

Nationalstrasse A13, Tunnel San Bernardino

Die Wiedergeburt des San Bernardino Tunnels

Die Bausubstanz des 1967 eröffneten Strassentunnels am San Bernardino muss dringend erneuert werden. Tausalze, Abgase, die harten klimatischen Bedingungen auf 1600 Meter über Meer sowie die stark gestiegene Verkehrsbelastung haben dem Tunnel so zugesetzt, dass ein sicherer Betrieb längerfristig nicht mehr gewährleistet werden kann. Zudem müssen die heutigen, wesentlich höheren Anforderungen an die Sicherheitsausrüstungen umgesetzt werden. Die schrittweise erfolgenden Arbeiten haben 1991 begonnen und können im Jahr 2006 abgeschlossen werden. Die gesamten Sanierungskosten belaufen sich auf voraussichtlich 236 Millionen Franken.

Erst nach Arbeitsbeginn am San Bernardino Tunnel in den sechziger Jahren wurde im Winter die so genannte Schwarzwäumung der Strassen mittels Streusalz praktiziert. Bereits kurz nach der Inbetriebnahme im Jahr 1967 konnten die ungünstigen Einflüsse des Salzes, der Abgase und der betonaggressiven Wässer auf die Bausubstanz des Tunnels festgestellt werden. In den Jahren



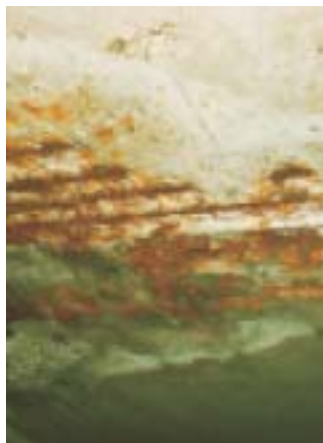
Abbruch der alten Fahrbahnplatte *Smantellamento della vecchia piattabanda*

1985/86 wurde ein umfassendes Untersuchungsprogramm unter Federführung der EMPA durchgeführt mit dem Ziel, Angaben über den Zustand der Tunnelanlage sowie auch Grundlagen für deren Erneuerung zu erhalten. Wie die Schadenbilder zeigen, ist insbesondere bei der

Fahrbahnplatte und den Sockeln der Wandplatten Handlungsbedarf angesagt. Die Sicherheitseinrichtungen im Tunnel entsprachen den damaligen Standards. Die in den letzten Jahren im In- und Ausland aufgetretenen, schweren Tunnelbrände - nicht zuletzt auch eine Folge der Ver-



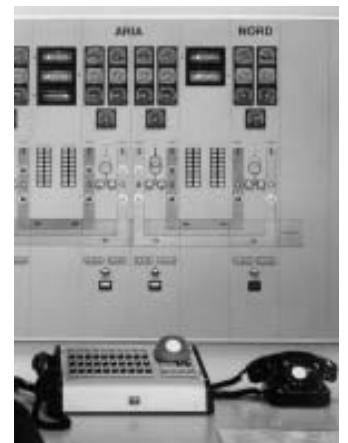
Beschädigte Auflager der Wandplatten *Appoggi delle lastre delle pareti danneggiati*



Tausalzschäden an der Fahrbahnplatte *Piattabanda rovinata dal sale antigelo*

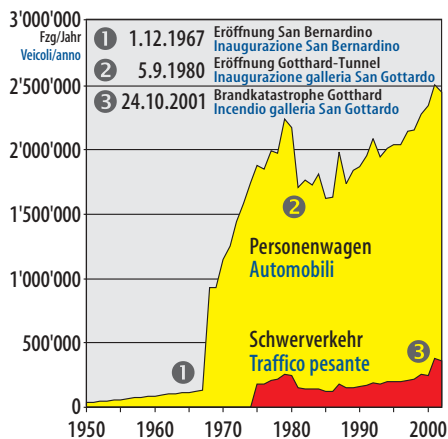


Ungenügende Sicherheitsausrüstung *Dispositivi di sicurezza insufficienti*



Überholte Überwachungs-/Lüftungssysteme *Sistemi di sorveglianza/ventilazione superati*

kehrszunahme, insbesondere des schweren Güterverkehrs - liessen Forderungen nach zusätzlichen Sicherheitseinrichtungen laut werden wie Fluchtstollen, steuerbare Brandklappen, Strahlventilatoren und spezielle Signalisationen.



Die Entwicklung der Verkehrsfrequenzen am San Bernardino
L'evoluzione delle frequenze del traffico sul San Bernardino

La rinascita della galleria del San Bernardino

La sostanza edificata della galleria stradale del San Bernardino, inaugurata nel 1967, necessita di un risanamento urgente. Il sale antigelo, i gas di scarico e le rigide condizioni climatiche a 1600 metri dal livello del mare come pure il forte incremento del traffico hanno provato la galleria in misura tale che non è più possibile garantirne un sicuro esercizio a lungo termine. Inoltre oggi i dispositivi di sicurezza devono soddisfare requisiti sensibilmente più severi. I lavori, da attuarsi a tappe, sono iniziati nel 1991 e termineranno nel 2006. I costi globali del risanamento ammontano presumibilmente a 236 milioni di franchi.

Soltanto dopo l'avvio dei lavori nella galleria del San Bernardino negli anni '60 si iniziò a praticare la pulizia invernale delle strade tramite spargimento di sale. Tuttavia, poco dopo la

messa in esercizio nell'anno 1967 è stato possibile accertare gli effetti nocivi che il sale, i gas di scarico e le acque aggressive del calcestruzzo avevano sulla sostanza edificata della galleria. Negli anni 1985/86 è stato attuato un ampio programma di studio sotto la guida del LPMR mirante a raccogliere dati sullo stato della galleria ed informazioni utili al suo risanamento. Come mostrano le immagini dei danni, è evidente un bisogno di intervento in particolar modo sulla piattabanda e sugli zoccoli delle lastre delle pareti. I dispositivi di sicurezza del tunnel adempivano gli standard di un tempo. A seguito dei gravi incendi in galleria verificatisi negli ultimi anni in Svizzera e all'estero, non da ultimo anche a conseguenza dell'incremento del traffico in particolare di quello pesante per il trasporto merci, si sono levate forti le voci che chiedevano ulteriori sistemi di sicurezza quali vie di fuga, valvole antincendio regolabili, ventilatori a raggio e una speciale segnaletica.

Eine vierzigjährige Röhre wird aufgefrischt

Umfangreiche Untersuchungen in den Jahren 1987 bis 1991 über das genaue Ausmass der Schäden am Tunnel zeigten, dass nur eine gründliche Sanierung den sicheren Betrieb auch längerfristig gewährleisten kann. Um den Verkehr bei allfälligen Tunnelstörungen infolge der Erneuerungsarbeiten umleiten zu können, erfolgte in den Jahren 1991 bis 1995 als erstes die Instandsetzung der Passstrasse. Nach intensiven Projektierungsarbeiten wurden zuerst im Jahre 1993 bei den Tunnelportalen neue Zugänge zu den Kanälen unter der Fahrbahnplatte erstellt. In den Jahren 1993 und 1994 waren die neuen SOS-Nischen sowie Drainage- und so genannte Sichtnischen bei den zwei unterirdischen Lüftungszentralen zu bauen.

