

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

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 5 (1927)

Heft: 3

Artikel: Das Sternkabel Zürich-Eglisau = Le câble étoile Zurich-Eglisau

Autor: Trechsel, W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873825>

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: 15.04.2026

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

c) Ermittlung der Zusatzlasten, bei welchen die Leitung bis zur Elastizitätsgrenze bzw. rechnermässig bis zur Bruchfestigkeit beansprucht wird. ⁴⁶⁾

Der Einfluss der Kettenabspannung kann hier vernachlässigt werden, d. h. man kann praktisch so rechnen, als wären die Seile an den inneren Kettenenden abgespannt. ⁴⁷⁾

Für $E = 10\,000 \text{ kg/mm}^2$ folgt:

$$\delta_E = \sigma_E \sqrt{\left(\frac{\delta}{\bar{\sigma}}\right)^2 + \frac{\sigma_E - \bar{\sigma}}{E \left(\frac{a - 2l_k \cdot \cos \nu}{100}\right)^2}} =$$

⁴⁶⁾ Sobald es sich um die höheren Zusatzlasten handelt, welche für die Praxis von Bedeutung sind, die Bruchlast (Q_B für $\sigma_B =$ rund 40 kg/mm^2), Strecklast (Q_S für $\sigma_S =$ rund 30 kg/mm^2), Elastizitätsgrenzlast (Q_E für $\sigma_E =$ rund 24 kg/mm^2 , C_u vorausgesetzt), kann praktisch nur mehr eine grössenordnungsmässige Ermittlung in Frage kommen (vergl. «Techn. Mitt. T. T.» 1925, S. 90). Es wird deshalb hier keine Rücksicht darauf genommen, dass die Seilspannung vom Spannungsmittel gegen den oberen Aufhängepunkt zu ansteigt.

⁴⁷⁾ Vergl. «Techn. Mitt. T. T.» 1925, S. 90.

Das Sternkabel Zürich-Eglisau.

Von W. Trechsel, Bern.

Durch die für das Jahr 1927 geplante Elektrifikation der Bundesbahnstrecke Zürich-Bülach-Schaffhausen wurde der Abbruch und Ersatz der alten Telephonlinie Zürich - Bülach - Eglisau - Zurzach - Stein-Basel nötig. Die verschiedenen vorausgegangenen Kabellegungen zwischen Zürich und Basel hatten allerdings diesem grossen Drahtstrang seinen Charakter als eigentliche Ferntelephonlinie genommen; aber die vorhandenen Drahtschleifen waren für den Verkehr der längs der Bahnlinie liegenden kleinen Zentralen mit dem Verkehrszentrum Zürich in weitem Masse ausgenutzt, so dass eine Verkabelung bis Eglisau nicht zu umgehen war. Die Ueberlegung, dass dieses Kabel von Anfang an hauptsächlich dem Vortrassenverkehr von Zürich dienen soll, der sich in nicht allzuferner Zeit automatisch abwickeln wird, führte zum Verzicht auf die teure Verlegung eines duplexierbaren Kabels und bot willkommene Gelegenheit, einen Versuch mit einem Sternkabel von grösserer Länge zu machen, einer Kabelart, die schon in den neunziger Jahren in verschiedenen Ortsnetzen für kurze Strecken verwendet worden war und die unter gewissen Voraussetzungen wesentliche Vorteile gegenüber anderen Kabeln aufweist.

Die heute am meisten gebräuchlichen Telephonkabel sind je nach Art ihrer Verseilung:

zweierverseilt (paarverseilt) oder viererverseilt.

Bei den zweierverseilten Kabeln werden 2 Adern zu einem Paar verdreht und die einzelnen Paare in Lagen im Kabel angeordnet. Diese einfache Verseilart ergibt eine gute Querschnittsausnutzung, eine einfache Fabrikationsweise und eine einfache Spleissung. Sie eignet sich deshalb insbesondere für vielpaarige Kabel und ist für Teilnehmerkabel die am meisten gebräuchliche. Zur Bildung von Duplexleitungen ist

$$= 24 \sqrt{\left(\frac{19,9}{16}\right)^2 + \frac{24 - 16}{\frac{E}{2400} \cdot 1,476^2}} = 37,4 \text{ g/cm}^3$$

$$Q_E = q (\delta_E - \delta) = 50 (37,4 - 9) = 1420 \text{ g/m} = 1,42 \text{ kg/m}$$

auf gleiche Weise folgt:

$$E = 11\,000 \text{ kg/mm}^2, \delta_E = 36,7, Q_E = 1,39 \text{ kg/m}$$

$$E = 13\,000 \text{ kg/mm}^2, \delta_E = 35,8, Q_E = 1,34 \text{ kg/m}$$

Die Bruchlasten ergeben sich mit $\delta_B =$

$$= 40 \sqrt{\left(\frac{19,9}{16}\right)^2 + \frac{40 - 16}{\frac{E}{2400} \cdot 1,476^2}} \text{ wie folgt:}$$

$$E = 10\,000 \text{ kg/mm}^2, \delta_B = 81,9, Q_B = 3,65 \text{ kg/m}$$

$$E = 11\,000 \text{ kg/mm}^2, \delta_B = 79,6, Q_B = 3,53 \text{ kg/m}$$

$$E = 13\,000 \text{ kg/mm}^2, \delta_B = 75,7, Q_B = 3,34 \text{ kg/m.}$$

Le câble en étoile Zurich-Eglisau.

