

Die Kabelleitung Deutschland - Schweiz - Italien : Câble téléphonique Allemagne - Suisse - Italie

Autor(en): **Trechsel, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und
Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des
télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico /
Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **7 (1929)**

Heft 2

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-873780>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Technische Mitteilungen

Herausgegeben von der schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

Bulletin Technique

Publié par l'Administration des
Télégraphes et des Téléphones suisses



Bollettino Tecnico

Publicato dall'Amministrazione
dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

Inhalt. — Sommaire. — Sommario.

Die Kabelleitung Deutschland—Schweiz—Italien. Câble téléphonique Allemagne—Suisse—Italie. — Dégâts causés à la ligne interurbaine Yverdon—Lausanne par l'ouragan des 25 et 26 novembre 1928. — Der Schwachstrom im Dienste der Grossbanken. Le courant faible au service des grands établissements bancaires. — Vergütungen für die Dienstbesorgung bei den Landstellen und Bedienungskosten bei den Betriebsämtern. Indemnités à payer pour l'exécution du service dans les établissements ruraux et frais qu'occasionne le service dans les offices. — Etwas über Verbuchung der Beiträge an die Eidg. Versicherungskasse. — Verschiedenes. Divers: Dévidoir tubulaire pour fil de mesure. — Ein amerikanischer Rückblick auf das Telephonjahr 1928. — Ein neues Pupinsekabel nach Ostpreussen. — Tetrachlorkohlenstoff — Phosgen. — Petits agréments par T. S. F. Fachliteratur. Littérature professionnel. — Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. — Personalmeldungen. Personnel.

Die Kabelleitung Deutschland—Schweiz—Italien.

Von W. Trechsel, Bern.

Das europäische Fernsprechnetz ist seit einigen Tagen durch ein weiteres wichtiges Glied, die neue Kabelleitung Stuttgart—Zürich—Gothard—Mailand, ergänzt. Diese zurzeit kürzeste Nord—Süd-Transversale entlastet in wirksamer Weise auf schweizerischem Gebiet den bisher einzigen Grenzanschluss mit Deutschland in Basel, sowie die Kabel von Zürich nach der Zentralschweiz und gestattet den Abbruch der oft gestörten oberirdischen Gotthardlinien. Im europäischen Telephonverkehr werden die langen Verbindungen Italien—Deutschland und Nordeuropa erst durch das Gotthardkabel in einwandfreier Weise möglich, da die Telephonie auf lange Distanzen durch die vielen Störungen der oberirdischen Linien stets mehr oder weniger beeinträchtigt war.

Die Kabelleitung beginnt in Stuttgart, einem Knotenpunkt des deutschen Kabelnetzes, der einerseits über Nürnberg und andererseits über Karlsruhe-Mannheim mit Frankfurt verbunden ist, und gleichzeitig im Zuge der Kabelleitung München—Appenweier—Strassburg liegt. Mit letzterem Kabel ist sie gemeinsam bis Horb und von da an über Donaueschingen nach der schweizerischen Landesgrenze geführt, die sie bei Barga im Kanton Schaffhausen überschreitet.

Anmerkung der Redaktion: Die meisten der verwendeten Klischees sind uns in zuvorkommender Weise von der Zeitschrift „Europäischer Fernsprechnetz“ zur Verfügung gestellt worden, die diesen Artikel bereits veröffentlicht hat.

Câble téléphonique Allemagne—Suisse—Italie.

Par W. Trechsel, Berne.

Le réseau téléphonique européen a été doté ces derniers temps d'une nouvelle et importante artère, le câble souterrain Stuttgart - Zurich - Gothard - Milan. Cette transversale Nord-Sud, présentement la plus courte, sera d'un grand soulagement pour l'unique ligne qui à la frontière bâloise relie la Suisse à l'Allemagne. Il en sera de même pour les câbles qui relient Zurich à la Suisse centrale. La nouvelle artère permettra de plus de démolir les lignes aériennes qui passant par la voie du Gothard sont fréquemment sujettes à des perturbations entravant de façon plus ou moins sensible, bien que constante, la téléphonie à longue distance. Moins exposé aux perturbations qu'une ligne aérienne, le câble du Gothard contribuera à améliorer l'exploitation téléphonique européenne parce qu'il sera seul à permettre une correspondance irréprochable sur les longues communications de l'Italie avec l'Allemagne et le Nord de l'Europe.

La conduite du nouveau câble part de Stuttgart qui est un point de concentration du réseau des câbles souterrains allemands, qui est relié d'une part à Nuremberg et d'autre part à Francfort par Karlsruhe-Mannheim et qui au surplus se trouve sur le passage de la conduite de câbles Munich-Appenweier-Strasbourg. Elle emprunte cette dernière conduite jusqu'à Horb et bifurque là sur Donaueschingen vers la frontière suisse qu'elle franchit à Barga, au canton de Schaffhouse.

Note de la Rédaction: La plupart des clichés ont été obligeamment mis à notre disposition par la revue „Europäischer Fernsprechnetz“, où cet article a déjà paru.

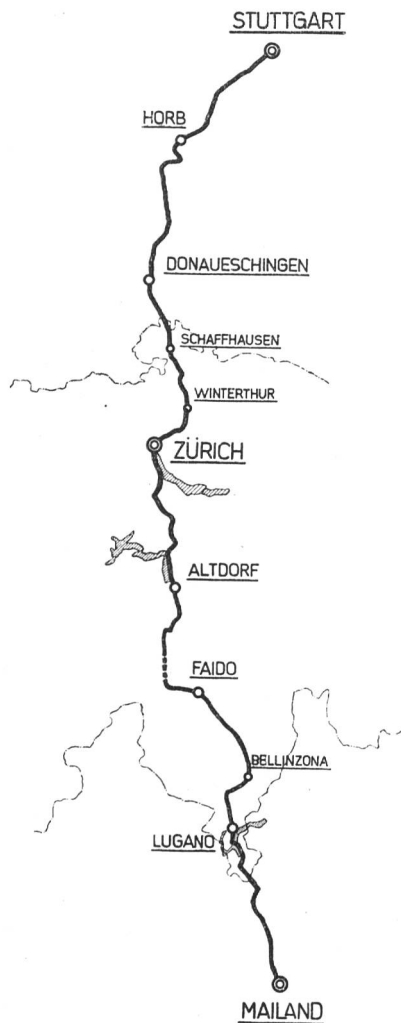


Fig. 1.

1. Fernkabel Landesgrenze—Schaffhausen—Zürich.

Das auf Schweizergebiet entfallende Teilstück des Fernkabels Zürich—Stuttgart besteht aus folgenden verschiedenen Abschnitten:

1° Câble frontière suisse - Schaffhouse-Zurich.

Sur territoire suisse, le câble Zurich-Stuttgart a une longueur totale de 67 km environ; il est composé des tronçons suivants:

Câble Zurich-Winterthour	long. approx. 26 km.
„ Winterthour-Schaffhouse	„ „ 27 km.
„ Schaffhouse-frontière	„ „ 14 km.

Les relations d'affaires extraordinairement actives qui existent entre les deux villes industrielles de Zurich et de Winterthour obligèrent l'administration en 1919 déjà à poser dans la chaussée, recouverte maintenant d'un épais macadam, une conduite en tuyaux de 300 mm de diamètre. Un câble de 20 quarts fut tiré dans cette conduite, puis peu de temps après un deuxième de 50 quarts. La nécessité de créer de nouvelles communications aussi bien avec l'Allemagne qu'avec l'Autriche, justifia la pose d'un troisième câble, de 72 quarts celui-là. En plus d'un certain nombre de circuits réservés au trafic suburbain et des communications de Winterthour avec St-Gall et l'Autriche, ce troisième câble compte toutes les paires et quarts de l'artère en direction de Schaffhouse et de Stuttgart.

Le câble de Winterthour-Schaffhouse et le câble Schaffhouse-Bargen frontière sont imités du type normal allemand à 96 paires (48 quarts), plus une quarte sous plomb pour transmission radiophonique.

Les centrales téléphoniques rurales se trouvant sur le parcours de la conduite Winterthour-Schaffhouse sont desservies par un câble de banlieue, tiré à la même occasion, et qui compte de 30 jusqu'à 100 paires. Grâce à ce câble, le câble international est exempté de toutes communications à courte distance, ce qui permet de l'utiliser exclusivement à la correspondance directe entre Zurich et Stuttgart et au-delà.

