

<b>Zeitschrift:</b>	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegraфи svizzeri
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
<b>Band:</b>	56 (1978)
<b>Heft:</b>	10
<b>Artikel:</b>	Einzugskanalisation für PTT-Kabel im Gotthard- und im Seelisbergtunnel der Nationalstrasse N2 = Canalizzazioni per il tiro di cavi telefonici nelle gallerie del Gottardo e del Seelisberg della strada nazionale N2
<b>Autor:</b>	Grossniklaus, Peter
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-875221">https://doi.org/10.5169/seals-875221</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Einzugskanalisation für PTT-Kabel im Gotthard- und im Seelisbergtunnel der Nationalstrasse N2**

## **Canalizzazioni per il tiro di cavi telefonici nelle gallerie del Gottardo e del Seelisberg della strada nazionale N2**

Peter GROSSNIKLAUS, Bern

621.315.232/624.192(234.311.53)

**Zusammenfassung.** Die Schweizerischen PTT-Betriebe haben sich immer bemüht, ihr Fernmeldenetz laufend den Verhältnissen anzupassen. Nachdem in der Alpentraversierung aus bahntechnischen Gründen auf die Kabelanlage im Gotthard-Bahntunnel verzichtet werden musste, wurde auf Strassenstrassen ausgewichen. Der Artikel beschreibt das Konzept der neuen Anlagen, die Lösungen und Materialien, die im Gotthard- und im Seelisbergtunnel der Nationalstrasse N2 angewendet werden.

### **Canalisations pour câbles PTT dans les tunnels du St-Gothard et du Seelisberg de la route nationale N2**

**Résumé.** L'Entreprise des PTT suisses s'est toujours efforcée d'adapter en permanence son réseau de télécommunications aux circonstances. Vu que pour la traversée des Alpes il y a lieu de renoncer, pour des raisons de technique ferroviaire, à l'installation de câbles dans le tunnel du St-Gothard exploité par les chemins de fer fédéraux, on a recouru à un tracé routier. L'article décrit le concept des nouvelles installations, les solutions et les matériaux utilisés dans les tunnels du St-Gothard et du Seelisberg de la route nationale N2.

**Riassunto.** L'Azienda svizzera delle PTT s'è sempre preoccupata di adattare via via alle nuove situazioni la sua rete delle telecomunicazioni. Dopo che essa, nell'ambito dell'attraversamento delle Alpi, ha dovuto abbandonare, per ragioni di carattere tecnico delle ferrovie, l'impianto cavi posato nella galleria ferroviaria del San Gottardo, è ripiegata su tracciati stradali. L'articolo presenta il concetto dei nuovi impianti, le soluzioni applicate e i materiali messi in opera nelle gallerie del San Gottardo e del Seelisberg della strada nazionale N2.

### **1 Einleitung**

Der nördliche und der südliche Teil der Schweiz ist durch den Alpenkamm getrennt. Dies blieb nicht ohne Auswirkungen auf die Kommunikation zwischen beiden Landeshälften. Schon früh versuchte man, die Alpen zu bezwingen. Zuerst entstanden kühne Pfade für Mensch und Saumtiere, dann Straßen über Pässe und schliesslich Bahn- und Strassentunnels. Auch die Fernmeldeverbindungen mussten über das Gebirge hergestellt werden. Eine erste Freileitung für Telegrafie verband schon 1853 die deutsche und die übrige Schweiz mit dem Tessin über den Gotthardpass. Sie wurde beim Bau der Gotthardbahn durch ein Kabel im Bahntunnel ersetzt, der dann auch das Telefonkabel aufnahm. Mitte unseres Jahrhunderts sind diese Verbindungs möglichkeiten mit dem Einsatz von Richtstrahlverbindungen ergänzt worden.

### **1 Introduzione**

La catena delle Alpi separa il nord dal sud della Svizzera, con notevoli ripercussioni nelle comunicazioni fra le due parti del paese. Già in tempi lontani si è cercato di vincere le Alpi. Dapprima furono tracciati arditi sentieri per l'uomo e gli animali da soma; ad essi fecero seguito le strade sopra i passi, per terminare con le gallerie ferroviarie e stradali. Anche per i collegamenti telegrafici e telefonici si dovettero superare le montagne. Infatti, una prima linea aerea telegrafica collegava, già nel 1853, il Canton Ticino con il resto della Svizzera, attraverso il

### **2 Anlage im Gotthardtunnel**

#### **21 Rückblick auf die Anlage im Bahntunnel**

Für den nationalen und den internationalen Telefonverkehr über die drahtgebundenen Verbindungen zwischen Nord und Süd spielt der Durchstich des Gotthards eine wichtige Rolle. Die Platzverhältnisse im Bahntunnel sind jedoch prekär. Die Fernmeldekabel sind längs einer Seitenwand geführt. Bei genügendem Raum konnten sie teilweise in Beton- und Asbestzementkanäle verlegt, streckenweise mussten sie mangels lichtem Raum lose an metallenen Tragkonsolen aufgehängt werden (Fig. 1). Diese Kabel sind stets einer grossen Beschädigungsgefahr ausgesetzt. In den letzten Jahren mehrten sich dann auch die Verbindungsunterbrüche an der Koaxialkabelanlage Zürich—Lugano, verursacht durch bahnbetriebliche Einwirkungen wie Ladeverschiebungen usw. (Fig. 2). Wegen des intensiven Verkehrs durch den Tun-



Fig. 1  
Kanalbeschädigung im Gotthardtunnel der Schweizerischen Bundesbahnen — Danneggiamento dei canali nella galleria ferroviaria del San Gottardo

