono create le nicchie SOS, le nicchie per il drenaggio e le nicchie a vista in prossimità delle centrali di aerazione sotterranee.
1994 – 1998	Per motivi di risparmio la Confederazione ritarda gli altri lavori.
1998 – 2002	Esecuzione dell'abbassamento della soletta, del tracciato per i cavi e del rinnovo dei canaletti di drenaggio ovest ed est. Questi lavori preliminari creano lo spazio necessario per le attività che seguono.
2001 – 2003	Costruzione delle vie di fuga, delle nicchie per i ventilatori a getto e dei vani per le valvole di aspirazione dei fumi nel soffitto intermedio. Per aumentare la sicurezza, il nuovo sistema di ventilazione viene messo in esercizio prima dell'avvio dei lavori principali.
2002 – 2007	Smantellamento e rinnovo della piattabanda.
2007	Fornitura e montaggio dei nuovi pannelli delle pareti.
1999 – 2007	Dotazioni elettromeccaniche. Nel 1999 iniziano i primi spostamenti di cavi. Le nuove dotazioni vere e proprie vengono montate a partire dal 2005.
2008	Posa della pavimentazione strato d'usura

dall'eccessiva essiccazione e al contempo la superficie del calcestruzzo è stata protetta dagli influssi provenienti dall'area destinata alla circolazione.

- Getto del calcestruzzo in inverno  
Per via dell'elevata quota, superiore ai 1'600 metri sul mare, i lavori sono stati eseguiti in un ambiente con condizioni climatiche estreme. Ciò ha richiesto l'adozione di diverse misure come: L'impianto per la produzione del calcestruzzo ne permetteva la fabbricazione fino a tempe-

ture esterne di -20°C. Le perdite di calore durante il trasporto del calcestruzzo sono state contenute il più possibile con tempi di percorrenza brevi, preriscaldando i contenitori per il trasporto e utilizzando contenitori isolati. Al momento della gettata il calcestruzzo doveva avere una temperatura di almeno 15°C. I punti dell'area destinata alla circolazione nei quali si lavorava con il calcestruzzo sono stati chiusi con una costruzione. In questo modo si è avuta una protezione dalle correnti d'aria e si è ridotto il consumo energetico



Impermeabilizzazione della piattabanda con guaina in bitume  
Abdichten der Fahrbahnplatte mit einer Bitumenfolie



per il riscaldamento. I punti dove si lavorava con il calcestruzzo dovevano avere una temperatura minima di 15°C. Per questo motivo i canali sotto la piattabanda e la costruzione nell'area destinata alla circolazione sono stati riscaldati.

- Lavorare mantenendo la circolazione

Partendo dalla gestione del traffico su una sola corsia lungo il cantiere di 850 m in galleria, per il traffico stradale è stato sviluppato un nuovo potente impianto di regolamentazione del traffico. Si è dovuto tenere conto del fatto che il traffico non doveva venire fermato dai segnali luminosi posti prima del cantiere in galleria. Inoltre si doveva prevedere la regolamentazione delle sei entrate e uscite lungo l'area del cantiere in galleria.

Dopo la conclusione dei lavori si può constatare che la durata dei cicli in condizioni normali di traffico si è collocata entro un limite sopportabile di circa 15 minuti, solo in casi eccezionali si sono avuti veicoli fermi dinanzi ai segnali luminosi all'interno della galleria, si è ottenuta l'accettazione della popolazione residente confinante, le limitazioni del traffico di cantiere si sono mantenute nei limiti previsti e che non c'è stato nessun incidente di rilievo in relazione ai lavori di costruzione.

## Commesse e costi

Per questo progetto sono state aggiudicate complessivamente circa 800 commesse. Le commesse si suddividono come segue: 315 commesse di progettazione e generali, 35 commesse per l'esecuzione dei lavori e 450 commesse per l'elettromeccanica.

I costi finali per il rinnovo della galleria del San Bernardino sono stimati in 239 mio. di franchi. Il preventivo del 1997 aveva stimato costi per 158 mio. di franchi. I costi supplementari dovuti al rincaro sono calcolati in 21 mio. di franchi. 60 mio. di franchi sono dovuti alle esigenze supplementari in relazione alla sicurezza in galleria, alle prestazioni supplementari per l'elettromeccanica e agli adeguamenti al concetto di costruzione.



*Le nuove condotte con i cavi sotto la piattabanda della carreggiata  
Die neue Verkabelung unter der Fahrbahnplatte*



*Posa della pavimentazione in miscela bituminosa  
Einbau des Fahrbahnbelages aus Asphaltbitumen*



*Montaggio dei nuovi pannelli in calcestruzzo alle pareti  
Versetzen der neuen Wandplatten aus hochfestem Beton*



## Logistische Herausforderung für den Unternehmer

Roland Baggenstos, ARGE ASB Los 2 (Zindel / Walo / Implenla / Lazzarini)

Einen unter Verkehr stehenden Tunnel mit 6.6 km Fahrbahnbrückenplatte (auf zwei Längswänden liegend) zu sanieren, bzw. zu erneuern, dazu noch teilweise im Winter, auf 1'600 m ü. M. ist eine aussergewöhnliche Aufgabe für eine Unternehmung. Diese Aufgabe haben wir mit Unternehmervarianten erhalten. Damit konnten die gesamten Auflagen des Verkehrskonzeptes und die hohen Sicherheits- und Qualitätsanforderungen eingehalten werden.