De la frontière jusqu'à Winterthour, les câbles ont pris place dans une conduite en fers zorrés posée en dehors de la chaussée, sauf à la traversée des villes. La fouille a 60 cm environ de profondeur. Le profil de la conduite varie suivant que deux câbles ont été posés ou seulement un. Les manchons en

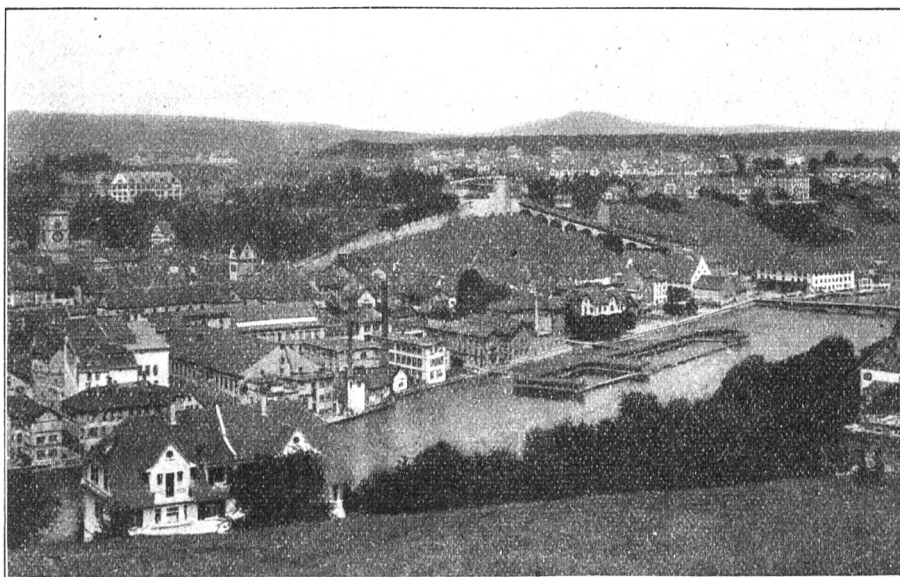


Fig. 2. Ansicht von Schaffhausen.

dem Kabel Zürich—Winterthur, von etwa 26 km Länge;
 dem Kabel Winterthur—Schaffhausen, von etwa 27 km Länge;
 dem Kabel Schaffhausen—Landesgrenze, von etwa 14 km Länge.
 Die ganze Länge auf Schweizergebiet beträgt etwa 67 km.

Die ausserordentlich regen geschäftlichen Beziehungen zwischen den beiden Industriestädten Zürich und Winterthur führten schon im Jahre 1919 zum Einbau einer Einzugsrohrleitung von 300 mm Lichtweite in die heute mit einem teuren Hartbelag versehene Verbindungsstrasse. In diese Rohrleitung wurden in relativ kurzer Folge ein Kabel mit 20 Vierern und ein solches mit 50 Vierern eingezogen. Die Notwendigkeit der Beschaffung neuer Verbindungen nach Deutschland und Oesterreich gab die Veranlassung zum Einzug eines dritten Kabels mit 72 Vierern, das neben einer Anzahl Verbindungen für den Nahverkehr und den Verbindungen St. Gallen—Oesterreich sämtliche Aderpaare und Vierer des Grenzanschlusskabels Schaffhausen—Stuttgart enthält.

Die Kabel Winterthur—Schaffhausen und Schaffhausen—Landesgrenze bei Barga sind dem deutschen Normaltyp mit 96 Paaren (48 Vierern) und einem Musikvierer nachgebildet.

Die an der Kabelstrecke Winterthur—Schaffhausen liegenden kleinen Telephonämter sind durch ein gleichzeitig verlegtes Vorortskabel mit 30 bis 100 Aderpaaren verbunden. Dieses Kabel entlastet das Fernkabel von allen kurzen Verbindungen und sichert damit die volle Ausnutzung des Hauptkabels für den direkten Verkehr Zürich—Stuttgart.

Von der Landesgrenze bis Winterthur sind diese Kabel, mit Ausnahme des Durchganges durch die Städte, frei von der Strasse in einer Tiefe von etwa

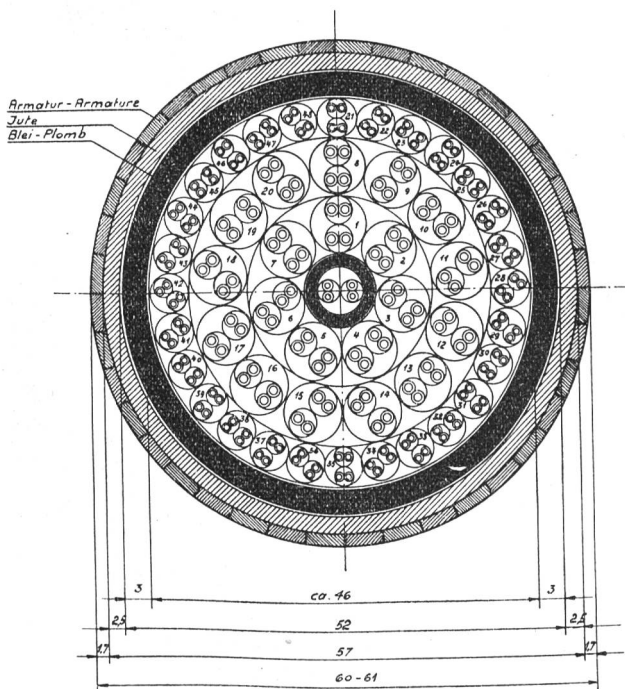


Fig. 4. Querschnitt des Kabels mit 48 Vierern.

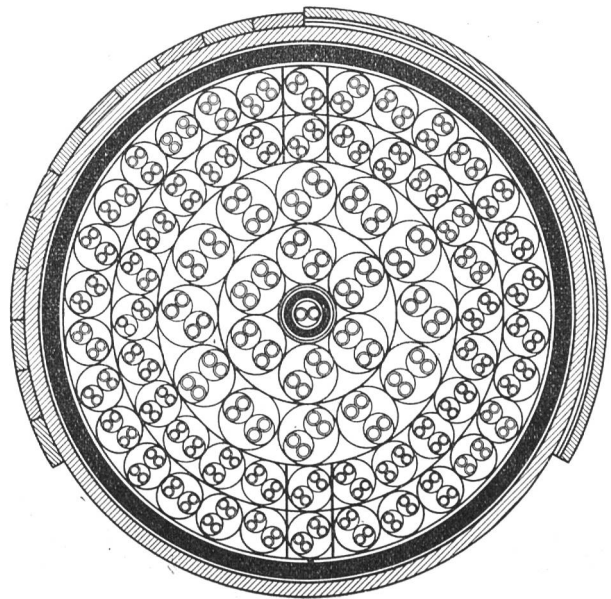


Fig. 3. Querschnitt des Kabels mit 72 Vierern.

fonte qui protègent les épissures font corps avec la conduite à l'aide de raccords et de coudes en fer; la conduite en zorès constitue ainsi une protection ininterrompue du câble sur toute sa longueur. Les câbles de banlieue quittent la conduite aux points d'épissures par emploi de pièces en T. Les manchons des deux câbles sont placés à environ 1 m en opposition l'un à l'autre.

La pose de cette conduite n'a pas rencontré de difficultés particulières. Pour traverser la Thour près d'Andelfingen, les caniveaux ont pu être posés sur le pont couvert en bois, tandis qu'à la traversée du Rhin sous Schaffhouse, les câbles ont été tirés dans la conduite existante en tuyaux, renfermant les câbles locaux.

Dans la zone d'influence du chemin de fer électrique à haute tension, les fers zorès et armatures sont raccordés métalliquement tout au long, ce qui préserve des courts circuits et de l'induction. Aux points d'épissures le fil de raccordement est par surcroît soudé au manchon. Les parcours raccordés sont, à des endroits déterminés, reliés aux conduites d'eau.

Aussi bien pour les travaux de fouilles que pour la pose même des câbles, il avait été constitué sur le parcours de Winterthur à Schaffhouse, 4 chantiers quasi équidistants. Cette organisation assura un avancement rapide des travaux: sur chaque chantier on arrivait à poser chaque jour environ 450 m de câble.

Après la pose du câble, mais avant de remblayer la fouille, chaque longueur de câble fut soumise durant 24 heures aux essais de pression par deux atmosphères, afin de pouvoir, cas échéant, éliminer totalement toute fissure que recèlerait l'enveloppe de plomb. Les essais de pression furent, après l'épissure, répétés sur chaque section Pupin dans le but de vérifier l'étanchéité des manchons, ceux-ci étant soudés définitivement. Là où les câbles empruntent



Fig. 5. Einbau der Muffen in den Zoreskanal.

60 cm in einem Zoreskanal verlegt. Das Profil des Kanals wechselt, je nachdem ein oder zwei Kabel zu verlegen waren. Die gusseisernen Schutzmuffen der Spleißstellen sind vermitteltst eiserner Verbindungs- und Bogenstücke an den Kanal angeschlossen, so dass der Eisenkanal über die ganze Länge des Kabels einen zusammenhängenden Schutz bildet. An den Muffenstellen ist das Vorortskabel durch Abzweigstücke aus dem Kanal herausgezweigt. Die Muffen beider Kabel sind um etwa einen Meter gegeneinander versetzt angeordnet.

Besondere Schwierigkeiten waren bei der Verlegung dieser Kabel nicht zu überwinden. Der Uebergang über die Thur bei Andelfingen konnte auf der gedeckten Holzbrücke, derjenige über den Rhein bei Schaffhausen in der Rohrleitung, gemeinsam mit den Ortskabeln erfolgen.