Spargründe bewogen dann den Bund, die Finanzierung der Hauptarbeiten für die Tunnelerneuerung hinauszuschieben, so dass mit der so genannten Sohlenabsenkung erst 1998 begonnen werden konnte. Die Tunnelbrandkatastrophen im Frühjahr 1999 in Frankreich und Österreich sowie Änderungen beim Lüftungsregime führten zu folgenden Projektmodifikationen: Verwendung der beiden Mittelkanäle unter der Fahrbahn als Flucht- und Rettungs-

	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
Sanierung Passstrasse Risanamento strada del Passo																
Sanierung Schacht Sasso Risanamento pozzo Sasso																
Zufahrten zu Kanälen unter Fahrbahnplatte Accessi nord + sud ai canali sotto la piattabanda																
SOS- und Drainagenischen Nicchie SOS e di drenaggio																
Sichtnischen Lüftungszentrale Aria und Sasso Nicchie a vista centrale di aerazione Aria + Sasso																
Gebäudehüllen Sasso und Aria Involucri edifici Sasso + Aria																
Sohlenabsenkung Abbassamento del fondo																
Fluchtabgänge, Ventilatorenischen, Brandklappen Passaggi fuga, nicchie ventilaz., valvole tagliafuoco																
Erneuerung Fahrbahn und Fahrraum Rinnovo carreggiata + spazio di transito																
Wandplatten Lastre delle pareti																

Bauprogramm Programma di costruzione

stollen sowie Erstellung zusätzlicher Rampenstollen im Abstand von 350 bis 375 Meter als Verbindung zwischen Fahrraum und Fluchtstollen; Erstellen von neuen Abluftöffnungen mit Brandklappen von 4.8 m² Querschnittfläche in der bestehenden Zwischendecke des Tunnels anstelle der bisherigen Linienabsaugung; Installation von je sechs Strahlgebläsen in neuen Parament-Nischen bei den zwei unterirdischen Lüftungszentra-

len, um im Brandfall die Längsströmung der Tunnel Luft im Fahrraum besser kontrollieren zu können.

Die Bauarbeiten für die Erneuerung der Fahrbahnplatte begannen im Juni 2003 und werden mit den damit verbundenen Verkehrsbehinderungen bis voraussichtlich 2006 dauern. Anschliessend erfolgt als letzte Tätigkeit das Versetzen der neuen Wandverkleidungsplatten aus Betonfertigteilen. Die Gesamterneue-

lung des San Bernardino Tunnels inklusive aller erforderlichen Fahr- rauminstallationen wie Signale, Über- wachungsgeräte etc. wird im Früh- jahr 2007 beendet sein.

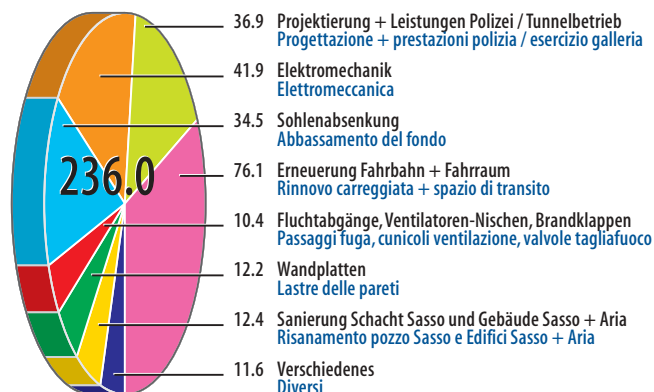
Die Investitionen von voraussichtlich 236 Millionen Franken sind auch von gesamtwirtschaftlicher Bedeutung. Sie sichern über einen Zeitraum von gut 15 Jahren Arbeitsplätze in Pla- nungsbüros und Unternehmungen. Ebenfalls sind die Quellensteuern für die benachbarten Gemeinden von nicht zu unterschätzender Bedeu- tung.

Viene rimodernato un traforo di 40 anni

Ampie verifiche sull'esatta portata dei danni nella galleria del San Bernardi- no effettuate negli anni 1987 e 1991 hanno rivelato che soltanto un pro- fondo risanamento può garantire a lungo termine il sicuro esercizio del tunnel. Per permettere di deviare, se occorre, il traffico durante i lavori di ri- sanamento nella galleria, negli anni 1991-1995 la strada del Passo è stata rimessa a nuovo. Dopo intensi lavori di progettazione, nel 1993 hanno pre- so avvio i lavori preliminari con l'edifi- cazione, nei pressi dei portali, di nuo- vi accessi ai canali che si snodano sot- to la piattabanda. Inoltre negli anni 1993 e 1994 sono state costruite nuo- ve nicchie SOS, nicchie per il drenag- gio e le cosiddette nicchie a vista in prossimità delle due centrali di aera- zione sotterranee. Misure di rispar- mio hanno in seguito indotto la Con-

federazione a dila- zionare il finanzia- mento dei lavori principali per il risa- namento della gal- leria, tanto che si è dato avvio al primo lotto di costruzio- ne, il cosiddetto ab- bassamento del fondo, soltanto nel 1998. Le catastrofi legate agli incendi sprigionatisi in gal- leria nella prima- vera 1999 in Fran- cia e in Austria co- me pure variazioni del regime di ven- tilazione hanno portato alle seguenti modifiche del progetto: utilizzo di en- trambi i canali mediani sotto la car- reggiata quali cunicoli di fuga e di sal- vataggio nonché messa a punto di cu- nicoli-rampa supplementari, collocati ogni 350-370 m, quale passaggio dal- lo spazio di transito al cunicolo di fu- ga; realizzazione di nuove aperture per l'aria di scarico con valvole taglia- fuoco con una superficie della sezio- ne trasversale di 4.8 m² collocate nel soffitto intermedio del tunnel al posto del vecchio aspiratore assiale; instal- lazione di 6 soffianti a raggio in cias- cuna delle nuove nicchie di paramen- to presso le due centrali di aerazione sotterranee per meglio controllare, in caso di incendio, la corrente longitu- dinale dell'aria del tunnel nello spazio di transito.

I lavori di costruzione per il rinnovo

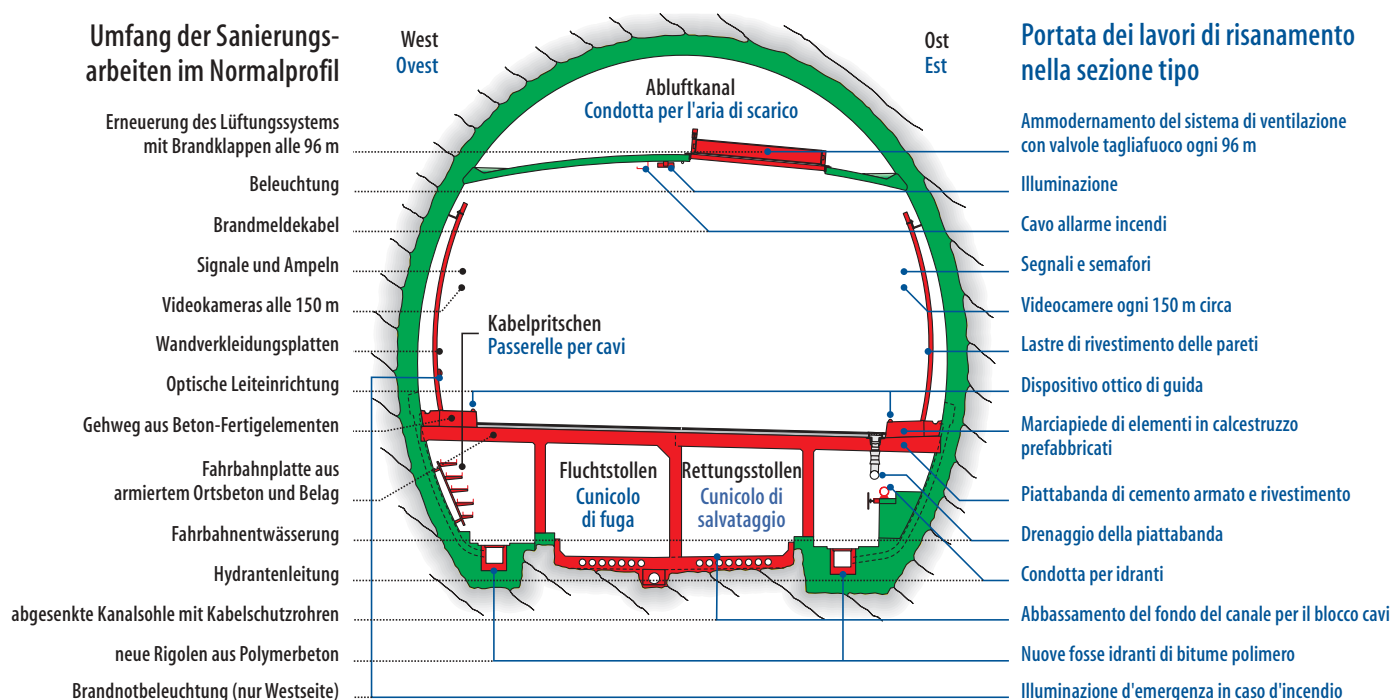


Voraussichtliche Gesamtkosten in Mio. Fr.
Preventivo di spesa totale in mio. di Fr.

della piattabanda con i connessi dis- turbii alla circolazione stradale sono iniziati nell'aprile 2003 e si protrarran- no presumibilmente fino al 2006. In seguito si procederà all'ultima opera, vale a dire al trasferimento delle nuo- ve lastre di rivestimento delle pareti composte di elementi prefabbricati in calcestruzzo. L'intero risanamento della galleria del San Bernardino, in- cluse tutte le necessarie installazioni nello spazio di transito quali la segna- letica, le apparecchiature di sorve- glianza ecc., si concluderà nella pri- mavera 2007.