Par W. Trechsel, Berne.

L'électrification, prévue pour l'année 1927, de la ligne de chemin de fer Zurich-Bulach-Schaffhouse, a obligé l'administration à démolir et à remplacer l'ancienne ligne téléphonique Zurich-Bulach-Eglisau-Zurzach-Stein-Bâle. Les poses de câbles auxquelles il avait été procédé auparavant entre Zurich et Bâle ont, il est vrai, enlevé à cette grande artère de fils son caractère de ligne téléphonique interurbaine proprement dite; toutefois, les lacets existants étaient à tel point mis à contribution pour la correspondance entre les petites centrales échelonnées le long de la ligne de chemin de fer et le centre de Zurich, qu'il n'était pas possible d'éviter une mise en câble jusqu'à Eglisau. Considérant que ce câble serait, dès le début, affecté à la correspondance suburbaine de Zurich et que le temps n'était plus très éloigné où cette correspondance s'écoulerait au moyen du système automatique, on renonça à envisager la coûteuse pose d'un câble duplexable; on estima que l'occasion était toute trouvée pour tenter un essai avec un câble en étoile d'une assez grande longueur, type qui avait déjà été employé entre 1890 et 1900 dans divers réseaux locaux et sur de courtes sections, et qui, dans certaines circonstances, présente de réels avantages sur les câbles d'autres systèmes.

Suivant la manière dont ils sont toronnés, les câbles téléphoniques les plus employés aujourd'hui sont:

les câbles toronnés par deux conducteurs (paires) ou
les câbles toronnés par quatre conducteurs (quartes).

Dans les câbles toronnés par paires, 2 conducteurs sont réunis en une paire, et les différentes paires disposées en couches. Ce mode de toronnage, tout à fait simple, donne un faible encombrement et permet de simplifier les travaux de fabrication et d'épissure.

sie jedoch nicht geeignet, weil sich die im Kabel parallel nebeneinander liegenden Aderpaare gegenseitig stark beeinflussen. Diesem Uebelstand kann auch mit den bekannten Ausgleichsverfahren bei Paarkabeln nicht in genügendem Masse abgeholfen werden. Duplexverbindungen auf solchen Kabeln ergeben denn auch immer ein starkes Ueber- und Mitsprechen und sind auf lange Entfernungen im allgemeinen nicht verwendbar.

Die viererverseilten Kabel sind entweder sternverseilt oder nach dem von Dieselhorst-Martin angegebenen Verfahren verseilt.

Die Sternverseilung ist dadurch gekennzeichnet, dass vier Adern zusammen parallel verdreht werden.

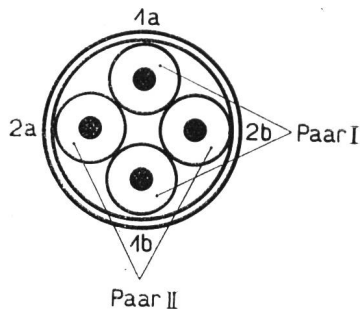


Fig. 1.

Bei dieser Verseilart liegen die *a*- und *b*-Drähte der Paare einander diagonal (im Stern) gegenüber. Verglichen mit der bisher meist verwendeten Dieselhorst-Martinverseilung, hat diese Konstruktionsart gewisse wirtschaftliche Vorteile, die speziell da zur Geltung kommen, wo eine Duplexierung aus betriebstechnischen Gründen nicht möglich ist.

Die Viererverseilung nach Dieselhorst-Martin ist eine Kombination der Paar- und der Sternverseilung. Die zwei Adern eines Paares werden zusammen verdreht, und zwei so verdrehte Paare werden wieder miteinander zum Vierer verseilt. Es entsteht dadurch ein recht unregelmäßiges Aderseil, dessen Durchmesser an verschiedenen Stellen sehr stark schwankt. Die Schwankungen im Durchmesser betragen im Paar vom einfachen bis zum doppelten Aderdurchmesser, im Sternvierer vom 2fachen bis zum 2,4fachen und im Dieselhorstvierer theoretisch vom einfachen bis zum 4fachen Aderdurchmesser.