In der Einflusszone der elektrischen Hochspannungsbahn sind die Bewehrungen oder Zoresisen zum Schutze gegen die Induktion und die Kurzschlußströme metallisch durchverbunden. Bei den Spleißstellen ist der Ueberbrückungsdraht zugleich auch mit der Muffe verlötet. Diese durchverbundenen Strecken stehen an einzelnen Stellen mit Wasserleitungsnetzen in leitender Verbindung.

Zur Ausführung der Grabarbeit und Kabelverlegung war die Strecke in vier ungefähr gleich lange Baulose eingeteilt. Diese Unterteilung sicherte einen raschen Arbeitsfortschritt. Je Tag und Baulos wurden durchschnittlich etwa 450 m Kabel verlegt.

Nach der Verlegung und vor dem Zudecken wurde jede Kabellänge mit Pressluft von etwa 2 Atmosphären Druck auf Dichtigkeit geprüft. Um allfällige Fehler im Bleimantel restlos entfernen zu

des conduites en tuyaux, des essais de pression n'ont été effectués que sur les sections Pupin seulement.

Les chambres Pupin du câble Schaffhouse-Bargen mesurent 2,5 m de long, 1,2 m de large et 1,0 m de profond. Elles sont recouvertes à 30—40 cm de la surface du sol avec des dalles amovibles en ciment armé. Entre Schaffhouse et Zurich, à certains endroits, il a fallu loger plusieurs caissons Pupin dans la même chambre; cette dernière mesure 2,5 m × 1,5 m × 1,8 m et est pourvue d'un regard avec couvercle en fonte.

La diversité des systèmes de pupinisation donna lieu à une étude approfondie de la part des administrations intéressées. Les câbles du réseau suisse sont sans exception pupinisés selon le système I du C. C. I.: longueur de 1830 m et valeurs d'induction de 177/107 mH pour charges moyennes et 44/20 mH pour charges légères. Les câbles du réseau allemand, eux, sont pupinisés selon le système II: longueur 2000 m et valeurs d'induction de 190/70, 200/70 et 50/20 mH. D'autre part, le diamètre des âmes des câbles est en Suisse normalisé à 1,0 et 1,5 mm. Une entente est intervenue. La pupinisation d'ordre moyen des quartes a été modifiée à 63 mH et le diamètre des âmes à 0,9 et 1,4 mm. La centrale de Schaffhouse fut choisie comme point de transition des deux systèmes. Ce faisant, on a voulu faciliter l'accès de ce point à n'importe quel moment et

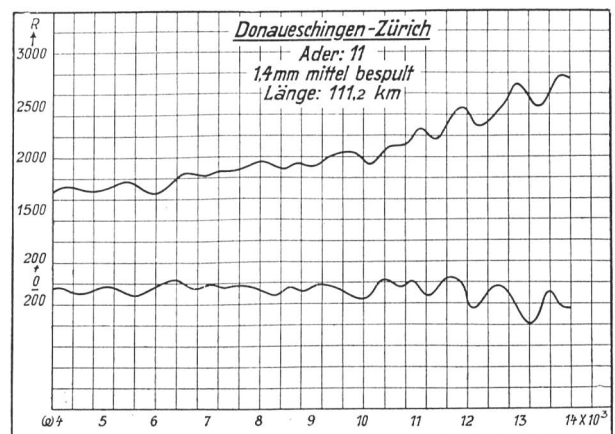


Fig. 6.

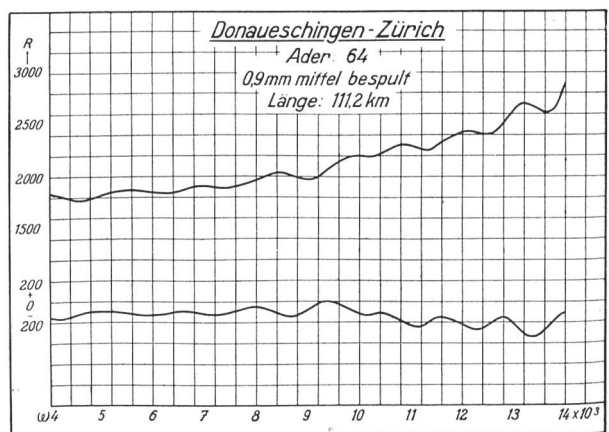


Fig. 7.

Fig. 6 und 7. Schaubilder Donaueschingen—Zürich.

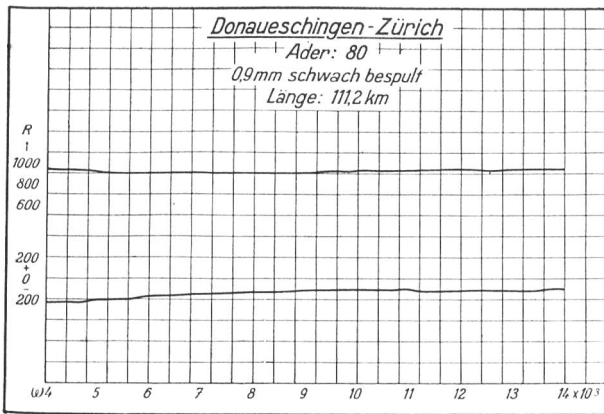


Fig. 8.

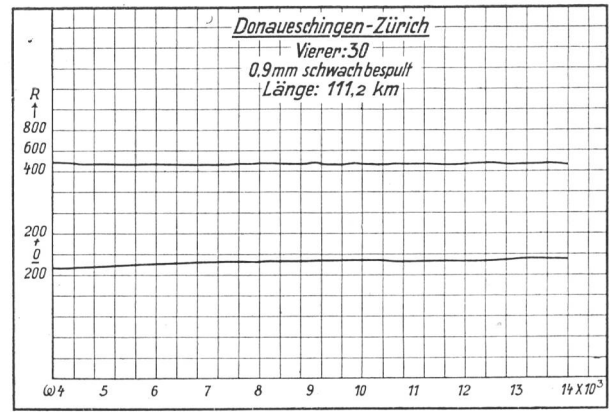


Fig. 10.

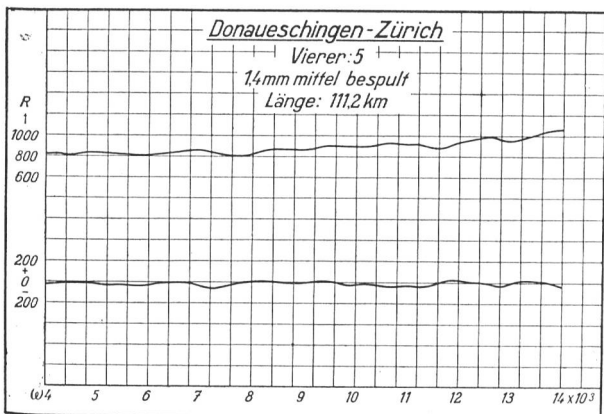


Fig. 9.

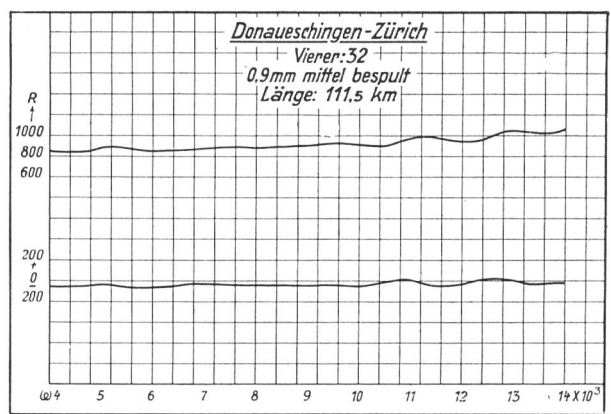


Fig. 11.

Fig. 8 bis 11. Schaubilder Donaeschingen—Zürich.

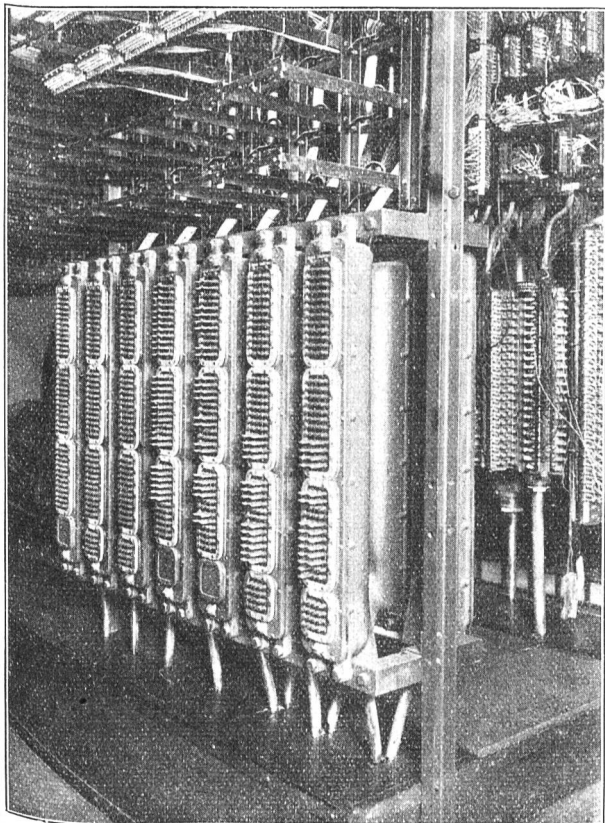


Fig. 12. Endverschlüsse im Fernamt Zürich.