Gli investimenti presumibili di 236 mi- lioni di franchi sono significativi anche per l'insieme dell'economia naziona- le. Essi assicurano posti di lavoro in uf- ici di progettazione e in imprese per ben 15 anni. Neppure l'importanza delle imposte alla fonte per i comuni confinanti dev'essere sottovalutata.

Umfang der Sanierungs- arbeiten im Normalprofil



Dal cunicolo per l'apporto d'aria si ricava uno di sicurezza

Nel quadro delle riflessioni su come migliorare la sicurezza degli utenti della galleria e delle esperienze fatte con le catastrofi verificatesi all'interno di tunnel alla fine degli anni '90 del XX° secolo è emerso che la realizzazione di un cunicolo di fuga separato è cosa urgentemente necessaria in una galleria della lunghezza di quella del San Bernardino. Nel sostituire i dispositivi di ventilazione per ragioni energetiche, passando da un sistema di aerazione „trasversale“ a uno „semitrasversale“ con immissione

puntuale di aria fresca in coincidenza delle centrali sotterranee di aerazione Aria e Sasso, si è potuto utilizzare l'ormai divenuto superfluo cunicolo per l'apporto di aria sotto la piattabanda come cunicolo di fuga, eseguendo lavori di adattamento di entità relativamente modesta. Per questa nuova funzione l'esistente fondo di calcestruzzo nel canale sotto la piattabanda è stato abbassato di circa 20 cm. Al contempo è stato realizzato anche un nuovo e sicuro tracciato dei cavi nel fondo. Onde evitare che il traffico

all'interno del tunnel venisse disturbato dai lavori, il cantiere è stato reso raggiungibile da nuove vie di accesso in prossimità dei portali e tramite nicchie di sosta all'interno della galleria. L'originaria altezza dello spazio utile di soli 183 cm ostacolava sensibilmente i lavori. Per il passaggio dallo spazio di transito ai cunicoli di fuga e di salvataggio, attraverso una rampa di 38 m di lunghezza, ha dovuto essere scavato, ricorrendo ad esplosivi, un cunicolo di collegamento ogni 350-375 m.



Sohlenausbruch unter beengten Verhältnissen Scavo difficile del fondo



Abtransport des Sohlenausbruches Rimozione del materiale di scavo



Kabelschutzrohre in der Stollensohle Canali di condotta nel nuovo fondo

Aus dem Zuluftstollen wird ein Sicherheitsstollen

Im Rahmen der Überlegungen für die Verbesserung der Tunnelsicherheit und der Erfahrungen mit den Tunnelkatastrophen Ende der neunziger Jahre des 20. Jahrhunderts zeigte sich, dass ein separater Fluchtstollen bei einem Bauwerk der Länge des San Bernardino Tunnels dringend notwendig ist. Da aus energetischen Gründen das Quer-Lüftungssystem von 1967 auf Halbquerlüftung mit punktueller Frischlufteinblasung bei den unterirdischen Lüftungszentralen Aria und Sasso umgestellt wurde, konnte der damit nicht mehr benötigte Zuluftstollen unter der Fahrbahnplatte mit einem relativ bescheidenen Aufwand zum Fluchtstollen umgenutzt werden.

Für diese neue Funktion musste in den Jahren 1998 bis 2002 die bestehende Betonsohle im Kanal unter der Fahrbahnplatte um rund 20 cm abgesenkt werden. Gleichzeitig wurde auch ein neues, sicheres Kabeltrasse in der Sohle realisiert. Damit

der Verkehr im Tunnel durch die Bauarbeiten nicht gestört wurde, erfolgte die Erschliessung der Baustelle durch den ehemaligen Lüftungstollen und über die Ausstellbuchten im Tunnel. Die ursprüngliche Raumhöhe von lediglich 183 cm erschwerte die Bauarbeiten unter der Fahrbahnplatte ganz wesentlich.

Für den Abgang aus dem Fahrraum in den Flucht- und Rettungsstollen

sind im Abstand von 350 bis 375 Meter Stollen mit Rampen angeordnet. Diese Verbindungsstollen mussten im bergmännischen Sprengvortrieb ausgebrochen werden. Der Vortrieb in den Orthogneisen und Paragneisen der Aduladecke war problemlos. Die Felssicherung erfolgte mit Spritzbeton. Auf eine Abdichtung mit einer Kunststoffolie konnte auf Grund des geringen Bergwassers verzichtet werden.



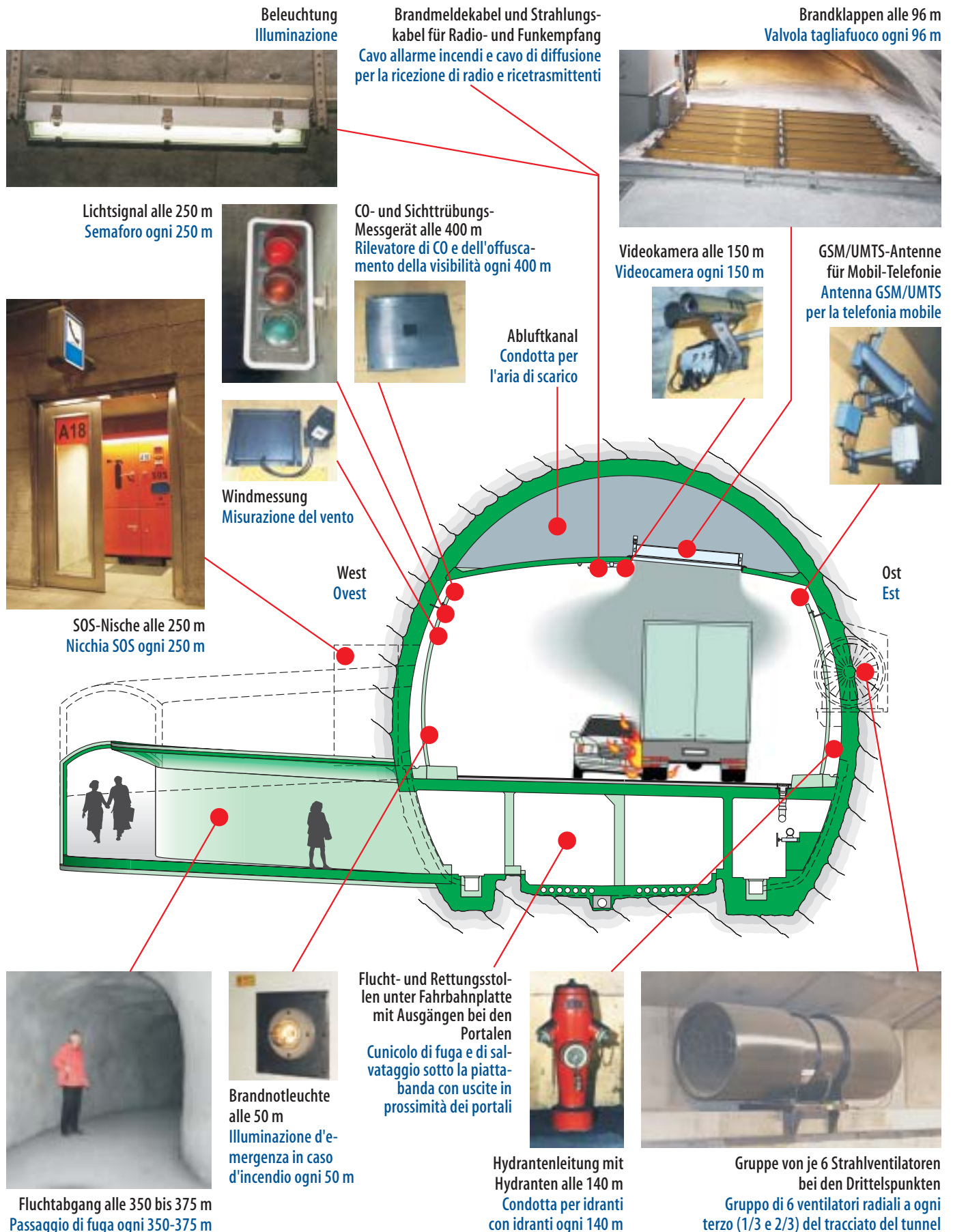
Ausbruch des Fluchtabganges Scavo del passaggio di fuga



