

Die Übertragung des Rheins mit einem koaxialen Kabel = La traversée aérienne du Rhin par un câble coaxial

Autor(en): **Strub, Otto**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **32 (1954)**

Heft 7

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874483>

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.

Die Überquerung des Rheins mit einem koaxialen Kabel

Von *Otto Strub*, Bern

621.315.24.029.5

La traversée aérienne du Rhin par un câble coaxial

Par *Otto Strub*, Berne

Im Anschluss an die Auslegung des koaxialen Kabels zwischen Frankreich und der Schweiz stand eine Vermehrung der Leitungszahl mit Österreich im Vordergrund der Interessen. Bereits hatte die österreichische PTT-Verwaltung mit dem Bau eines 4-tubigen Kabels zwischen Salzburg und Innsbruck begonnen, das in Form eines 2-tubigen Kabels bis Feldkirch verlängert werden sollte. Es lag deshalb nahe, auch für den Anschluss mit St. Gallen ein koaxiales Kabel zu verwenden. Die diesbezüglichen Verhandlungen mit der österreichischen PTT-Verwaltung führten rasch zu einer Einigung. Auch die gemeinschaftlich zu lösenden Baufragen wurden stets in freundschaftlichem Geiste behandelt und erledigt.

Ausser der schwierigen Bestimmung des Kabeltrasses quer durch das hügelreiche Appenzellerland galt es, eine sichere und doch nicht zu kostspielige Überquerung des Rheins zu bewerkstelligen. Eine Unterfahrung des Rheins fiel der Kosten wegen von vornherein ausser Betracht, so dass nur zwei Bauverfahren in Frage kommen konnten: die Benutzung einer der bestehenden Brücken oder das Aufhängen des Kabels an einer eigens hierfür zu errichtenden Tragwerkkonstruktion. Leider ist die im vorgesehenen Kabeltrasse liegende einzige Brücke bei Oberriet aus Holz gebaut und schied der Feuergefährlichkeit wegen und der Gefahren, denen sie bei Hochwasser ausgesetzt ist, von vornherein aus. Die Benutzung einer massiveren, talabwärts gelegenen Brücke hätte die Kabellänge bedeutend erhöht und damit die Anlage wesentlich verteuert. So entschied man sich für den Bau einer Aufhängekonstruktion abseits der Brücke von Oberriet.

Bei der Festlegung der Überquerungspunkte und der Aufnahme des Querschnittsprofils (Fig. 1) war auf die in Ausführung begriffene Rheinkorrektur (Verbreiterung) gebührend Rücksicht zu nehmen. Auch durfte die Dammaufschüttung an keiner Stelle von den Mastfundamenten angeschnitten werden. Nach Berücksichtigung aller Umstände ergab sich zwischen den beiden Tragmasten eine Spannweite von 258 Metern. Für die Berechnung der Tragwerkhöhe waren zwei Bedingungen einzuhalten. Erstens war die Passierbarkeit beladener Wagen auf dem 5 Meter hohen Dammweg sicherzustellen und zweitens musste ein angemessener Abstand zwischen dem tiefsten Punkt des Trageils bzw. des Kabels und dem Höchstwasserspiegel des Rheins gewährleistet sein. Die Entfernung zwischen Wasserspiegel und Kabel sollte bei hohen Temperaturen nie unter drei Meter fallen. Wie die Erfahrung lehrt, können entwurzelte Bäume und Sträucher, die sich in den entfesselten Fluten überschlagen und drehen, eine Aufhängung herunterreißen. Bei Annahme eines mittleren Abstandes von

Le câble coaxial entre la France et la Suisse posé, la nécessité d'augmenter le nombre des lignes avec l'Autriche devint impérieuse. L'administration autrichienne des PTT avait déjà commencé de poser un câble à 4 tubes entre Salzbourg et Innsbruck et devait le prolonger jusqu'à Feldkirch en câble à 2 tubes. C'est pourquoi il était facile de concevoir qu'on utiliserait un câble coaxial pour le raccordement avec St-Gall. Les pourparlers engagés à ce sujet avec l'administration autrichienne des PTT aboutirent rapidement à un accord complet. Les problèmes de construction à résoudre en commun furent toujours traités et liquidés dans un esprit amical.

Outre le choix difficile du tracé du câble à travers le pays très accidenté d'Appenzell, il fallait encore réaliser une traversée sûre et néanmoins pas trop onéreuse du Rhin. Une traversée sous-fluviale devant d'emblée être écartée à cause des frais considérables qu'elle nécessitait, on en était réduit à décider entre deux méthodes de construction: utiliser un des ponts existants ou suspendre le câble à une installation servant de porteur spécialement établie à cet effet. Le seul pont situé dans le tracé du câble prévu et traversant le Rhin près d'Oberriet est en bois et doit être immédiatement éliminé à cause du danger d'incendie et du risque d'être emporté auquel il est exposé lors des hautes eaux. L'utilisation d'un pont massif en aval de celui d'Oberriet aurait sensiblement augmenté la longueur du câble et, par conséquent, renchéri le coût de l'installation. On se décida donc à établir une traversée aérienne à proximité du pont d'Oberriet.

