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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 34 (1956)

Heft: 7

Artikel: Konstruktionen für Bach- und Tobelüberführungen = Constructions pour les traversées de torrents et de ravins

Autor: Hänni, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-874532

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: 05.12.2025

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

Bodenstoffe) reagierten 6, wie erwartet, negativ, während eine Probe, die als reine Bodenkorrosion indiziert worden war, unerwartet ein positives Resultat ergab. Dieses Korrosionsprodukt wurde von einem Kabel genommen, das in einem häufig überschwemmten Zoreskanal einer Gemeinde mit Gasanschluss lag. Es ist nun offenbar so, dass bei der betreffenden Korrosion Leuchtgas mitwirkte, die typischen Korrosionsformen sich aber nicht ausbilden konnten, weil die Anlage häufig unter Wasser stand.

Das Alter der untersuchten Korrosionsprodukte betrug bis 6 Jahre. Trotzdem war der Nachweis von eingeschlossenem Kohlenmonoxyd möglich.

Tableau I

Avis de défaut D. G. N°	Endroit	Année du défaut	Genre de la corrosion *	Constatation	Signe (voir fig. 3)
5802	Interlaken	1950	Gaz d'éclairage	+	B
5954	Langenthal	1950	Matières agressives du sol	—	
6289	Richterswil	1950	Matières agressives du sol	+	D
6754	Tägerwil	1951	Gaz d'éclairage	+	
6907	Wängi	1951	Bourre d'étanchéité	—	A
7665	St-Gall	1952	Gaz d'éclairage	+	F
7698	Stein (AG)	1952	Phénol	—	
7783	Wetzikon	1952	Electrolyse	—	
7870	Tägerwil	1952	Gaz d'éclairage	+	
7872	Rheineck	1952	Gaz d'éclairage	+	
7988	Wildegg	1952	Phénol	—	
8146	Interlaken	1952	Matières agressives du sol	—	
8293	Langnau	1952	Gaz d'éclairage	+	
9158	Lausanne	1953	Gaz d'éclairage	+	

* Déterminé phénoménologiquement.

L'ancienneté des produits de corrosion examinés remontait jusqu'à 6 ans. Malgré cela, il a été possible de prouver la présence de monoxyde de carbone.

Konstruktionen für Bach- und Tobelüberführungen

Von *Hans Hänni*, Bern

621.315.24

Zusammenfassung. *Die Kabellegung in den Gebirgstälern und deren Anschluss an das übrige schweizerische Kabelnetz erfordert vielfach besondere Konstruktionen, um mit den Kabeln Bäche und Tobel zu überqueren. Der Verfasser erwähnt einleitend die bisher üblichen Überführungsmethoden mit Profilträgern für kleinere Spannweiten, die neuerdings durch Rohrkonstruktionen ersetzt werden. Im folgenden werden dann die selbsttragenden Luftkabel sowie die an einem Tragseil mit spiralförmiger Umwicklung aufgehängten Kabel und deren Montage beschrieben.*

Im Zuge der Automatisierung des schweizerischen Telephonbetriebes werden auch abgelegene Gebirgstäler in vermehrtem Masse mit Hilfe von Kabeln an das übrige, bereits verkabelte Netz angeschlossen, mit anderen Worten: im Interesse der besseren Verständigung und einer erhöhten Sicherheit der Anlagen werden die oft gefährdeten Freileitungen durch Kabel ersetzt. Dabei müssen Bach- und Flussläufe sowie Tobel vielfach mit Hilfe von besonderen Konstruktionen unter- oder überführt werden. Für die Überquerung von Rutsch- und Geröllgebieten, sowie zur Vermeidung von grossen Umwegen in zerklüftetem Gelände, kommen für die Kabellegung oft nur Überführungen in Frage.

Die bis heute angewendeten und die neuerdings entwickelten Überführungskonstruktionen sind:

1. Überführungen, bei denen der Zoreskanal bei kleinen Spannweiten selbsttragend ausgeführt wird. Zur Erhöhung der Festigkeit kann derselbe in einem Bogen überführt werden;

Constructions pour les traversées de torrents et de ravins

Par *Hans Hänni*, Berne

Résumé. *La pose de câbles dans les vallées alpestres et leur raccordement au reste du réseau suisse exigent fréquemment des constructions spéciales pour permettre aux câbles de franchir torrents et ravins. L'auteur mentionne d'abord les méthodes ordinaires utilisées jusqu'ici pour établir les traversées pour petites portées en fers profilés, remplacés récemment par des constructions en tubes. Ensuite, il décrit les câbles aériens autoporteurs, puis les câbles fixés aux câbles porteurs par un fil d'acier enroulé hélicoïdalement et leur montage.*

L'automatisation successive du service téléphonique suisse conduit aussi à raccorder par câbles, dans une mesure accrue, les vallées alpestres retirées au réseau de lignes souterraines; en d'autres termes: des câbles assurant une meilleure audition et une sécurité plus grande des installations remplacent les lignes aériennes souvent exposées à des dangers de toute espèce. Pour réaliser cette œuvre, il est indispensable de faire passer les câbles au-dessous ou au-dessus des cours d'eau et des ravins. Souvent, seules des traversées aériennes peuvent être envisagées pour franchir les zones de coulées et d'éboulis, ainsi que pour éviter de grands détours dans les terrains crevassés.

Les constructions utilisées jusqu'ici pour de tels ouvrages et celles qui ont été récemment mises au point sont:

1. Traversées de très petites portées pour lesquelles le caniveau zorès est établi de façon qu'il se sou-

2. Überführungen mit Hilfe von Profilträgern, auf denen ein Zores- oder Spezialkanal befestigt wird;
3. Überführungen mit einem an einem Tragseil aufgehängten Zores- oder Spezialkanal;
4. Überführungen mit Hilfe von selbsttragenden Kabeln mit Spezialarmatur, die an zwei oder mehreren Stützmasten aufgehängt werden;
5. Überführungen mit flachdrahtarmierten Kabeln, die an einem, an zwei oder mehreren Stützmasten aufgehängten Tragseil mit Hilfe von spiralförmig angebrachten Drahtumwicklungen befestigt werden.

Überführungen nach der unter 3 genannten Art sind erfahrungsgemäss nur dann zu wählen, wenn mehrere Kabel zugleich zu überführen sind und wenn die Stützmasten auf gleicher Höhe liegen und die Spannweiten weniger als 70 m betragen[1].

Kabelüberführungen, für die zwei Profileisen als Träger dienten und zwischen denen der Zoreskanal geschützt eingebettet war, wurden bereits vor 30 Jahren erstellt; die Kabel mussten nach beendigter Montage der Konstruktion eingezogen werden. Bei den in letzter Zeit erstellten Ausführungen wurde dagegen der Zoreskanal, Profil Nr. 8, auf dem Profilträger placiert und befestigt, was erlaubt, das Kabel einzulegen statt einzuziehen (vgl. Fig. 1). Die etwas schwere, aus drei Teilen bestehende Konstruktion, die auf dem Montageplatz zusammengeschweisst werden muss, wird in Zukunft für Spannweiten von 8, 12, 16 und 20 m durch eine leichte Rohrkonstruktion ersetzt. Die feuerverzinkte Kabelbrücke aus Stahlrohr ist zwei- oder mehrteilig und wird an Ort und Stelle zusammenmontiert und verschraubt. Der Kabelkanal ist auf die Rohrstreben aufgeschweisst und kann mit einer Blechverschalung oder einem Zores-Kanaldeckel zugedeckt werden (Fig. 2). Die Kabel können somit eingelegt werden.

Selbsttragende Telephonkabel sind erfahrungsgemäss dann zu verwenden, wenn die Höhenunterschiede zwischen den Stützpunkten auf 100 Meter Spannweite mehr als 20 m betragen, wenn Hochspan-

[1] Vgl. *Hans Hänni*. Bach- und Tobelüberquerungen mit Kabel in Zoreskanälen. Techn. Mitt." PTT 1946, Nr. 5, S. 207...211.

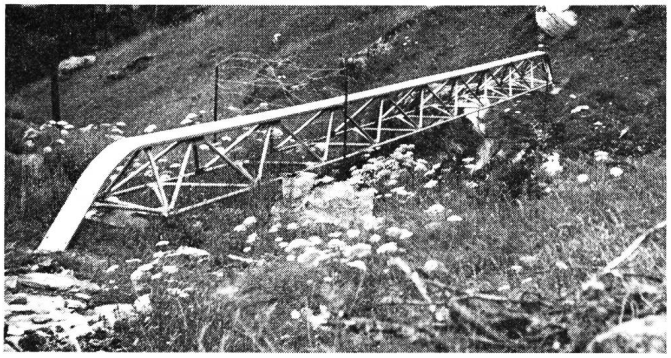

Fig. 2. Kabelbrücke in Rohrkonstruktion; Spannweite 14 m
Support de câbles construit en tubes; portée 14 m

tienne lui-même. Pour que la rigidité soit plus grande, le caniveau zorès est posé en forme d'arc;
2. Traversées réalisées au moyen de fers profilés sur lesquels viennent se fixer les caniveaux zorès ou les caniveaux spéciaux;
3. Traversées établies au moyen de caniveaux zorès ou spéciaux suspendus à un câble porteur;
4. Traversées réalisées à l'aide de câbles autoporteurs à armures spéciales, suspendus à deux ou plusieurs mâts;
5. Traversées construites à l'aide de câbles armés de fils de fer méplats, fixés à un câble porteur suspendu à deux ou plusieurs mâts au moyen de fil d'acier enroulé en hélice autour des câbles.