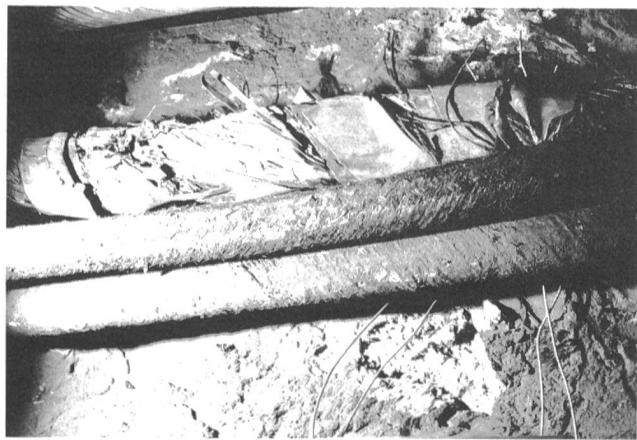


Fig. 2  
Kabelbeschädigung im Bahntunnel — Danneggiamento dei cavi nella galleria ferroviaria

nel waren die Reparaturarbeiten auf die Nachtzeiten beschränkt und dadurch kostenaufwendig. Aufgrund der oft länger dauernden Unterbrüche erhöhten sich anderseits die Gesprächsausfälle. Daher suchten die Verantwortlichen der PTT-Betriebe nach einer Möglichkeit zur Sanierung der Anlage im Tunnel der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB).

## 22 Benützung des neuen Strassentunnels

Mit dem Bau eines Strassentunnels durch das Gotthardmassiv bot sich eine willkommene Gelegenheit zur Verwirklichung einer neuen Kabelführung. Die Planung und Vorprojektstudien der PTT, diesen Tunnel mitzubenutzen und eine Fernmeldekabelanlage zu bauen, gehen bis ins Jahr 1966 zurück. Zu diesem Zeitpunkt fanden die ersten Kontakte mit der Baukommission des Gotthardtunnels, unter der Federführung des Eidgenössischen Amtes für Strassen- und Flussbau in Bern, statt. Die Ansprüche zum Mitbenutzen des Tunnels stützen sich auf das Bundesgesetz über die Nationalstrassen (NSG) vom 8. März 1960 und jenes über elektrische Schwach- und Starkstromanlagen (EIG) vom 24. Juni 1902. Nach dem Verursacherprinzip übernehmen die PTT alle zusätzlich bedingten Mehraufwendungen am Tunnel, die durch den Bau der Fernmeldeanlagen entstehen können. Hinzu kommen die Kosten der PTT-Installationen.

## 23 Konzept und Bau der Nischen

Der Raumbedarf für die heutigen wie künftigen Fernmeldekabel zwischen Nord und Süd ist auf 10 bis 12 Rohrleitungen ausgerichtet (Fig. 3). Für die Unterteilung der Abschnitte in Pupin- und Verstärkerfelder sowie die Einteilung der Spleisslängen musste eine weitgehend verbindliche Einheitslänge mit mehrfacher Additionsmöglichkeit gefunden werden. Man entschied sich, innerhalb der 16,3 km langen Tunnelstrecke Kabellängen von 750 m, bei Nischenabständen von 730 m als Norm, zu verlegen. Kleinere örtliche Abweichungen waren nur bei geologisch ungünstigen Verhältnissen, wie starkem Gebirgsdruck usw., zulässig. Um die Verkehrssicherheit im Autotunnel zu gewährleisten, waren ursprünglich alternierend alle 800 m rechts und links Pannennischen

passo del San Gottardo. Durante la costruzione della linea ferroviaria del San Gottardo, essa venne sostituita con un cavo posato attraverso la galleria stessa, ove fu poi posato anche un cavo telefonico. Verso la metà del nostro secolo questi collegamenti vennero completati con la messa in servizio di ponti radio.

## 2 Installazione nella galleria del San Gottardo

### 21 Retrospettiva sugli impianti della galleria ferroviaria

Il traforo del San Gottardo è stato di enorme importanza per il traffico telefonico nazionale e internazionale via filo. I cavi telefonici vi sono posati lungo una parete laterale. Laddove lo spazio lo permette, sono stati parzialmente collocati in canali di cemento e di eternite, a tratti sospesi a supporti metallici (fig. 1). Questi cavi sono costantemente soggetti a grossi pericoli di danneggiamento. In questi ultimi anni si sono moltiplicate le interruzioni sul cavo coassiale Zurigo—Lugano, causate dal traffico ferroviario, e dovute a spostamenti di carichi dei vagoni, ecc. (fig. 2). A causa dell'intenso traffico ferroviario i lavori di riparazione possono venire eseguiti soltanto durante le ore notturne, con conseguenti notevoli aumenti dei costi e delle perturbazioni delle comunicazioni. Perciò i responsabili dei servizi telefonici cercarono una alternativa atta a ovviare agli inconvenienti dell'impianto della galleria ferroviaria.

## 22 Utilizzazione della nuova galleria autostradale

Con la costruzione della galleria autostradale del San Gottardo si presentò una favorevole occasione per l'attuazione di un nuovo tracciato cavi. Già nel 1966 i servizi tecnici delle PTT iniziarono lo studio delle possibilità di utilizzazione di questa galleria per la posa di un impianto di cavi per le telecomunicazioni. A quel tempo ebbero luogo i primi contatti con la commissione di costruzione della galleria, sotto la direzione dell'Ufficio federale delle strade e arginature. I diritti di utilizzazione del tunnel si basano sulla legge federale sulla costruzione delle strade nazionali (LSN) dell'8 marzo 1960 e su quella concernente gli impianti a corrente forte e a corrente debole del 24 giugno 1902 (LE). I maggiori costi di costruzione del tunnel autostradale, causati dalla posa dei cavi, vengono naturalmente assunti dalle PTT, che si assumono anche tutti i costi delle proprie installazioni.