Dem einwandfreien Vergleich aller drei Verseilarten stehen einige Schwierigkeiten entgegen. Die Kabel sind, entsprechend ihrer Bestimmung, nach verschiedenen Pflichtenheften und oft mit verschiedenen Kapazitätswerten gebaut. Die Papierisolierung der verschiedenen Fabriken weist weitgehende prinzipielle Unterschiede auf, so dass die Adern schon aus diesem Grunde, ganz unabhängig von der Form der Verseilung, im Kabel verschieden grosse Räume beanspruchen. Zudem kann am ausgeführten Kabel konstatiert werden, dass sich die vorstehend erwähnten starken, von der Verseilform herrührenden theoretischen Unterschiede in der Raumbeanspruchung wesentlich ausgleichen. Die Aderpaare und Vierer ordnen sich unter dem Einfluss der Pressung ineinander und füllen die theoretisch vorhandenen Lücken meist fast vollständig aus. Ein weiterer Ausgleich vollzieht sich in vielen Fällen durch die Anordnung

Il convient donc tout particulièrement pour les câbles à grand nombre de paires, et c'est aussi lui qui est le plus employé dans la confection des câbles d'abonnés. Il ne se prête toutefois pas à la constitution de communications duplex, du fait que les lacets qui se côtoient dans le câble exercent les uns sur les autres une forte influence réciproque. Or, il n'est pas possible, dans les câbles à simples paires, de remédier suffisamment à cet inconvénient au moyen des procédés d'équilibre connus. Les communications duplex constituées sur les câbles de ce genre présentent constamment des phénomènes de forte induction mutuelle entre les circuits de base et entre ces derniers et les circuits combinés, et ne sont, en général, pas utilisables sur de longues distances.

Les câbles toronnés par groupes de 4 fils sont formés ou bien de quartes en étoile ou bien de quartes au système Dieselhorst-Martin.

La quarte en étoile se distingue en ce que les conducteurs sont toronnés parallèlement quatre par quatre. Dans ce genre de câblage, les fils *a* et *b* des paires se trouvent sur une même diagonale (en étoile). Comparée avec le mode de câblage Dieselhorst-Martin, le plus pratiqué jusqu'ici, cette disposition offre certains avantages économiques, qui se manifestent là où, pour des motifs de service, on ne peut réaliser le duplexage.

La quarte Dieselhorst-Martin est une combinaison du câblage par paires et du câblage en étoile. Les deux conducteurs d'une paire sont toronnés ensemble et deux paires ainsi obtenues sont, à leur tour, réunies en une nouvelle torsade pour former la quarte. Il en résulte un toron de conducteurs très irrégulier, dont le diamètre varie fortement en certains endroits. Ces variations de diamètre portent, dans le câblage en paires, sur une à deux fois l'épaisseur du conducteur, dans les quartes en étoile sur 2 à 2,4 fois et dans les quartes Dieselhorst-Martin théoriquement sur une à 4 fois cette épaisseur.

Il est assez difficile d'établir une comparaison absolue entre ces trois genres de câblage. Suivant leur destination, les câbles sont fabriqués sur la base de cahiers des charges différents et avec des capacités de valeurs différentes. L'isolant de papier présente, d'une fabrique à l'autre, de très grandes différences fondamentales, de sorte que, pour cette raison déjà et indépendamment de la forme du toron, les conducteurs occupent dans le câble des espaces de grandeurs différentes. De plus, on constate que les différences théoriques considérables dans l'encombrement, lesquelles proviennent de la forme du toron, sont sensiblement égalisées dans le câble. Les lacets et les quartes, sous l'action de la pression, se serrent étroitement les uns contre les autres, comblant presque complètement, dans la plupart des cas, les vides qui existent théoriquement. Une nouvelle égalisation se produit fréquemment suivant la disposition des couches. La loi du câblage nous apprend que, dans un câble normalement toronné, le nombre des fils d'une couche est toujours égal au nombre de ceux de la précédente augmenté de 6. Suivant que le groupe central comporte 1, 2, 3 ou 4 torons de fils, on obtient, pour un même nombre de couches, c'est-à-dire pour des diamètres de câbles à peu près égaux, des nombres de brins quelque peu différents.

der Lagenverseilung. Nach der Theorie der Seile muss, wie wohl allgemein bekannt ist, bei einem normal verseilten Kabel jede nachfolgende Lage 6 Fache mehr aufweisen als die vorhergehende. Je nachdem im Kern mit 1, 2, 3, oder 4 Fachen begonnen wird, ergeben sich bei gleicher Lagenzahl, somit bei fast gleichem Durchmesser des Aderbündels, etwas veränderte Aderzahlen. Man erhält z. B.

bei einem Fach (Paar od. Vierer) im Kern:	1, 7, 13, 19, 25 = 65
„ zwei „	„ „ 2, 8, 14, 20, 26 = 70
„ drei „	„ „ 3, 9, 15, 21, 27 = 75
„ vier „	„ „ 4, 10, 16, 22, 28 = 80