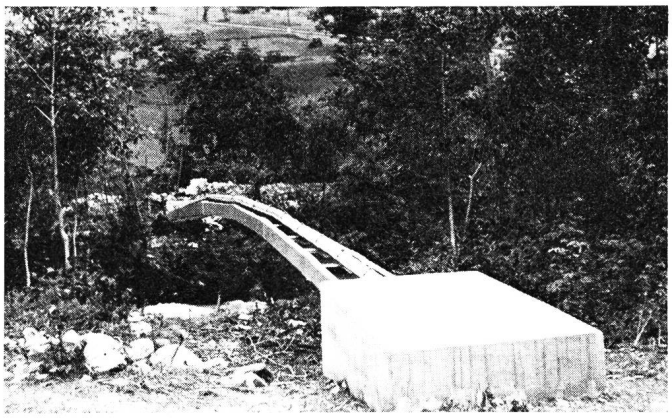

Fig. 1. Kabelbrücke mit Profilträgern; Spannweite 18 m
Canalisation supportée par un ouvrage en fers profilés; portée 18 m

L'expérience a démontré qu'il ne faut choisir les traversées établies de la manière décrite sous 3 que lorsque plusieurs câbles doivent être tirés simultanément, que les mâts se trouvent à la même hauteur et que les portées sont inférieures à 70 mètres.[1]

Il y a trente ans, on établissait déjà des traversées pour lesquelles deux fers profilés servaient de supports à un caniveau zorès; ce dernier était placé entre les fers pour le protéger. Le montage une fois terminé, il fallait encore tirer les câbles. En revanche, pour les constructions faites ces derniers temps, on fixe le caniveau zorès de profil n° 8 sur le support profilé, ce qui permet de poser les câbles et non plus de les tirer (voir figure 1). La construction un peu lourde, composée de trois parties soudées ensemble sur la place de montage, sera remplacée à l'avenir par une construction légère en tubes pour les portées de 8, 12, 16 et 20 mètres. Le support en tubes d'acier zingués au feu, comprenant deux ou plusieurs parties, est monté et assemblé sur place. Le caniveau de câbles est soudé sur les entretoises tubulaires et peut être fermé par un revêtement en tôle ou un couvercle de caniveau zorès (voir figure 2). Les câbles peuvent ainsi être posés.

[1] Voir *Hans Hänni*. Traversées de cours d'eau ou de ravins par des câbles en caniveaux zorès. Bulletin Technique PTT, 1946, n° 5, pages 207 à 211.

nungsleitungen in grossen Höhen überkreuzt werden müssen, oder wenn der grösste senkrechte Abstand zwischen Boden und Kabel mehr als 60 m beträgt. Die Kabel besitzen eine Runddraht-Zugarmatur von 120...180 kg Festigkeit pro mm². Die Zahl der Armaturdrähte und deren Durchmesser richtet sich nach der grössten zu erwartenden Zugbeanspruchung. Die Bleimäntel der selbsttragenden Kabel weisen einen Antimonzusatz von 0,7 % auf. Antimonlegierte Bleimäntel sind gegenüber Windvibrationen und Dilatationen weniger empfindlich als unlegierte. Versuche haben gezeigt, dass die Schwingungsfestigkeit bei einem Kabel mit antimonlegiertem Bleimantel, je nachdem die Armaturdrähte satt auf der Unterlage aufliegen oder sich spreizen, 11...50mal grösser ist als bei einem unlegierten.

Für das Aufhängen und Abspannen von selbsttragenden Kabeln werden heute in der Regel feuerverzinkte, 3 m hohe Masten verwendet. Der gleiche Mastentyp kommt ebenfalls bei den an einem Tragseil mit spiralförmiger Umwicklung aufgehängten Kabeln zur Anwendung (Fig. 3). Für diese Zwecke wurde je ein Normalmast mit 10 und 20 t Höchstspannung im Kabel bzw. im Tragseil konstruiert. Beim Kreuzen von schiffbaren und nichtschiffbaren Gewässern richtet sich der lotrechte Abstand zwischen Kabel und Hochwasserspiegel nach den Bestimmungen des Bundesgesetzes betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen. Je nach den Bodenverhältnissen erfordert dies oft höhere Masten und somit Neukonstruktionen.

Die für die Überführung erforderlichen armierten Fundamente werden in ihren Ausmassen der Höchstspannung im Kabel bzw. im Tragseil angepasst. Die Masten sind so konstruiert, dass sie auf dem fertigen, im Erdreich eingelassenen Fundamentteil aufgeschraubt werden können. Nach erfolgter Montage und nachdem das Fundament «gezogen hat», wird der über den Boden ragende Teil des Fundamentes mit der Aussparung für das Kabel erstellt. Die Aussparung wird in ihren Dimensionen so gehalten, dass das Kabel nach dem Einziehen in Sand gebettet werden kann, was bei Umänderungen das Ausspitzen des Kabels erspart; die ganze Öffnung wird hierauf mit einer Mörtelschicht von 2 cm Dicke abgeschlossen. Mit der Montierung der Überführung darf erst 10 Tage nach der Fertigstellung der Fundamente begonnen werden. Hierfür werden die Masten zusätzlich nach hinten abgespannt.

Die Montage selbsttragender Kabel

In baumlosem Gelände kann die Überführung mit dem selbsttragenden Kabel verhältnismässig leicht bewerkstelligt werden. Das Kabel wird mit Hilfe eines Zugseils, bzw. einer Zugmaschine und einem dazwischen geschalteten Seilverbindungsstück ausgezogen. Das Ausziehen erfolgt vom tiefer gelegenen zum höher gelegenen Mast. Der auf einem sogenannten Bremsbock montierte Kabelhaspel kann

Selon les expériences faites, il faut employer des câbles téléphoniques autoporteurs lorsque la différence de niveau entre les points d'appui est supérieure à 20 mètres pour une portée de 100 mètres, que les câbles doivent passer au-dessus de lignes à haute tension à de grandes hauteurs ou que la distance verticale entre le sol et le câble est supérieure à environ 60 mètres. Les câbles possèdent une armure de traction en fils de fer ronds de 120 à 180 kg de résistance par millimètre carré. Le nombre des fils de l'armure et leur diamètre se calculent d'après l'effort de traction le plus grand à escompter. Les gaines de plomb des câbles autoporteurs contiennent 0,7 % d'antimoine. Ces gaines sont moins sensibles aux vibrations provoquées par le vent et aux dilatations que celles de plomb pur. Des essais ont montré que la résistance aux vibrations d'un câble à gaine de plomb à alliage d'antimoine est, selon que les fils d'armure enserrent étroitement la gaine ou s'en écartent, 11 à 50 fois plus grande que celle d'un câble à gaine sans alliage.

En règle générale, pour suspendre et attacher les câbles autoporteurs, on emploie actuellement des mâts de 3 mètres zingués au feu. Le même modèle de mât est également utilisé pour les câbles suspen-

Fig. 3. Normalmast, Höhe 3 m
Mât normalisé, hauteur 3 m

hierbei den Bedürfnissen entsprechend gebremst werden. Das auf diese Weise zwischen den Masten ausgelegte Kabel wird hierauf hochgezogen und verankert.

Muss das Kabel über Baumgruppen oder Waldpartien hinweg geführt werden, so gestaltet sich die Auslegung nicht so einfach. In diesem Falle muss zuerst von Mast zu Mast ein Hilfsseil gezogen und verankert werden, an dem dann mit Hilfe eines Zugseils und den über dem Hilfsseil laufenden Doppelrollen das Kabel ausgezogen wird. Die Doppelrollen werden in Abständen von je 15 m an dem sogenannten Rollenseil befestigt, das seinerseits wiederum mit dem Zugseil verbunden ist und somit dessen Bewegungen folgt. Während des Kabelzuges werden die unteren Rollen, dem Zugseil folgend, in vorausbestimmten Abständen unter das Kabel geschoben, das damit parallel zum Hilfsseil aufgehängt wird (Fig. 4). Nach der Fertigstellung der Überführung werden sowohl das Rollenseil als auch das Hilfsseil zurückgezogen.

Zum Regulieren des Durchhanges und dem nachfolgenden Einsetzen der definitiven Abspannklemmen werden von einem Montierungspodest aus besondere Montageabspanngarnituren am Kabel angebracht und diese durch einen Rätschenzug mit dem Abspannmast verbunden (Fig. 5). Mit Hilfe dieses Rätschenzuges wird nun der für die augenblicklich herrschende Temperatur bestimmte Durchhang leicht und genau reguliert (vgl. Fig. 6). Bei grossen Spannweiten ist es zu empfehlen, hinter jeder Montageabspanngarnitur den Klemmkonen anliegende, aufgelötete Drahtbünde aus 2-mm-Draht anzubringen. Um ein Aufstossen der Kabelarmatur während der Regulierung des Durchhanges zu verhindern, ist es von Vorteil, den zuglosen Kabelteil auf einer Länge von etwa 1,5 m mit Isolierband zu umwickeln.

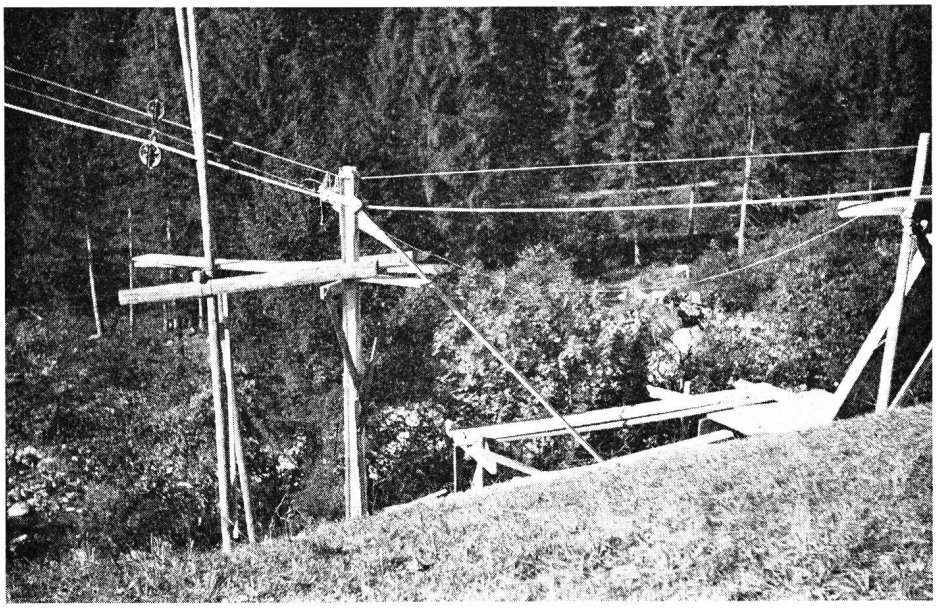

Fig. 4.
Kabelzug mit Hilfe von Doppelrollen, Hilfstragseil und Rollenseil. Auf der unteren Rolle aufliegend, das Kabel
Tirage du câble au moyen de poulies doubles; on distingue le câble porteur auxiliaire et le câble des poulies. Le câble repose sur la poulie inférieure

dus à un câble porteur au moyen d'un fil d'acier enroulé hélicoïdalement (voir figure 3). A cet effet, deux mâts normalisés ont été construits pour 10 et 20 tonnes de tension maximum sur le câble autoporteur, respectivement le câble porteur. Au croisement de cours d'eau, la distance verticale entre les câbles et le niveau de l'eau au moment de grande crue s'établit d'après les dispositions de la loi fédérale concernant les installations électriques à faible et à fort courant. Les conditions du sol nécessitent souvent des mâts plus élevés et, par conséquent, des constructions nouvelles.