## 23 Concezione e costruzione delle nicchie

Lo spazio riservato alle attuali e future necessità delle telecomunicazioni fra il nord e il sud è stato concepito per contenere da 10 a 12 tubi (fig. 3). Per la suddivisione della tratta in sezioni Pupin e di amplificazione, così come per la suddivisione delle lunghezze di giunzione, si dovette fissare una lunghezza unitaria comune, con molteplici possibilità di addizionamento. Si decise di posare, lungo i 16,3 km della galleria, cavi della lunghezza di 750 m e di fissare, come norma, a 730 m la distanza fra due nicchie. Piccole variazioni locali erano tollerate solo in punti geologicamente sfavorevoli. Per garantire la sicurezza del traffico nella galleria sono state previste, originariamente, piazzuole di emergenza ogni 800 m, alter-

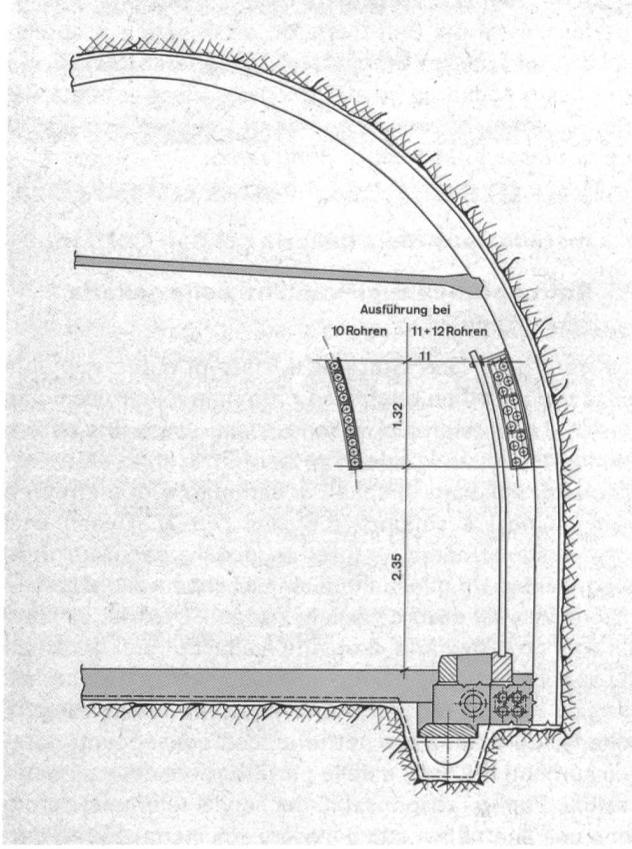


Fig. 3  
Normalprofilausschnitt des Strassentunnels mit der Rohranlage für die Fernmeldekabel der PTT — Sezione di profilo normale della galleria stradale con la tubazione per i cavi delle PTT  
Ausführung bei 10, 11 und 12 Rohren — Esecuzione a 10, 11 e 12 tubi

vorgesehen (Fig. 4). Die frühzeitigen Besprechungen mit den baubeauftragten Ingenieurunternehmungen *Lombardi* und *Elektro-Watt* gestatteten es, im Einverständnis mit den beiden Kantonen Uri und Tessin, den vorgesehenen Nischenabstand um 70 m zu kürzen und so auf die Norm von 730 m festzulegen. Dadurch konnten die PTT 10 Ausstellnischen mitbenutzen und mussten 12 auf eigene Rechnung erstellen. Diese weisen eine reduzierte Länge von 24,40 m, anstelle der üblichen 42,20 m, auf.

## 24 Spleisskammer und Rohranlagen

Rechtwinklig zu den Ausstellnischen befinden sich im Fels ausgebrochen die Spleisskammern mit den lichten Massen von  $5,10 \text{ m} \times 2,80 \text{ m} \times 2,50 \text{ m}$ . Sie dienen der Aufnahme von Spleissmuffen, Verteilerkästen, Pupintöpfen für die NF-Kabel und Verstärkerzusatzeinrichtungen für die HF-Kabel. Unterbringung und Montage der PTT-Anlage im Tunnel haben anfänglich viele Diskussionen ausgelöst. Studiert wurden mehrere Varianten. Dem Wunsch der PTT, die Rohre im Bodenprofil des Tunnels einzulegen, konnte die Bauherrschaft nicht entsprechen. Der unter den beiden Randpartien geeignete Platz war aus verständlichen Gründen für werkinterne Bedürfnisse, etwa die Entwässerungs- und Hydrantenleitungen, die Signal- und Steuerkabel, die Stark- und Niederspannungskabel usw., reserviert. Die freien Platzreserven in Tunnels mit Gegenverkehr sind für das Einlegen von Leitungen klein; denn eine Zweiteilung, wie sie bei

nativamente a destra e a sinistra (fig. 4). Le discussioni preliminari condotte con gli studi di ingegneria *Lombardi* e *Elektro-Watt*, incaricati della costruzione della galleria, permisero, d'accordo con i cantoni di Uri e Ticino, di ridurre di 70 m la distanza fra due nicchie, per giungere in tal modo a quella nominale di 730 m. Con ciò le PTT possono usufruire di 10 piazzuole di emergenza e ne devono costruire soltanto 12 a proprie spese. Queste ultime sono però lunghe soltanto 24,40 m invece dei normali 42,20 m.