En fixant l'emplacement des points de départ de la traversée et en relevant le profil en travers (Fig. 1), il fallut tenir compte de la correction du Rhin en cours d'exécution (élargissement). Le remblai de la digue ne devait être enlevé à aucun endroit de la base des pylônes. Dans ces conditions, la portée libre entre les deux pylônes était de 258 mètres. Pour calculer la hauteur des pylônes, on dut s'en tenir strictement à deux conditions: la première, garantir le libre passage de véhicules chargés sur la digue haute de 5 mètres, la seconde, assurer une distance suffisante entre le point le plus bas du câble porteur, respectivement du câble coaxial, et le niveau des hautes eaux du Rhin. La distance entre la surface de l'eau et le câble ne devrait jamais être inférieure à 3 mètres par températures élevées. Ainsi que l'expérience nous l'enseigne, des arbres et des buissons déracinés et entraînés dans les tourbillons des flots déchaînés peuvent démolir une suspension. En admettant une hauteur moyenne de 3,5 m au-dessus du niveau de l'eau, il était nécessaire d'avoir des pylônes de 15 m de haut (Fig. 2).

En se fondant sur les calculs, on choisit un câble porteur de 24 mm de diamètre, composé de 19 fils,

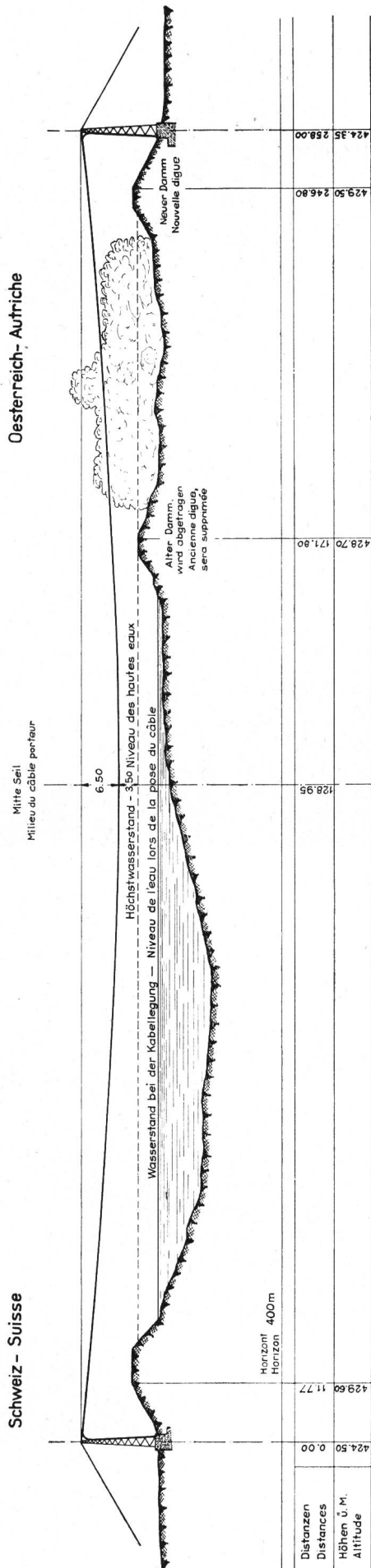


Fig. 1. Querprofil. Man beachte das gegenwärtige und zukünftige Bett des Rheins
Profil en travers. On remarquera le lit actuel et future du Rhin