Der Fluchtabgang im Endzustand Il passaggio di fuga allo stato finale

Viele Massnahmen für mehr Sicherheit

Misure atte a garantire una maggiore sicurezza

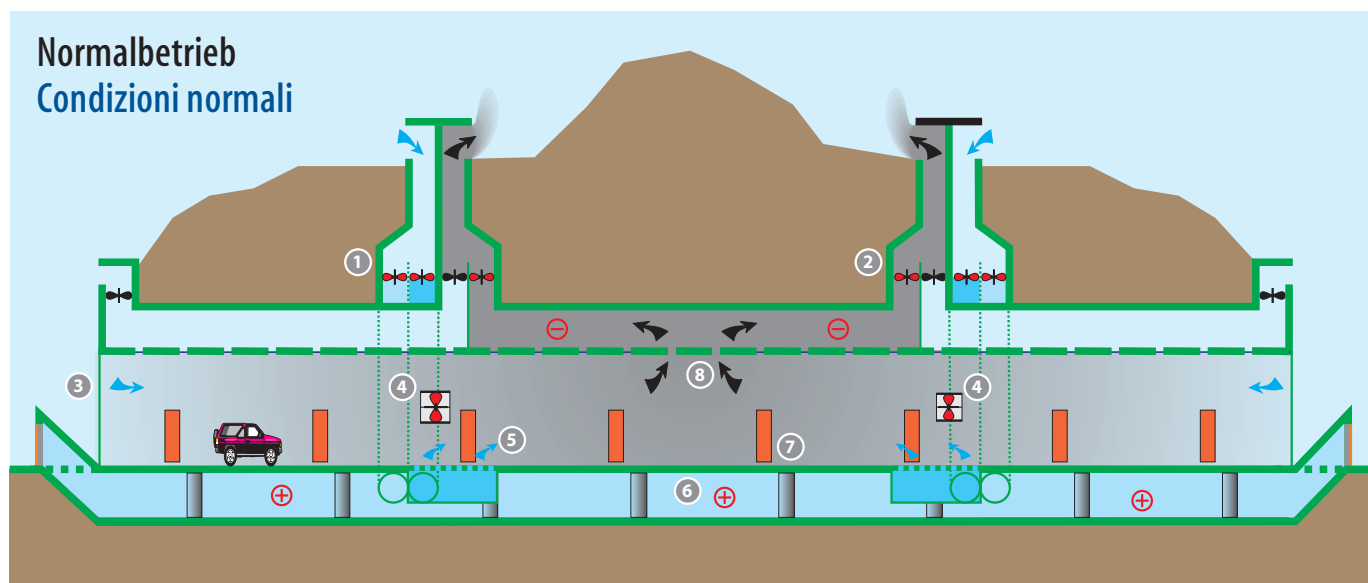


Cambio dell'aerazione a un sistema semitrasversale

Per ragioni energetiche il sistema originario di aerazione trasversale è stato sostituito con uno semitrasversale, nel quale dalle centrali sotterranee di aerazione viene immessa puntualmente nella galleria aria fresca. In questo modo il cunicolo originariamente concepito per l'apporto di aria fresca posto sotto la carreggiata può

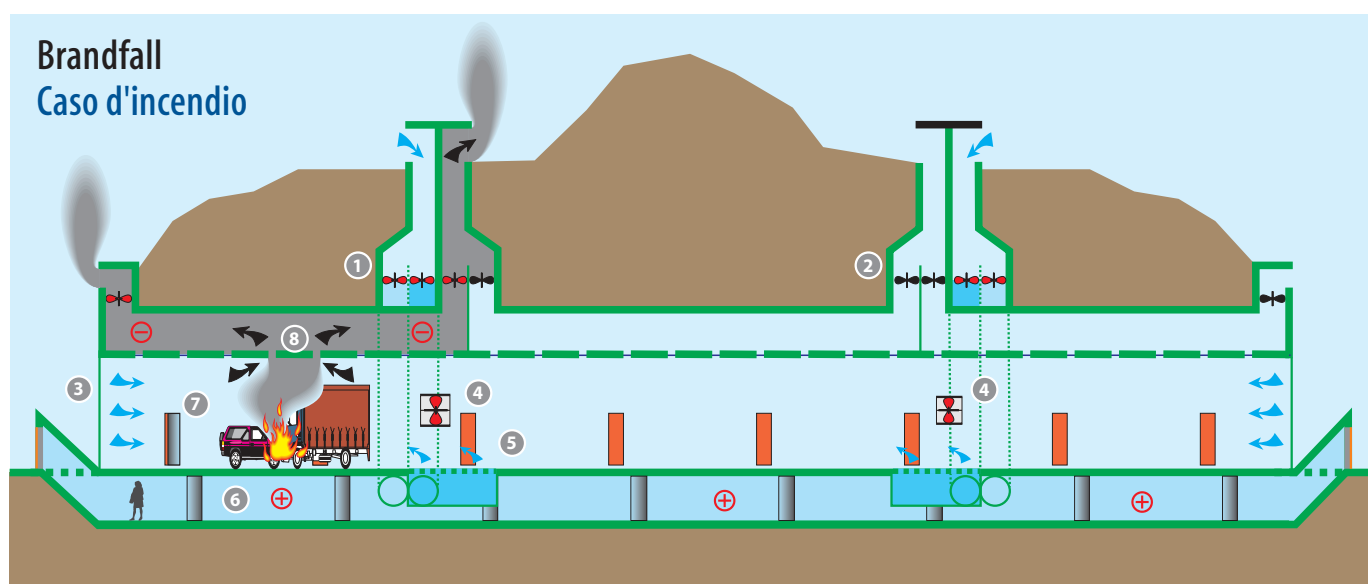
essere adibito a cunicolo di fuga. A seguito degli incendi sprigionatisi nelle gallerie in Svizzera e all'estero sono state inserite nel soffitto intermedio, ad intervalli di 96 m, delle valvole tagliafuoco con una superficie della sezione trasversale di 4.8 m². In condizioni normali l'aerazione avviene attraverso l'immissione di aria fresca

sulla sezione trasversale dello spazio viario in coincidenza dei portali e, se necessario, delle centrali sotterranee. Aprendo determinate valvole tagliafuoco l'aria di scarico viene risucchiata passando dalle apposite centrali di aerazione. In caso di incendio l'aerazione viene automaticamente sospesa. In pross-



1 Zentrale Sasso con vier Ventilatoren (rot: in Betrieb) 2 Zentrale Aria 3 Frischluftzufuhr über Portale 4 Je sechs Strahl-ventilatoren 5 Punktuelle Frischluft-Zufuhr 6 Fluchtstollen (⊕ = Überdruck) 7 Fluchtabgang aus Fahrraum 8 Offene Brandklappen für Abluft