## 24 Camere di giunzione e tubazioni

Perpendicolarmente alle piazzuole si trovano, scavate nella roccia, le camere di giunzione le cui dimensioni sono  $5,10 \text{ m} \times 2,80 \text{ m} \times 2,50 \text{ m}$ , riservate alle muffole di giunzione, agli armadi di distribuzione, ai cassoni Pupin per i cavi BF e agli amplificatori dei cavi AF. Attorno alla scelta del sistema di posa e montaggio delle installazioni TT nel tunnel sorseggiò, fin dal principio, numerose discussioni e vennero esaminate diverse varianti. I proprietari dell'opera non accondiscesero al desiderio delle PTT di posare i tubi sotto il piano stradale, poiché lo spazio ideale ai lati delle corsie era destinato ad essere occupato, per ragioni comprensibili, da installazioni legate all'esercizio della galleria, come: canalizzazioni di drenaggio, idranti, cavi di segnalazione e di comando, cavi ad alta e bassa tensione, ecc.

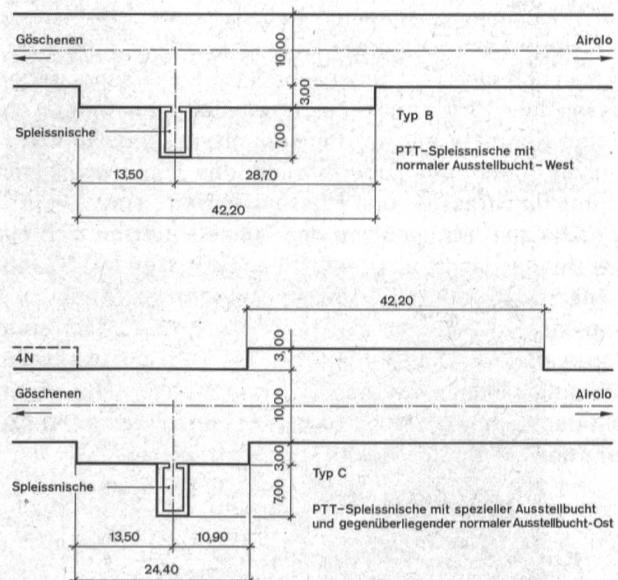


Fig. 4  
PTT-Spleissnischen mit normaler und besonderer Ausstellbucht — Nicchie di giunzione PTT con piazzuola normale di emergenza e piazzuola speciale di lavoro  
Typ A — Tipo A  
PTT-Spleissnische mit spezieller Ausstellbucht — Nicchia di giunzione PTT con piazzuola di lavoro speciale  
Typ B — Tipo B  
PTT-Spleissnische mit normaler Ausstellbucht (West) — Nicchia di giunzione PTT con normale piazzuola di emergenza (ovest)  
Typ C — Tipo C  
PTT-Spleissnische mit spezieller Ausstellbucht und gegenüberliegender normaler Ausstellbucht (Ost) — Nicchia di giunzione PTT con piazzuola di lavoro speciale e, di fronte, normale piazzuola di emergenza (est)  
Spleissnische — Nicchia di giunzione

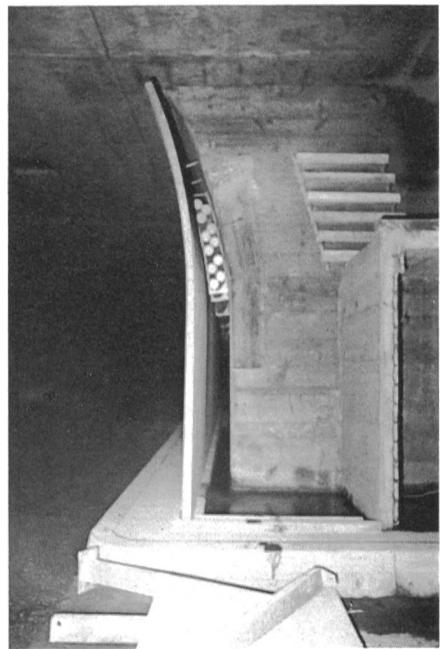


Fig. 5

Rohranlage hinter den vorgestellten Plattenelementen; Blick aus einer Ausstellnische in Richtung Tunnelfahrbahn — Impianto di tubi dietro le pareti di rivestimento; vista da una nicchia di emergenza nella direzione del traffico

zwei richtungsgrenzen Tunnels als optimale Ausführung gilt, entfällt.

Als Platz für die 10...12 PTT-Einzelrohrzüge wurde (in Fahrtrichtung Süd) die rechte Tunnelwand bestimmt. Die Rohre sind vom Verkehrsraum aus nicht sichtbar und werden durch die vorgestellten Plattenelemente verdeckt (Fig. 5). Für die Montage der PTT-Anlage waren folgende Randbedingungen einzuhalten:

- die maximale Höhe der Tragkonstruktion der Rohrbatterien soll bei 10 und 12 Rohren 1,32 m nicht übersteigen
- die maximale Breite der Tragkonstruktion der Rohrbatterien darf zwischen Tunnelwand und vorgestellter Wand nicht mehr als 0,25 m betragen
- die Montagehöhe über fertiger Strassenfahrbahnplatte bis Unterkante der Rohrbatterie soll 2,30 m betragen

Ein Abweichen von diesen drei Fixmassen wurde nur aufgrund der Verhältnisse in den vier Lüftungszentralen Bätzberg, Hospital, Guspisbach und Motto di Dentro nötig. Hier musste von der üblichen vertikalen Führung auf eine zweilagig horizontale Konstruktion ausgewichen werden. Mit dem Einbau von zwei zusätzlichen S-Bogen je Einzelrohrzug konnte dieser Forderung entsprochen werden, ohne den späteren Kabelnachzug einzuschränken.