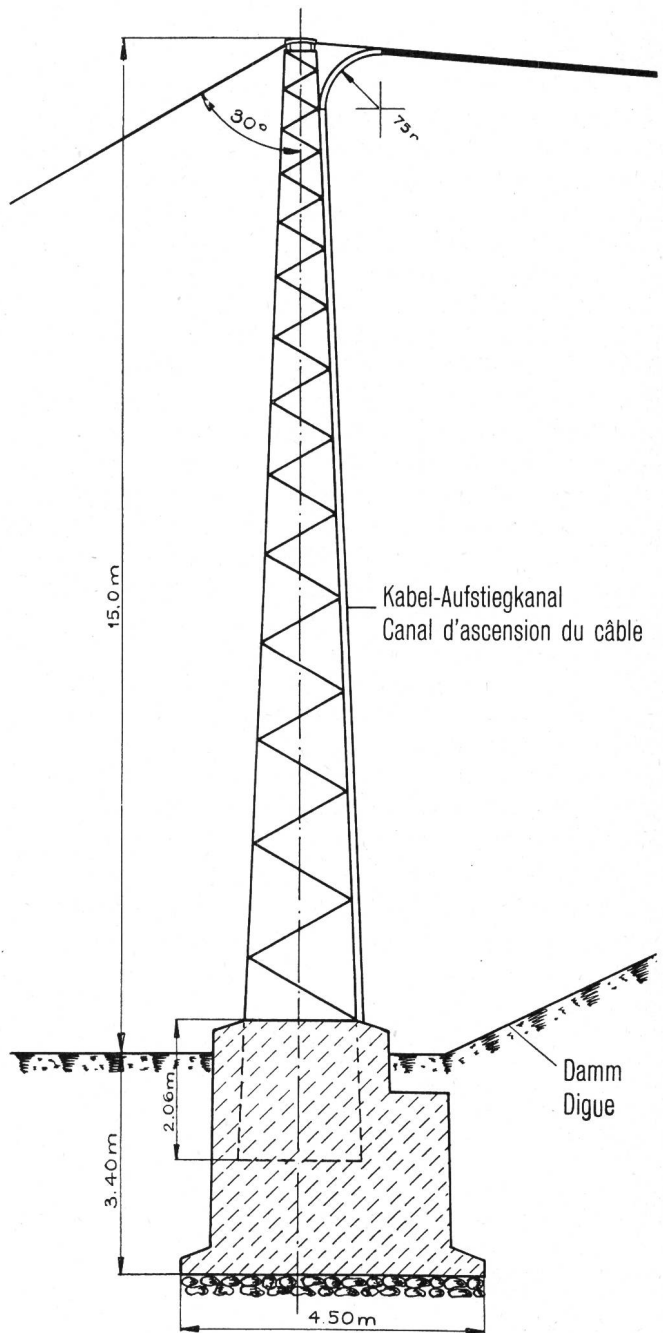


Fig. 2. Mast schweizerseits - Pylône côté suisse

pesant 2,19 kg par mètre et dont la charge de rupture est de 43 100 kg. Pour une traction maximum déterminée de 17 100 kg en cas de pleine charge, le coefficient de sécurité est de 2,4.

Aux termes de l'arrangement, l'administration autrichienne des PTT se chargea de livrer le câble porteur de 315 mètres de long, ainsi que les deux pylônes en treillis et de les monter sur des socles en béton, y compris l'ancrage arrière. Il incombait à l'administration suisse des PTT de fournir le câble coaxial à 4 tubes et à double armure de fils méplats de 325 mètres de long, le câble de raccordement à la station de répéteurs de Meinau, ainsi qu'un câble de réserve pour les cas de dérangements. En outre, elle dut préparer et monter le câble à travers le Rhin.

3,5 Metern waren 15 Meter hohe Tragmasten notwendig (Fig. 2 und 3).

Auf Grund der Berechnungen wurde ein Tragseil von 24 mm Durchmesser gewählt, das aus 19 Drähten besteht, 2,89 kg je Meter wiegt und eine Zugfestigkeit von 43 100 kg besitzt. Bei einem errechneten Maximalzug von 17 100 kg bei Vollbelastung resultiert daraus eine 2,4fache Sicherheit.

Vereinbarungsgemäss übernahm die österreichische PTT-Verwaltung die Lieferung des 325 Meter langen Tragseils, der beiden Tragmasten in gitterartiger Ausführung sowie deren Aufstellung auf Betonsockeln samt rückwärtiger Verankerung. Der schweizerischen PTT-Verwaltung oblag die Lieferung des 325 Meter langen, doppelzugarmierten 4-tubigen Überführungskabels, des Anschlusskabels zur Verstärkerstation Meinau sowie eines Reservekabels für Störungsfälle. Zudem hatte sie die Vorbereitung und Montage des Kabels über den Rhein auszuführen.

Koaxiale Kabel verlangen eine besonders sorgfältige Behandlung, weil sie auf Druck und Biegung sehr empfindlich sind. Auch übermässiger Zug kann eine Deformation der koaxialen Leiter zur Folge haben. Auf diese Voraussetzung war bei der Konstruktion der Masten und der Montage gebührend Rücksicht zu nehmen.

Die bisher angewendete Methode der Kabelbefestigung am Tragseil mit Hilfe von Briden wurde hier fallengelassen, weil derart aufgehängte Kabel nach und nach ein girlandenförmiges Ansehen bekommen und der starren Befestigung wegen den Temperaturschwankungen nicht zu folgen vermögen. Bei dieser Anlage kam zum ersten Male ein Verfahren zur Anwendung, bei dem mit Hilfe einer speziellen Maschine ein Draht spiralförmig um Tragseil und Kabel gewickelt wurde. Diese Befestigungsart hat den Vorteil, dass das Kabel auf der ganzen Länge am Tragseil anliegt, geradlinig verläuft und sich den Temperaturschwankungen anpassen kann. Zum Schutze gegen die Korrosionsanfälligkeit verwendete man für die spiralförmige Umwicklung chromnickeleisenlegierten Draht von 2,25 mm Durchmesser und einer Bruchfestigkeit von 345 kg.

Nach einer umsichtigen Vorbereitung, zu der auch die Erstellung einer telephonischen Verbindung zwischen den beiden Ufern gehörte, konnte mit der Er-



Fig. 3. Mast mit Montagegerüst
Pylône équipé du dispositif de montage

Les câbles coaxiaux exigent un maniement particulièrement soigneux, parce qu'ils sont très sensibles à la pression et à la flexion. Une traction démesurée peut aussi provoquer la déformation des conducteurs coaxiaux. Il fallut dûment tenir compte de cette condition lors de la construction des pylônes et du montage de l'installation.