1 Centrale Sasso con quattro ventilatori (rosso: in esercizio) 2 Centrale Aria 3 Afflusso di aria fresca via portali 4 Sei ventilatori a raggio ciascuno 5 Afflusso puntuale di aria fresca 6 cunicolo di fuga (⊕ = sovrappressione) 7 Passaggio di fuga dallo spazio viario 8 Valvole tagliafuoco aperte per l'aria di scarico



1 Zentrale Sasso mit vier Ventilatoren (rot: in Betrieb) 2 Zentrale Aria 3 Frischluftzufuhr über Portale 4 Strahlventilatoren unterstützen Luftströmung in Richtung Brandherd 5 Punktuelle Frischluft-Zufuhr 6 Fluchtstollen (⊕ = Überdruck) 7 Evakuierung durch Fluchtabgang in den Fluchtstollen 8 Punktuell Absaugen der Brandgase über offene Brandklappen im Bereich des Brandes

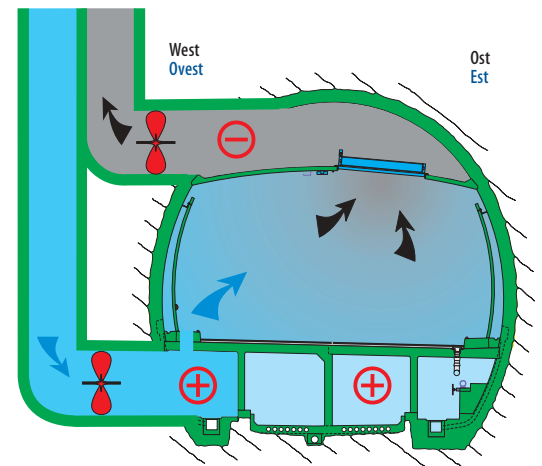
1 Centrale Sasso con quattro ventilatori (rosso: in esercizio) 2 Centrale Aria 3 Afflusso di aria fresca via portali 4 Ventilatori a raggio sostengono la corrente di aria verso il focolaio 5 Afflusso puntuale di aria fresca 6 Cunicolo di fuga (⊕ = sovrappressione) 7 Evacuazione attraverso il passaggio di fuga verso il cunicolo di fuga 8 Puntuale risucchio dei gas d'incendio grazie a valvole tagliafuoco aperte in prossimità dell'incendio

imità dell'incendio, su un tratto di 300 m, vengono aperte 4 valvole tagliafuoco e i gas d'incendio vengono assorbiti grazie a ventilatori per l'aria di scarico. Per ridurre la lunghezza del tratto invaso dal fumo, presso ognuna delle centrali sotterranee sono state installati 6 soffianti a raggio nelle nicchie laterali. Queste soffianti contribuiscono a mantenere la velocità della corrente longitudinale dell'aria in direzione del focolaio dell'incendio ad un massimo di 1.5 m/sec.

Von Quer- auf Halbquer-Lüftung

Die ursprüngliche Querlüftung wurde aus energetischen Gründen auf Halbquer umgestellt, dabei strömt Frischluft nur noch punktuell bei den unterirdischen Lüftungszentralen in den Tunnel ein. Dadurch kann der ursprüngliche Frischluftkanal unter der Fahrbahn als Fluchttollen genutzt werden. Die Tunnelbrände im In- und Ausland führten im weiteren dazu, dass neu in der Zwischende-

cke alle 96 m Brandklappen von 4.8 m² Querschnittfläche eingebaut wurden. Die Lüftung erfolgt im Normalbetrieb durch das Einströmen von Frischluft über den Fahrraumquerschnitt bei den Portalen und soweit erforderlich durch punktuelle Frischluftzufuhr bei den unterirdischen Zentralen. Durch Öffnen von bestimmten Brandklappen wird die Abluft via die entsprechenden Lüftungszentralen abgesaugt. Im Brandfall stellt die Lüftung automatisch um: Im Bereich des Brandes werden auf einer Länge von 300 m insgesamt 4 Brandklappen geöffnet und die Rauchgase mittels den Abluftventilatoren auf Höchststufe abgesaugt. Um die Länge der Verrauchungsstrecke zu reduzieren, wurden bei den unterirdi-



*Zu- und Abluftführung in den Fahrraum durch die Schächte bei den Zentralen Aria und Sasso
Afflusso e deflusso d'aria nello spazio viario tramite i pozzi in prossimità delle centrali Aria e Sasso*

schen Zentralen je 6 Strahlventilatoren in seitlichen Nischen versetzt. Diese helfen mit, die Geschwindigkeit der Längsströmung der Luft in Richtung Brandherd auf maximal 1.5 m/sec zu halten.

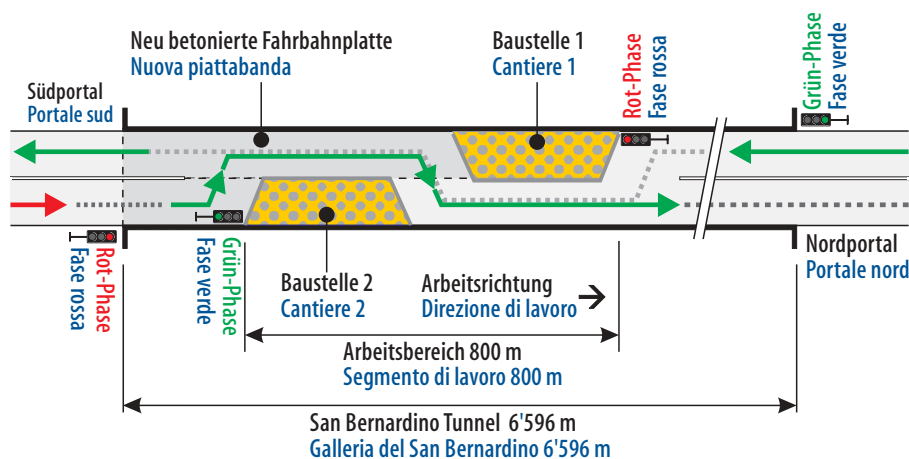
Nessuna chiusura malgrado lo smantellamento

Affinché i lavori di smantellamento della vecchia piattabanda e di realizzazione della nuova piattabanda ostacolassero il meno possibile il traffico in galleria, è stato messo a punto un piano di regolazione del traffico ben ponderato. In linea di massima, malgrado i lavori in corso, i veicoli possono transitare nel tunnel su due corsie. Lungo un cantiere di 800 m dalla domenica sera al venerdì a mezzogiorno il traffico circola su un'unica corsia. Un apposito comando regola il traffico sintonizzando fra

loro i segnali luminosi al portale sud e al portale nord come pure quelli che precedono il cantiere. Il dispositivo è programmato in modo tale che gli utenti debbano fermarsi unicamente prima dei portali della galleria mentre possano transitare ininterrottamente lungo il cantiere in galleria. Grazie ad una regolazione del traffico con un sistema a "onda verde" i tempi di attesa ai portali vengono ridotti al minimo. L'importante è che gli utenti della strada si attengano ai limiti di velocità indicati.

Keine Tunnelsperre trotz Abbruch der Fahrbahnplatte

Damit die Bauarbeiten für den Abbruch und den Neubau der Fahrbahnplatte den Verkehr im Tunnel möglichst wenig behindern, wurde ein ausgeklügeltes Verkehrsregelungskonzept erarbeitet. Grundsätzlich können die Fahrzeuge den Tunnel trotz der Arbeiten zweiseitig befahren. Nur im 800 Meter langen Baustellenbereich muss von Sonntagabend bis Freitagmittag der Verkehr einspurig geführt werden. Die Verkehrsregelung erfolgt mittels einer Steuerung, welche die Lichtsignale am Süd- und Nordportal sowie vor dem Baustellenbereich aufeinander abstimmt. Die Anlage ist so programmiert, dass nur vor den Tunnelportalen angehalten werden muss und der Baustellenbereich im Tunnel ohne Anhalten durchfahren werden kann. Mit der vorgesehenen, einer „grünen Welle“ entsprechenden Verkehrssteuerung können die Wartezeiten an den Portalen minimiert werden. Wichtig ist dabei, dass sich die Verkehrsteilnehmer an die signalisierten Geschwindigkeiten halten.