In vielen Fällen kann diese Verseilregel ohne Schaden etwas durchbrochen werden, wie z. B. ein Blick auf die Verseiltabelle der Teilnehmerkabel zeigt. Bei gegebener Stromkreiszahl wird sich für jede Konstruktion ein wirtschaftlichster Querschnittsaufbau ermitteln lassen. Untersuchungen an ausgeführten Kabeln haben ergeben, dass sich die 3 Verseilarten hinsichtlich Raumbeanspruchung bei Vergleich unserer schweizerischen Kabel praktisch ungefähr wie folgt verhalten:

Dieselhorst-Martin-Verseilung angenommen zu	1,0
Sternverseilung	1,1
Paarverseilung	1,25

Die Dieselhorst-Martin-Verseilung verdankt ihre wirtschaftlich günstigste Raumbeanspruchung per Stromkreis dem Umstande, dass jeder Vierer drei Stromkreise enthält. Diese Konstruktion benötigt fast immer eine Lage weniger als die beiden andern. Der Nachteil der vorerwähnten ungünstigen Form ihrer Vierer wird dadurch mehr als ausgeglichen.

Die Sternverseilung steht infolge ihrer günstigen, glatten Viererfache an zweiter Stelle und vor der Paarverseilung, die die ungünstigste Raumbeanspruchung aufweist. Wird die Phantomleitung nicht verwendet, so ist das Sternkabel die wirtschaftlichste Form.

Zu der guten Ausnutzung des Raumes im Kabel gesellen sich noch weitere Vorteile:

1. durch den Wegfall der teuren Arbeit des Kapazitätsausgleiches zur Vermeidung des Ueberhörens von den Phantomleitungen auf die Stammleitungen im gleichen Vierer und auf die übrigen Verbindungen im Kabel,
2. durch den Wegfall der Duplexschaltungen, gegenüber denen die Stammleitungen als störungssicherer und einfacher bezeichnet werden müssen,
3. durch den Wegfall der teuren Pupinspulen der Phantomleitungen, deren elektrischer Widerstand in die Metalleiter verlegt werden kann, so dass eine Verkleinerung des Leiterdurchmessers möglich wird.

Beim Kabel Zürich-Bülach ist es gelungen, die Phantomleitungen eines Dieselhorstkabels gleicher Stromkreiszahl bei ungefähr gleichem Preise vollzählig durch Metalleitungen zu ersetzen.

Die Bildung von Phantomleitungen ist theoretisch allerdings auch bei Sternkabeln möglich. Die parallele Lage der vier Adern eines Sternvierers hat aber eine sehr starke Erhöhung der Kapazität der Viererlei-

On obtient, par exemple:

lorsque le groupe central (paire ou quarte) est à simple toron:	1, 7, 13, 19, 25 = 65
à double toron:	2, 8, 14, 20, 26 = 70
à triple toron:	3, 9, 15, 21, 27 = 75
à quadruple toron:	4, 10, 16, 22, 28 = 80

On peut, dans beaucoup de cas, déroger sans inconvénient à cette règle de câblage ainsi que le montre le tableau de câblage des câbles d'abonnés. Si le nombre des circuits est donné, on trouvera, pour chaque type, la section la plus économique. Des essais faits sur des câbles terminés ont établi que, en pratique et sous le rapport de l'utilisation de l'espace disponible (encombrement), les 3 genres de câblage accusent approximativement les proportions suivantes, lorsqu'on compare entre eux les différents types de câbles fabriqués en Suisse:

Câblage Dieselhorst-Martin admis à	1,0
„ en étoile	= 1,1
„ en paires	= 1,25

Le faible encombrement par circuit, réalisé dans le câblage Dieselhorst-Martin provient de ce que chaque quarte comprend trois circuits. Cette construction demande presque toujours une couche de moins que les autres procédés, ce qui compense et au-delà l'inconvénient que présente la forme défavorable de ses quartes.

Le câblage en étoile, grâce à ses quartes unies et favorablement disposées, occupe le deuxième rang, venant se placer avant le câblage par paires, d'un encombrement désavantageux. — Si l'on n'utilise pas le circuit fantôme, le câble en étoile présente la forme la plus économique.

Aux avantages de l'utilisation rationnelle de l'espace intérieur du câble viennent s'ajouter les avantages suivants:

1. Suppression du travail dispendieux qu'exige l'équilibrage de la capacité pour éviter les phénomènes d'induction entre les circuits fantômes et les circuits de base de la même quarte ainsi que les autres circuits du câble;
2. Suppression des circuits combinés, en comparaison desquels les circuits de base doivent être considérés comme étant plus simples et moins sujets à dérangements;
3. Suppression des coûteuses bobines Pupin des circuits fantômes, bobines dont la résistance électrique est reportée dans les circuits réels, ce qui permet d'en réduire le diamètre.

Dans le cas du câble Zürich-Bulach, on est parvenu à remplacer complètement, par des circuits métalliques et sans grande différence de prix, les circuits fantômes d'un câble Dieselhorst à nombre égal de circuits.