L'ancienne méthode de fixer les câbles téléphoniques au câble porteur à l'aide de brides fut abandonnée ici, parce que les câbles suspendus de cette façon prenaient petit à petit l'aspect d'une guirlande et, du fait de la fixation rigide, ne pouvaient pas s'adapter aux fluctuations de la température. Pour la première fois dans l'histoire de la pose des câbles téléphoniques, on adopta un nouveau mode de fixation pour cette installation: à l'aide d'une machine spéciale, on enroula un fil en hélice autour du câble porteur et du câble coaxial. Ce procédé offre l'avantage que le câble téléphonique est sur toute sa longueur contigu au câble porteur, qu'il est rectiligne et qu'il peut s'adapter aux variations de la température. Par mesure de protection contre le danger de corrosion, on utilisa pour l'enroulement hélicoïdal un fil d'acier inoxydable au

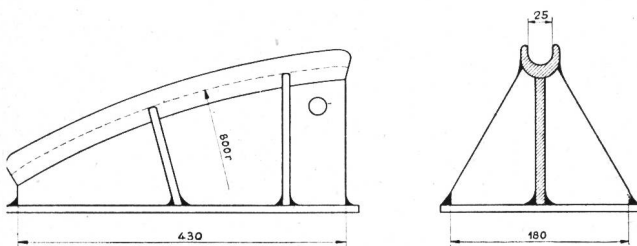
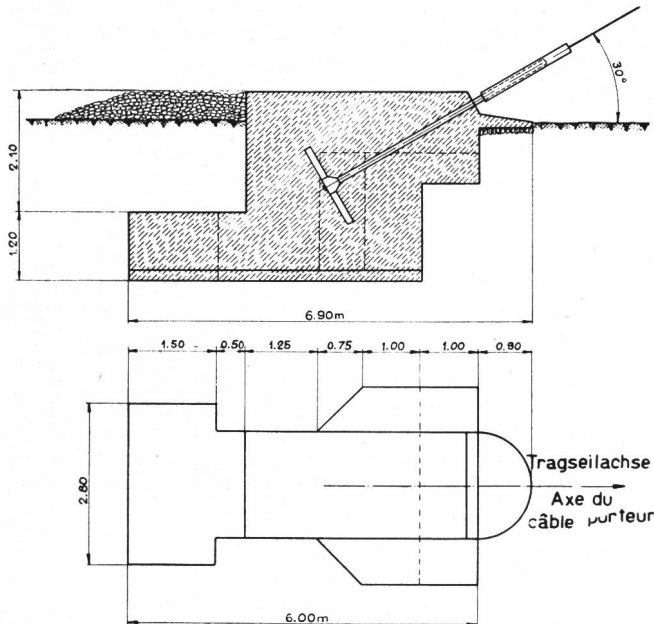


Fig. 4. Links: Ansicht des Seilträgers
A gauche: Vue du support du câble porteur
Rechts: Schnitt durch den Seilträger
A droite: Coupe du support du câble porteur

stellung der ersten Seilverbindung begonnen werden. Für den Seiltransport über den Rhein stand eine Mannschaft mit Ponton bereit, die anschliessend auch den Sicherheitsdienst während des Baues versah. Der viel Wasser führende Rhein bereitete dem Seiltransport einige Schwierigkeiten, indem das Ponton nahezu 300 Meter flussabwärts getrieben wurde. Mit Hilfe dieser Drahtseilverbindung wurde hierauf unter Verwendung einer Motorwinde ein 12 mm dickes Hilfsdrahtseil und ein 8 mm dickes Zugdrahtseil über den Fluss gezogen. Nach der Abspannung des Hilfsseils an den nach rückwärts verankerten Masten begann das Ausziehen des Tragseils (vgl. Fig. 4). Dabei musste so vorgegangen werden, dass das schwere Seil mit dem Wasser nicht in Berührung kam. Dies liess sich dadurch vermeiden, indem man an einem mit dem Tragseil mitlaufenden Hanfseil in Abständen von etwa 20 Metern Stahldrahtringe befestigte, die, auf dem Hilfsseil gleitend, das Tragseil hochhielten. Das Ausziehen erfolgte mit dem 8 mm dicken Drahtseil, nachdem am Ausgangspunkt das mit einer speziellen Endmuffe versehene Tragseil am Verankerungssockel (Fig. 5) befestigt war. Nach vollendetem Auszug wurde am freien Ende an Ort und Stelle die zweite Endmuffe erstellt und das Tragseil definitiv verankert. Die Ausregulierung des Durchhanges, der bei 20° C und einem Zug von 6400 kg etwa 3,75 Meter betragen soll, wurde mit Flaschenzügen bewerkstelligt. Hierauf konnte an die wichtigste Arbeit, an das Ausziehen des coaxialen Kabels, geschritten werden.



chrome-nickel de 2,25 mm de diamètre et de 345 kg de charge de rupture.