Les dimensions des socles armés nécessaires pour la traversée sont adaptées à la tension maximum exercée sur le câble, respectivement sur le câble porteur. Les mâts sont vissés sur la partie supérieure du socle affleurant le sol. Ce montage terminé, on recouvre de béton le pied du mât et l'on façonne la partie du socle dépassant le sol. Ce faisant, on aura soin de ménager un passage pour le câble. Les dimensions de ce passage seront telles, qu'après sa pose, le câble puisse être enrobé de sable. On recouvre le tout d'une couche de mortier de 2 cm d'épaisseur. En cas de transformation, il est ainsi possible de dégager le câble sans risque de le blesser. Le montage de la traversée ne peut commencer que 10 jours après que les socles ont été terminés. Pour plus de sécurité, les mâts seront encore haubannés vers l'arrière pendant les travaux.

Montage des câbles autoporteurs

En terrain découvert, la traversée réalisée par câble autoporteur peut se faire assez facilement. Le câble téléphonique est tiré à l'aide d'un câble, éventuellement au moyen d'un treuil à moteur. Un raccord est intercalé entre deux. Le tirage se fait toujours du mât le plus bas vers le mât le plus élevé.

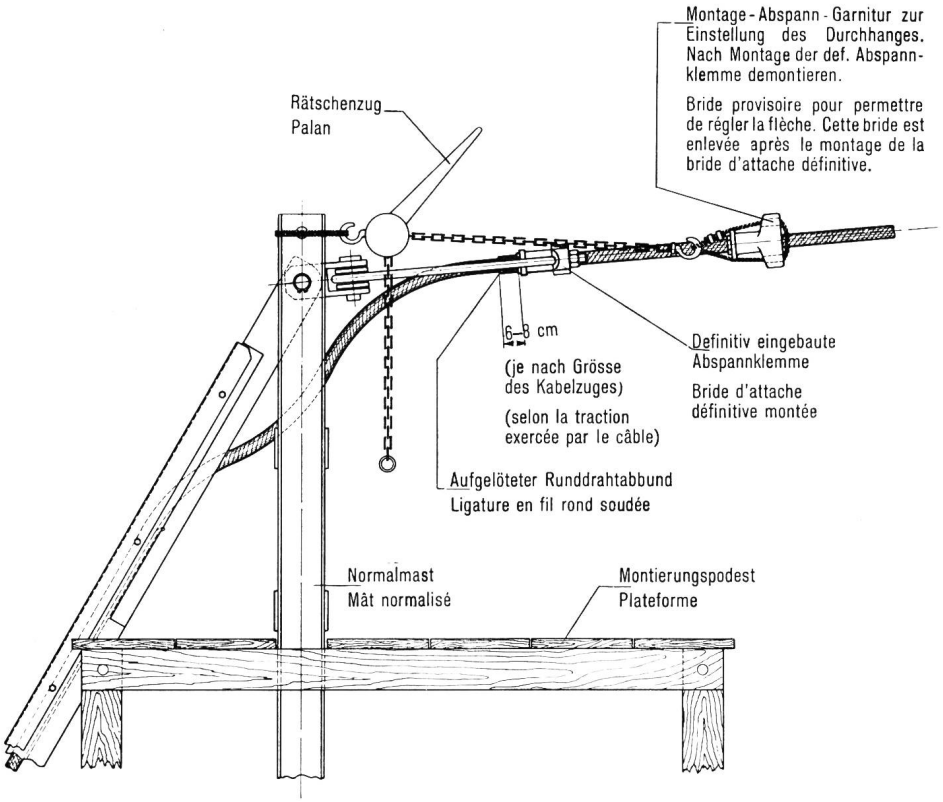

Fig. 5.
Einregulieren des Durchhanges mittels Montierungs-Abspanngarnitur u. zwischengeschaltetem Rätschenzug
Réglage de la flèche au moyen d'une bride provisoire et d'un palan

Nach der Regulierung des Durchhanges werden die definitiven Abspannklemmen (Fig. 7) eingesetzt und deren dreiteilige, auf der Innenseite geriffelte Klemmkonen von grosser Härte mit einer besonderen Vorrichtung eingetrieben. Der Innendurchmesser der drei Klemmkonen muss genau dem jeweiligen Kabeldurchmesser entsprechen. Die Klemmkonen dürfen keinesfalls mit einem Hammer eingeschlagen werden.

Le tambour du câble monté sur un support à frein peut être freiné selon les besoins. Le câble posé de cette façon entre les mâts est ensuite hissé et amarré.

Lorsque le câble doit passer au-dessus de bosquets ou de forêts, la pose n'est pas aussi simple. Dans ce cas, il faut d'abord tirer d'un mât à l'autre un câble auxiliaire et l'amarrer, puis installer le câble de tirage et placer des poulies doubles le long du câble auxiliaire. Le câble lui-même ne peut être tiré que lorsque

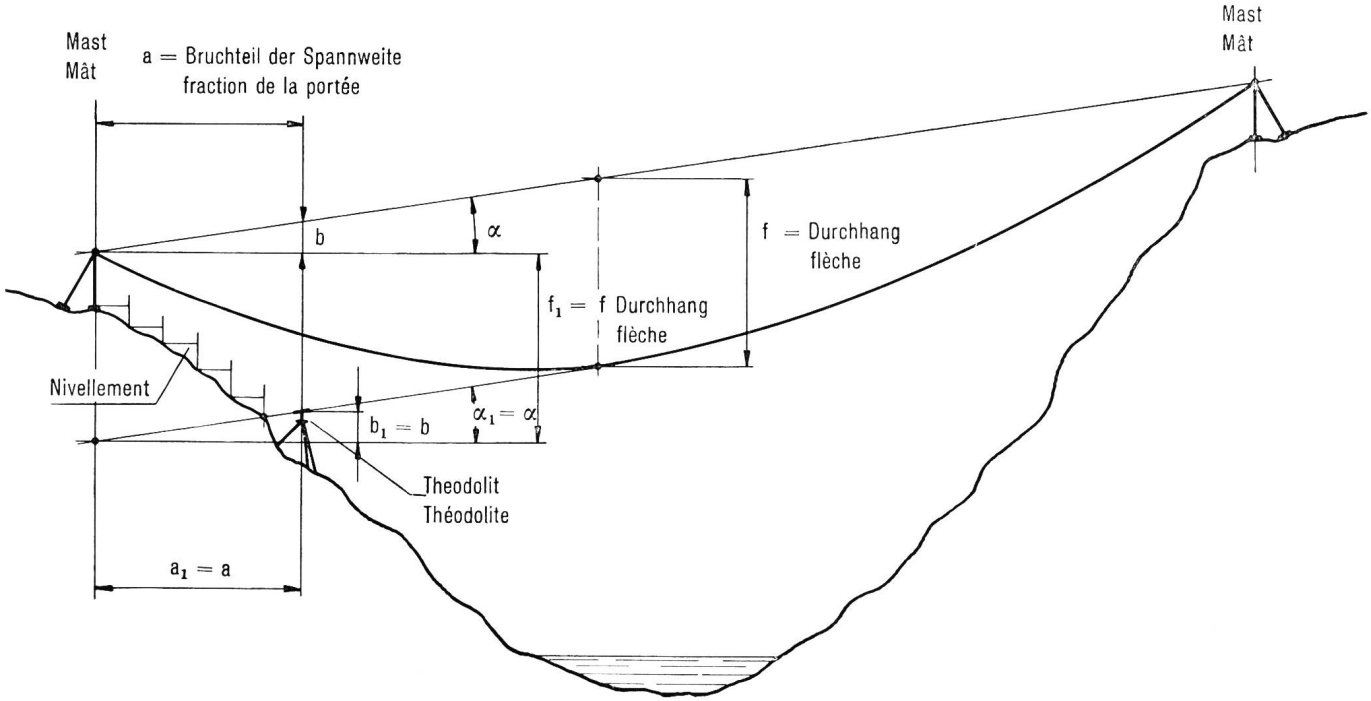

Fig. 6. Einmessen und einregulieren des Durchhanges — Mesure et réglage de la flèche