## 25 Rohr- und Befestigungsmaterial

Als mögliche Rohrmaterialien standen Eisen, Kunststoff und Asbestzement zur Diskussion. Nach Abwägen der Vor- und Nachteile jedes Materials, teils aufgrund von Tests über Korrosions-, Langzeit- und Brandverhalten, Schlagzähigkeit, Reibungswiderstand beim Kabeleintrag sowie den Beschaffungs- und unterschiedlichen Kosten für die Montage an der Tunnelwand, konnte die

In einer galleria con traffico nei due sensi gli spazi disponibili per la posa di condotte sono limitati, dato che non esiste la possibilità di una scissione di carattere ottimale come lo si avrebbe invece in un tunnel a carreggiate separate.

Per la posa dei 10...12 tubi PTT si è scelta la parete destra della galleria (direzione nord-sud). I tubi non sono visibili dal campo stradale, in quanto coperti dalle pareti di rivestimento (fig. 5). Per il montaggio dell'impianto PTT si sono dovute rispettare le seguenti condizioni:

- l'altezza massima degli elementi portanti della batteria di 10...12 tubi non deve superare 1,32 m
- la larghezza massima di detti elementi, posati tra la roccia e la parete di rivestimento, non dev'essere superiore a 0,25 m
- la parte inferiore della batteria di tubi deve trovarsi a 2,30 m dal piano stradale finito

Una modifica di queste misure fisse si è resa necessaria a dipendenza delle particolari condizioni delle quattro centrali di ventilazione del Bätzberg, di Hospital, del Guspisbach e del Motto di Dentro, ove si dovette passare dalla normale costruzione verticale, ad una orizzontale su due piani. Qui, con l'inserimento di due curve a S supplementari per ogni tubo, si è potuto raggiungere lo scopo, senza pregiudicare il tiro dei cavi.

## 25 Tubi e materiale di ancoraggio

La scelta dei tubi doveva essere fatta tra quelli in ferro, materiale sintetico e eternite. Essa fu determinata, dopo ponderato esame dei vantaggi e svantaggi presentati da ognuno dei materiali, sulla base di prove relative alla corrosione, alla durata, alla resistenza agli urti, al fuoco e all'attrito, così come sui costi di acquisto e di montaggio. Prima di prendere una decisione si procedette alla posa, in galleria, di un tratto sperimentale di circa 100 m, con tubi di materiale sintetico migliorato (CPV) e di eternite. Per finire la scelta cadde su questi ultimi (fig. 6).

Per i supporti metallici dei tubi, tenuto conto della relativamente alta umidità dell'aria, dell'alta concentrazione dei gas di scappamento e dei probabili sbalzi di temperatura, si è scelto un acciaio al cromo-nichel V4-A. I maggiori oneri che si riscontrano nei confronti di elementi in ferro zincato, vengono compensati, nel tempo, dai minori costi di manutenzione.

## 26 Messa a terra e tiro dei cavi

Per garantire un perfetto collegamento di messa a terra dei cavi nella galleria viene posato, parallelamente ai tubi, un nastro di rame e introdotto in ogni camera di giunzione. Nel comprensorio delle nicchie i 12 tubi, posati lungo la parete del tunnel, vengono deviati in 5 o 6 canali a U di eternite e convogliati nelle camere di giunzione. Per poter introdurre i cavi nelle nicchie è necessario allontanarne le pareti di rivestimento. Questo lavoro e il susseguente ricollocamento vengono effettuati con uno speciale veicolo Hyster e non cagionano perciò un eccessivo dispendio. Le nicchie di giunzione e di amplificazione sono chiuse dall'esterno mediante porte metalliche e l'introduzione dei cavi viene eseguita in modo da precludere l'entrata all'acqua e ai gas. Per ridurre al mi-

Wahl getroffen werden. Vor diesem Entscheid wurde im Tunnel auf etwa 100 m eine Versuchsanlage mit «Kunststoff PVC, modifiziert» und Asbestzement montiert. Schliesslich entschied man sich für Eternitrohre (Asbestzement) (Fig. 6).

Für die metallenen Anlageteile im Tunnel wurde im Blick auf die relativ hohe Luftfeuchtigkeit sowie die mit Fahrzeugabgasen stark angereicherte Tunnelatmosphäre und die zu erwartenden Temperaturschwankungen ein Chromnickelstahl V<sub>4</sub>-A gewählt. Die Mehrkosten, die gegenüber den verzinkten Eisenkonstruktionen anfallen, werden längerfristig durch verminderter Unterhalt mehr als wettgemacht.

## 26 Erdung und Einzug der Kabel

Parallel zu den Einzelrohrzügen ist ein Kupferband an den Tragkonsolen montiert, um das einwandfreie Erden der Kabel im Tunnelbereich zu gewährleisten. Dieses Erdmaterial wird in alle Spleisskammern eingeführt. Im Bereich der Nischen werden die entlang der Tunnelwand verlegten maximal 12 Rohre jeweils auf 5 oder 6 offene Kabelkanäle im U-Profil aus Asbestzement umgeleitet und in die Spleissräume eingeführt. Um die Fernmeldekabel einzuziehen, müssen bei den Nischen die vorangestellten Plattenelemente aus Beton entfernt werden. Dies und das Wiederversetzen geschehen mit einem besonderen Hysterfahrzeug und verursachen nur unbedeutende Mehrarbeit. Die PTT-Spleiss- und Verstärkerischen sind mit einer Metalltür von aussen abgeschlossen, und die Kabel werden in die Nischen gas- und waserdicht eingeführt. Um die zu erwartenden Zugkräfte beim Ziehen der etwa 750 m langen Kabelstücke möglichst klein zu halten, ist vorgesehen, die Kabel anstelle des sonst üblichen Bleimantels mit einem Aluminiumwellmantel zu versehen. Die sich daraus ergebende Gewichtsverminderung erlaubt es, den Einzug ohne mechanisches Beschädigungsrisiko vorzunehmen. Je nach Typ und Grösse der Kabel rechnet man mit einer Zugkraft von 3 t...3,5 t für die grössten Längen. Sollten diese Grenzwerte erreicht werden, würde man sich zur Verminderung der Reibung durch Aufbringen von Gleitmitteln und Zuführen von Wasser helfen. Nach dem Einzug ist jedoch eine möglichst hohe Haftreibung des Kabels im Rohr erwünscht. Um mögliche Kabelwanderungen zu verhindern, die durch Vibratoren des rollenden Verkehrs verursacht werden könnten, sind zudem Verankerungsmöglichkeiten im Rohr und bei den Befestigungselementen geschaffen worden. Der Lieferant der Tragkonsolen muss für eine Beanspruchung bis zu 7 t garantieren (Fig. 7).