Après une préparation minutieuse, comportant également l'établissement d'une liaison téléphonique entre les deux rives, on put commencer à construire la première liaison avec le câble porteur. Une équipe d'ouvriers disposant d'un ponton se tint prête au transport du câble de l'autre côté du Rhin; cette même équipe se chargea du service de sécurité pendant les travaux. Le Rhin roulant de grandes masses d'eau occasionna quelques difficultés au transport du câble, le ponton ayant dérivé de près de 300 mètres en aval. A l'aide de cette liaison par câble, on tira ensuite à travers le fleuve un câble auxiliaire de 12 mm de diamètre et un câble de tirage de 8 mm de diamètre au moyen d'un treuil à moteur. Après avoir arrêté le câble auxiliaire aux pylônes ancrés vers l'arrière, on commença de tirer le câble porteur (Fig. 4). On dut procéder de telle sorte que le lourd câble n'entrât pas en contact avec l'eau. On put l'éviter en fixant des anneaux d'acier à des distances de 20 m environ à une corde de chanvre tirée en même temps que le câble porteur, qui, glissant sur le câble auxiliaire, maintinrent le câble porteur à bonne hauteur. Le câble porteur muni d'un manchon de fin spécial ayant été, au point de départ, fixé au socle d'ancrage (Fig. 5), le tirage de ce câble se fit à l'aide du câble de tirage de 8 mm de diamètre. Le tirage achevé, on confectionna sur place le second manchon de fin à l'extrémité libre et on amarra définitivement le câble porteur. Le réglage de la flèche, qui doit être de 3,75 m environ à la température de

Fig. 5. Seilverankerung. Längsschnitt

Ancrage du câble porteur. Coupe longitudinale

Seilverankerung. Draufsicht

Ancrage du câble porteur. Vue de dessus

Um für das Kabel gefährliche Kurven und Biegungen nach Möglichkeit zu vermeiden, erstellte man zwischen dem Standort des Kabelhaspels und der Mastspitze eine schräg ansteigende Gleitbahn aus Zoreseisen. Auf der Mastspitze selbst verwendete man Umlenkrollen von 90°. Von dem seitlich am Tragwerk befestigten Montagegerüst aus legten nun Monteure das Kabel auf die alle 1,5 Meter mit einem Seil ver-

20 degrés centésimaux et pour un effort de traction de 6400 kg, fut effectué au moyen d'un palan. On put alors se mettre au travail le plus important, le tirage du câble coaxial.

Pour éviter le plus possible au câble des courbures et des torsions dangereuses, on établit entre l'emplacement de la bobine du câble et le sommet du pylône un glissoir en fer zorès s'élevant de biais. Au sommet du pylône même, on utilisa des poulies de changement de direction de 90 degrés. Depuis le dispositif de montage fixé latéralement au pylône, les monteurs

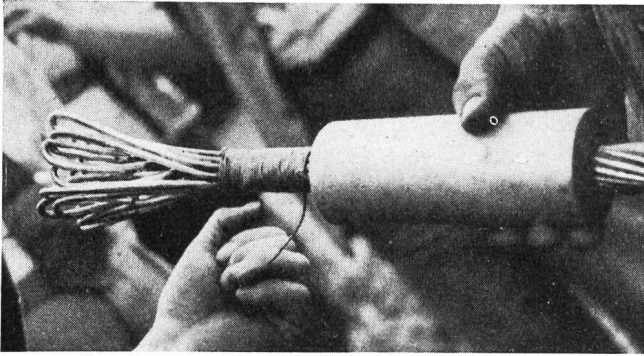


Fig. 6. Einsetzen der Endmuffe für das Tragseil
Mise en place du manchon de fin pour le câble porteur

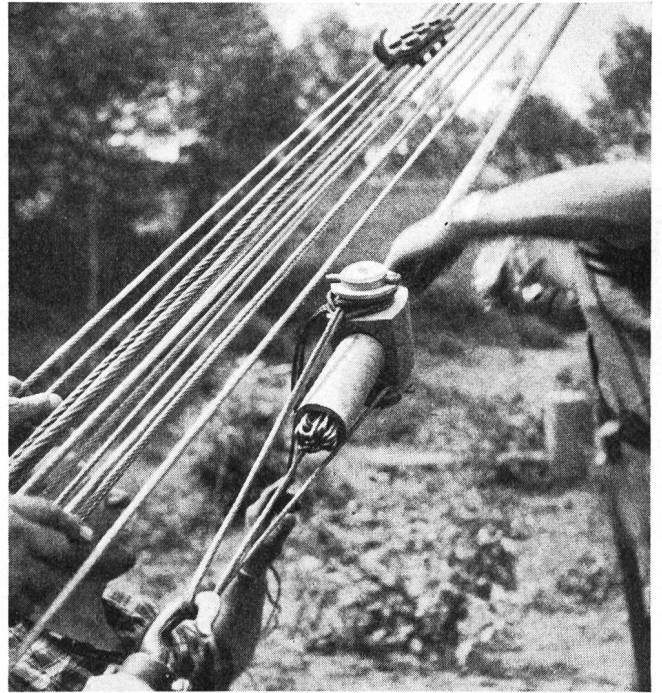


Fig. 7. Festklemmen des Tragseiles in der Muffe
Fixation du câble porteur dans le manchon