*Die Verkehrsführung während der Erneuerung der Fahrbahnplatte
La regolazione del traffico durante la rimessa a nuovo della piattabanda*

Von der alten zur neuen Fahrbahnplatte in 5 Tagen

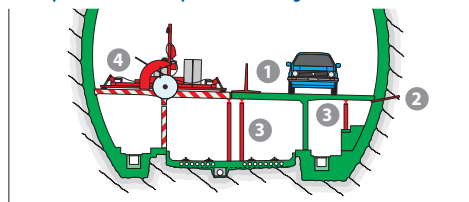
Als Besonderheit wurde vor 40 Jahren beim Bau des Tunnels der Frischluftkanal unter der Fahrbahn angeordnet, so dass die Fahrzeuge über eine eigentliche Brückenkonstruktion rollen. Diese Betonplatte hat unter der Belastung von 65 Millionen Fahrzeugen sowie vor allem unter dem harten Klima und dem Tausalz stark gelitten. Sie muss dringend ersetzt werden, was bei der verlangten Aufrechterhaltung des Verkehrs sehr komplexe Bauabläufe notwendig macht. Nach der detaillierten Ausarbeitung verschiedener Lösungsvorschläge durch die beauftragten Ingenieurbüros zusammen mit der Verkehrspolizei sowie dem Tiefbauamt wurde schlussendlich mit dem Einverständnis des Bundes die jetzt zur Ausführung gelangende Variante gewählt. In zwei sich in kurzem Abstand folgenden Baustellen wird je eine Hälfte der Betonplatte abgebrochen, die Schalung aufgebaut, armiert und betoniert. So lässt sich der Verkehr auch während den Bauarbeiten einspurig an den Baustellen vorbei durch den Tunnel leiten.

Dalla vecchia alla nuova piattaforma in 5 giorni

40 anni fa, costruendo la galleria, si fece una scelta particolare: si pose il canale per l'apporto di aria fresca sotto la carreggiata, per cui i veicoli transitano su una vera e propria costruzione a ponte. Questa lastra di calcestruzzo ha molto sofferto a causa del carico di 55 milioni di veicoli, del clima rigido e del sale antigelo. Questa lastra deve pertanto essere urgentemente sostituita, il che, se si vuol mantenere la strada aperta al traffico, rende necessarie tappe di costruzione molto complesse. Gli uffici di ingegneria incaricati hanno elaborato nel dettaglio diverse soluzioni con l'aiuto della Polizia stradale e dell'Ufficio tecnico. In seguito si è scelta, d'intesa con la Confederazione, la variante oggi in fase di realizzazione. In due cantieri susseguenti, separati da breve distanza, si smantella in ciascuno la metà della lastra di calcestruzzo, si mette a punto la cassetta, si procede all'armatura e al getto del calcestruzzo. In questo modo il traffico può transitare su una corsia anche durante i lavori di costruzione.

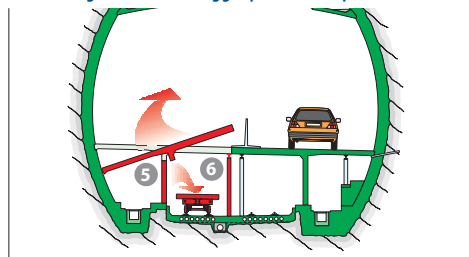
1 Umleitung Verkehr 2 Verankerung der Fahrbahnplatte
3 Abstützung der Fahrbahn 4 Fräsen der Trennschnitte

1 Deviazione del traffico 2 Ancoraggio della piattaforma
3 Puntellazione della carreggiata 4 Fresatura dei tagli tra la piattaforma e la parete di sostegno



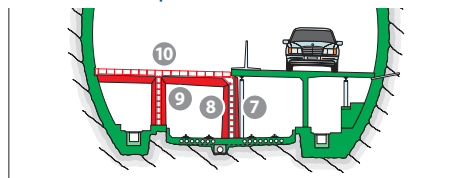
5 Abbruch und Abtransport von Fahrbahnplatte und Stützwand 6 Teilausbau der Stützen

5 Demolizione e rimozione della piattaforma e della parete di sostegno 6 Smontaggio parziale dei puntelli



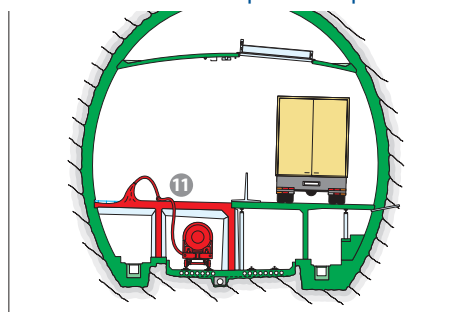
7 Vorziehen der äusseren Wandschalung 8 Armieren der mittleren Stützwand 9 Vorziehen der inneren Wand- und Fahrbahnschalungen 10 Armieren der Fahrbahnplatte

7 Avanzamento del cassero di parete esterno 8 Posa dell'armatura della parete centrale 9 Avanzamento del cassero della parete interna e della piattaforma 10 Posa dell'armatura della piattaforma



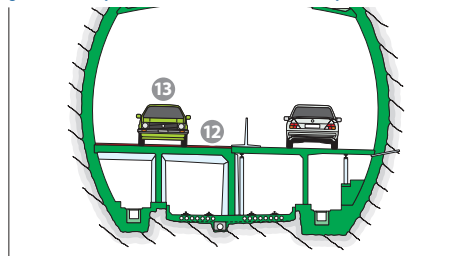
11 Betonieren der Wände und der Fahrbahnplatte

11 Getto del calcestruzzo delle pareti e della piattaforma



12 Nach 24 Stunden Installation des Fahrbahnüberganges

13 Freigabe der neuen Fahrbahnplatte für den Verkehr
12 Dopo 24 ore posa del giunto di transizione della carreggiata 13 Apertura al traffico della nuova piattaforma



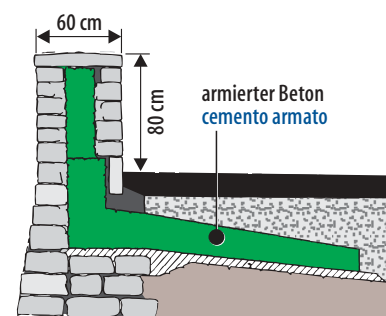
Die Passstrasse als Umfahrung für Personenwagen

Im Zusammenhang mit der Sanierung des San Bernardino Tunnels wird ein Teil des Nationalstrassenverkehrs zeitweise über die zwischen 1818 und 1823 erstellte Passstrasse umgeleitet. Aus diesem Grunde wurde die Strasse zwischen 1991 und 1995 umfassend, aber schonend verstärkt und erneuert. Wegen ihrer geschichtlichen Bedeutung ist die Passstrasse Bestandteil des Inventars historischer Verkehrswege der Schweiz; dies bedeutet, dass die gesamte Strassenanlage nicht wesentlich verändert werden durfte. So ging es bei der Instandstellung nicht nur um bauliche und verkehrstechnische Aspekte, sondern auch darum, den Charakter der Passstrasse inklusive Kunstbauten sowie das umliegende Gelände mit den Mooren, Biotopen und Wasserläufen zu erhalten. Vorabklärungen zeigten, dass ein reibungsloser Verkehrsablauf nur gewährleistet werden kann, wenn die Fahrbahnbreite mindestens 5.5 m beträgt. Aus diesem Grund musste

die Breite der Passstrasse auf einer Länge von insgesamt rund 6.6 km angepasst werden. Im Rahmen der weiteren Baumassnahmen wurden Stützmauern, Brücken, Böschungen und Entwässerungsanlagen saniert. Insbesondere auf die fachgerechte Sanierung der Stützmauern und Mauerkrone wurde grossen Wert gelegt, wird doch der Charakter der Passstrasse in bedeutendem Masse vom Erscheinungsbild der Stützmauern geprägt. Bei den Brücken und grösseren Durchlässen beschränkten sich die Sanierungsarbeiten in erster Linie auf die Instandstellung der Randabschlüsse; einzig eine Brücke auf der Südrampe musste von 4 m auf 6 m verbreitert werden. Die Instandstellung aller Entwässerungselemente ist für den langfristigen Erhalt der Strasse wohl die wichtigste Massnahme. Im Weiteren wurden auch einige besonders kritische Wendekehren ausgebaut, ohne dabei jedoch wesentlich von der bestehenden Linienführung abzuweichen.