## 27 Kosten und Zukunftsmöglichkeiten

Die Aufwendungen für die Fernmeldekabel und deren Einzug im Gotthard-Strassentunnel werden, ohne Kabel und Nischenausrüstungen, rund 7,5 Mio Franken betragen.

Vor der Freigabe des Tunnels für den Autoverkehr im Jahre 1980 werden die erforderlichen Kabel für den drahtgebundenen nationalen und internationalen Verkehr der nächsten zwanzig Jahre ausgelegt. Dies bedeutet, dass mit umfangreichen Einzugsarbeiten bis Ende des Jahrhunderts kaum zu rechnen ist, es sei denn, dass

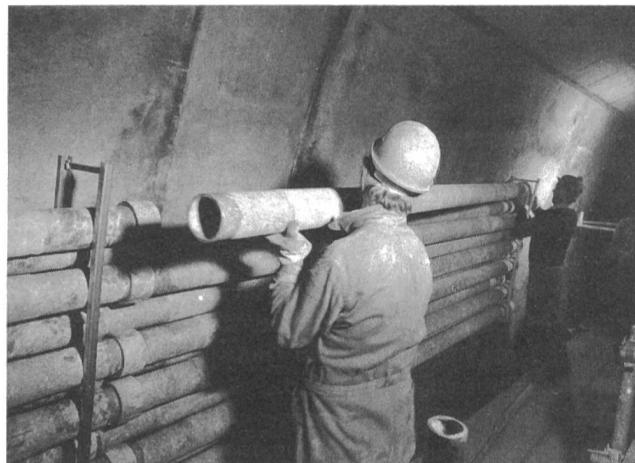


Fig. 6  
Rohrverlegung im Tunnel — Montaggio dei tubi nella galleria

nimo la forza di trazione necessaria per il tiro dei cavi, si è provveduto a sostituire l'usuale manto di piombo con uno di alluminio corrugato. La conseguente diminuzione di peso permette di procedere al tiro dei cavi senza rischi di danni meccanici. Per le massime lunghezze si prevede, a seconda del tipo e diametro del cavo, una forza di trazione di 3 t fino a 3,5 t. Se questi limiti venissero superati si farebbe uso di lubrificanti e di acqua per ridurre l'attrito.

Per impedire un possibile scorrimento dei cavi causato dalle vibrazioni dovute al traffico, sono state previste possibilità di ancoraggio nel tubo e negli elementi di sospensione. Il fornitore di detti elementi deve garantire una resistenza fino a 7 t (fig. 7).

## 27 Costi e riserva per futuri ampliamenti

I costi per la posa e il tiro dei cavi nella galleria autostradale ammontano a 7,5 mio di franchi, esclusi quelli per gli equipaggiamenti delle nicchie.

Prima dell'apertura al traffico della galleria (1980), verranno posati cavi per le comunicazioni nazionali e internazionali, sufficienti per i prossimi 20 anni. Ciò significa che prima della fine del secolo non si dovranno più eseguire lavori di una certa importanza, a meno che non venga presa in considerazione l'introduzione di cavi a fibra ottica.

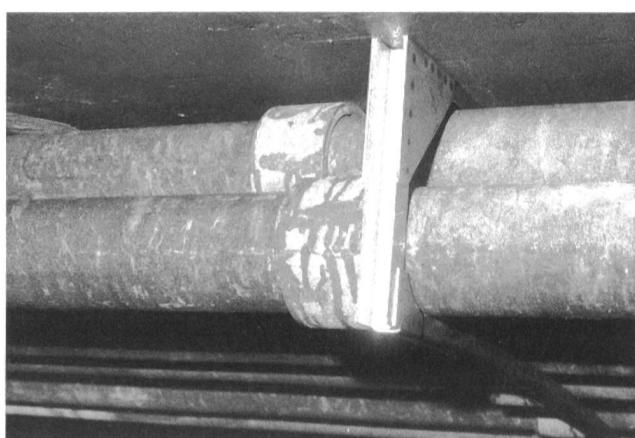


Fig. 7  
Detail der Aufhängekonstruktion von unten gesehen — Dettaglio degli elementi portanti visti dal basso

zum Beispiel die Verlegung eines Glasfaserkabels in Betracht gezogen würde.

### 3 Anlage im Seelisbergtunnel

#### 31 Grundsätzliches

Im Gegensatz zum Tunnel mit Gegenverkehr durch den Gotthard sind am Seelisberg zwei richtungsgrenzte Strassentunnels im Bau. Für die Mitbenützung dieser Anlage durch die PTT gelten die gleichen gesetzlichen Voraussetzungen wie beim Gotthardtunnel; die Bedürfnisse für Ausbau- und Nachzugsmöglichkeiten an Kabeln sind jedoch verschieden.