Beim projektbedingten, vorzeitigen Erstellen des neuen, tiefer gelegten Kabelrohrblockes unter der Fahrbahnplatte in der Tunnelsohle, kam eine Unternehmervariante zur Ausführung. Anstatt die alte Tunnelsohle und den erforderlichen Felsausbruch bis ca. 0.70 m mit nicht kontrollierbarem Treibsprenngmittel auszubrechen, haben wir den Ausbruch mit speziellen kleinen, ferngesteuerten Baggern herausgespitzt. Der Ausbruchabtransport erfolgte mit von Kleintraktoren gezogenen Spezialanhängern zu den Ausstellnischen, wo mit Portalkranen der Umlad auf LKW-Mulden erfolgte. Der Beton wurde, mit in den Ausstellnischen stehenden Betonpumpen und langen Pumpleitungen zur laufend wandernden Einbaustelle, mit 36 m/Tag, von Norden nach Süden eingebracht.

Gemäss Projekt war das Abbrechen und Erneuern der Fahrbahnplatte in max. 90 m Etappen pro Woche und Fahrbahnseite, bei einer zulässigen Gesamtbaustellenlänge von 850 m



Ausfahren und Richten der Stahlschalungen für eine neue Betonieretappe  
*Spostamento e aggiustamento dei casseri per una nuova tappa di costruzione*

und Einbahnverkehr von Sonntagabend 22.00 Uhr bis Freitag 14.00 Uhr, zwingend. Während der Wochenbauzeit war der öffentliche Verkehr gegenüber dem Baustellenverkehr derart begünstigt, dass der Ausbruchabtransport und die Versorgung mit Beton, wie im Projekt mit Lastwagen vorgesehen, unmöglich waren. Eine zweigleisige Stollenbahn ab dem Umladekran und der Betonanlage beim Nordportal unter der Tunnelfahrbahn, die sich dem Baufortschritt folgend von Süden nach Norden laufend verkürzte, war die Lösung.

Der Abbruch der jeweils 90 m langen auf beiden Fahrbahnseiten al-

ten Fahrbahnplatte und der beiden Auflagerwände erfolgte durch Fräsen und Zerlegen in transportfähige ca. 1.50 m breite Betonelemente, die ihrerseits mit einem mobilen Spezialkran auf die darunter wartende Stollenbahn verladen und abtransportiert wurden.

Die neue 90 m Fahrbahnplattenetappe auf drei neuen Tragwänden wurde mit 8 Schalungstischen und Wandschalungen, total 40 Schalelemente, nach eingebauter Armierung in zwei Arbeitsgängen betoniert. Jeweils Freitags ab 14.00 Uhr, wurde die Fahrbahnbrückenplatte wieder für den Verkehr freigegeben. Die Qualitätsanforderung an den 24



Zerlegen der alten Betonplatte mit einer Fräse im Abluftstollen  
*Smantellamento della vecchia piattabanda mediante fresatura*



Abtransport der alten Fahrbahnplatte mit der Stollenbahn  
*Rimozione della vecchia piattabanda tramite trenino di cantiere*

Stunden alten Beton und die Schalung für diese Schwerverkehrslasten konnte eingehalten werden.

Der Bankettbau und der Strassenbelag, welcher ebenfalls unter Verkehr eingebaut wurde, forderte alle Beteiligten zu sehr grossen logistischen Leistungen. Der Sicherheit des Baupersonals neben dem rollenden öffentlichen Verkehr wurde grösste Aufmerksamkeit geschenkt. Der Abschluss des gesamten Fahrbahnneubaus ohne nennenswerte Unfälle zeigt die Wirksamkeit der eingesetzten, laufend nachgezogenen Schutzwand.

Die ARGE ASB Los 2 ist stolz, im San Bernardino Tunnel für die Zukunft einen positiven Beitrag geleistet zu haben.



*Betonieren der neuen Fahrbahnplatte mit Pumpbeton  
Getto del calcestruzzo della nuova piattabanda mediante pompa*

## Una sfida logistica per l'impresa

Roland Baggenstos, Consorzio ASB lotto n. 2 (Zindel / Walo / Implenia / Lazzarini)

Risanare risp. rinnovare una galleria di 6,6 km costruita su una piattabanda (poggiata su due pareti longitudinali), aperta alla circolazione, in più in parte d'inverno e a 1'600 m slm è un incarico inusuale per un'impresa. Abbiamo ricevuto questo incarico con varianti. Ciò ha permesso di rispettare tutte le condizioni del concetto di traffico e le elevate esigenze di sicurezza e di qualità.