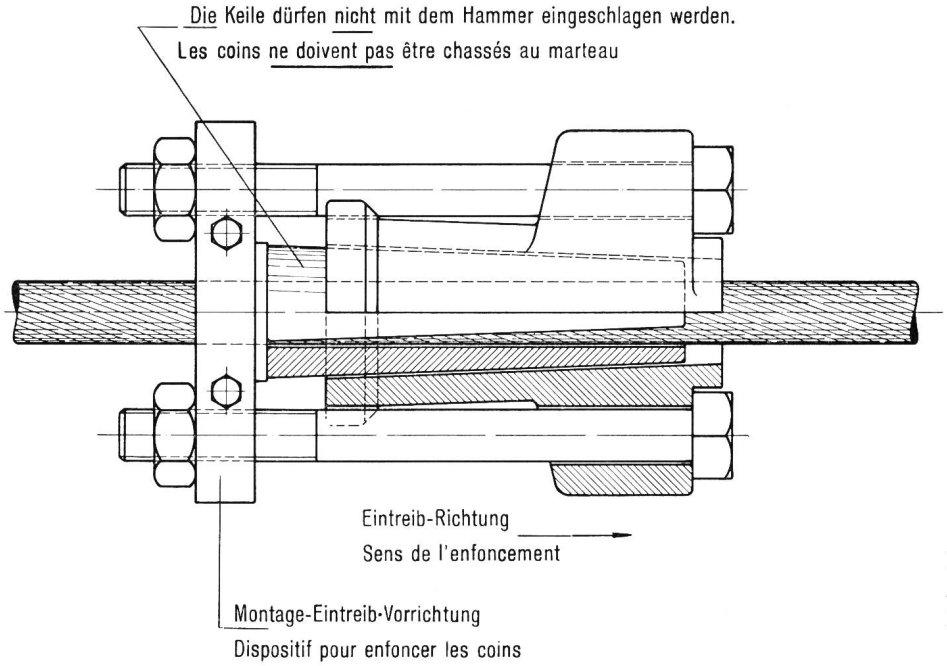

Fig. 7.
Abspannklemme
Bride d'attache

Um ein Durchgleiten des Kabels zu verhindern, werden hinter jeder Abspannklemme, das heisst Seite Mast, je nach der Zugbeanspruchung im Kabel, den Klemmkonen anliegend, 4...8 cm lange Drahtbünde aus 2 mm verzinktem Eisendraht hergestellt und diese mit der Kabelarmatur verlötet. Bei Spannweiten von mehr als 400 m werden je zwei Abbünde übereinander gemacht. Der aufgelötete Abbund hält die Armaturdrähte in ihrer geordneten normalen Lage, so dass die Klemmkonen auf dem Kabel überall gleichmässig aufliegen.

Die Montierung der Abspanngarnituren und der definitiven Abspannklemmen erfordert eine grössere Erfahrung (vgl. Fig. 8). Diese Arbeit wird vorteilhaft durch eingearbeitete Spezialisten ausgeführt. Erfolgt die Montierung der Abspannklemmen nicht sachtout ce dispositif supplémentaire est mis en place. Les poulies doubles sont fixées à des distances de 15 mètres les unes des autres sur le câble dit des poulies qui, de son côté, est relié au câble de tirage dont il suit, de ce fait, les mouvements. Lors du tirage, les poulies entraînées par le câble de tirage sont glissées à des intervalles déterminés d'avance sous le câble téléphonique qui, de ce fait, est suspendu au câble auxiliaire (voir figure 4). La traversée achevée, le câble des poulies et le câble auxiliaire sont enlevés.

Pour régler la flèche et monter les brides définitives, on fixe au câble, à partir d'une plateforme, des brides de montage provisoires spéciales que l'on relie au mât par un palan. A l'aide de ce palan, on règle sans peine et avec précision la flèche déterminée pour la

Fig. 8.
Abspannklemmen an einem Zwischenmast eingesetzt. Das Kabel zwischen den Abspannklemmen ist zuglos
Brides d'attache montées sur un mât intermédiaire. Le câble n'est soumis à aucun effort de traction entre les brides

gemäss und mit grösster Präzision, so muss ein Durchgleiten des Kabels in den Abspannklemmen befürchtet werden. Für eine spätere Kontrolle über das Durchgleiten ist der aus der Abspannvorrichtung austretende Kabelteil (Seite Weitspannung) unmittelbar vor den Klemmkonen mit einem 4 cm breiten Mennigstreifen zu bemalen.

Da die eben beschriebene Abspannart nicht in allen Teilen befriedigt, wird gegenwärtig nach einer neuen Methode gesucht, um selbsttragende Kabel einfacher und wirksamer aufhängen zu können. Der Ersatz der Runddrahtarmatur des Kabels durch eine geschlossene Profilarmatur – unter Beibehaltung der bisher verwendeten Abspannklemmen – wird ebenfalls erwogen und geprüft.

Das Vorgehen beim Heben von in der Überführung auftretenden Kabelfehlern bietet bei selbsttragenden Kabeln einige Schwierigkeiten. Muss eine Reparatur vorgenommen werden, so ist zwischen den Masten ein Hilfstragseil auszuspannen, ein Montagewagen auf das Seil zu setzen und die Fehlerstelle zu suchen. Ist die Fehlerstelle ermittelt, so wird auf beiden Seiten der Fehlerstelle je eine Abspanngarnitur eingesetzt und analog vorgegangen wie beim Anbringen der definitiven Abspannklemmen (vgl. Fig. 9). Mit Hilfe von langen Schraubenbolzen, die die beiden Zwischenabspanngarnituren verbinden, wird durch das Anziehen der Schraubenmuttern das zwischen den beiden Zwischenabspanngarnituren liegende Kabelstück zuglos gemacht. Hierauf werden die Armaturdrähte geöffnet und der Fehler behoben. Die reparierte Stelle des Kabels darf nicht mehr unter Zug gesetzt werden, mit andern Worten, die angelegten Zwischenabspanngarnituren bleiben bestehen, so dass ein repariertes Kabel für alle Zeiten gekennzeichnet ist.

Die grösste Spannweite, für die bisher ein selbsttragendes Kabel verwendet wurde, betrug 491 m, bei einem Höhenunterschied der beiden Abspannmasten von 33 m. Ein anderes selbsttragendes Kabel wurde mit Spannweiten von 487 und 242 m mit einem Höhenunterschied von 426 und 214 m montiert. Weitere Kabel mit kleineren Spannweiten wurden ebenfalls selbsttragend aufgehängt.

température du moment (voir figure 6). Pour les grandes portées, il est recommandable d'établir derrière chaque bride provisoire des ligatures en fil de 2 mm soudées et contiguës aux cônes de serrage. Pour éviter que l'armure du câble soit abîmée pendant le réglage de la flèche, on a avantage à enrober d'un ruban de toile isolante, sur une longueur de 1,5 mètre environ, la partie du câble non soumise à l'effort de traction.

Le réglage de la flèche terminé, les brides d'attache définitives (voir figure 7) sont mises en place et leurs cônes de serrage de grande dureté en trois parties, cannelés à l'intérieur, sont enfoncés au moyen d'un dispositif spécial. Le diamètre intérieur des cônes de serrage doit exactement correspondre à celui du câble. Il ne faut en aucun cas se servir d'un marteau pour enfoncer les cônes.

Derrière chaque bride d'attache, côté mât, on confectionne, en fonction de l'effort de traction exercé sur le câble, des ligatures de 4 à 8 cm de long en fil de fer zingué, contiguës aux cônes de serrage que l'on soude à l'armure pour empêcher le câble de glisser. Lorsque les portées sont supérieures à 400 mètres, on fait deux ligatures l'une sur l'autre. La ligature soudée maintient les fils d'armure dans leur position normale, de sorte que les cônes de serrage reposent de façon uniforme sur tout le câble.

Le montage des brides provisoires et des brides d'attache définitives exige une grande expérience (voir figure 8). On a intérêt à faire exécuter ce travail par des spécialistes. Si le montage des brides d'attache n'est pas conforme aux instructions et très précis, on doit craindre que le câble ne glisse dans les brides. Pour pouvoir contrôler par la suite un glissement éventuel, on passe le câble au minium immédiatement à sa sortie des brides (côté grande portée) sur 4 cm de large environ.

Le genre d'attache décrit ci-dessus ne donnant pas entière satisfaction, on cherche actuellement une nouvelle méthode permettant d'amarrer les câbles autoporteurs plus simplement et plus efficacement. Le remplacement de l'armure en fils ronds par une armure en fils profilés plus rigide – les brides d'attache employées jusqu'ici étant conservées – est également étudié attentivement.

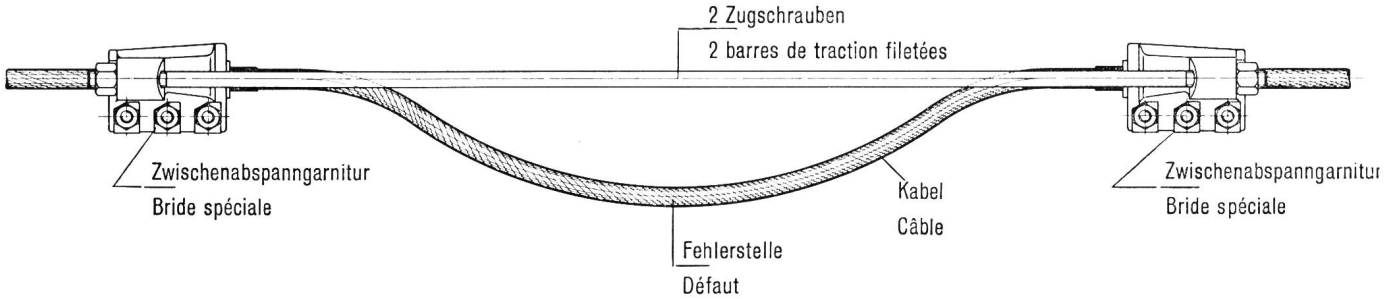

Fig. 9. Eingesetzte Zwischenabspannklemmen bei einer Fehlerbehebung

Montage du dispositif spécial permettant de supprimer la tension dans le câble à l'endroit d'un défaut

Die Montage aufgehängter Kabel

Bei einer Flussüberquerung mit einem zugarmierten koaxialen Kabel wurde im Juli 1953 erstmals eine andere Überführungsmethode angewendet[2]. Diese Methode wurde seither weiter entwickelt und wird heute ebenfalls zum Aufhängen von flachdrahtarmierten Kabeln verwendet. Dabei wird das flachdrahtarmierte Kabel mit antimonlegiertem Bleimantel zusammen mit einem zwischen den Masten gespannten Tragseil maschinell spiralförmig mit einem 2 mm starken rostfreien Stahldraht umwickelt. Die Steigung der Drahtspirale beträgt 32 cm (Fig. 10). Die Spannweite der Überführung wirkt sich selbstverständlich auf den Durchmesser des Tragseiles, auf die Konstruktion der Masten sowie die Dimensionierung der Fundamente aus. Es sind bereits einige Überführungen dieser Konstruktionsart erstellt worden, worunter versuchsweise eine solche mit 660 m Spannweite. Die Höhenunterschiede der Stützpunkte sind erfahrungsgemäss auf maximal 10 m zu beschränken.