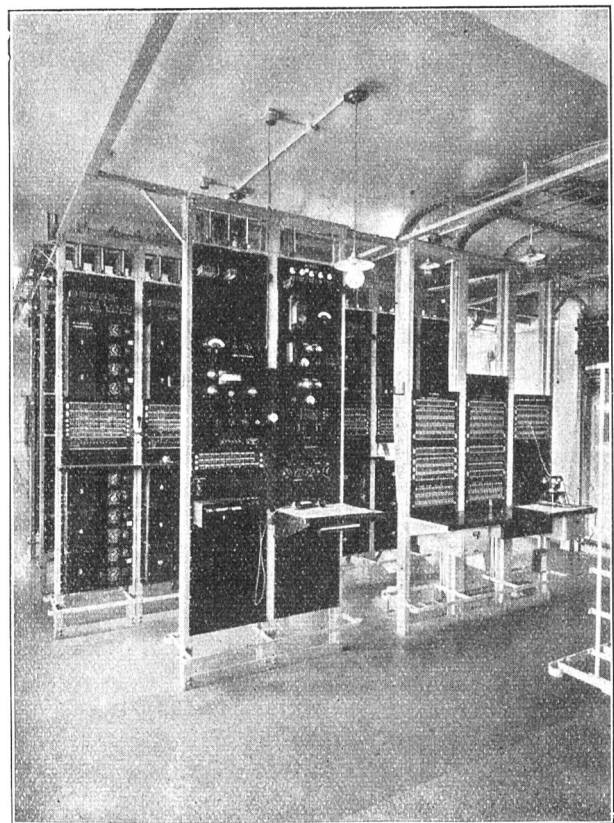


Fig. 13. Verstärkeramt Zürich.

können, wurde der Druck etwa 24 Stunden auf dem Kabel belassen. Diese Pressluftprüfung erfolgte nochmals nach der Spleissung jeder Pupinlänge, zur Prüfung der fertig verlöteten Muffen. In den Abschnitten mit Röhrenkabeln wurden nur die fertigen Pupinlängen mit Druckluft geprüft.

Die Pupinschächte des Kabels Schaffhausen—Bargen weisen eine Länge von 2,5 m, eine Breite von 1,2 m und eine Tiefe von etwa 1,0 m auf. Sie sind mit armierten abnehmbaren Betonplatten etwa 30 bis 40 cm unter Bodenoberfläche zugedeckt. Zwischen Schaffhausen und Zürich, wo mehrere Spulenpunkte an gleicher Stelle untergebracht werden mussten, sind einsteigbare Schächte mit den Abmessungen $2,5 \times 1,5 \times 1,8$ m vorhanden.

Zu eingehenden Erörterungen zwischen den beteiligten Verwaltungen führte die Verschiedenheit der Pupinisierungssysteme. Das schweizerische Kabelnetz ist einheitlich nach dem System I des C C I, d. h. mit Pupinlängen von 1830 m und Induktionswerten von 177/107 MH für mittelstarke, beziehungsweise 44/20 MH für extraleichte Belastung, das deutsche Kabelnetz aber nach dem System II mit 2000 m Spulenabstand und Induktionswerten von 190/70, 200/70 und 50/20 MH pupinisiert. Auch die Aderdurchmesser waren bisher in der Schweiz auf 1,0 und 1,5 mm genormt. Durch Aenderung der mittelstarken Pupinisierung der Vierer auf 63 MH und Aenderung des Aderdurchmessers auf 0,9 und 1,4 mm wurde in diesen Hauptunterschieden Uebereinstimmung erzielt. Sodann wurde als Uebergangsstelle zwischen den beiden Systemen das Amt Schaffhausen gewählt. Damit war die jederzeitige Zugänglichkeit dieser Stelle und die Möglichkeit der Einschaltung allenfalls nötiger Hilfsmittel gesichert. Die Möglichkeit der Errichtung eines Verstärkeramtes in Schaffhausen war leider nicht gegeben, weil dieses Amt um etwa 20 km zu nahe am Verstärkeramt Zürich liegt. Verschiedenen Aenderungsvorschlägen, die eine noch genauere Uebereinstimmung der Kabel herbeigeführt haben würden, konnte schweizerischerseits nicht Folge gegeben werden, weil wohl eine Besserung der Verhältnisse in Schaffhausen zu erwarten war, dabei aber von der Normalisierung der Kabel auf Schweizer Seite hätte abgewichen werden müssen und damit neue, gleiche Schwierigkeiten beim Zusammenschluss in Winterthur entstanden wären.

Wie aus den von der Deutschen Fernkabel-Gesellschaft aufgenommenen Schaubildern für die Scheinwiderstände des ganzen Verstärkerfeldes Zürich—Donaueschingen hervorgeht, sind trotz diesen aussergewöhnlichen Verhältnissen gute Resultate erzielt worden. Die Stoßstelle in Schaffhausen macht sich fast nur auf den 1,4 mm Stammleitungen mit mittelstarker Belastung geltend, naturgemäss weniger stark auf den Vierern. Für die extra leicht pupinisierten Stammleitungen und Vierer ist der Einfluss dieser Ungleichheit kaum spürbar, was für den zwischenstaatlichen Verkehr auf grosse Entfernung von besonderer Wichtigkeit ist.

Die Abgleichung der Kapazitätsungleichheiten in den einzelnen Kabellängen ist nach dem Westernverfahren vermittelt Kreuzungen in den Muffenpunkten durchgeführt. Die Spulenabstände be-

s'assurer la possibilité d'y intercaler cas échéant un appareillage de secours. L'idée de créer une station amplificatrice à Schaffhouse a dû être abandonnée, car cette station aurait été de 20 km trop près de la station similaire de Zurich. D'autres modifications avaient été proposées qui auraient permis une concordance parfaite des deux systèmes de pupinisation. L'administration suisse n'a pas pu les adopter. Les conditions d'exploitation auraient, il est vrai, été améliorées à Schaffhouse, mais en revanche aggravées à Winterthur, car on se serait trouvé dans l'obligation de s'écarter de la normalisation adoptée pour le réseau suisse.

Les graphiques des impédances établis par la Société allemande des câbles à grande distance, montrent qu'en dépit de ces circonstances extraordinaires, les résultats acquis sont favorables pour tout le champ d'amplification de Zurich à Donaueschingen. La transition à Schaffhouse ne se fait sentir que sur les circuits de base de 1,4 mm de charge moyenne et à un degré naturellement moindre sur les quartes. Sur les circuits de base et les quartes à pupinisation légère, l'influence du déséquilibre est à peine perceptible, ce qui est d'une importance particulière pour les communications internationales à grande distance.

L'équilibrage des capacités a été pratiqué sur les différentes longueurs de câbles selon le procédé Western, c'est-à-dire par des croisements aux points de jonction. Les bobines Pupin sont distribuées sur huit longueurs de câbles, toutes égales. Le faisceau de conducteurs est constitué, suivant le mode de pupinisation, le diamètre des conducteurs, le conducteur d'aller et retour, de groupes différents et croisés séparément. Ce travail a été considérablement facilité par le groupement en cours de fabrication déjà, des différentes longueurs en sections Pupin aussi homogènes que possible.

Mesurées à la fréquence de l'ordre de 800 p. p. s., les valeurs de diaphonie des quartes ont donné 72% de valeurs de plus de 10,9, 23% de 10,0 — 10,9 et 5% de 9,9 et au-dessous. Sur les divers quartes et groupes et dans les mêmes conditions, elles ont atteint une moyenne de 10,1 à 10,8. Toutes les valeurs imposées par le cahier des charges ont été réalisées, voire même dépassées en partie. Il en a été de même des autres valeurs électriques.

Le câble Schaffhouse-Zurich est sorti de la fabrique de Cortaillod, tandis que la maison Siemens & Halske a livré le câble Schaffhouse-frontière. Les travaux de montage ont également été exécutés par les deux maisons adjudicataires.

2° Câble Zurich - Lugano - Chiasso.

Alors que les tractations relatives au raccordement à la frontière nord se poursuivaient, des pourparlers furent engagés avec l'administration italienne en vue du raccordement du câble international à Chiasso. Ces pourparlers aboutirent également à une entente, si bien que la pose du câble en direction de l'Italie put être entreprise immédiatement à la suite des travaux du tronçon Suisse-Allemagne.