Per la realizzazione anticipata, richiesta dal progetto, del nuovo blocco per i condotti per cavi, collocato a un livello inferiore al di sotto della piattabanda nella soletta della galleria si è ricorsi a una variante. Anziché procedere alla rimozione della vecchia soletta e al necessario scavo nella roccia fino a ca. 0,70 m con delle esplosioni non controllabili, abbiamo effettuato questo lavoro con apposite piccole scavatrici comandate a distanza. Il trasporto del materiale di scavo è avvenuto con rimorchi speciali trainati da piccoli trattori fino a delle nicchie, dove grazie a delle gru il materiale veniva trasferito in benne di autocarri. Il calcestruzzo veniva apportato da nord verso sud al cantiere, in costante movimento di 36 m al giorno, grazie a delle pompe per il calcestruzzo collocate nelle nicchie e a lunghe condotte.

Secondo il progetto, lo smantellamento e il rinnovo della piattabanda dovevano avvenire in tappe di al massimo 90 m per settimana e carreggiata, con una lunghezza del cantiere ammessa di 850 m e circolazione a senso unico da domenica sera alle ore 22:00 fino a venerdì alle ore 14:00. Durante la settimana la circolazione pubblica era talmente favorita rispetto al traffico di cantiere che il trasporto del materiale di scavo e l'approvvigionamento con calcestruzzo erano impossibili nelle modalità previste dal progetto, ossia con autocarri. La soluzione è stata la creazione nel cunicolo di una piccola ferrovia a due binari che, partendo dalla gru di trasferimento e dall'impianto per il calcestruzzo al portale nord, passava sotto la carreggiata della galleria fino al punto di avanzamento dei lavori e che da sud verso nord diventava sempre più corta.

Lo smantellamento su entrambe le carreggiate della vecchia piattabanda e delle due pareti di sostegno su una lunghezza di 90 m per volta è avvenuta tramite delle frese e tramite la scomposizione in elementi di calcestruzzo trasportabili della larghezza di circa 1,50 m, che a loro volta sono stati trasferiti con un'apposita gru mobile sulla ferrovia sot-

tostante perché venissero trasportati all'esterno.

Per la nuova tappa della piattabanda, lunga 90 m, poggiata su tre nuove pareti, il calcestruzzo è stato gettato in due fasi di lavoro con 8 piani di casseratura, casseri di parete, in totale 40 elementi di casseratura. Ogni venerdì a partire dalle ore 14:00 la piattabanda veniva di nuovo aperta al traffico. Le esigenze di qualità per i carichi di traffico pesante poste al calcestruzzo vecchio di 24 ore e alla cassaforma hanno potuto essere rispettate.

La costruzione della banchina e la posa della pavimentazione, anche esse avvenute con la galleria aperta al traffico, ha richiesto a tutti grandi prestazioni logistiche. La più grande attenzione è stata destinata alla sicurezza del personale di cantiere che lavorava accanto al traffico pubblico. Il fatto che l'intera nuova costruzione della carreggiata si sia conclusa senza incidenti di rilievo testimonia dell'efficacia della parete di protezione impiegata all'altezza del cantiere.

Il Consorzio ASB lotto n. 2 è fiero di aver fornito nella galleria del San Bernardino un contributo positivo per il futuro.



# Die Macher: Ingenieure und Unternehmungen

## I realizzatori: ingegneri e imprese

### Gesamtleitung

- Tiefbauamt Graubünden

### Gesamtprojektleitung

- Amberg Engineering AG, Chur

### Engineering Bau

- Gähler & Partner AG / Straub AG, Ennetbaden • Amberg Engineering AG, Chur • Bänziger Partner AG, Buchs • Büro für Technische Geologie, Chur • Chiavi Erich, Davos-Dorf • Conzett, Bronzini, Gartmann AG, Chur • Dressi Marco, Arvigo • École polytechnique de Lausanne, Lausanne • ECTN AG, Buochs • Edy Toscano AG, Roveredo • LOM, Labor für Oberflächen u. Materialien, Uzwil • Lombardi AG, Minusio-Locarno • LPM AG, Beinwil am See • Max-Planck-Institut für biol. Kybernetik, Tübingen • Molina & Partner Consultants SA, Lugano • Schlegel GmbH, Wangs • SGK Schweizerische Gesellschaft für Korrosionsschutz, Zürich • TFB Technische Forschung und Beratung, Wildeggen • Versuchs-Stollen Hagerbach AG, Sargans • Wegelin Lieni, Malans • Schneider Ingenieure AG, Chur • Sicherheit Arsitec AG, Gümligen • Basler & Hofmann AG, Zürich • Foppa AG, Chur • Matousek M. Dr., Schwerzenbach • Rhäticom AG, Chur • Vogt AG, Oberdiessbach

### Engineering elektromechanische Anlagen

- Pöyry Energy AG, Zürich • Pöyry Infra AG, Zürich • Brüniger + Co. AG, Chur • Bühler + Scherler AG, Chur • Curion Informatik AG, Chur • Dörig R., Chur • HBI Haerter AG, Zürich • Maggia SA, Locarno • Müller Hanspeter, Uster • Mullis + Cavegn AG, Chur • Nay + Partner AG, Chur • R. Brüniger AG, Ottenbach • Schneider Consulting, Rombach • Steinemann Urs, Wollerau • Vico Group, Chur