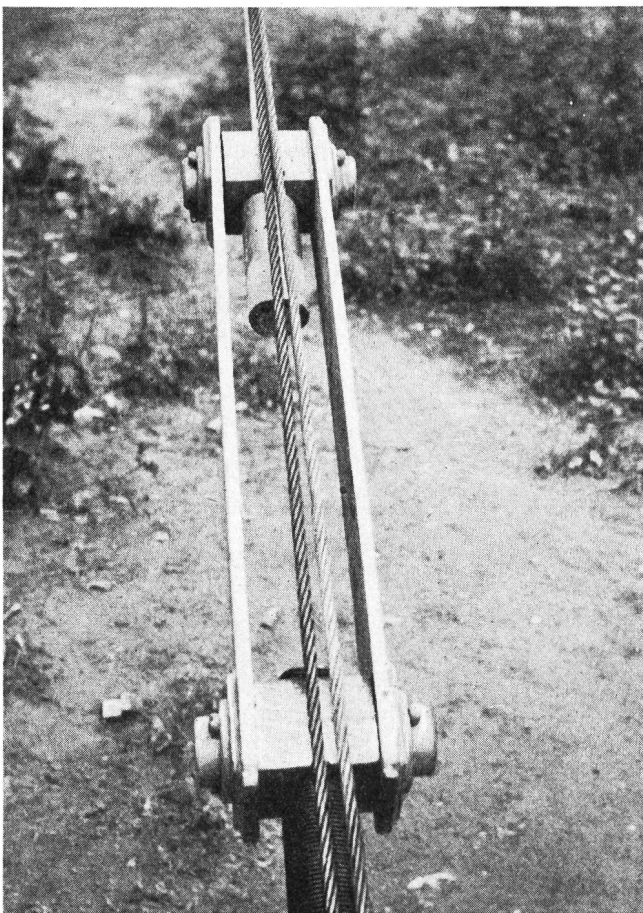


Fig. 8. Fertige Abspannung
Arrêtage terminé



Fig. 9. Abspannung mit Verankerung
Arrêtage avec ancrage

bundenen, mit Hohlkehle und Drahtbügel versehenen Holzaufleger. Diese wurden an das Tragseil gehängt und hatten den Zweck, das von einem Drahtseil gezogene Koaxialkabel gestreckt dem Tragseil entlang über den Rhein zu bringen. Der am Dynamometer abgelesene Maximalzug betrug 900 kg, der Kabelvorschub in der Minute 2 Meter. Dabei zeigte es sich, dass die mit Draht- bzw. Tragbügeln versehenen Holzaufleger auf dem Drahtseil besser geglitten wären, wenn man sie mit Rollen versehen hätte.

posèrent le câble sur les appuis en bois munis de gorges et de brides et reliés tous les 1,5 mètre par un câble. Ces appuis furent suspendus au câble porteur; ils étaient destinés à supporter à travers le Rhin le câble coaxial entraîné par un câble de tirage et tendu le long du câble porteur. La traction maximum indiquée par le dynamomètre était de 900 kg, l'avance du câble de 2 mètres par minute. On constata que les appuis en bois munis de brides eussent mieux glissé sur le câble, si on les eût munis de rouleaux.

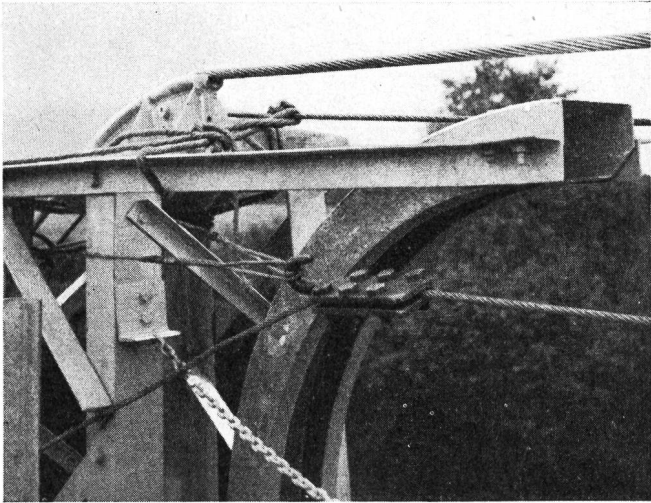


Fig. 10. Trageil- und Kabelführung auf dem Tragmast
Départ du câble porteur et du câble au sommet du pylône