Dans sa première partie, le tracé suit la conduite en tuyaux posée pour le câble Zurich-Zoug par Thalwil et Sihltal; il la quitte près du village de Sihl-

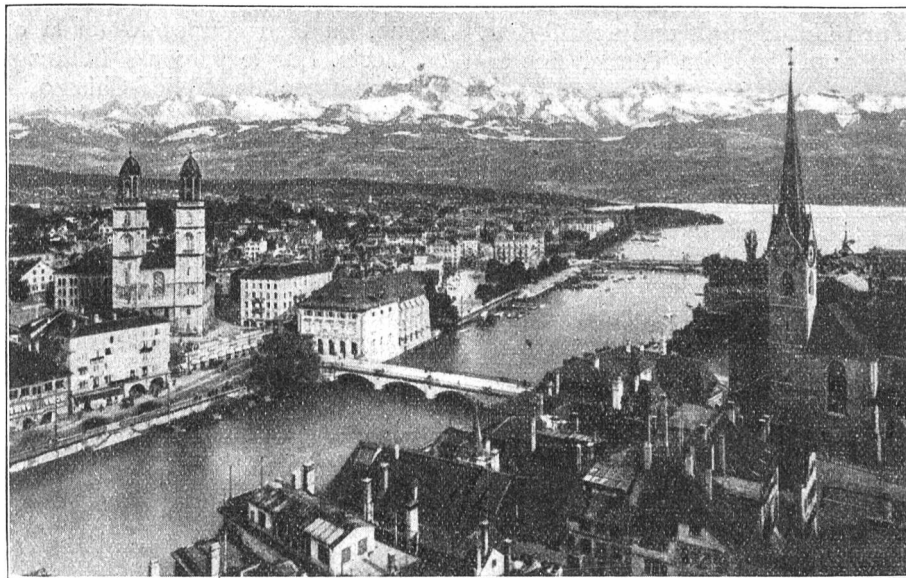


Fig. 14. Ansicht von Zürich.

stehen aus acht gleich langen Teilstücken. Das Aderbündel enthält je nach Pupinisierungsart, Leiterdurchmesser und Hin-Rückleitung verschiedene Gruppen, die getrennt gekreuzt sind. Eine wesentliche Vorarbeit hierzu wurde schon in der Fabrik durch die Zusammenstellung der einzelnen Kabel zu möglichst gleichförmigen Spulenfeldern geleistet.

Von den mit der Periodenzahl 800 gemessenen Nebensprechwerten der Vierer weisen 72% Werte von über 10,9, 23% solche von 10,0 bis 10,9 und 5% solche von 9,9 und weniger auf. Die Nebensprechwerte zwischen den einzelnen Vierern und Gruppen betragen unter den gleichen Bedingungen im Mittel 10,1 bis 10,8. Die im Pflichtenheft vorgeschriebenen Garantiewerte sind alle erreicht, teilweise wesentlich überschritten. Das gleiche gilt von den übrigen elektrischen Eigenschaften.

Das Fernkabel Schaffhausen—Zürich ist Erzeugnis der Kabelfabrik Cortaillod, das Grenzanschlusskabel wurde von Siemens & Halske geliefert. Diese beiden Firmen waren auch mit der Montage beauftragt.

2. Fernkabel Zürich—Lugano—Chiasso.

Gleichzeitig mit den Verhandlungen über den Grenzanschluss in Schaffhausen wurden auch mit der italienischen Verwaltung über den Anschluss eines Fernkabels in Chiasso Besprechungen gepflogen, die ebenfalls zu einer Verständigung führten, so dass unmittelbar anschliessend an den Bau des Grenzanschlusses gegen Deutschland mit der Kabellegung gegen Italien begonnen werden konnte.

Das Tracé folgt in seinem ersten Teil über Thalwil—Sihltal der schon bei einer ersten Kabellegung gebauten Rohrleitung Zürich—Zug, verlässt diese beim Dörfchen Sihlbrugg, um auf einem kürzeren Wege über die Höhenzüge von Aegeri und Sattel bei Seewen/Schwyz wieder in die Rohrleitung Brunnen—Axenstrasse—Altdorf einzumünden. Im Reusstal mussten an vielen Stellen die engen Windungen der Strasse durch Ueberquerung von Weiden und Felsköpfen abgeschnitten werden. Eine Ver-

brugg pour reprendre plus rapidement près de Seewen (Schwyz), par les hauteurs de Aegeri et de Sattel, la conduite en tuyaux de Brunnen par l'Axenstrasse à Altdorf. Dans la vallée escarpée de la Reuss, il a fallu à plusieurs endroits passer au travers des pâturages et contourner des parois de rochers afin de couper les brusques lacets de la route. Pour plus d'une raison, l'idée d'utiliser le col du Gothard dut être abandonnée. Le tracé aurait eu une longueur démesurée et les travaux de fouilles dans le roc auraient occasionné de très grosses dépenses. D'autre part, il ne faut pas oublier que le point culminant du col est à 2100 m d'altitude et que la neige y atteint parfois jusqu'à 4 m de hauteur. Il est dès lors compréhensible que pendant une bonne partie de l'année, il y aurait eu impossibilité absolue de procéder aux réparations de la ligne. Le tunnel du Gothard partant de Göschenen et long de 15 km, convenait seul à la solution pratique et avantageuse du problème. Dès Airolo et en passant par Faido et Biasca, il n'y avait à disposition que le fond de la vallée. Sur la plus grande partie du parcours, la fouille est à proximité



Fig. 15. Kabeltransport an der Axenstrasse.

legung des Kabels über den Gotthardpass erwies sich aus verschiedenen Gründen als undurchführbar. Sie hätte gegenüber dem Tracé im Tunnel eine er-

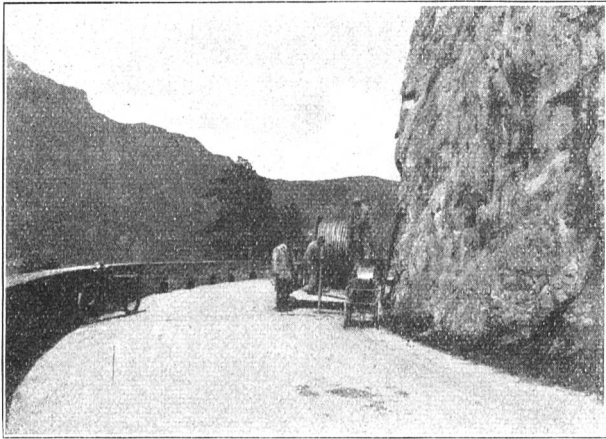


Fig. 16. Einlaufen des gezogenen Kabels in die Rohrleitung an der Axenstrasse.



Fig. 17. Einzug eines Kabels mit dem Spill des Kraftwagens auf der Axenstrasse.

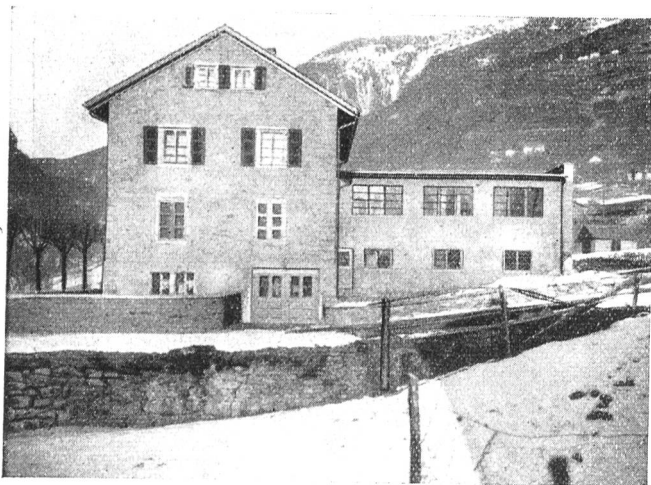


Fig. 19. Zentralstation und Verstärkeramt Faido.

de la route, dans les endroits escarpés dans la route même, ou bien coupe celle-ci là où elle se déroule en lacets. Sur le parcours Bellinzone-Monte Ceneri-Lugano-digue de Melide-Chiasso, il était tout indiqué d'utiliser la conduite en tuyaux posée en 1921 avec la perspective de lui confier plus tard de nouveaux câbles. Le raccord des câbles suisse et italien se trouve près du poste de douane de Ponte Chiasso.

Le câble Zurich-Milan se compose des rayons d'amplification Zurich-Altdorf = 67 km, Altdorf-Faido = 62 km, Faido-Lugano = 74 km et Lugano-Milan = 80 km. Un édifice a dû être édifié spécialement à Faido pour y loger la station amplificatrice.