Wiederhergestellter Bachdurchlass
Tombino rinnovato



Sanierung Brüstungsmauer
Ricostruzione dei muri di parapetto

Il passo come percorso alternativo per le automobili

Nel quadro del risanamento della galleria del San Bernardino parte del traffico della strada nazionale viene di tanto in tanto deviato sulla strada del Passo costruita dal 1818 al 1823. Per questo motivo la strada è stata potenziata e risanata ampiamente, ma con precauzione, fra il 1991 e il 1995. A causa della sua storica importanza la strada del Passo è parte integrante dell'Inventario delle vie di comunicazione storiche della Svizzera. Ciò significa che l'intera struttura stradale non può subire cambiamenti sostanziali. I ritocchi alla strada hanno riguardato non soltanto aspetti edilizi e di tecnica stradale, bensì anche la conservazione del carattere della strada del Passo inclusi le opere del genio civile e i territori circostanti con le torbiere, i biotopi e i corsi d'acqua. Da accertamenti preliminari è emerso che soltanto una larghezza della carreggiata di almeno 5.5 m può garantire una circolazione fluida. Per questa ragione la larghezza della strada del Passo ha dovuto essere adeguata su un tratto totale di 6.6 km. Nell'ambito delle ulteriori misure edilizie sono stati risanati muri di sostegno, ponti, terapieni e impianti di evacuazione delle acque. Grande peso è

stato dato in particolare al risanamento a regola d'arte dei muri portanti e del coronamento dei muri, anche se il carattere della strada del Passo è fortemente caratterizzato dall'aspetto dei muri di sostegno. Per quanto riguarda i ponti e i passaggi più grandi i lavori di risanamento si sono limitati in prima linea alla rimessa in sesto dei cordoli; soltanto un ponte sulla rampa sud ha dovuto essere allargato da 4 a 6 m. Questo accomodamento di tutti gli elementi dell'evacuazione delle acque è certamente l'intervento più importante per il mantenimento a lungo termine della strada. Sono stati inoltre allargati alcuni tornanti particolarmente critici, senza tuttavia discostarsi in maniera sostanziale dal tracciato preesistente.



Mauerkrone mit Steinpfosten
Corona murale con montanti in pietra

Impressum

Text, Grafik und Gestaltung:
Tiefbauamt Graubünden. Die Weiterverwendung von Bild und Text mit Quellenangabe ist erwünscht. Weitere Exemplare können bestellt werden per Telefon 081 257 37 15, unter info@tba.gr.ch oder www.tiefbauamt.gr.ch

Testo, grafica e impaginazione:
Ufficio tecnico dei Grigioni. In caso di riutilizzo di illustrazioni e testi si prega di indicarne la fonte. Ulteriori copie possono essere richieste chiamando il numero telefonico 081 257 37 15, per posta elettronica info@tba.gr.ch oppure tramite il sito internet www.tiefbauamt.gr.ch

Der erste grosse Strassentunnel in den Alpen

Bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die Frage einer ganzjährig befahrbaren Strasse über oder durch die Bündner Alpen geprüft. 1935 arbeitete ein Ingenieurbüro auf eigene Initiative ein erstes Projekt aus, das schlussendlich zum generellen Projekt von 1953 führte. Die Bemühungen Graubündens für die Realisierung eines Strassentunnels am San Bernardino wurden vor allem in der ganzen Ostschweiz, in Süddeutschland, Norditalien und im Vorarlberg lebhaft unterstützt. Anfangs 1961 genehmigte der Bundesrat den Bau im Rahmen des Nationalstrassen-Programmes. Im Juli 1961 werden die Arbeiten am San Bernardino in Angriff genommen. Der Tunnelausbruch erfolgt von Anfang an im Vollquerschnitt von rund 85 m² Fläche. Die durchschnittliche Vortriebsleistung beträgt im Süden 315, im Norden 85 Meter pro Monat. Am 10. April 1965 erfolgt bereits der Durchstich des Tunnels. In einer zweiten Arbeitsphase wird das Betongewölbe erstellt. Die heute in Strassentunnels übliche Abdichtung mit einer Kunststoffolie ist in den sechziger Jahren noch kein Thema. Die auf den Frischluftkanal-Seitenwänden ruhende Fahrbahnplatte ist im Herbst 1966 fertig eingebaut. Es folgen die Fertigstellungsarbeiten mit dem Einbau der Wandverkleidung und des Fahrbahnbelages sowie der Installation der elektromechanischen Einrichtungen. Am 1. Dezember 1967 kann das monumentale Bauwerk feierlich dem Verkehr übergeben werden. Die damaligen Baukosten von 150 Millionen Franken entsprechen einem heutigen Wert von gut über 400 Millionen.

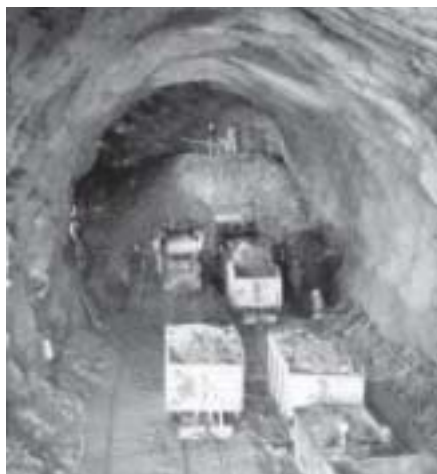


Die damals moderne Schalung für den Bau der Fahrbahnplatte
La cassetta allora moderna per la costruzione della piattabanda

La prima grande galleria attraverso le Alpi

L'opzione di una strada transitabile tutto l'anno sulle o attraverso le Alpi grigionesi venne esaminata già agli inizi del XX° secolo. Nel 1935 uno studio d'ingegneria elaborò un primo progetto, che in seguito portò al progetto generale del 1953. Gli sforzi del Grigioni per la realizzazione di una galleria stradale attraverso il San Bernardino furono sostenuti con entusiasmo soprattutto nella Svizzera orientale, nella Germania meridionale, nell'Italia del nord e nel Vorarlberg. Agli inizi del 1961 il Consiglio federale approvò la costruzione nel quadro del programma di strade nazionali. Nel luglio 1961 si dà avvio ai lavori sul San Bernardino. Lo scavo della galleria avviene fin dall'inizio in una sezio-

ne totale di circa 85 m² di superficie. L'avanzamento medio a sud è di 315 m, a nord di 85 m al mese. Il 10 aprile 1965 si compie il traforo della galleria. In una seconda fase viene realizzata la volta in calcestruzzo. La piattabanda, che poggia sulle pareti del canale per l'apporto d'aria fresca, viene finita nell'autunno 1966. Seguono i lavori di completamento con il rivestimento delle pareti, la pavimentazione della carreggiata e le installazioni elettromeccaniche. Il 1° Dicembre 1967 la monumentale costruzione può essere solennemente aperta al traffico. I costi di costruzione d'allora di 150 milioni di franchi corrispondono a un valore odierno di ben oltre 400 milioni.