Il est vrai que théoriquement on peut aussi, dans les câbles en étoile, constituer des circuits fantômes. Toutefois, le fait que les quatre conducteurs d'une quarte en étoile sont parallèles augmente très fortement la capacité des circuits combinés et détermine, de ce fait, une déformation inadmissible de la voix.

Le câble Zürich-Bulach, qui, ainsi qu'on l'avait tout d'abord prévu, devait être du type Dieselhorst-

tungen zur Folge, was letzten Endes einer unzulässigen Gesprächsverzerrung ruft.

Das Kabel Zürich-Bülach, das erstmals als Dieselhorst-Martin-Kabel mit 40 Aderpaaren plus 20 Viererleitungen bis Glattbrugg und mit 30 Aderpaaren plus 15 Viererleitungen im weiteren Verlaufe vorgesehen war, konnte als Sternkabel mit 33 und 22 Sternvierern gleich 66 und 44 Metalleiterpaaren ausgerüstet werden. Bei der künftigen Automatisierung der daran angeschlossenen Vorortszentralen wird es deshalb wesentliche Vorteile in sich schliessen.

Das Kabel wurde im Sommer 1926 durch die Firma Felten & Guillaume, Carlswerk, Köln-Mülheim geliefert, gespleisst und pupinisiert.

Der Aufbau der Lagen ist aus den nebenstehenden Querschnittszeichnungen ersichtlich. Das im Zentrum angeordnete, durch einen speziellen Bleimantel geschützte Aderpaar mit 0,8 mm Aderdurchmesser ist nicht pupinisiert und soll bei Isolationsdefekten als Messader zur Erleichterung der Fehlereingrenzung dienen. Für den Betrieb ist dieses Paar nur beschränkt verwendbar, z. B. für Telegraphenverbindungen und allenfalls für ganz kurze Zwischenverbindungen.

Der Bleimantel dieser Pilotader ist mit Papier so weit aufgepolstert, dass in der ersten Lage des Kabels, das 33 Sternvierer zählt, 7 Sternvierer von 0,95 mm Aderdurchmesser Raum finden. Diese Leitungen sind in Seebach nach Glattbrugg abgespleisst, bilden somit die Vorortsleitungen dieser Zentrale und der damit noch oberirdisch verbundenen Zentrale Kloten. Die spez. Dämpfung und die Charakteristik dieser Stromkreise stimmen mit denjenigen der 1,0-mm-Basisleitungen der Normalkabel ungefähr überein.

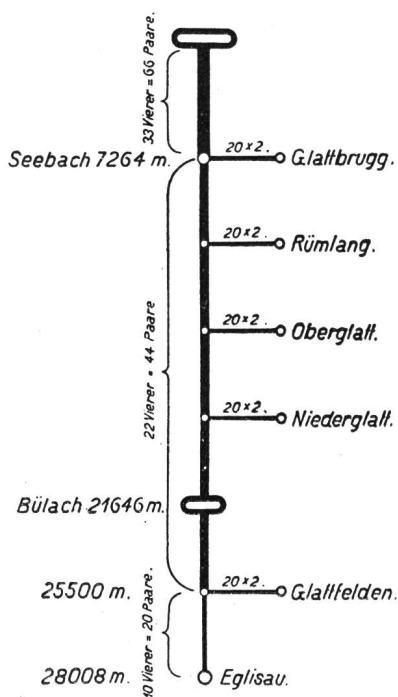


Fig. 3.

Die zweite und dritte Lage enthalten 26 Sternvierer mit dem Aderdurchmesser 1,4 mm, deren elektrische Eigenschaften mit denjenigen der 1,5-mm-Adern der

Martin à 40 paires de conducteurs plus 20 quartses jusqu'à Glattbrugg et à 30 paires de conducteurs plus 15 quartses sur le reste de son parcours, est constitué par un câble en étoile comportant 33 et 22 quartses, soit 66 et 44 paires de conducteurs métalliques. Il offrira donc de sensibles avantages lorsqu'on automatisera les centrales suburbaines que ce câble dessert.

Le câble Zurich-Bulach a été fourni, épissé et pupinisé dans le courant de l'été 1926, par la maison Felten et Guillaume, Carlswerk, Cologne-Mülheim.

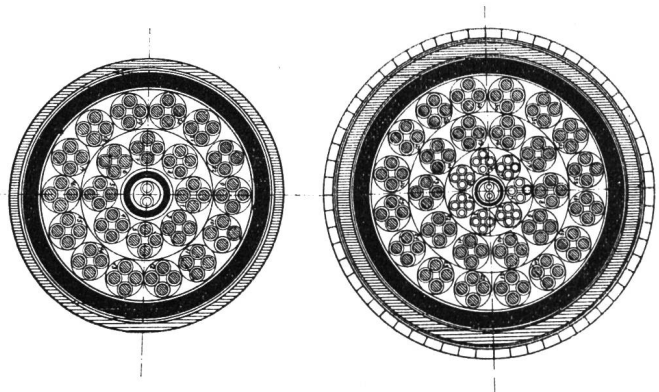


Fig. 2.