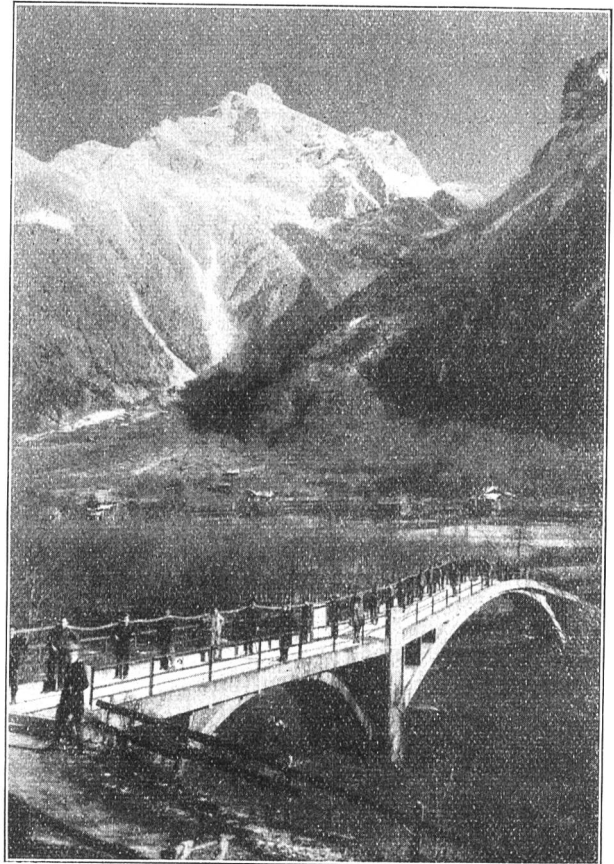
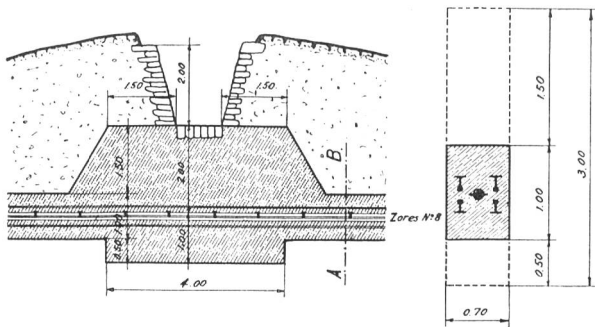


Fig. 18. Austragen eines Kabels.

Sur les tronçons Sihlbrugg-Seewen, Altdorf-Göschenen et Airolo-Bellinzone, la conduite est en fers zorès. Sur de très courts parcours, là où la conduite n'aurait pas pu, à cause des accidents du terrain, être posée sans grandes difficultés, le câble a été déroulé, porté à dos d'homme et, garanti par une protection métallique spéciale en forme de ruban de fer, déposé sans autre à même le fond de la fouille.

La levée des plans et mesures, exécutée au printemps et en été 1927 déjà, représentait par elle-même un long mais intéressant travail, dans la vallée de la Reuss tout particulièrement. En nombre d'endroits, il s'agissait de traverser des torrents, des ravins, des couloirs d'avalanches et d'éboulis. Le tracé de la conduite ne fut déterminé qu'après renseignements pris auprès des autorités et des habitants de la contrée et un examen très détaillé



Wildbachschutz in der Blümlismatt bei Amsteg. A-B.

Fig. 20. Wildbach-Kreuzung in der Blümlismatt.

hebliche Mehrlänge ergeben und auch infolge der vielen Felssprengarbeit grosse Mehrkosten hervorgerufen. Liegt doch die Passhöhe auf 2100 m über dem Meer und trägt im Winter eine Schneedecke von bis 4 m Höhe. Reparaturen wären unter diesen Verhältnissen während eines grossen Teiles des Jahres fast unmöglich gewesen. Man war daher genötigt, von Göschenen an den 15 km langen Gotthardtunnel zu benutzen. Von Airolo über Faido und Biasca war der Talboden, meist in der Nähe der

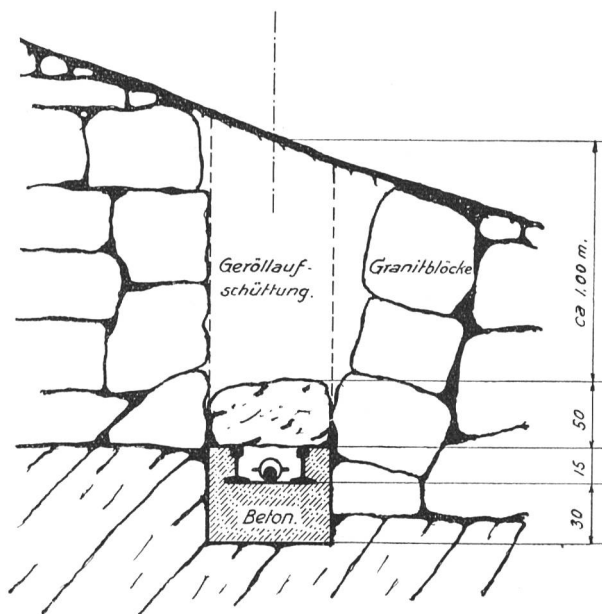


Fig. 22. Steinschlag- und Lawinschutz in Gurtellen.

Strasse, an den engsten Stellen direkt in der Strasse, wieder unter Abschneidung aller grösseren Strassenkehren, das einzig mögliche Tracé. Auf dem Teilstück Bellinzona—Monte Ceneri—Lugano—Damm von Melide—Chiasso ist wiederum eine im Jahr 1921 insbesondere im Hinblick auf diese zweite Kabellegung geschaffene Rohrleitung vorhanden. Der Grenzanschluss Schweiz—Italien liegt beim Zollhaus in Ponte Chiasso.

Die ganze Strecke Zürich—Mailand besteht aus den vier Verstärkerfeldern Zürich—Altdorf mit 67 km, Altdorf—Faido mit 62 km, Faido—Lugano mit 74 km und Lugano—Mailand mit etwa 80 km

des conditions de chaque cas particulier. Des travaux de protection furent élevés partout où ils ont été reconnus nécessaires. Mais toutes les précautions prises et tous les soins mis à l'exécution de l'œuvre, n'éloigneront cependant pas tous risques de dommages dans une contrée où les éboulements de grande envergure sont assez fréquents.

Sur le tronçon Altdorf—Göschenen, le plus difficile, les travaux de pose commencèrent au milieu de septembre 1927, soit tôt après la fermeture



Fig. 21. Ausgleichsbogen vor einer Bachkreuzung.

des routes de montagne à la circulation des camions-automobiles. Trois chantiers furent constitués. Le chantier supérieur fut plus particulièrement poussé afin de ne plus avoir à travailler sur les hauteurs quand viendrait la première neige. On s'attaqua tout d'abord aux rochers que l'on fit sauter à l'aide de marteaux à percussion pneumatique. Ce faisant, l'avancement du travail, au demeurant bien réglé, était assuré et on passa ensuite à la construction des chambres Pupin. On réussit ainsi à terminer à fin novembre 1927 la pose de toutes les longueurs de câbles entre Göschenen et Altdorf. Près de 15 jours plus tard, l'équipe des monteurs achevait les épissures.

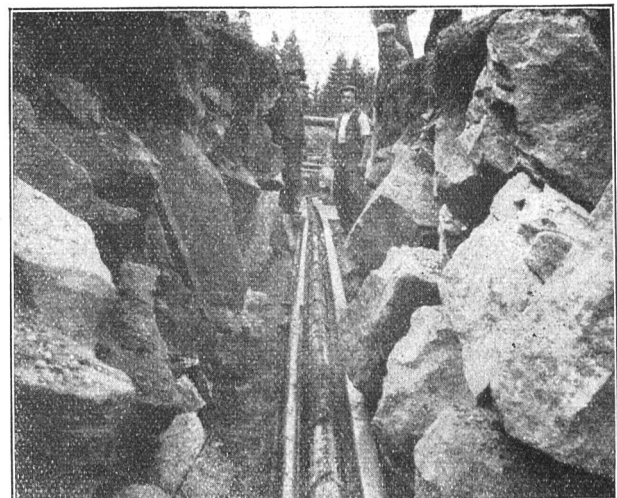


Fig. 23. Sicherung gegen Steinschlag. Bewehrung des Kabelkanals mit Eisenbahnschienen bei Gurtellen.

Länge. In Faido war ein besonderes Gebäude zur Aufnahme der Verstärker zu errichten.

Auf den Teilstrecken Sihlbrugg—Seewen, Altdorf—Göschenen und Airolo—Bellinzona ist das Kabel in der Hauptsache durch Zoreskanäle geschützt. An einzelnen kurzen Stellen, bei denen sich der Kanal, der schwierigen Bodenverhältnisse wegen, nicht gut anbringen liess, oder die Kabel, der schlechten Wegverhältnisse wegen, ausgetragen werden mussten, erhielten sie eine zweifache Eisenbandbewehrung und wurden direkt in die Erde verlegt.