Heute noch sind die Kabelleitungsstränge mit entsprechenden Nachzugsmöglichkeiten am rechten Ufer des Urnersees (Axenstrasse, SBB-Tunnel) entlang verlegt. Diese Linienführung entspricht den gegebenen Umständen und stellt die kürzeste Verbindung für die Fernkabel aus der Region Zürich in Richtung Süden dar. Andererseits bestehen auch Verbindungsmöglichkeiten auf dieser Achse von Luzern in Richtung Schwyz und Altdorf, die zur Deckung der betrieblichen regionalen Bedürfnisse dienen. Mit dem Bau der Nationalstrasse N 2, entlang dem linken Ufer des Vierwaldstättersees, bietet sich die einmalige Gelegenheit einer noch günstigeren Verbindung Luzern—Uri.

#### 32 Bedürfnisse

Im 9,25 km langen Abschnitt des Seelisbergtunnels benötigen die PTT Raum für den Einzug von fünf Kabeln. Durch den Bau zweier nebeneinanderliegenden Tunnelrohre (richtungsgrenzter Verkehr) konnte die Bauherrschaft, die Kantone Uri und Nidwalden, den PTT-Betrieben im Randbankett der Fahrbahnen den zur Verlegung nötigen Platz zur Verfügung stellen, ohne dass dabei die Platzverhältnisse für die werkeigenen Leitungen eingeschränkt werden mussten.

#### 33 Bau- und Betriebsfragen

Aufgrund der unterschiedlichen geologischen Verhältnisse der Tunnelstrecke wurde aus bautechnischen Überlegungen im Mittelabschnitt auf rund 2000 m anstelle des üblichen Hufeisenprofils ein Kreisprofil ausgebrochen (Fig. 8). Innerhalb dieses Abschnitts befinden sich die fünf PTT-Rohre im Boden des begehbarer Kanals einbetoniert. Die Spleissnischenabstände sind wie beim Gotthardtunnel auf 750 m ausgerichtet. Durch den Einbau zweier zusätzlicher Nischen in den beiden Teilabschnitten des Hufeisenprofils mit je einer hälftigen Unterteilung der 750 m wird die Möglichkeit geschaffen, auch pupinisierte Weitverkehrskabel auszulegen und ohne Einfügen künstlicher Verlängerungen zu betreiben.

Als Baumaterial sind in Beton verlegte Hart-PVC-Rohre von 100 mm Innendurchmesser mit 2 mm Wandstärke vorgesehen. Für den späteren Einzug der PTT-Kabel befindet sich vor jeder Spleissnische ein abdeckbarer Plattenschacht. Insgesamt sind 10 Nischen von 3,50 m x 2,80 m x 2,40 m zum Spleissen der Kabel und zum Aufstellen der erforderlichen Zusatzeinrichtungen, wie Pupintöpfen, Verstärkerkästen usw., erstellt worden. Die Kabel werden mit Rohrbogen durch den Boden von unten her in die Spleissnischen eingeführt. Auf den Bau

### 3 Impianti nella galleria del Seelisberg

#### 31 Principi

A differenza della galleria del San Gottardo, con traffico nei due sensi, sotto il Seelisberg sono in costruzione due tunnel a traffico unidirezionale. Per la costruzione di impianti telefonici in queste gallerie, valgono le stesse basi legali in vigore per quella del San Gottardo. Le necessità di costruzione e di potenziamento, in fatto di cavi, sono tuttavia differenti.

Oggi gli impianti telefonici sono posati lungo la sponda destra del lago dei Quattro Cantoni (Axenstrasse e gallerie delle FFS). Questo tracciato risponde alle attuali necessità e rappresenta il collegamento più breve dalla regione di Zurigo in direzione sud. Su questo asse si possono pure creare possibilità di collegamenti da Lucerna verso Svitto e Altdorf, per le necessità del traffico telefonico regionale. Con la costruzione della strada nazionale N2 lungo la sponda sinistra del lago, si presenta l'eccezionale occasione di usufruire di un collegamento ancora migliore tra Lucerna e Uri.

#### 32 Necessità

Lungo i 9,25 km della galleria del Seelisberg le PTT necessitano di spazio sufficiente per la posa di cinque cavi. Grazie alla costruzione di due gallerie parallele, i proprietari dell'opera, vale a dire i cantoni di Uri e Nidvaldo, poteranno mettere a disposizione delle PTT lo spazio necessario nella banchina laterale delle corsie, senza limitare con ciò quello necessario alle proprie linee di segnalazione e di comando.

#### 33 Problemi costruttivi e d'esercizio

Le differenti strutture geologiche lungo il tracciato della galleria hanno richiesto la costruzione del tratto mediano, per una lunghezza di circa 2000 m, con un profilo a sezione circolare, invece del normale profilo a ferro di cavallo (fig. 8). In questo tratto i cinque tubi PTT vengono conglobati nel calcestruzzo del pavimento del cunicolo-cavi transitabile. La distanza fra le nicchie di giunzione è di 750 m, come nella galleria del San Gottardo. Grazie alla costruzione di due nicchie supplementari nei due tratti di galleria a ferro di cavallo, in modo da dividere a metà la distanza nominale di 750 m, si crea la possibilità di posare anche cavi pupinizzati per traffico a lunga distanza, senza l'inserimento di prolungamenti artificiali.