### Verkehr (Engineering und Ausführung)

- Amstein + Walther, Chur • ARGE Müller U. / Hössli R. + Co., Sufers • Banzer Elektro AG, Thusis • Brugg Kabel AG, Brugg • Brunner Kurt GmbH, Solothurn • Censi-Ferrari SA, Grono • COMLAB AG, Ittigen • Dätwyler AG, Altdorf • DEMAG Cranes & Components AG, Dietlikon • Felix Joggi, Haldenstein • FRIKE electronic AG, Will • Gifas Electric GmbH, Rheineck • Jörimann Stahl AG, Bona-

- duz • Kantonspolizei Graubünden, Chur • Mögerle R., Baden • Pitzinger Peter, Zürich • Securitas AG, St. Gallen • Sigmaplan AG, Bern • Signal AG, Chur • Signaline SA, Quartino • Signalisation CDS SA, Martigny 2 • Toscano AG, Sils • Walter AG, Sulgen

### Ausführung Bau Tunnel

- ARGE Muttoni / Zarro, Belinzona • ARGE Pitsch / Implenja, Thusis • ARGE Somaini F.lli / Gattoni Marzio, Grono • ARGE Störi / Prader & Co. / Zindel, Chur • ARGE Zindel / Walo / Implenja / Lazzarini, Chur • ARGE Zindel / Walo / Locher, Chur • ACO Passavant AG, Netstal • Amak San GmbH, Chur • Baugeologie Chur, Chur • Bernasconi Giorgio SA, Agno • Camuni Albert, Tomils • EMPA, Dübendorf • Hössli Bau AG, Splügen • Marty Korrosionsschutz AG, Pfäffikon • Meynadier MBT (Schweiz) AG, Zürich • Prader & Co. AG, Chur • Romei AG, Rothenbrunn • Sika AG, Chur • Somaini F.lli SA, Grono

### Ausführung elektromechanische Anlagen Tunnel

- ARGE C. Cavallari / M. Minder AG, Poschiavo • ARGE Curea Elektro AG / Elektro Raetus AG, Chur • ARGE Kümmler + Matter SA / Atel SA / EL FER SA, Savaio • ARGE Sauber+Gisin AG / Oertli Telematic, ACG Autcomp Grischa AG, Chur • ACP Environment AG, Biel • Arnold AG, Selzach • AUMA (Schweiz) AG, Berikon • Barox Kommunikation AG, Baden • BELFOR (Suisse) AG, Altstätten • Karl Senti, Malans • Bolfig & Benkler AG, Kerns • Borra SA, Cama • Casso Sandro, Cama • Curti & Curti, Roveredo • Dettwiler Informatik AG, Regensdorf • EGL, Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg AG, Laufenburg • Eisenring AG, Jonschwil • Electrosuisse, Fehraltorf • Elektro Maag + Rüedi AG, Chur • El-Fer-Trasp SA, Rossa • Elkuch Eisenring AG, Jonschwil • Enertel GmbH, Grono • Erne H., Leuggern • Etavis Grossenbacher AG, Chur • Farina Giulio, Mesocco • Galli + Co., Trimmis • Giudicetti & Curti s.a.g.l., Roveredo • Gruber & Co. AG, Chur • Howden Ventilatoren GmbH, Heidenheim D • IB Aarau Elektro AG Servicebetriebe, Unterentfelden • Kablan AG, Chur • Kraftwerke Hinterrhein AG, Thusis • Krüger + Co., Degersheim

- Künzli Elektronik AG, Schwerzenbach • Lenzlinger Söhne AG, Nännikon/Uster • MABILEC AG, St. Gallen • Marti Technik AG, Moosseedorf • MBE Elektronik AG, Schwerzenbach • Mesollux SA, Mesocco • Novitas Elektronik AG, Volketswil • Oerlikon-Stationär Batterien AG, Aesch • Oertli Telematic, Schiers • Optonet Industrie Haslen, Oberbüren • Plozza & Cavallari AG, Samedan • Rigamonti, Contone • Rimotec, Biasca • Rockwell Automation AG, Wil SG • Salvi Giuseppe, Cama • Sauber + Gisin AG, Schwerzenbach • Schildknecht Messtechnik AG, Gossau ZH • Schocher + Rüegg, Chur • Siemens Building Technologies AG, Gossau • Siemens Enterprise Communications AG, Zürich • Siemens Schweiz AG, Zürich • Sirocco, Wien • Sutter AG, Lungern • Swibox AG, Jonschwil • Swisspro AG, Chur • Tettamanti & Rodoni SA, Biasca • Texco Swiss, Lüdingen • Thales Communications AG, Zürich • Togni Claudio, Semione • Trasfor S.A., Lugano • Ughini Metallbau AG, Casis • WETA Radio & Fernseh AG, Thusis • Willi Haustechnik AG, Chur • Wirth Baumontagen GmbH, Wangen • Woertz AG, Muttenz

### Lüftungsschächte (Engineering und Ausführung)

- Barandun Engineering AG, Thusis • Frey AG, Stans • Garaventa Seiltech AG, Goldau • Histec Engineering AG, Buochs • Kalberer F. + Partner AG, Chur • Rätia Ingenieure AG, Chur