La disposition des couches ressort des dessins de coupe de la figure 2. La paire de conducteurs de 0,8 mm de diamètre qui occupe le centre et qui est protégée par une gaine de plomb spéciale n'est pas pupinisée; en cas de défaut d'isolement, elle servira de circuit d'essai pour faciliter la localisation du défaut. Son emploi dans l'exploitation est limité; on s'en servira, par exemple, pour la réalisation de communications télégraphiques et, le cas échéant, pour des communications intermédiaires très courtes.

La gaine de plomb du lacet pilote est recouverte d'une épaisseur de papier telle que, dans la première couche du câble à 33 quartses en étoile, il y a place pour 7 quartses comportant des conducteurs de 0,95 mm de diamètre. Ces conducteurs, à Seebach, prennent la direction de Glattbrugg et forment les communications suburbaines de cette centrale et de la centrale de Kloten, avec laquelle elle est encore reliée par des fils aériens. L'amortissement spécifique et la caractéristique de ces circuits correspondent à peu près à ceux des circuits de base de 1,0 mm des câbles du type normal.

La deuxième et la troisième couches contiennent 26 quartses en étoile formées de conducteurs de 1,4 mm de diamètre, dont les propriétés électriques répondent à celles des conducteurs de 1,5 mm des circuits de base des câbles interurbains du type normal. Ces couches sont prolongées, jusque dans le voisinage de Glattfelden, à l'aide d'un câble de 22 quartses en étoile comportant des conducteurs de même diamètre.

Les embranchements vers les petites centrales échelonnées le long de la ligne sont constitués par des câbles à 10 quartses en étoile avec des conducteurs de 0,95 mm de diamètre, mais sans lacet-pilote.

L'isolation des conducteurs diffère fortement de l'isolation que l'on rencontre usuellement dans les

Basisstromkreise der Normalfern-kabel in Uebereinstimmung sind. Sie werden durch ein Kabel mit 22 Sternvierern gleichen Aderdurchmessers bis in die Nähe von Glattfelden verlängert.

Die Abzweigungen zu den kleinen Zentralen längs der Linie bestehen aus Kabeln zu 10 Sternvierern mit 0,95 mm Aderdurchmesser, ohne Pilotadern.

Die Isolierung der einzelnen Adern weicht stark von der beim Westernkabel üblichen Art ab. Jede Ader trägt eine dünne Papiertrense, über die das Papier in einer einzigen Lage ziemlich straff gewickelt ist. Die Adern haben ein sehr glattes und rundes Aussehen und ordnen sich leicht zum regelmässigen Gebilde des Sternvierers. Das Isolierpapier der Paare ist mit rotweiss und blaugrün bezeichnet. Die Vierer tragen abwechselnd einen roten und einen weissen Faden. In jeder Lage ist ein Vierer als Zählvierer bezeichnet.

Die Durchmesser dieser Sternkabel, über Blei gemessen, betragen:

beim Kabel mit 10 Sternvierern	=	20 Paaren, zirka 20 mm
" " " 22 "	=	44 " " 34 "
" " " 33 "	=	66 " " 43 "

somit zirka 3 bis 4 mm weniger als bei den Normalfern-kabeln von ungefähr gleich grosser Stromkreiszahl.

Mit Recht kann die Frage aufgeworfen werden, warum die Fernkabel bei dieser Sachlage noch als Dieselhorst-Martin-Kabel gebaut werden, und warum sich nicht allgemein der Uebergang zum Sternkabel vollzieht.

Die Gründe, die bisher auch bei ungefähr gleichem oder nur wenig niedrigerem Preis dem Dieselhorst-Kabel den Vorzug gesichert haben, liegen zur Hauptsache in der speziell für lange Leitungen sehr guten Eignung der Phantomleitungen dieser Bauart. Es ist wohl allgemein bekannt, dass die im schweizerischen Netz durchgeführte Anordnung die Phantomleitung zu der hinsichtlich Dämpfung und Sprachübertragung wertvollsten Leitung herausgebildet hat. So beträgt z. B. ihre Dämpfung für 1,0-mm-Leiter in den bisherigen Normalfern-kabeln nur 0,0125, für die 1,5-mm-Leiter nur 0,0075, auf den Basisleitungen jedoch 0,015 und 0,009 (bezogen auf 800 Perioden). Diese Leitungen haben daher eine wesentlich grössere Reichweite als die Basisleitungen. Werden die Phantomleitungen, wie dies künftig auch im schweizerischen Netz beabsichtigt ist, auf gleiche spez. Dämpfung mit den Basisleitungen pupinisiert, so erhalten sie eine hohe Grenzfrequenz, womit sie als Leitungen zur Bildung von Vierdrahtschaltungen auf Distanzen über 500 km speziell gut geeignet sind. Diese günstigen Verhältnisse müssten mit der Aufgabe des Dieselhorstkabels preisgegeben werden.