Bei dieser Art der Aufhängung werden, im Gegensatz zur früheren Bauart mit Tragbügeln, die durch Dilatation verursachten Längenänderungen auf die ganze Spannweite des Kabels verteilt. Die Bildung der bekannten und unschönen Girlanden wird dadurch vermieden.

Die für die Konstruktion von Kabelüberführungen dieser Art entwickelte Baumethode hat sich bis heute gut bewährt; sie soll im nachfolgenden kurz beschrieben werden.

Die Herstellung einer ersten Verbindung von Mast zu Mast zum Ausziehen des Tragseiles hat sich von Fall zu Fall nach dem Gelände zu richten. Sie kann,

[2] *Otto Strub.* Die Überquerung des Rheins mit einem koaxialen Kabel. Techn. Mitt." PTT 1954, Nr. 7, S. 278...284.

La réparation de défauts de câbles survenant dans la traversée présente quelques difficultés pour les câbles autoporteurs. Il faut d'abord poser un câble porteur auxiliaire entre les mâts, fixer un chariot de montage au câble et localiser le défaut. L'endroit du défaut trouvé, on monte de part et d'autre des brides spéciales et on procède de la même façon que pour le montage des brides d'attache définitives (voir figure 9). A l'aide de longues barres filetées reliant ces deux brides, on supprime l'effort de traction exercé sur la partie du câble comprise entre ces dernières en serrant les écrous. Ensuite, on écarte l'armure et on répare le dérangement. L'endroit du câble réparé ne peut plus subir d'effort de traction; les brides spéciales resteront donc en place et l'on reconnaîtra toujours un câble réparé.

La plus grande portée pour laquelle on a employé jusqu'ici un câble autoporteur est de 491 mètres, la différence d'altitude entre les mâts étant de 33 mètres. Un autre câble autoporteur a été monté avec des portées de 487 et 242 mètres et des différences d'altitude de 426 et 214 mètres. D'autres traversées de portées moins grandes ont également été exécutées en câbles autoporteurs.

Fig. 10.
Umwicklung von Kabel und Tragseil
Fixation du câble au porteur

Montage des câbles suspendus

Une autre méthode a été appliquée pour la première fois en juillet 1953, lorsque l'administration des PTT a posé un câble coaxial armé à travers le Rhin[2]. Cette méthode a encore été perfectionnée depuis lors et est actuellement aussi utilisée pour suspendre des câbles armés de fils méplats. Le câble armé de fils méplats à gaine de plomb allié d'antimoine est attaché à un câble porteur tendu entre les

[2] *Otto Strub.* La traversée aérienne du Rhin par un câble coaxial. Bulletin Technique PTT 1954, nº 7, pages 278 à 284.

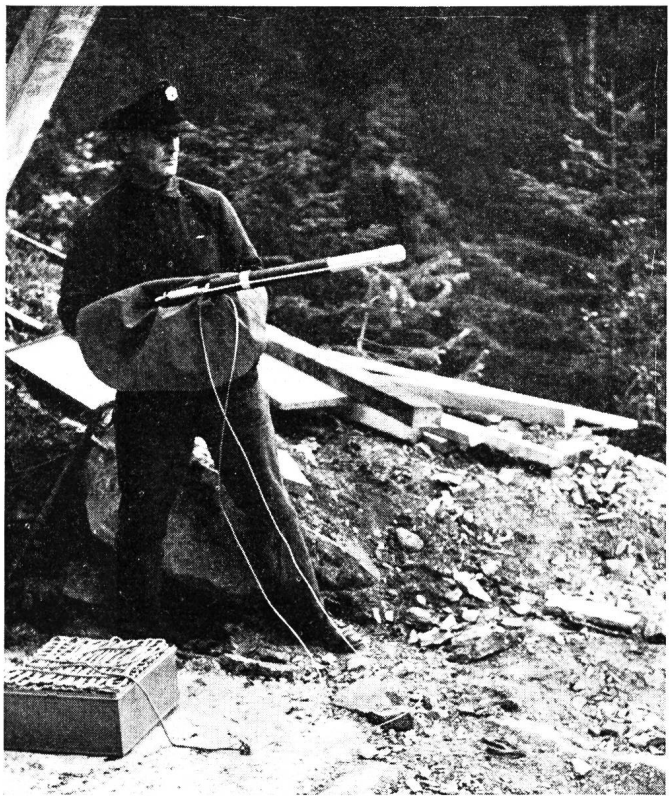

Fig. 11. Pistole mit Rakete
Lance-fusée

wie bereits im Abschnitt über die selbsttragenden Kabel beschrieben, vorgenommen werden, oder dann, wie bei Tobeln mit grossen Spannweiten oder in sonst unwegbarem Gelände, durch das Abschiessen einer Rakete mittels einer eigens konstruierten Pistole (Fig. 11) oder einer Ziellafette mit aufmontiertem Raketenrohr. An der Raketenführung ist ein geflochtenes 150 oder 300 m langes Hanfseil von 345 kg Zerreissfestigkeit befestigt. Durch das Zusammenknüpfen einzelner dieser Hanfseile und die Wahl von Raketen mit entsprechend grosser Ladung, können Tobel und Schründe bis zu einer Spannweite von 600 m überschossen werden. Mit Hilfe dieses in der Richtung des gegenüberliegenden Stützpunktes abgeschossenen Hanfseiles wird in der Folge ein Hilfstragseil nachgezogen und an den beiden Masten verankert. Der Durchmesser des zu wählenden Hilfstragseiles wird durch die Spannweite, das Gewicht des auszulegenden Kabeltragseiles und den berechneten Durchhang gegeben. In gleicher Weise wie das Hilfstragseil wird hierauf ein sogenanntes Kabelzugseil von doppelter Länge nachgezogen. Mit dem Kabelzugseil wird als erstes das eigentliche definitive Kabeltragseil ausgezogen; dieses rollt von einem auf einem Bremsbock montierten Haspel ab (Fig. 12) und wird mittels Doppelrollen, die am Hilfstragseil aufgehängt werden, ausgezogen, so dass dieses auf den unteren Rollen parallel zum Hilfstragseil liegt. Die Doppelrollen sind alle 20 m an einem von einer Abwickeltrommel ablaufenden, mit dem Kabelzugseil verbundenen Rollenzugseil festgeklemmt. Nach der

mâts. A cet effet, une machine enroule un fil d'acier inoxydable de 2 mm en hélice autour des câbles. Le pas des spires du fil d'acier est de 32 cm (voir fig. 10). La portée de la traversée influence naturellement le diamètre du câble porteur, la construction des mâts, ainsi que les dimensions des socles. Quelques traversées de ce genre ont déjà été réalisées dont l'une a, à titre d'essai, une portée de 660 mètres. L'expérience montre que la différence de niveau entre les points d'appui doit être au maximum de 10 mètres.

Contrairement à l'ancienne suspension au moyen d'étriers, ce nouveau système répartit sur toute la portée du câble les modifications de longueur provoquées par la dilatation, ce qui permet d'éviter les guirlandes bien connues et si inesthétiques.

La méthode mise au point pour la construction de traversées en câbles de ce genre a, jusqu'ici, fait ses preuves; nous la décrivons brièvement ci-après.

L'établissement d'une liaison préliminaire permettant de tirer le câble porteur dépend dans chaque cas de la nature du terrain. Cette liaison peut être réalisée comme déjà décrit au paragraphe traitant les câbles autoporteurs. Lorsqu'il s'agit de franchir des ravins très larges ou des terrains impraticables, on utilisera, par exemple, une fusée lancée au moyen d'un pistolet construit spécialement à cet effet ou d'un tube lance-fusée monté sur affût (voir figure 11). Une corde de chanvre tressée de 150 ou 300 mètres de long, offrant une résistance à la rupture de 345 kg, est attachée à l'empennage de la fusée. La réunion de quelques-unes de ces cordes de chanvre et le choix de fusées à charge appropriée au but à atteindre permettent de franchir des ravins et des crevasses jusqu'à une distance de 600 mètres. Cette corde de chanvre sert à tirer un câble porteur auxiliaire qui est amarré aux deux mâts. La portée, le poids du câble porteur à poser et la flèche calculée déterminent le diamètre du câble porteur auxiliaire à choisir. Sur ce, un câble de tirage de longueur double de la portée est tiré de façon analogue au câble porteur auxiliaire. Le câble de tirage permet de tirer d'abord le câble porteur définitif qui se déroule d'un tambour monté sur un support à frein (voir figure 12). Ce câble se place sur des poulies doubles suspendues au câble porteur auxiliaire, de manière qu'il repose sur les poulies inférieures parallèlement au câble auxiliaire. Les poulies doubles sont fixées à un câble de tirage rattaché au câble de tirage du câble téléphonique et se déroulant d'un tambour vertical. La traversée franchie, le câble porteur définitif est fixé au mât opposé à l'aide d'un manchon terminal coulé en fabrique et le câble de tirage des poulies est retiré. La flèche du câble porteur non chargé requise au moment du montage en fonction de la température ambiante est réglée avec précision à l'aide d'un palan fixé au mât (côté tambour de câble) (voir figure 6).

La flèche étant réglée, le câble porteur est coupé à la longueur exacte et ligaturé. Ensuite, commence le montage du manchon terminal. Les filins du câble

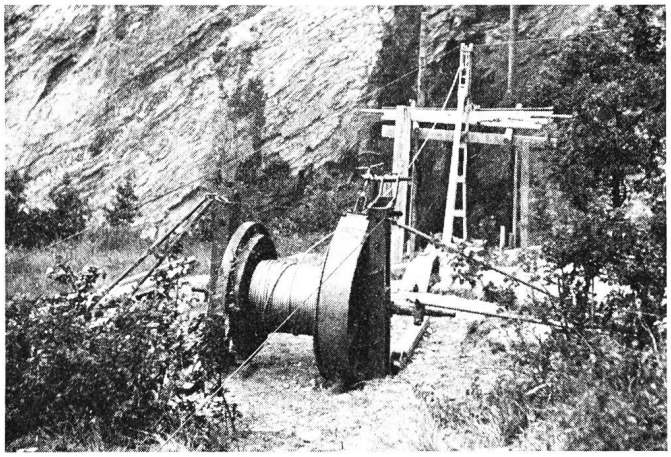

Fig. 12. Bremsbock mit Tragseil
Support avec frein du tambour du câble porteur

Überführung wird das Kabeltragseil am gegenüberliegenden Mast mit Hilfe einer in der Fabrik ausgegossenen Seilendmuffe definitiv montiert und das Rollenzugseil zurückgezogen. Der zur Zeit der Montage durch die gegebene Temperatur erforderliche Durchhang des unbelasteten Kabeltragseiles wird mit Hilfe eines am Mast (Seite Kabelhaspel) befestigten Flaschenzuges vom Montagepodest aus genau einreguliert (vgl. Fig. 6).