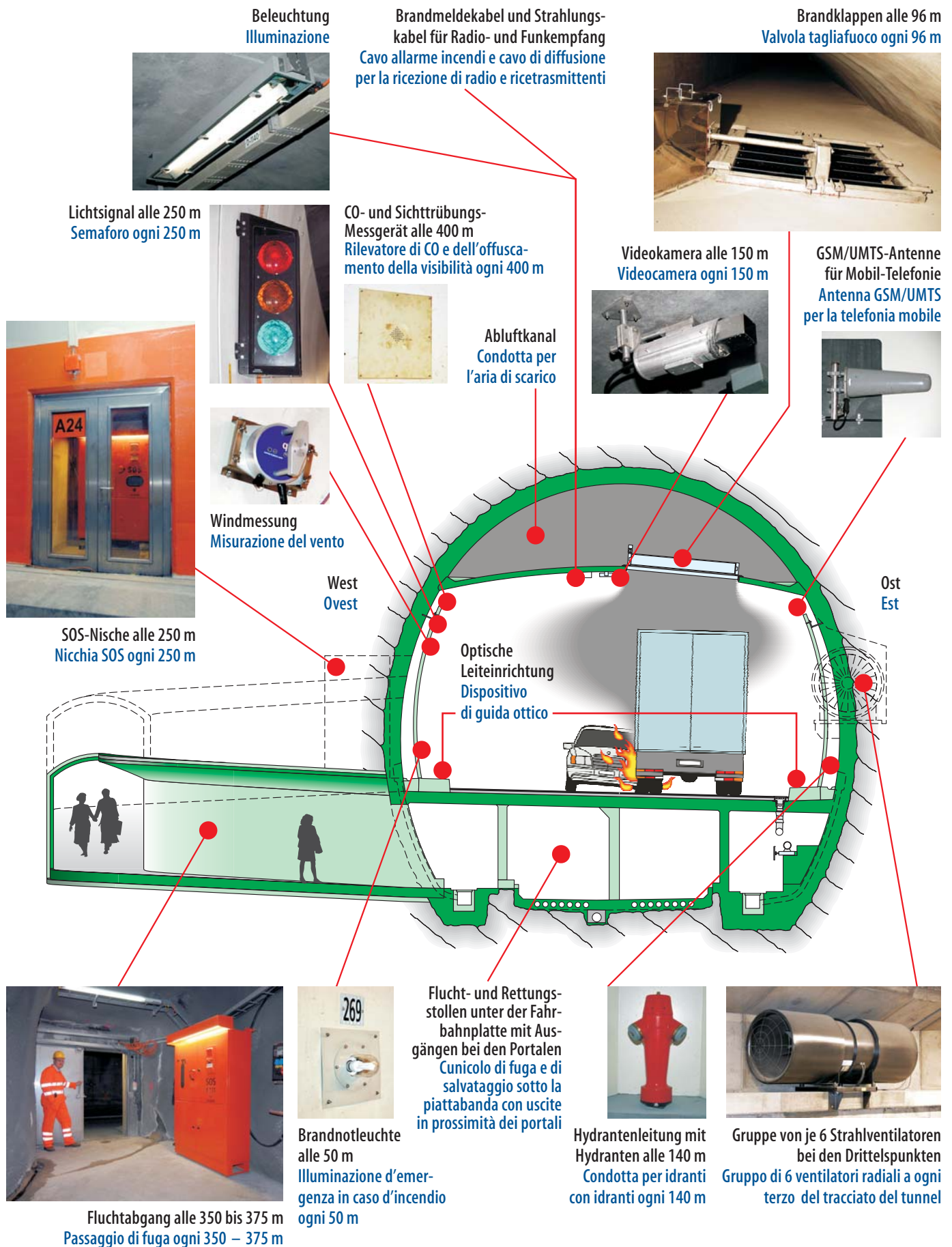
### Leitstelle Betrieb und Verkehr (Engineering und Ausführung)

- Abitare M. Hürlimann AG, Chur • Albutech AG, Baden-Dättwil • Betoncut SA, S. Antonino • Brassier Kälte & Co., Rhäzüns • Burkhardt K. & Sohn AG, Thusis • Fischer Informatik, Thusis • Furger Fratelli, Mesocco • Griesser SA, Cadenazzo • IBB Björck, Locarno • IG Brüniger + Co., AG / Mullis + Cavegn AG, Chur • INTECH-KRAPF, Bichelsee • Invertomatic (Schweiz AG), Port bei Biel • Kälte 3000 AG, Landquart • Knürr AG, Fällanden • Koch René AG, Au ZH • NextiraOne Schweiz GmbH, Lugano • Nova Montage AG, Mastrils • Schnider Bernardo, Mesocco • Toscano Emilio, San Bernardino • Tulux AG, Tuggen • Wilhelm, Thusis • X-Com AG, Chur • Zarro SA, Soazza



# Viele Massnahmen für mehr Sicherheit

## Misure atte a garantire una maggiore sicurezza



## Der Tunnel als Regionenverbinder

Kurt Wanner, Splügen

Auch wenn es bei unseren Alpen-transversalen in erster Linie darum geht, grosse europäische Ballungs-räume auf eine möglichst effiziente Weise miteinander zu verbinden, so haben sie auch eine regionale Funk-tion: Sie sollen die Leute diesseits und jenseits des Berges einander näher bringen, wie dies anlässlich der Eröffnung des San-Bernardino-Strassentunnels am 1. Dezember 1967 von diversen Festrednern her-vorgehoben wurde. 40 Jahre da-nach eine Bilanz zu ziehen, ob sich Rheinwald und Misox dank des Tun-nels näher gekommen sind, fällt nicht leicht, und vor allem darf man dabei die teils jahrhundertealten Be-ziehungen zwischen den beiden Tal-schaften nicht ausser Acht lassen.