Die schon im Frühjahr und Sommer 1927 durchgeführte Planung und Ausmessung stellte, besonders im Reusstal, eine lange und interessante Arbeit dar. An vielen Stellen waren Wildbäche, Lawinen, Steinerschlag und Holzreiszüge zu kreuzen. Die Verhältnisse mussten für jeden Fall durch Umfragen bei den Behörden und Anwohnern eingehend abgeklärt und es mussten die günstigsten Uebergangsstellen gesucht werden. Wo nötig, waren besondere Siche-

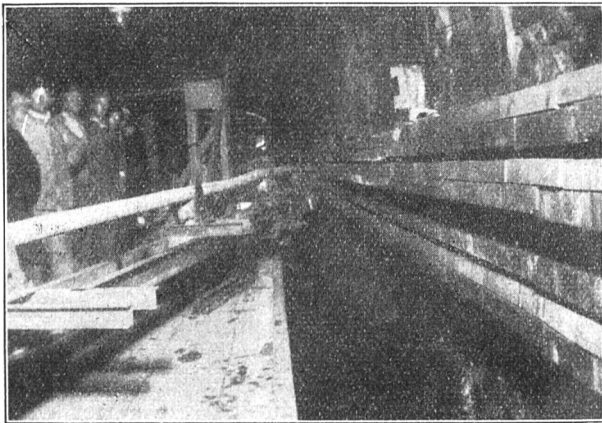


Fig. 24. Kabelverlegung im Gotthardtunnel.

rungrmassnahmen gegen Beschädigungen vorzusehen. Trotz aller Umsicht und Sorgfalt ist ein solches Werk in dieser Gegend, in der Felsstürze grössten Umfanges nicht selten, nie vor jedem Schaden sicher.

Die Verlegungsarbeit wurde Mitte September 1927 in drei Baulosen auf dem schwierigsten Teilstück Altdorf—Göschenen, kurz nach Schluss der Passstrassen für den Kraftwagenverkehr, begonnen. Die Arbeiten auf der obersten Strecke wurden in besonderer Weise gefördert, um noch vor den ersten Schneefällen die tieferen Lagen zu gewinnen. Vor allem wurden die Felspartien, die leicht den geregelten Arbeitsbetrieb und Fortschritt hätten hindern können, mit Drucklufthämmern und Sprengungen in Angriff genommen. Sodann waren die Pupinschächte zu erstellen. Es gelang, die Arbeit so zu fördern, dass auf Ende November 1927 alle Kabel von Göschenen bis Altdorf verlegt waren. Ungefähr 14 Tage später beendigte auch die Montagegruppe ihre Spleissungen.

Als Winterarbeit folgte die Verlegung im grossen Gotthardtunnel. Hier sind am östlichen Widerlager des Gewölbes eine Anzahl Kabelkanäle in Eisenbeton vorhanden, die eigens zum Zwecke der Kabelverlegung bei Anlass der Elektrifikation der Bahn

Les travaux de pose dans le grand tunnel du Gotthard constituèrent le programme d'hiver. Lors de l'électrification du chemin de fer, les câbles télégraphiques et téléphoniques avaient pris place dans des caniveaux en béton armé longeant le contrefort est de la voûte du tunnel. L'un de ces caniveaux fut libéré de son câble déplacé ailleurs, et reçut à sa place le nouveau câble téléphonique. Pas n'est besoin de dire que la circulation des trains ne devait être gênée en aucune façon par les travaux. L'exécution de ceux-ci dut être reportée à la nuit et de plus limitée entre 2 et 7 heures. Pour le tirage du câble, les chemins de fer fédéraux mirent à disposition un train de travail composé de: une locomotive, deux wagons à plate-forme, six wagons pour câbles, un wagon à rouleaux, un wagon de dévidage et un wagon d'éclairage.

Grâce à ce train de travail, il était possible de tirer chaque nuit 6 longueurs de câble. La manœuvre était organisée de telle façon que, cédant à la traction



Fig. 25. Verlegung in der Piottinoschlucht.

de la locomotive, le câble se déroulait, glissait sur plusieurs rouleaux judicieusement disposés sur les wagons, puis, par l'intermédiaire du bras mobile du wagon de dévidage, se trouvait déposé dans la conduite. Simultanément avec la pose du câble, les voies et la ligne de contact étaient soumises à révision et réparations. Aussi était-il absolument indispensable de veiller à ce que l'organisation du travail soit suivie dans ses plus petits détails et l'horaire rigoureusement observé. Les minutes étaient précieuses car les voies devaient être libérées au moment du passage du premier train du matin. La pose du câble dans le tunnel fut terminée vers la fin de février sans qu'on eût un seul accident à déplorer.

La distance relativement grande séparant les chantiers, et qui ne pouvait être facilement parcourue à pied, entrava sensiblement les travaux de montage et des épissures. Les véhicules moteurs mis souvent outre mesure à contribution, eurent des pannes à plusieurs reprises. Néanmoins, cette partie du travail put être menée à chef à la fin du mois de mars, après quoi on s'attaqua au tronçon Altdorf—Zurich. De notables difficultés ne s'y rencontrèrent pas. Il faut cependant citer les obstacles offerts aux transports par le terrain accidenté des hauteurs

geschaffen wurden. Durch Umlegung eines bestehenden Kabels konnte einer dieser Kanäle für das neue Kabel freigemacht werden. Naturgemäss war auf den Bahnverkehr alle erdenkliche Rücksicht zu nehmen, was die Ausführung aller Arbeiten in der Zeit von 2 Uhr bis 7 Uhr morgens bedingte. Die Schweiz. Bundesbahn stellte zur Verlegung einen Eisenbahnzug mit einer Lokomotive, 2 Plattformwagen, 6 Bockwagen, 1 Rollenwagen, 1 Auslegewagen und 1 Beleuchtungswagen zur Verfügung. Mit diesen Fahrzeugen war die Auslegung von sechs Längen pro Nacht möglich. Die Einrichtung war so getroffen, dass die Kabel, durch die Kraft der Lokomotive von der Trommel abgezogen, über verschiedene auf den Wagen zweckdienlich angebrachte Holzrollen und den seitlich ausschwenkbaren Arm des Auslegewagens in den Kanal hineinliefen. Da gleichzeitig auch Reparaturarbeiten an den Geleisen und an der Fahrleitung durchzuführen waren, lag das Schwergewicht bei dieser Arbeit in der richtigen

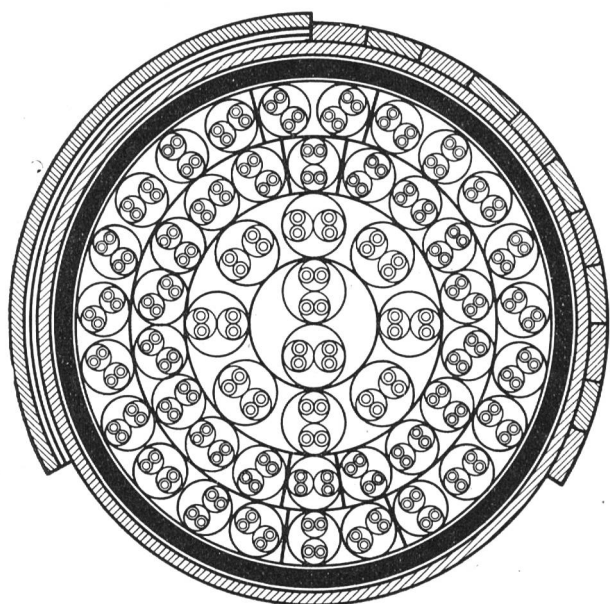


Fig. 27. Querschnitt des Kabels mit 51 Vierern.

und genau eingehaltenen Organisation und Zeiteinteilung, bei der oft mit Minuten gerechnet werden musste, um vor der Einfahrt des ersten Morgenzuges das Geleise wieder frei zu halten. Die Verlegung im Tunnel konnte bis Ende Februar ohne jeden Unfall beendigt werden. Die Montage war durch die grosse räumliche Trennung der einzelnen Arbeitsstellen in dem langen Tunnel, in dem mit Gehen nicht viel auszurichten war, stark behindert. Die Motorfahrzeuge wurden oft überanspruchert und versagten in vielen Fällen. Auf Ende März war aber auch dieser Teil der Arbeiten erledigt, so dass das Verstärkerfeld Zürich—Aldorf in Angriff genommen werden konnte. Die einzigen nennenswerten Schwierigkeiten boten hier die mangelhaften Transportverhältnisse auf den Höhen von Aegeri und die vielen, reichlichen Spätschneefälle.

Wesentlich interessanter waren wiederum die Verlegungsarbeiten im Tessin. Das obere Tessintal besteht aus drei Teilen, eigentlichen Talstufen, die durch



Fig. 26. Grabarbeiten in der Biaschina.

de Aegeri; il faut rappeler aussi qu'il neigea encore fort tard dans la saison.

Les travaux furent beaucoup plus intéressants dans le Tessin. La partie supérieure de la Léventine est constituée par trois plateaux superposés et entrecoupés par des gorges profondes et sauvages. La première de ces gorges, celle de Stalvedro, en aval d'Airolo, put être contournée; la conduite suit un tracé qui fait un grand détour au travers des pâturages de la montagne voisine. La gorge de Piottino est complètement entourée de hauts rochers qu'il ne pouvait être question de contourner. La fouille dut être creusée dans la route. Les mêmes conditions se retrouvèrent dans la gorge inférieure de la Biaschina, en aval de Lavorgo. Plusieurs travaux intéressants y furent exécutés dans le but de couper au court les grands lacets de la route.