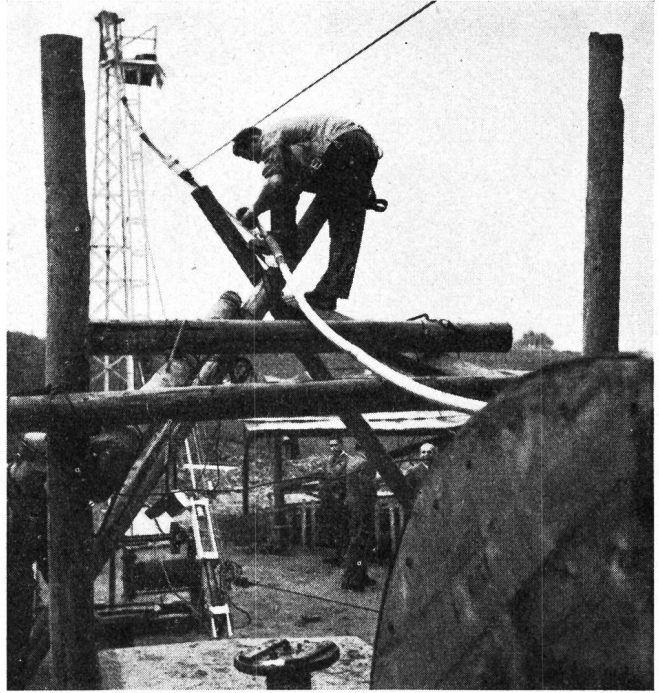


Fig. 11. Hochführen des koaxialen Kabels
Elévation du câble coaxial

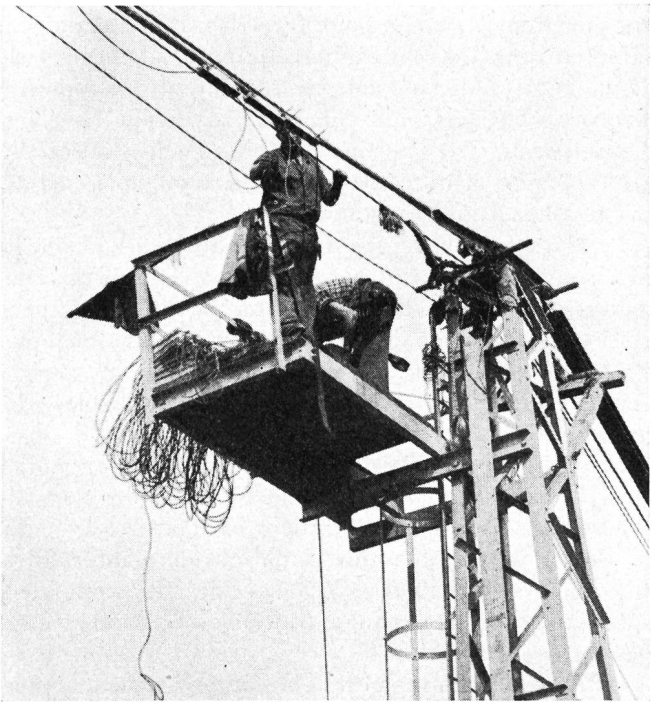


Fig. 12. Beginn der Kabelmontage. Auszug des koaxialen Kabels
Début du montage du câble. Tirage du câble coaxial

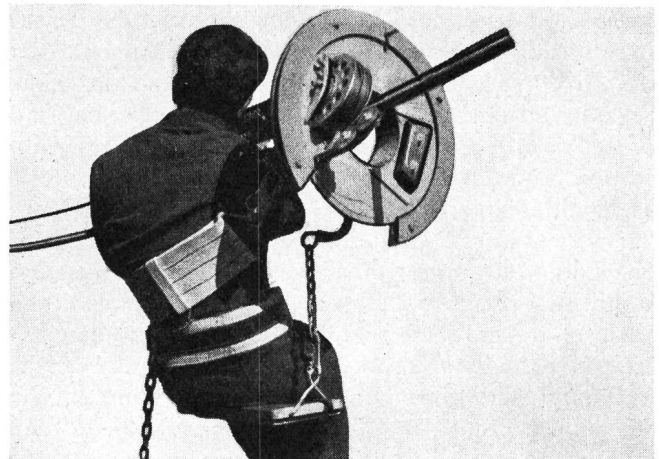


Fig. 13. Kabel-Umspinnmaschine
Machine à guiper destinée à fixer le câble coaxial au
câble porteur

Fig. 14. Holzaufleger, mit deren Hilfe das Koaxialkabel parallel dem Trageil ausgezogen wurde

Appuis en bois à l'aide desquels le câble coaxial fut tiré parallèlement au câble porteur

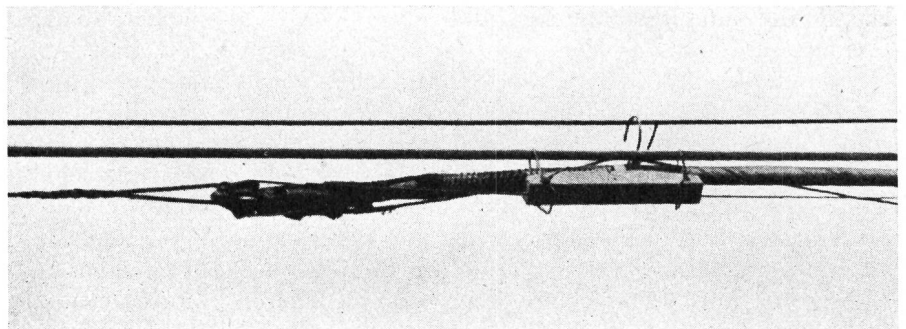




Fig. 15. Befestigung des Kabels vom Montagewagen aus
Fixation du câble à partir du chariot de montage

Wie bereits erwähnt, wurde für die Befestigung des Kabels am Trageil, das heisst für die Umwicklung von Trageil und Kabel mit einem rostfreien Draht, eine Umspinnmaschine verwendet. Dieser, auf zwei Laufrollen sich bewegende und mit einem Sitz ausgerüstete Apparat hat eine Vorrichtung, mit Hilfe derer sich durch das Drehen einer Kurbel der Draht spiralförmig um Seil und Kabel legt. Den Vorschub der ganzen Vorrichtung besorgt ebenfalls diese Maschine.