Quale materiale di costruzione è previsto l'impiego di tubi in CPV duro, del diametro interno di 100 mm con uno spessore di parete di 2 mm. Per il futuro tiro dei cavi viene costruita, davanti a ogni nicchia di giunzione, una camera a lastre. In totale sono previste 10 nicchie di 3,50 m x 2,80 m x 2,40 m per la congiunzione dei cavi e per la posa delle necessarie installazioni come: cassoni Pupin, amplificatori, ecc.

Poiché il traffico si svolge in una sola direzione, si è potuto rinunciare alla costruzione di speciali piazzuole davanti alle camere di giunzione in quanto, dopo l'apertura al traffico della galleria è possibile, in caso di necessità, bloccare la corsia interessata mediante l'apposita segnaletica installata. Per l'introduzione dei cavi telefonici non sorgono problemi di particolare importanza,

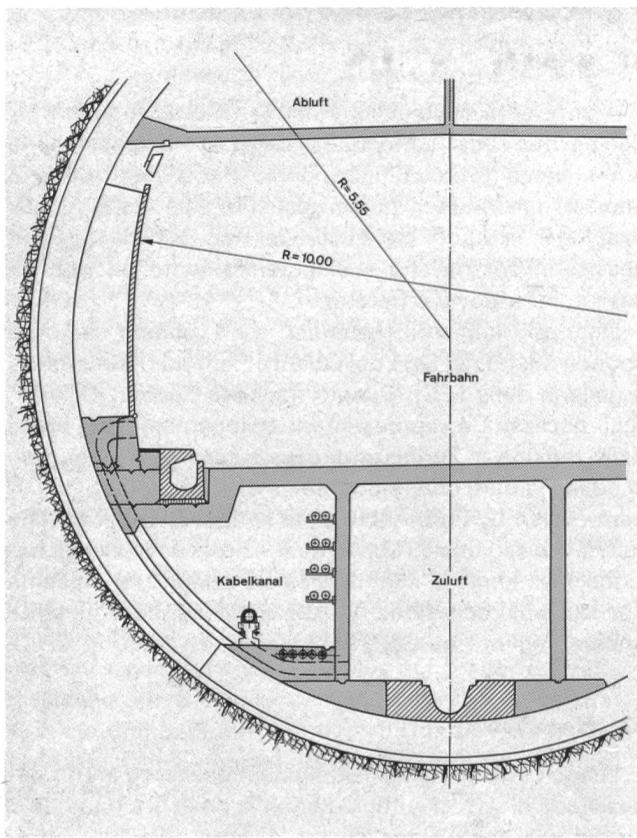


Fig. 8

Lage der Rohranlage für die Fernmeldekabel der PTT im Rundprofil des Seelisbergtunnels — Posizione della tubazione per cavi delle PTT nel profilo circolare della galleria del Seelisberg

Abluft — Canale di ventilazione per aria viziata

Zuluft — Canale di ventilazione per aria fresca

Fahrbahn — Carreggiata

Kabelkanal — Cunicolo cavi

besonderer Abstellnischen vor den Spleisskammern konnte, da die Tunnelröhre nur in einer Richtung befahren wird, verzichtet werden. Nach Freigabe des Tunnels für den Verkehr besteht bei Bedarf die Möglichkeit, fest eingebaute Lichtsignale so zu steuern, dass ohne zusätzlichen Mehraufwand die rechte Fahrspur vorübergehend gesperrt werden kann. Für den Einzug der PTT-Kan-

perché tutta l'installazione è stata posata sotto il piano stradale. I costi di costruzione di questa tubazione ammontano a circa 2 milio di franchi, esclusi quelli relativi ai cavi e alle apparecchiature d'esercizio.

#### 4 Conclusioni

Malgrado il potenziamento della rete di trasmissioni senza filo per il superamento delle Alpi, i collegamenti via cavo conservano tutta la loro importanza. Per questo motivo le PTT hanno ritenuto di dover sfruttare al massimo le possibilità che si sono presentate, per completare la loro rete di collegamenti tra il nord e il sud. Con la costruzione di tubazioni nelle gallerie stradali del San Gottardo e del Seelisberg, non solo vengono realizzate possibilità di collegamenti razionali attraverso le Alpi, ma create le premesse per un facile futuro potenziamento delle stesse.

bel ergeben sich keine besonderen Probleme, da die gesamte Anlage im Bodenprofil des Tunnels ausgeführt werden konnte. Die Kosten für den Bau dieser Rohrleitung, ohne Kabel und betriebliche Einrichtungen, belaufen sich auf etwa 2 Millionen Franken.

#### 4 Schlussfolgerungen

Die Überquerungsmöglichkeiten des Alpenkamms mit Richtstrahlverbindungen wurden mit dem Ausbau des drahtlosen Übertragungsnetzes stark erweitert. Trotzdem behalten die Kabelverbindungen ihre Wichtigkeit. Dieser Tatsache entsprechend bemühten sich die Schweizerischen PTT-Betriebe, die sich bietenden Lösungen zur Sanierung ihres Nord-Süd-Leitungsnetzes voll auszuschöpfen. Mit dem Bau von Kabelrohranlagen in den Tunnels am Gotthard und Seelisberg werden Massnahmen getroffen, die es nicht nur gestatten, Fernmeldekabel rationell durch das Gebirge zu führen, sondern die auch einfache Ausbaumöglichkeiten offenlassen.

**Die nächste Nummer bringt unter anderem**

**Vous pourrez lire dans le prochain numéro**

**11/78**

B. Nuoffer,  
S. Filisetti

Die Entwicklung der Tastenwahleinheiten  
Evolution des unités de sélection à clavier

H. Schneider

Lochstreifengesteuerter Prüf- und Messplatz für Serieabnahmemessungen

F. Schweingruber Fernsteuerung mit Prozessrechner für Kurz- und Mittellwellensender