Zudem schreckt man in den meisten Staaten davor zurück, beide Kabel nebeneinander zu benutzen, weil sich an den Uebergangspunkten gewisse Schwierigkeiten dadurch ergeben, dass die elektrischen Eigenschaften, speziell die Charakteristik (Wellenwiderstand) der Sternbasisleitungen, mit denjenigen der Dieselhorst-Phantomleitungen nicht übereinstimmen. Es besteht aber die Möglichkeit, eine Anzahl Paare eines Sternkabels elektrisch so auszurüsten, dass deren Eigenfrequenz (Grenzfrequenz) speziell erhöht

câbles de la Western. Chaque conducteur est entouré, en spirales, d'un fin fil de papier, puis d'une simple enveloppe de papier bien tendu. Les conducteurs ainsi formés sont ronds et très unis, se rangent facilement les uns à côté des autres et donnent à la quarte en étoile une forme régulière. Le papier isolant des paires est rouge-blanc et bleu-vert. Les quartes sont pourvues alternativement d'un fil rouge et d'un fil blanc. Dans chaque couche, une quarte est désignée comme quarte-pilote.

Les diamètres de ces câbles, mesurés par-dessus le plomb, comportent:

pour le câble à 10 quartes en étoile	=	20 paires, environ 20 mm
" " " " 22 "	=	44 " " 34 "
" " " " 33 "	=	66 " " 43 "

Ils sont donc d'environ 3 à 4 mm inférieurs à ceux des câbles interurbains normaux à nombre approximativement égal de circuits.

On peut, et à juste titre, se demander pourquoi, dans ces conditions, les câbles interurbains sont encore constitués par des câbles Dieselhorst-Martin et pourquoi on ne généralise pas l'emploi des câbles en étoile.

Si, à prix à peu près égal ou peu inférieur, on a, jusqu'ici, donné la préférence au câble Dieselhorst, c'est principalement pour la raison que, sur les longues lignes, la constitution de circuits fantômes est très importante. C'est un fait bien connu que la disposition réalisée dans le réseau suisse a fait du circuit fantôme la communication la plus précieuse sous le rapport de l'amortissement et celui de la transmission de la parole. Dans les câbles interurbains normaux actuels, par exemple, leur amortissement n'est que de 0,0125 pour les conducteurs de 1,0 mm et de 0,0075 seulement pour les conducteurs de 1,5 mm, alors que, sur les circuits de base, il est de 0,015 et de 0,009 (chiffres rapportés à 800 périodes). Ces circuits ont donc une portée sensiblement plus grande que les circuits de base. Si les circuits fantômes sont pupinisés de façon à obtenir le même amortissement spécifique que sur les circuits de base, ce qu'il est prévu de faire dans le réseau suisse, ils reçoivent une haute fréquence critique, ce qui les rend tout particulièrement aptes à être employés pour constituer des groupements de quatre fils sur les distances dépassant 500 km. Si l'on abandonnait le câble Dieselhorst, on sacrifierait du même coup ces conditions favorables.

En outre, la plupart des pays évitent d'utiliser les deux systèmes parce qu'aux points de transition des câbles, certaines difficultés surgissent du fait que les propriétés électriques et tout particulièrement l'impédance caractéristique des circuits de base des étoiles diffèrent de celles des circuits fantômes Dieselhorst. Il est toutefois possible d'obtenir dans un certain nombre de paires d'un câble en étoile des valeurs électriques telles que la fréquence propre (fréquence critique) de ces paires soit augmentée. Ce type de câble n'a, à ce point de vue, pas encore atteint son développement final.

De même que pour le câble interurbain du type normal, il faut aussi pour le câble en étoile équilibrer, lors de la pose, les valeurs capacitatives des différents

wird. Die Entwicklung des Kabeltyps in dieser Richtung kann heute noch nicht als abgeschlossen angesehen werden.

Aehnlich wie bei den normalen Fernkabeln, muss auch bei der Montage von Sternkabeln ein Ausgleich der Kapazitätswerte der verschiedenen Adern durchgeführt werden, sofern sie eine gewisse Länge erreichen, und den strengen Vorschriften des Fernkabel-Pflichtenheftes unterworfen sind, das in der Regel bei der Prüfung mit einem Wechselstrom von 800 Perioden Mit- und Uebersprechwerte von mindestens $b = 8,3$ vorschreibt. Die sehr regelmässige Form der Sternvierer sowie die harte, glatt an der Ader anliegende Papierisolierung verhindern allerdings allzugrosse Kapazitätsunterschiede, wie sie beim Dieselhorst-Kabel leider, auch bei guter Fabrikation, nicht immer vermieden werden können. Die Arbeit der Abgleichung ist dadurch etwas erleichtert. Sie fällt auch für die in dieser Beziehung sehr empfindlichen Phantomleitungen ganz weg. Im Phantomkabel ist bekanntlich das Mitsprechen zwischen Stamm und Vierer und das Uebersprechen zwischen zwei Viererleitungen am schwierigsten zu korrigieren. Beim Sternkabel kommt ernstlich nur die gegenseitige Beeinflussung der beiden Stammleitungen eines Vierers in Frage.