Schuttern des Ausbruchs mit Schienenfahrzeugen
Marinaggio del materiale di scavo con veicoli su binari



Betonieren der Zwischendecke
Getto di calcestruzzo del soffitto intermedio



Das Tunnelgewölbe vor Einbau der Fahrbahnplatte
La volta della galleria prima dell'installazione della piattabanda

Sicheres Verhalten in Tunnels

Die Sicherheit im Strassenverkehr hängt von unterschiedlichsten Faktoren ab. Das Fehlverhalten von Verkehrsteilnehmenden ist jedoch nach wie vor die Hauptursache der Unfälle, wobei es in einem Tunnel ganz besonders gefährlich werden kann. Unsere Tunnels gehören gemäss Unfallstatistik aber eher zu den ungefährlichen Strassenabschnitten. Dies wohl nicht zuletzt deshalb, weil Überholen grundsätzlich verboten ist und die meisten Automobilisten in einer engen Tunnelröhre wohl konzentrierter und verhaltener fahren. Im Fall eines Unfalls sind diese Bauwerke aber auch speziell ausgerüstet. Ältere Tunnels werden soweit als möglich entsprechend den aktuellen Richtlinien und Weisungen nachgerüstet wie zum Beispiel im Fall der Sanierung des San Bernardino Tunnels. Für die sichere Fahrt in Tunnels ist das richtige Verhalten bei unvorhergesehenen Ereignissen entscheidend.

Comportamento sicuro in galleria

La sicurezza nella circolazione stradale dipende da svariati fattori. Tuttavia il comportamento scorretto degli utenti della strada continua ad essere la causa principale di incidenti che, se si verificano in galleria, possono essere particolarmente pericolosi. Consultando le statistiche degli incidenti i nostri tunnel rientrano nei tratti di strada piuttosto non pericolosi. Ciò non da ultimo perché le manovre di sorpasso sono in linea di massima vietate e la maggior parte degli automobilisti guida in maniera più concentrata ed attenta all'interno di spazi stretti come quelli in galleria. Queste opere sono però anche dotate di speciali dispositivi in grado di far fronte a incidenti. La dove



Tunnelfeuerwehr im Löscheinsatz
Un pompiere della galleria mentre spegne un incendio

Grundsätzlich:

- Abblendlicht einschalten
- Abstand halten
- Radio einschalten
- signalisierte Frequenz einstellen

Bei Stau im Tunnel:

- am Rand anhalten
- sofort den Motor abstellen
- Fahrzeug nicht verlassen
- Radio einschalten

Bei Brand im Tunnel:

- am Rand anhalten
- sofort den Motor abstellen
- unverzüglich das Fahrzeug verlassen und sich rasch vom Ereignis wegbewegen.

In linea di massima:

- Accendere i fari anabbaglianti
- Mantenere le distanze
- Accendere la radio
- Sintonizzarsi sulla frequenza radiofonica segnalata

In caso di coda in galleria:

- Fermarsi sul bordo
- Spegnerne immediatamente il motore
- Non abbandonare il veicolo
- Accendere la radio

In caso d'incendio in galleria:

- Fermarsi sul bordo
- Spegnerne immediatamente il motore
- Abbandonare immediatamente il veicolo ed allontanarsi rapidamente da luogo dell'incendio

possible si interviene sui tunnel più vecchi equipaggiandoli con i dispositivi previsti dalle moderne direttive come nel caso della galleria del San

Bernardino. Quando si verificano eventi imprevisti, un corretto comportamento in galleria è determinante per la sicurezza della circolazione.

Zu Fuss und per Kutsche von der Bronze- in die Neuzeit

Ausgrabungen und Einzelfunde belegen die vorgeschichtliche Besiedlung der nördlichen und südlichen Anfahrtsrampen zum San Bernardino. Am Schamserberg lassen Gräberfunde aus der Frühbronzezeit, ca. 1600 v. Chr., auf einen Warenaustausch über den Pass schliessen. 15 v. Chr. wird Graubünden

durch die Römer erobert, welche wohl ebenfalls den San Bernardino Pass benützen. Im frühen Mittelalter finden sich nur spärliche Hinweise auf die Begehung der Bernardino-route wie z. B. die Rückkehr von Kaiser Otto I. nach seinem zweiten Römerzug im Jahr 965 nach Deutschland. Im Hoch- und Spätmittelalter

blüht der Handel und der Verkehr über den Pass auf. Der Ausbau der Viamala im Jahre 1473 gibt San Bernardino und Splügen neuen Auftrieb. In Splügen sind oft 300 bis 400 Saumpferde stationiert. Im 18. Jahrhundert werden jährlich 110'000 bis 146'000 Saumlaster über San Bernardino und Splügen transportiert.

Wegen des schlechten Ausbaustandes und Unterhaltes der Wege verlagert sich zu Beginn des 19. Jahrhunderts der Transitverkehr über die Alpen zum Gotthard und Brenner. 1818 bis 1823 wird die 120 km lange Bernardinostrasse mit der massgeblichen Hilfe ausländischer Geldgeber durchgehend auf bis sechs Meter Breite ausgebaut, was den Transitverkehr durch Graubünden wieder aufblühen lässt. Der Bau der Gotthardbahn (1872-1882) bedeutet aber das Ende des Transitgeschäftes über die Bündner Pässe, was zu einem schmerzhaften wirtschaftlichen Abschwung führt. Das Projekt einer Bernardinobahn von Thusis nach Mesocco wird in der Folge leider nicht verwirklicht.

A piedi e in carrozza dall'Età del bronzo all'Età moderna

Scavi e singoli ritrovamenti testimoniano l'esistenza di un insediamento preistorico sulle rampe di accesso al San Bernardino a nord e a sud. Ai piedi dello Schamserberg (Donath) reperti di tombe risalenti alla prima Età del bronzo (circa 1600 a.C.) fanno presupporre un commercio di merci lungo il San Bernardino. Nel 15 a.C. il Grigioni viene conquistato dai Romani (Raetia prima) che utilizzavano il Passo del San Bernardino. Nel primo Medioevo si hanno solo scarsi indizi del



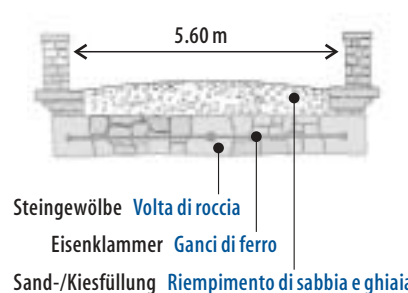
Winterliche Überquerung des San Bernardinopasses, Ende 19. Jahrhundert
Attraversamento invernale del Passo del San Bernardino alla fine del XIX° secolo

transito sulla via del San Bernardino, quali per esempio il rientro in Germania dell'imperatore Otto I dopo la sua seconda calata sull'Impero Romano nel 965. Nell'alto e nel tardo Medioevo fiorisce il commercio e il traffico sul Passo. L'ampliamento della Viamala nell'anno 1473 dà al San Bernardino e allo Spluga un nuovo impulso. Per esempio, nel 1593 vengono trasportati verso l'Italia 30'000 quintali di cereali sui passi grigionesi. A Splügen sono spesso

stazionati 300-400 cavalli da soma. Nel XVIII° secolo ogni anno vengono trasportati via San Bernardino e Spluga 100'000 fino a 146'000 carichi. A causa del cattivo stato e della scadente manutenzione delle vie, all'inizio del XIX° secolo si assiste ad uno spostamento del traffico di transito attraverso le Alpi verso il Gottardo e il Brennero. Dal 1818 al 1823 viene ampliata ininterrottamente la strada del San Bernardino, lunga 120 km, passando ad una lar-



Die Kunststrasse von 1823 in der Viamala
La strada artificiale nella Viamala prima del 1823



Querschnitt einer Bogenbrücke aus dem Jahr 1823 *Sezione trasversale di un ponte ad arco dell'anno 1823*

ghezza della carreggiata di sei metri e permettendo una nuova fioritura del traffico di transito attraverso il Grigioni. La costruzione della ferrovia del San Gottardo (1872-1882) provoca però la fine del commercio di transito lungo i passi grigioni e l'avvento di una dolorosa recessione economica nel Grigioni. In seguito non viene purtroppo concretizzato il progetto di una ferrovia del San Bernardino da Thusis a Mesocco.