Sowohl das Moesano als auch das Rheinwald sind im alpinen Durch-gangsverkehr seit der Antike von Be-deutung. Der Warentransit bildete für die Einheimischen – neben Vieh-zucht und Milchwirtschaft – während mehr als einem halben Jahrtausend die Existenzgrundlage. Er prägte ihr tägliches Leben ebenso wie ihre Siedlungsweise. Das Rheinwald gilt als die älteste Walserkolonie Grau-bündens. Vor allem wegen der Her-ren von Sax-Misox steht die etwa um 1270 erfolgte Besiedlung in en-gem Zusammenhang mit dem Moe-sano, wobei sich vereinzelt Wal-serspuren auch in der oberen Me-solcina und im Val Calanca ausma-chen lassen. Sowohl Rheinwald wie



Die feierliche Eröffnung des San-Bernardino-Tunnels am 1. Dezember 1967  
*La solenne inaugurazione della Galleria del San Bernardino il 1° dicembre del 1967*

Moesano gehörten bis 1854 dem Grauen Bund an, das Rheinwald be-reits zu Beginn des 15. Jahrhun-derts, das Misox seit 1496.

Neben diesen historischen Gemein-samkeiten spielten aber auch kultu-relle und soziale Beziehungen – trotz sprachlicher und konfessionel-ler Unterschiede – stets eine Rolle. Sowohl das Sprachverhalten als auch die Sprachentwicklung wurden gegenseitig beeinflusst und berei-chert: Im Rheinwald lassen sich an die 200 Wörter ausmachen, die vom Misoxer Dialekt geprägt wurden, um-

gekehrt dürften es etwas weniger sein. Insbesondere Begriffe aus dem Strassen- und Fuhrmannswe-sen leben heute noch fort oder sind zumindest noch bekannt.

Von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis in die fünfziger Jahre des 20. Jahrhunderts war es gebräuchlich, dass die jungen Rheinwalder nach der obligatorischen Schulzeit ein bis zwei Winter im Misoxertal verbrach-ten. In erster Linie handelte es sich um Burschen aus Hinterrhein. Es ging dabei nicht nur um das Erlern der italienischen Sprache, son-dern ebenso sehr um einen Gewinn an Reife und an Selbständigkeit im Umgang mit anderen Menschen. Es entstanden auch Freundschaften, und in der Folge kam es immer wie-der zu Eheschliessungen zwischen den Nachbarn.

Mit der Tunnelöffnung 1967 hat sich in den beiden Talschaften vor al-lem die wirtschaftliche Situation grundlegend verändert, wobei es sich bei Splügen und San Bernardi-no um zwei Orte handelt, die dank des Passverkehrs schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts einen ersten touristischen Aufschwung erlebten. Mit dem Strassentunnel hat sich das Schwergewicht jedoch insbesonde-re auf die Wintersaison verlagert.

Erfreulich sind die Bestrebungen, die seit 2005 mit dem Entwicklungs-



Hinterrhein mit der Passstrasse anfangs des 19. Jahrhunderts  
*Hinterrhein con la strada del Passo all'inizio del XIX° secolo*



konzept «Streghe gemelle – Hexenzwillinge» in den Bereichen Tourismus, Industrie, Wohnen und Bildung von den Regionalorganisationen dies- und jenseits des San Bernardino in die Wege geleitet wurden. Im sozialen und kulturellen Bereich ist

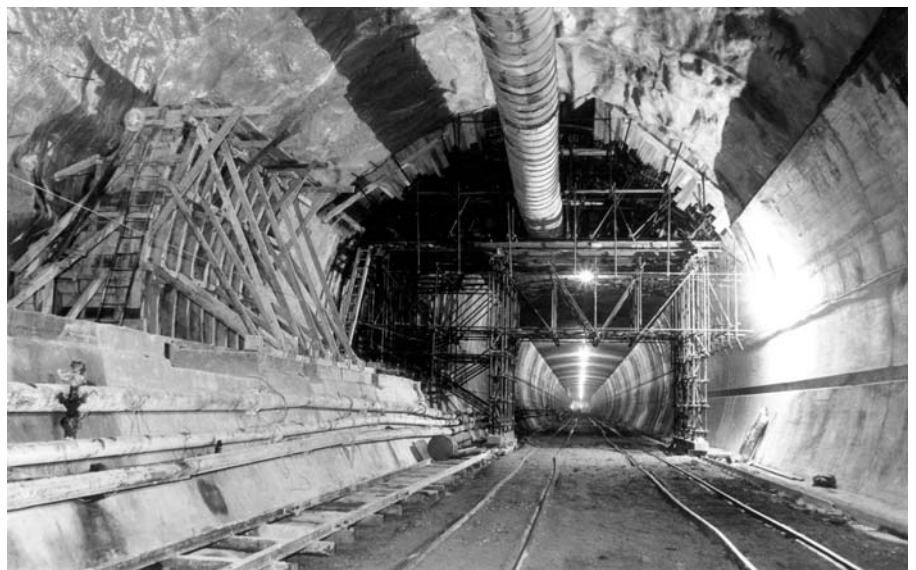
es bis anhin eher selten zu jenen Begegnungen gekommen, die man sich vor 40 Jahren erhofft hat. Die Aussage des Historikers Jürg Simonett hinsichtlich der Pässe Splügen und San Bernardino ist eindeutig: «Nie sind diese Berge nur Hinder-