Nachdem der Durchhang reguliert ist, wird das Kabeltragseil auf die richtige Länge abgeschnitten, abgebunden und die noch nicht montierte Seilendmuffe über das Tragseil geschoben. Hierauf wird mit der Montage der Seilendmuffe begonnen. Das Seilende wird lagenweise geöffnet und jeder einzelne Draht gereinigt und verzinnt. Die Enden der einzelnen Drähte werden 4 cm nach rück- und einwärts umgebogen. Hierauf wird die Seilendmuffe über den exakt hergerichteten Seilbesen gezogen, bis dieser in der Seilendmuffe noch etwa 4 mm zurücksteht. Mit Hilfe einer Azetylengasflamme wird in einem Tiegel Lagermetall verflüssigt. Sobald die das flüssige Metall überdeckende Haut eine goldgelbe Färbung annimmt, ist die richtige Fliesstemperatur erreicht. Die Schlacke bzw. die Haut ist mehrmals abzuschöpfen. Inzwischen wird das Seilende mit der darübergezogenen Endmuffe senkrecht aufgestellt und in dieser Lage befestigt. Die Austrittsöffnung auf der Seite des Tragseiles wird sorgfältig mit Asbestschnur verstopft und hinter derselben ein Drahtbund angebracht. Nachdem die Vorbereitungen soweit gediehen sind, wird die Seilendmuffe mit Hilfe einer zweiten Azetylengasflamme auf die Zinnfliesstemperatur erhitzt. Sobald ein an die Endmuffe gehaltener Schmierzinnstab zu fliessen beginnt, ist die richtige Eingusstemperatur erreicht. Das flüssige Lagermetall wird unter leichtem Beklopfen der Endmuffe eingegossen. Durch das Stochern mit einem Draht sorgt man gleichzeitig für einen guten Gas- und Luftabzug. Nach etwa zwei Stunden kann die Seilendmuffe des Kabeltragseiles am Mast definitiv eingehängt

sont alors séparés à son extrémité, nettoyés et étamés. Les bouts de fils sont recourbés vers l'intérieur sur 4 cm. Puis, le manchon terminal est mis en place sur les fils disposés soigneusement en forme de balai, de façon que le câble soit encore de 4 mm en retrait dans le manchon. Le métal blanc est fondu dans un creuset à l'aide d'une flamme de gaz acétylène. Dès que la couche recouvrant le métal liquide prend une coloration jaune or, la température de coulage exacte est atteinte. La scorie doit être plusieurs fois enlevée. Pendant ce temps, le manchon terminal dans lequel se trouve l'extrémité du câble est placé verticalement et fixé dans cette position. L'orifice du côté du câble porteur est soigneusement obturé par du cordon d'amiante et une ligature en fil de fer est effectuée derrière. Les préparatifs étant ainsi avancés, le manchon terminal est chauffé à la température de coulage de l'étain à l'aide d'une seconde flamme de gaz acétylène. Dès qu'une barre de soudure pour manchon maintenue sur le manchon terminal commence à couler, la température nécessaire est atteinte. On verse alors le métal blanc liquide dans le manchon terminal en le frappant légèrement. En remuant avec un fil, on fait sortir en même temps toute trace de gaz et d'air. Au bout de deux heures environ, on peut suspendre définitivement le manchon terminal du câble porteur au mât. Le palan et la bride provisoire restent en place pendant les travaux de montage ultérieurs. Une même bride avec attache est également montée au mât opposé par mesure de sécurité.

Le câble porteur ayant été tiré de la manière décrite et fixé aux deux extrémités, on peut entreprendre le tirage du câble lui-même. A cet effet, il

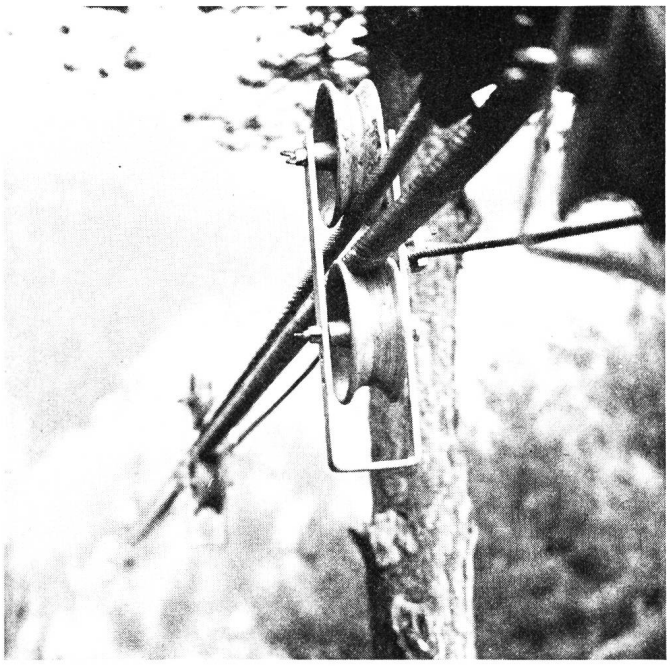

Fig. 13. Doppelrolle, am Tragseil aufgehängt
Poulie double suspendue au câble porteur

werden. Flaschenzug und Klemmplatte bleiben zur Sicherheit der weiteren Montagearbeiten eingebaut. Am gegenüberliegenden Mast wird zur Sicherung ebenfalls eine Klemmplatte mit Arretierungsschlaufe montiert.

Nachdem das Kabeltragseil in der beschriebenen Weise ausgezogen und an beiden Enden fixiert ist, kann zum Ausziehen des Kabels geschritten werden. Hierfür gilt als erste Erfahrungsregel: Jedes Kabel muss vom tiefer gelegenen zum höher gelegenen Mast ausgezogen werden. Der ganze Vorgang spielt sich wie folgt ab:

Das von dem auf einem Bremsbock montierten Kabelhaspel gezogene Kabelende wird auf den Mast geführt und etwa 3 m darüber hinaus durchgezogen. Durch ein Seilverbindungsstück wird das Kabel mit dem Kabel- und Rollenzugseil verbunden. Für den Kabelzug werden Doppelrollen (Fig. 13) verwendet. Zwei Rollen sind in einem Bügel vertikal übereinander montiert. Die obere Rolle läuft auf dem Kabeltragseil, die untere trägt das Kabel. Vor Beginn des Kabelzuges wird die obere Rolle demontiert, der Bügel mit der unteren Rolle unter das Kabel geschoben und hierauf die obere Rolle über dem Kabeltragseil wieder eingesetzt und fixiert. Die Doppelrollen werden alle drei Meter – bei koaxialen Kabeln alle zwei Meter –, wie eben beschrieben, eingesetzt und am Rollenseil, das mit dem Seilverbindungsstück verbunden ist, befestigt. Von einem Podest aus werden die Rollen, dem Kabelzug folgend, unter das Kabel geschoben und dieses damit am Tragseil aufgehängt. Damit erhält man einen ununterbrochenen, gleichmässigen Kabelzug. Am gegenüberliegenden Mast wird das Rollenzugseil dann gelöst, am Mast befestigt und das Kabel über den Mast weitergezogen. Nach Beendigung des Kabelzuges wird das Rollenzugseil vom Mast gelöst und mit der Rollenseilwinde verbunden.

Für das Festbinden des Kabels am Tragseil muss dieses unter einem Zug von etwa 1000 kg gehalten werden. Dadurch werden seitliche Ausbiegungen des Kabels während des Festbindens am Tragseil vermieden.

Als Binde- und Umspinndraht wird ein weicher, rostfreier Stahldraht von 2 mm Durchmesser und einer Zerreissfestigkeit von 170 kg verwendet. Der Draht wird in Längen von 110 m auf Rollen geliefert. Die Drahtrolle passt auf den an der Umspinnmaschine montierten Haspel.

Für lange Überführungen werden für das Festbinden des Kabels am Tragseil mehrere Rollen Draht benötigt. Die Auswechslung eines leeren gegen einen vollen Drahthaspel erfolgt während der Überquerung durch einen Monteur mit Hilfe eines Montagewagens. Ende und Anfang des Umspinndrahtes werden miteinander verdrillt und durch einen von Hand angefertigten Abbund fixiert.

Für die Gewährleistung einer guten Umspinnung muss der hierfür bestimmte Draht unter einer konfaut observer une première règle découlant de la pratique: chaque câble doit être tiré du mât le plus bas vers le mât le plus élevé. Le processus complet se déroule de la manière suivante:

L'extrémité du câble déroulée du tambour monté sur un support à frein est amenée au mât et tirée à environ 3 mètres. Un raccord permet de relier le câble au câble de tirage et au câble des poulies. Pour tirer le câble, on utilise des poulies doubles (voir figure 13). Deux poulies sont montées perpendiculairement l'une au-dessus de l'autre dans un étrier. La poulie supérieure roule sur le câble porteur, la poulie inférieure supporte le câble. Avant de commencer à tirer le câble, on enlève la poulie supérieure, on glisse l'étrier avec la poulie inférieure sous le câble et, ensuite, on replace la poulie supérieure sur le câble porteur et on la fixe. Les poulies doubles sont placées tous les trois mètres – pour les câbles coaxiaux tous les deux mètres – et fixées au câble des poulies qui est relié au raccord. Depuis une plateforme, les poulies sont glissées sous le câble au fur et à mesure du tirage; le câble est ainsi suspendu au câble porteur. On obtient ainsi un tirage du câble régulier et ininterrompu. Arrivé au mât opposé, le câble des poulies est détaché et fixé au mât; le câble téléphonique est encore tiré au delà. Le tirage terminé, le câble des poulies est détaché du mât et relié au treuil.