Während der Zeit, in der Trageil und Kabel umwickelt wurden, hielt man das Kabel zur Sicherheit beständig unter Zug. Die Umspinnmaschine sowie der nachfolgende, ebenfalls auf Rollen laufende Montagewagen waren vor- und rückwärts mit Zugseilen gesichert. Die Montagemannschaft bestand aus drei Mann. Einer hatte die Maschine zu bedienen, während die zwei andern Hilfe leisteten und in Abständen von drei Metern mit 2-mm-Chromnickeleisendraht die Abbünde erstellten. Die Holzaufleger wurden von der andern Seite des Rheins her, entsprechend dem Fortschreiten der Drahtumwicklung, zurückgezogen. Die nach der Kabelmontage vorgenommene Druckprobe und elektrische Messung zeigten normale Verhältnisse.

Dank einer umsichtigen Vorbereitung der Arbeiten und der fachtüchtigen Monteurguppe einer schweizerischen Unternehmerfirma verlief die Arbeit planmässig und ohne irgend einen Unfall.

Interessant war das Verhalten der Tragmasten in bezug auf Biegung während der Montagearbeit sowie im Endzustand. Zur Feststellung des Verhaltens wurde im Scheitelpunkt der unbelasteten Masten ein Senkblei befestigt und auf dem Zementsockel der senkrechte Stand markiert. Nach der Abspannung des Trageils wurde eine Biegung des Tragwerkes von 35 mm festgestellt. Dieser Wert stieg während des Kabelzuges auf 58 mm, um dann nach beendeter Montage auf 45 mm stabil zu bleiben.

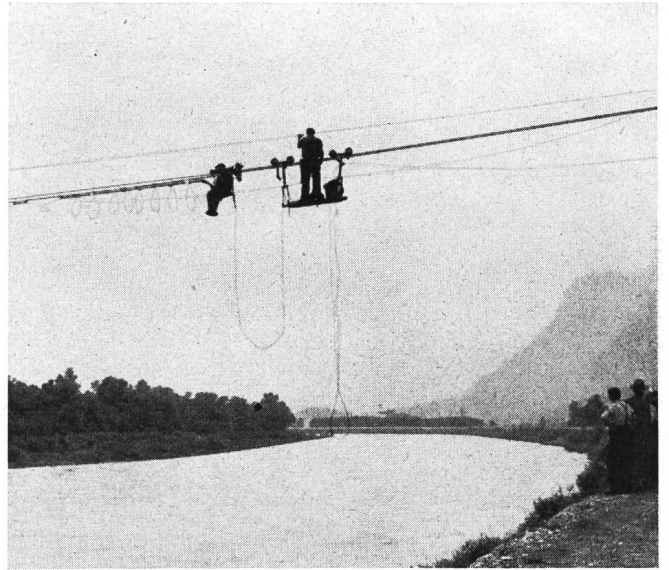


Fig. 16. Montagearbeit über dem Rhein
Travaux de montage au-dessus du Rhin

Ainsi que nous l'avons déjà mentionné, on employa une machine à guiper pour fixer le câble coaxial au câble porteur. Cette machine, équipée d'un siège et se déplaçant sur deux galets de roulement, possède un dispositif qui, actionné par une manivelle, permet d'enrouler un fil d'acier inoxydable en hélice autour du câble porteur et du câble coaxial. La même machine fait avancer toute l'installation.

Pendant tout le temps durant lequel on enroule le fil d'acier, on maintint constamment le câble coaxial tendu, par mesure de sécurité. La machine à guiper, ainsi que le chariot de montage qui la suivait et qui avançait également sur galets de roulement, furent assurés à l'avant et à l'arrière par des câbles de traction.

L'équipe de montage était composée de trois hommes. L'un s'occupait de la machine, tandis que les deux autres l'aidaient et faisaient les ligatures avec du fil d'acier inoxydable au chrome-nickel, à intervalles de 3 mètres. Sur l'autre rive du Rhin, les appuis en bois étaient enlevés au fur et à mesure de l'avancement. Les essais de pression et les mesures électriques exécutés après le montage du câble révélèrent des conditions normales.

Grâce à une préparation minutieuse des travaux et au travail impeccable d'un groupe de monteurs d'une entreprise suisse, les opérations se déroulèrent selon le plan établi et sans aucun accident.

Il était intéressant de connaître le comportement des pylônes par rapport à la flexion pendant les travaux de montage et une fois le câble posé. Pour déterminer ce comportement, on fixa au sommet des pylônes non chargés un fil à plomb et on marqua l'emplacement vertical sur le socle en ciment. Après avoir tendu le câble porteur, on constata une flexion des pylônes de 35 mm. Cette valeur augmenta jusqu'à 58 mm pendant le tirage du câble et, le montage terminé, se stabilisa à 45 mm.