nisse und Grenzen gewesen. Immer waren sie auch Chancen und Brücken zu den Nachbarn, und immer hat der gegenseitige Kontakt befruchtend gewirkt und Folgen gezeitigt.»

## In sechs Jahren durch den San Bernardino In sei anni attraverso il San Bernardino

Bereits 1935 arbeitete ein Ingenieurbüro auf eigene Initiative ein erstes Projekt aus. Anfangs 1961 genehmigte der Bundesrat den Bau des San Bernardino im Rahmen des Nationalstrassen-Programmes. Im Juli 1961 wurden die Arbeiten in Angriff genommen. Der Tunnelausbruch erfolgte von Anfang an im Vollquerschnitt mit 85 m<sup>2</sup> Fläche.

Am 10. April 1965 erfolgte bereits der Durchstich des Tunnels. In einer zweiten Arbeitsphase wurde das Betongewölbe erstellt. Die heute in Strassentunnels übliche Abdichtung mit einer Kunststoffolie war in den sechziger Jahren noch kein Thema. Die auf den Frischluftkanal-Seitenwänden ruhende Fahrbahnplatte wurde im Herbst 1966 fertig eingebaut. Es folgten die Fertigstellungsarbeiten mit dem Einbau der Wandverkleidung und des Fahrbahnbelages sowie der Installation der elektromechanischen Einrichtungen. Am 1. Dezember 1967 konnte das monumentale Bauwerk feierlich dem Verkehr übergeben werden. Die damaligen Baukosten von 150 Millionen Franken entsprechen einem heutigen Wert von gut über 400 Millionen.



Innenausbau im San-Bernardino-Tunnel 1965

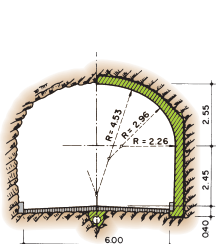
*Costruzione dell'interno della Galleria del San Bernardino 1965*

Nel luglio 1961 si iniziò con i lavori sul San Bernardino. Lo scavo della galleria avvenne fin dall'inizio in una sezione totale di circa 85 m<sup>2</sup> di superficie.

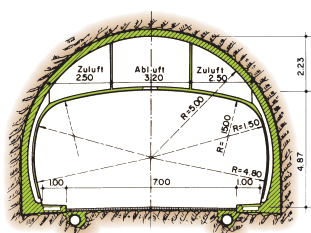
Il 10 aprile 1965 si compì il traforo della galleria. In una seconda fase venne realizzata la volta in calcestruzzo. La piattabanda, che poggia sulle pareti del canale per l'apporto

d'aria fresca, venne finita nell'autunno del 1966. Seguirono i lavori di completamento con il rivestimento delle pareti, la pavimentazione della carreggiata e le installazioni elettromeccaniche. Il 1° Dicembre 1967 la monumentale costruzione fu solennemente aperta al traffico. I costi di costruzione di allora 150 milioni di franchi corrispondono a un valore odierno di ben oltre 400 milioni.

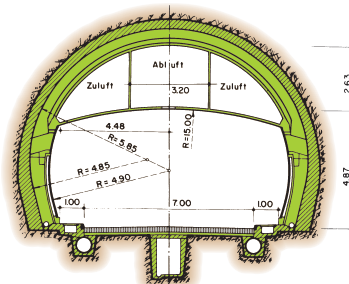
Projekt 1935



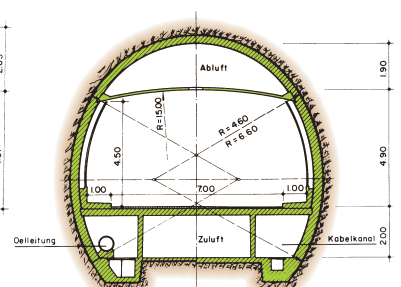
Projekt 1953



Projekt 1960



Projekt 1961



Die Entwicklung des Tunnelquerschnittes von 1935 bis 1961  
*L'evoluzione delle sezioni tipo dal 1935 al 1961*

## La galleria che unisce spazi

Kurt Wanner, Splügen

Anche se l'obiettivo primo delle nostre trasversali alpine è quello di collegare nel modo più efficiente possibile i grandi agglomerati europei, esse hanno anche una funzione regionale: devono avvicinare le persone al di qua e al di là della montagna, come è stato sottolineato da diversi oratori in occasione dell'inaugurazione della galleria stradale del San Bernardino, avvenuta il 1° dicembre 1967. Non è facile, 40 anni dopo, tirare un bilancio per stabilire se il Rheinwald e il Moesano si siano avvicinati grazie alla galleria, e soprattutto non si devono dimenticare le relazioni vecchie di secoli tra le valli.