Fig. 28. Querschnitt des Kabels mit 81 Vierern.

tiefe und wilde Schluchten voneinander getrennt sind. Die oberste dieser Schluchten, die Stalvedro unterhalb Airolo, wurde auf Weideland über eine anliegende Anhöhe in grossen Bogen umfahren. Bei der zweiten Talstufe, der Piottinoschlucht, war ein Ausweichen nach der Seite nicht möglich, weil sie von hohen Felsköpfen umschlossen ist. Der Graben musste hier in die Strasse eingesprengt werden. Auch der dritte Talsturz, die Biaschina unterhalb Lavorgo, war nicht zu umfahren und gab insbesondere beim Abschneiden der grossen Strassenkehren zu verschiedenen interessanten Arbeiten Veranlassung.

Eine Sorge anderer Art entstand durch die verschiedenen Abwässer, die insbesondere in den Dörfern und beim Durchgang vor Ställen in grosser Zahl zu kreuzen waren. Zur Vermeidung der oft bestimmt zu erwartenden chemischen Korrosion mussten die Kanäle entweder durch Entwässerungsleitungen oder durch eine möglichst gute Trennung vom Erdreich geschützt werden.

Zwischen Zürich und Mailand kommen zwei verschiedene Kabeltypen zur Anwendung. Das erste Verstärkerfeld Zürich-Altendorf und das letzte Feld Lugano—Mailand bestehen aus dem mit der italienischen Verwaltung vereinbarten Kabel mit 51 Vierern. Die beiden Mittelfelder Altendorf—Faido und Faido—Lugano enthalten ausser den Verbindungen für den Weitverkehr noch die für den Verkehr des Tessin mit der übrigen Schweiz nötigen Stromkreise. Dieses Kabel enthält 81 Vierer.

Die nachfolgende Tabelle gibt über die Zahl der möglichen Verbindungen in diesen Kabeln nähern Aufschluss.

Kabel	2 Drahtvierer 1,4 mm m	4 Drahtvierer 0,9 mm m	4 Drahtvierer 0,9 e. l.	Trennvierer 0,9 mm m
51 Vierer	10	$2 \times 5 = 10$	$2 \times 13 = 26$	5
81 Vierer	20	$13 \times 2 = 26$	$2 \times 13 = 26$	8 + 1 Musikvierer

Die Pupinisierung ist in der gleichen Weise durchgebildet wie beim Kabel Zürich—Schaffhausen. Da die italienischen Kabel nach dem gleichen System pupinisiert sind, wird das Uebergangsverstärkerfeld ohne weiteres gleichförmig.

Einige Mühe verursachte die Spleissung und Pupinisierung im Gotthardtunnel. An der Tunnelwand konnten keine Muffen angebracht werden, weil das Profil hierfür zu wenig Raum bot. Man war somit auf die in Abständen von etwa 100 m vorhandenen Mauernischen angewiesen, was zur Folge hatte, dass je zwei Längen pro Spulenfeld auf 300 m erhöht werden mussten. Diese Nischen waren ausserdem zur Unterbringung der Spulenkasten zu klein und vor der Montierung auf 2 m Tiefe auszusprengen. Die Spulenabstände konnten nicht gleichförmig gemacht werden und sind im allgemeinen im Tunnel kürzer als im Freien, so dass es einiger Geschicklichkeit von seiten der Fabrik und der Montageleitung bedurfte, um trotzdem elektrisch ganz gleichförmige Spulenfelder zu erhalten, die auch mit der übrigen Strecke übereinstimmen.

Une difficulté d'un autre ordre résidait dans les égouts que la fouille devait croiser. Les cas du genre se présentèrent en grand nombre à la traversée des villages comptant de nombreuses étables. Il fallut là parer aux risques certains d'une corrosion chimique en préservant la conduite par des écoulements ou tout au moins en l'isolant au mieux du terrain.

Entre Zurich et Milan la communication est réalisée par deux types différents de câbles. Sur le rayon d'amplification Zurich-Altendorf et sur le rayon terminus Lugano-Milan, il a été fait emploi, d'entente avec l'administration italienne, d'un câble à 51 quartes. Sur les rayons intermédiaires Altendorf-Faido et Faido-Lugano, le câble, de 81 quartes, comprend non seulement les circuits destinés à la correspondance internationale, mais aussi les circuits nécessaires au trafic des réseaux du Tessin avec les autres réseaux suisses.

Le tableau ci-dessous donne le détail de la constitution des deux câbles.

Câbles	quartes à 2 fils 1,4 mm. m	quartes à 4 fils 0,9 mm. m	quartes à 4 fils 0,9 mm. e. l.	quartes de séparation 0,9 mm. m
51 quartes	10	$2 \times 5 = 10$	$2 \times 13 = 26$	5
81 „	20	$13 \times 2 = 26$	$2 \times 13 = 26$	8 + 1 quarte pour transmission radio-phonique

La pupinisation est identique à celle du câble Zurich-Schaffhouse. Les câbles italiens n'utilisant pas un système de pupinisation différent, il y a entre les divers tronçons équilibre complet du rayon d'amplification.

Dans le tunnel du Gothard, les travaux d'épissure et de pupinisation ne purent pas être exécutés sans quelque peine. Le profil de la voûte n'offrait pas suffisamment d'espace pour y fixer les manchons. Ceux-ci durent être placés dans des niches latérales pratiquées dans la maçonnerie à 100 m les unes des autres. Cette circonstance eut pour conséquence de modifier les longueurs de fabrication. Dans chaque section Pupin, deux des longueurs de la section durent être portées à 300 m. D'autre part, les niches n'étaient pas assez spacieuses pour recevoir les bobines Pupin; il fallut les agrandir de 2 mètres en profondeur. Les chambres Pupin, elles-mêmes, ne purent pas être tenues à une équidistance rigoureuse. Et comme enfin les sections Pupin sont dans le tunnel généralement moins longues que d'usage, on peut se rendre facilement compte de quel savoir faire fabrique et direction des travaux ont dû faire preuve pour arriver, malgré ces facteurs défavorables, à obtenir un équilibrage électrique parfait entre les diverses sections de pupinisation.

Pour le préserver des influences du courant de traction, le câble du tunnel est garanti par deux enveloppes protectrices, dont l'une est constituée par des fils de cuivre plats. Aux points d'épissures et dans les caissons Pupin, ces enveloppes sont connectées bout à bout et aux issues du tunnel raccordées avec soin à une conduite d'eau.

Zum Schutze gegen die Einflüsse der Hochspannungsbahn erhielt das Tunnelkabel eine doppelte Bewehrung, deren eine Lage aus Kupferflachdrähten besteht. Diese Bewehrungen sind bei den Spleisspunkten und Spulenkasten durchverbunden und an beiden Tunnelenden an Wasserleitungsröhren gut geerdet. Die im Leiter des Kabels induzierte Spannung bleibt beim normalen Bahnbetrieb ganz wesentlich unter dem vom C C I zugelassenen Höchstwert, obsehon zwischen Kabel und Fahrdrabt (15 KV) nur ein Abstand von etwa 4,5 m besteht.

Die drei Verstärkerämter enthalten im ersten Ausbau:

Altdorf = 40 Zweidraht- und 25 Vierdrahtverstärker, Faido = 30 Zweidraht- und 30 Vierdrahtverstärker, Lugano = 12 Zweidraht- und 25 Vierdrahtverstärker.

Bei der Inbetriebsetzung wird das Kabel bis Altdorf mit ungefähr 80, Altdorf—Lugano mit ungefähr 120 und Lugano—Chiasso mit ungefähr 75 Verbindungen belastet, so dass eine gute Ausnutzung von Anfang an als gesichert erscheint.

Die ganze Anlage wurde von der Kabelfabrik Cortaillod zusammen mit der Western Electric Co. geliefert.

Möge sich diese erste direkte Nord—Süd-Transversale des europäischen Fernkabelnetzes auf viele Jahrzehnte hinaus als gutes Verständigungsmittel zwischen den Völkern diesseits und jenseits des trennenden Alpenwalles bestens bewähren.

Durant l'exploitation normale du chemin de fer, l'induction dans les âmes du câble reste très sensiblement en dessous de la valeur maximum admise par le C. C. I., et cela malgré la courte distance de 4,5 m environ qui sépare le câble du fil de contact.

Les trois stations amplificatrices sont équipées ainsi qu'il suit:

Altdorf = 40 amplificateurs pour circuits à 2 fils et 25 pour circuits à 4 fils, Faido = 30 amplificateurs pour circuits à 2 fils et 30 pour circuits à 4 fils, Lugano = 12 amplificateurs pour circuits à 2 fils et 25 pour circuits à 4 fils.

Lors de sa mise en exploitation, le câble comprendra jusqu'à Altdorf environ 80, d'Altdorf à Lugano environ 120 et de Lugano à Chiasso environ 75 circuits de raccordement. Son utilisation rationnelle sera ainsi assurée dès le début.

L'installation complète du câble Zurich-Lugano-Chiasso a été fournie et exécutée par la fabrique de câbles de Cortaillod en commun avec la Western Electric Co.

Il est à souhaiter que la première communication transversale Nord-Sud du réseau téléphonique européen contribue durant de longs lustres à la bonne entente des peuples que sépare le rempart des Alpes.



Fig. 29. Ansicht von Lugano.