Il faut maintenir le câble sous un effort de traction de 1000 kg environ, pendant qu'on le fixe au câble porteur, afin d'éviter son balancement latéral.

Comme fil d'attache et de ligature, on emploie un fil d'acier doux inoxydable de 2 mm de diamètre et d'une résistance à la rupture de 170 kg/mm^2. Ce fil est livré en rouleaux de 100 m de long. Le rouleau de fil s'adapte sur le tambour monté sur la machine à enrouler.

Lorsques les traversées sont longues, la fixation du câble au porteur exige plusieurs rouleaux de fil. Un chariot de montage sur lequel prend place un monteur permet de remplacer un tambour vide par un tambour plein pendant la traversée. La fin d'un fil d'enroulement et le commencement d'un autre sont torsadés ensemble et fixés par une ligature faite à la main.

Pour assurer un bon enroulement du fil, on doit le maintenir sous une tension de traction constante de 17 kg environ. On y arrive en enroulant le fil une fois autour de la dernière poulie-guide de la machine à enrouler. Pour ne pas entailler la gaine de plomb, les spires du fil doivent être disposées dans le sens opposé à celui des spires de l'armure du câble. C'est pourquoi la machine peut être réglée de façon à enrouler le fil à gauche ou à droite.

La machine est mise en place du côté du mât le plus facilement accessible et desservie par une personne sûre. Le câble de tirage des poulies est détaché et relié à la machine qui est suspendue au câble porteur; elle précède d'environ deux mètres un

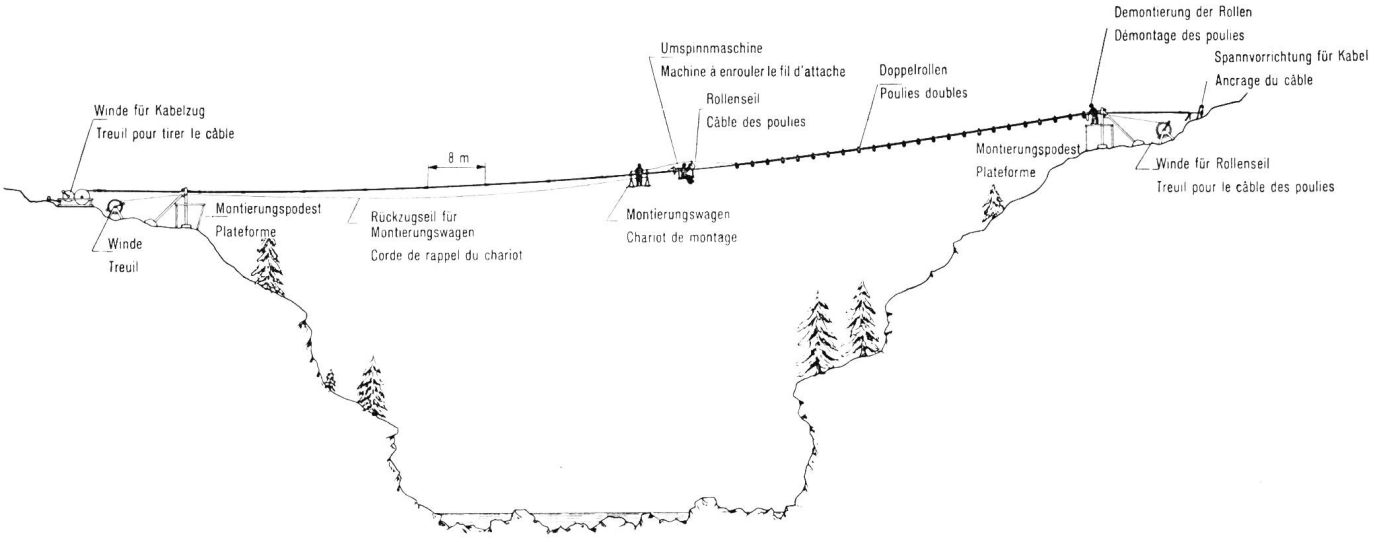

Fig. 14. Aufbinden des Kabels am Tragseil. (Schematische Darstellung)

Représentation schématique de la fixation du câble au porteur

stanten Zugspannung von etwa 17 kg gehalten werden, was durch eine auf der vordersten Drahtführungsrolle der Umspinnmaschine angebrachte Bremsschlaufe erreicht wird. Damit der Umspinndraht nicht in den Bleimantel einschneiden kann, muss die Steigrichtung des Drahtes der Steigrichtung der Kabelarmatur entgegengesetzt sein. Die Umspinnmaschine kann deshalb rechts- oder linksdrehend eingestellt werden.

Die Umspinnmaschine wird beim leichter zugänglichen Mast eingesetzt und mit einem gesicherten Bedienungsmann besetzt. Das Rollenzugseil wird gelöst und die Umspinnmaschine angehängt. Der Umspinnmaschine folgt in einer Entfernung von etwa zwei Meter ein Montagewagen, auf dem sich chariot de montage sur lequel se trouve un monteur éprouvé. Le chariot est relié vers l'arrière à un treuil et vers l'avant à la machine. Après l'établissement d'une première ligature de sécurité à environ 1 m du mât, la machine et le chariot de montage sont mis en mouvement au moyen du treuil du câble de tirage des poulies et de la manivelle de la machine (fig. 14). En même temps, les poulies doubles fixées au câble des poulies sont retirées au fur et à mesure que la machine avance et peuvent être démontées au mât terminal. On arrête tous les 8 m la machine à enrouler le fil, pour permettre au monteur ayant pris place sur le chariot d'établir une ligature de sécurité de 70 mm de long et d'éviter ainsi que le câble ne glisse vers le point le plus bas. On enroule autour des câbles un

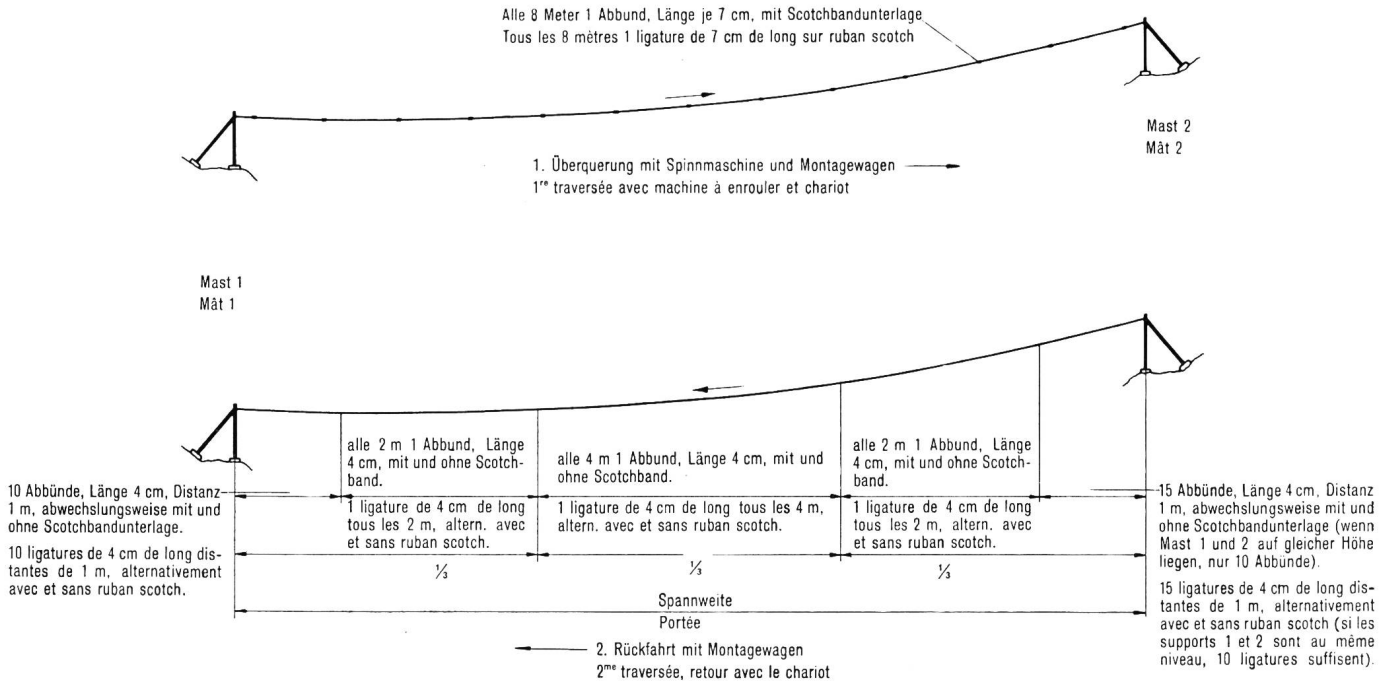

Fig. 15. Anbringen der Sicherungsbünde am Kabel und Tragseil

Répartition des ligatures de sécurité le long du câble

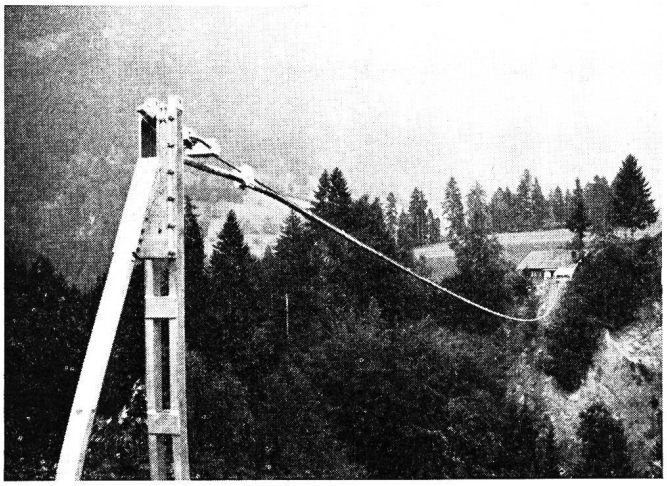

Fig. 16. Mast mit eingesetzter Sicherheitsbride
Mât avec bride de sécurité montée