Nel transito alpino, sia il Moesano che il Rheinwald sono importanti sin dall'antichità. Per oltre cinquecento anni il transito delle merci ha costituito per la popolazione indigena la base esistenziale, accanto all'allevamento e all'economia lattiera. Esso ha caratterizzato sia la vita quotidiana che la tipologia degli insediamenti. Il Rheinwald è considerato la più vecchia colonia Walser dei Grigioni. La colonizzazione avvenuta intorno al 1270 si trova in stretta relazione con il Moesano soprattutto per via dei signori von Sax-Misox; singole tracce Walser si ritrovano anche nell'Alta Mesolcina e in Val Calanca. Sia il Rheinwald che il Moesano appartennero fino al 1854 alla Lega Grigia; il Rheinwald già dall'inizio del XV° secolo, il Moesano a partire dal 1496.



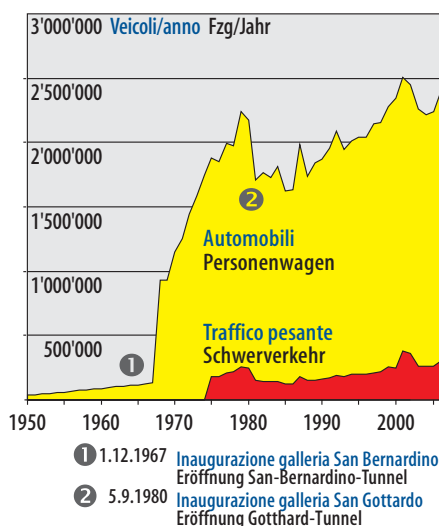
*Il lato sud del Passo del San Bernardino all'inizio del XX° secolo  
Die Südseite des San-Bernardino-Passes anfangs des 20. Jahrhunderts*

Oltre a questi aspetti storici comuni, anche le relazioni culturali e sociali hanno sempre avuto un ruolo, nonostante le differenze linguistiche e confessionali. Sia il comportamento che lo sviluppo linguistico subirono influenze reciproche che portarono a un arricchimento: nel Rheinwald si ritrovano due centinaia di parole caratterizzate dal dialetto moesano, viceversa dovrebbe essere qualcuna meno. Sopravvivono tuttora, o perlomeno sono ancora conosciuti, in particolare i termini legati alla strada e ai carrettieri.

Dalla metà del XIX° secolo fino agli Anni Cinquanta del XX° secolo era usuale che, al termine della scolarità obbligatoria, i giovani del Rheinwald, soprattutto ragazzi di Hinterrein, trascorressero uno o due inverni nel Moesano. Non si trattava soltanto di imparare la lingua italiana, bensì egualmente di acquisire maturità e autonomia nei rapporti con altre persone. Sono nate anche amicizie e in seguito si è regolarmente giunti al matrimonio tra vicini.

Con l'apertura della galleria nel 1967, nelle due valli è radicalmente mutata soprattutto la situazione economica, anche se Splügen e San Bernardino sono due località che, grazie al traffico del Passo, hanno conosciuto uno sviluppo turistico già all'inizio del XIX° secolo. L'apertura della galleria stradale ha tuttavia spostato il peso in particolare sulla stagione invernale.

Sono positivi gli sforzi avviati nel 2005 dalle organizzazioni regionali al di qua e al di là del San Bernardino nei settori turismo, industria, abitazione e formazione con il concetto di sviluppo «Streghe gemelle – Hexenzwillinge». In ambito sociale e culturale si è giunti finora solo raramente agli incontri che si auspicavano 40 anni fa. Quanto afferma lo storico Jürg Simonett riguardo ai Passi dello Spluga e del San Bernardino è chiaro: «Queste montagne non sono mai state solo degli ostacoli e dei confini. Sono sempre anche state delle opportunità e dei ponti verso il vicino e sempre il reciproco contatto è stato arricchente e ha prodotto risultati.»



*Il traffico sul San Bernardino  
Verkehrsfrequenzen am San Bernardino*

### Impressum

Bilder, Grafik und Gestaltung: Tiefbauamt Graubünden. Die Weiterverwendung von Bild und Text mit Quellenangabe ist erwünscht. Weitere Exemplare wie auch das umfassende Projektinfo Nr. 57 können bestellt werden über [info@tba.gr.ch](mailto:info@tba.gr.ch), [www.tiefbauamt.gr.ch](http://www.tiefbauamt.gr.ch) oder Tel. 081 257 3715.

Immagini, grafica e impaginazione: Ufficio tecnico dei Grigioni. In caso di riutilizzo di illustrazioni e testi si prega di indicarne la fonte. Ulteriori copie, nonché l'ampio Info n° 57 sul progetto possono essere richieste via posta elettronica a [info@tba.gr.ch](mailto:info@tba.gr.ch), sul sito [www.tiefbauamt.gr.ch](http://www.tiefbauamt.gr.ch) oppure chiamando il numero telefonico 081 257 3715.