Die Firma Felten und Guilleaume hat für die Ausgleichung ein spezielles Verfahren ausgearbeitet und patentieren lassen. Nach diesem Verfahren werden, je nach dem Ergebnis der Kapazitätsmessungen, Vergrösserungen der Kapazität einzelner Leiter dadurch vorgenommen, dass entweder ein Metallband (Kupfer, Staniol etc.) auf das Papier der Adern aufgewickelt wird oder dass die Adern durch Umschnürung zusammengepresst werden. Verkleinerungen der Kapazität sind möglich durch Zwischenschieben von Isolierhülsen verschiedener Länge, womit die Distanz der Adern vergrössert wird. Die Fabrik ist in der Lage, diesen Ausgleich teilweise schon vor dem Aufpressen des Bleies im Werk auszuführen. Bei der Montage sind alsdann nur mehr relativ kleine Kapazitätsungleichheiten auszugleichen, was in der Muffe zwischen zwei Spleisslängen des Kabels geschehen kann.

Beim Kabel Zürich-Bülach wurde der letzte Ausgleich in jeder zweiten Muffe vorgenommen. Die Ausgleichsmuffen sind Spezialmuffen von grosser Länge, die an Stelle der Normalmuffen treten. Die verwendete Kupfer- resp. Papierhülsen, mit denen einzelne Adern je nach Bedarf umpresst wurden, haben eine Länge von 5 bis 30 cm.

Die mit diesem Verfahren erzielten Nebensprechwerte betragen im Minimum $b = 9,3$ im Vierer und $b = 10$ zwischen benachbarten Vierern, sind somit befriedigend.

Das Kabel Zürich-Bülach wurde am 1. August 1926 dem Betrieb übergeben und hat seither den gestellten Anforderungen voll entsprochen. Der damit gemachte Versuch kann somit als gelungen bezeichnet werden.

filis pour autant qu'ils comportent une certaine longueur et qu'ils soient soumis aux rigoureuses dispositions du cahier des charges relatif à la fourniture de câbles interurbains; celui-ci impose, en général, des valeurs de diaphonie d'au moins $b = 8,3$, les essais étant effectués avec un courant alternatif de 800 périodes. La forme très régulière des quarts en étoile ainsi que l'isolant de papier rigide et uniformément appliqué sur les conducteurs empêchent, il est vrai, qu'il ne se produise de trop grandes différences de capacité, ce qui n'est malheureusement pas toujours possible d'éviter même dans les câbles Dieselhorst les mieux conditionnés. L'opération d'équilibrage en est quelque peu allégée. Elle n'est du reste pas nécessaire pour les circuits fantômes, très sensibles à cet égard. C'est un fait connu que, dans les câbles à circuits fantômes, c'est la diaphonie entre le circuit de base et le circuit fantôme et la diaphonie entre deux circuits fantômes qui sont les plus difficiles à éliminer. Dans le câble en étoile, seule l'influence réciproque des deux circuits de base entre sérieusement en question.

Pour l'équilibrage, la maison Felten et Guilleaume a imaginé un procédé spécial qu'elle a fait breveter. Ce procédé consiste en ce que, suivant le résultat des mesures de capacité obtenu, on augmente la capacité de certains conducteurs soit en enroulant un ruban métallique (cuivre, feuille d'étain, etc.) sur le papier de ces conducteurs, soit en serrant fortement les uns contre les autres, avec de la ficelle, les différents conducteurs. On peut diminuer la capacité en interposant des douilles isolantes de diverses longueurs et en augmentant de ce fait la distance entre les conducteurs. La fabrique précitée est en mesure de réaliser partiellement cet équilibrage à l'usine, déjà avant la compression du plomb sur le câble. Lors de la pose, il ne reste ainsi plus à éliminer que des différences de capacité relativement petites, ce qui peut se faire dans le manchon, entre deux longueurs de câble.

Dans le cas du câble Zürich-Bülach, ce dernier équilibrage a été opéré dans chaque deuxième manchon. Les manchons d'équilibrage sont des manchons spéciaux d'une certaine longueur, lesquels remplacent les manchons du type normal.

Les douilles en cuivre ou en papier qui ont été employées et au moyen desquelles on a, au besoin, enveloppé certains conducteurs, ont une longueur de 5 à 30 cm.

Les valeurs de diaphonie obtenues avec ce procédé comportent au minimum $b = 9,3$ dans les quarts et $b = 10$ entre les quarts voisines; ce résultat est donc satisfaisant.

Le câble Zürich-Bülach a été mis en service le 1^{er} août 1926, et a, depuis lors, satisfait en tout point aux exigences de l'exploitation. L'essai qu'il a permis de faire peut être qualifié de réussi.