ein gesicherter Monteur befindet. Der Montagewagen ist nach hinten mit einer Zugwinde und nach vorn mit der Umspinnmaschine verbunden. Nach dem Erstellen eines ersten Sicherungsabbundes in einer Entfernung von etwa 1 m vom Ausgangsmast werden die Umspinnmaschine und der Montagewagen durch das Betätigen der Rollenseilwinde und der Handkurbel der Umspinnmaschine in Bewegung gesetzt (Fig. 14), gleichzeitig werden die am Rollenseil befestigten Doppelrollen vor der Umspinnmaschine zurückgezogen und können am Endmast demontiert werden. Alle 8 m wird die Umspinnmaschine angehalten, worauf der sich im Montagewagen befindende Monteur einen Sicherungsabbund von 70 mm Länge anbringt, um damit ein Kriechen des Kabels nach dem tiefsten Punkt hin zu verhüten. Kabel und Tragseil werden vor dem Anbringen der Sicherungsabbünde mit Scotchband umwickelt. Nachdem die Umspinnung ausgeführt ist, wird die Umspinnmaschine ausgehängt und der Montagewagen mit Hilfe der Zugwinde wieder zum Ausgangsmast zurückgezogen; dabei fertigt der Monteur die Zwischenbünde an, die abwechslungsweise mit und ohne Scotchbandunterlage erstellt werden (Fig. 15).

Nach der Fertigstellung der Abbünde werden bei beiden Masten Sicherheitsbriden eingesetzt und auf dem Tragseil festgeschraubt (Fig. 16). Das Kabel wird von den Sicherheitsbriden nur leicht umfasst. Den Sicherheitsbriden anliegend, werden auf dem Kabel gegen die Masten hin etwa 20 cm lange Handabbünde aus 2-mm-Draht erstellt. Die Sicherheitsbriden bzw. die Abbünde sollen zusätzlich jedes Gleiten des Kabels gegen den Scheitelpunkt hin verhindern.

Von den Sicherheitsbriden weg führt das Kabel in einem grossen losen Bogen durch die Mastanker zur Erde. Die lose Lagerung des Kabels verhütet Beschädigungen des Bleimantels durch Windvibrationen und Dilatationen.

ruban Scotch avant de confectionner les ligatures. La fixation du câble étant terminée, la machine à enrouler le fil est dépendue et le chariot de montage ramené au mât de départ à l'aide du treuil; le monteur en profite pour terminer les ligatures intermédiaires qui sont établies alternativement avec et sans ruban Scotch (voir figure 15).

Les ligatures terminées, des brides de sécurité sont montées à proximité immédiate des deux mâts et solidement vissées au câble porteur (voir figure 16). Elles n'enserrent que légèrement le câble téléphonique. Des ligatures en fil de 2 mm faites à la main et longues de 20 cm environ sont montées contiguës aux brides de sécurité sur le câble du côté des mâts. Les brides de sécurité, respectivement les ligatures empêchent le câble de glisser.

A partir des brides de sécurité le câble est mené à la terre en un grand coude libre à travers le hauban creux des mâts. Cette disposition du câble évite des endommagements de la gaine de plomb causés par les vibrations engendrées par le vent et les dilatations.

La réparation d'un câble fixé à un câble porteur par un fil d'acier enroulé en hélice est plus simple que celle d'un câble autoporteur. Le fil d'attache est coupé de part et d'autre de l'endroit du défaut et enlevé entre les deux ligatures. Ensuite, le câble est quelque peu éloigné du câble porteur et son armure ouverte. La réparation effectuée, le tronçon de fil manquant est remplacé, torsadé et ligaturé des deux côtés avec le reste du fil d'attache.

A titre d'essai, on a fixé, selon cette méthode, deux câbles téléphoniques à un seul câble porteur amarré de chaque côté à un mât simple. Normalement, il est toutefois préférable de construire des mâts jumelés lorsqu'on veut établir une traversée avec deux câbles (voir figure 17).

Les traversées établies avec des câbles suspendus de cette façon reviennent à peu près 10% plus cher

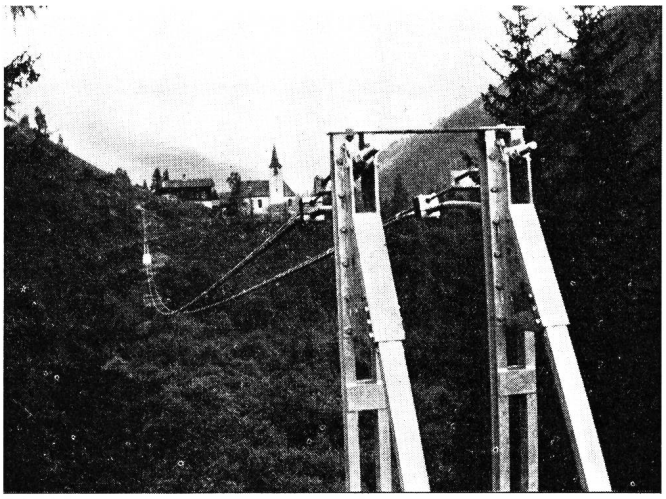

Fig. 17. Doppelüberführung mit Doppelmasten; Spannweite 195 m
Traversée double avec mât jumelé; portée 195 m

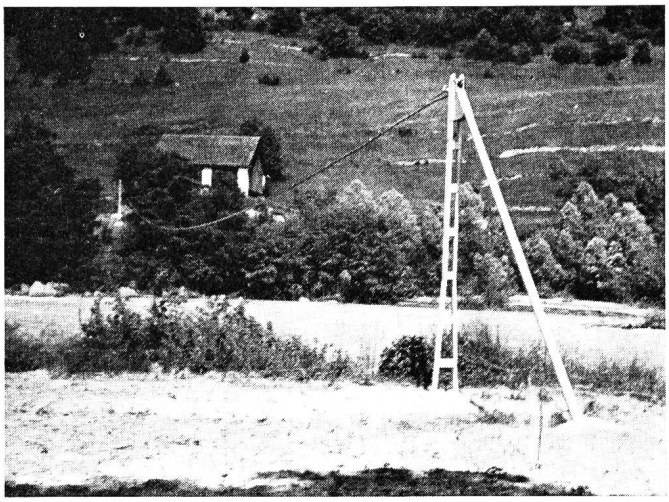

Fig. 18. Flussüberführung; Spannweite 121 m
Traversée de rivière; portée 121 m

Die Reparatur eines «spiral-aufgehängten» Kabels ist einfacher als die eines selbsttragenden Kabels. Beidseitig der Fehlerstelle wird der Umspinndraht abgebunden und zwischen den beiden Abbünden gelöst. Hierauf wird das Kabel etwas vom Kabeltragseil weggezogen und die Kabelarmatur geöffnet. Nach vorgenommener Reparatur wird das fehlende Stück des Umspinndrahtes ersetzt und beidseitig mit dem übrigen Umspinndraht verdrillt und abgebunden.

Versuchsweise wurden auch zwei Kabel gleichzeitig mit einem Draht umsponnen und an zwei Masten aufgehängt. Normalerweise ist aber bei gleichzeitiger Überführung von zwei Kabeln die Erstellung von Doppelmasten vorzuziehen (Fig. 17).

Überführungen mit derart aufgehängten Kabeln kommen etwa 10 % teurer zu stehen als Überführungen mit selbsttragenden Kabeln. Der höhere Preis wird jedoch durch die Verbilligung des Unterhaltes aufgewogen. Für die Konstruktion von Überführungen werden, je nach Spannweite und Gelände, Arbeitsgruppen von 8...10 Mann eingesetzt (vgl. Fig. 18 und 19).

Für den Bau von Überführungen werden lückenlose Unterlagen benötigt. Vor allem ist ein genaues Längenprofil des Terrains aufzunehmen, in dem maßstäblich sämtliche Hindernisse wie Bäume, Flussläufe, Kreuzungen mit Hochspannungsleitungen sowie die Windverhältnisse aufgeführt sind. Die vorgesehenen Standorte der Masten sind anzugeben; das Profil soll bis 10 m über die Standorte der Masten hinaus aufgenommen werden. Bei der Planung ist zu beachten, dass die Masten 8...10 m von Absturzstellen entfernt zu stehen kommen. Spannweiten und Bodenverhältnisse sind zu berücksichtigen und anzugeben. An den vorgesehenen Standorten von Masten und Verankerungen sind Bodensondierungen vorzunehmen und deren Höhe über dem Hochwasserspiegel zu vermerken. Aus dem Längenprofil sollen sämtliche Abstände zwischen dem überführten Kabel und dem Boden bzw. Wasser zuver-

que celles en câbles autoporteurs. Mais ce prix plus élevé est compensé par l'entretien meilleur marché. Suivant la portée et le terrain, des groupes de travail de 8 à 10 hommes doivent être engagés pour ces travaux (voir figures 18 et 19).

Il est indispensable de disposer de documents exacts et complets pour construire des traversées. Avant tout, il faut relever un profil en long exact du terrain sur lequel sont reportés à l'échelle tous les obstacles, tels qu'arbres, cours d'eau, croisements avec des lignes à haute tension, ainsi que les conditions des vents. Les emplacements des mâts doivent être mentionnés; le profil doit s'étendre jusqu'à 100 mètres au delà des emplacements des mâts. Lorsqu'on établit les plans, il faut veiller à ce que les mâts soient éloignés de 8 à 10 mètres des précipices. Il faut tenir compte des portées et des conditions du terrain et les indiquer. Aux emplacements prévus pour les mâts et les ancrages, on fera des sondages du sol. En outre, on notera leur hauteur au-dessus de la surface des hautes eaux. Le profil en long doit permettre de mesurer de façon sûre et précise toutes les distances entre les traversées en câbles et le sol, respectivement l'eau. Le choix du genre de traversée dépend des différences d'altitude entre les emplacements des mâts, de la distance du câble au-dessus

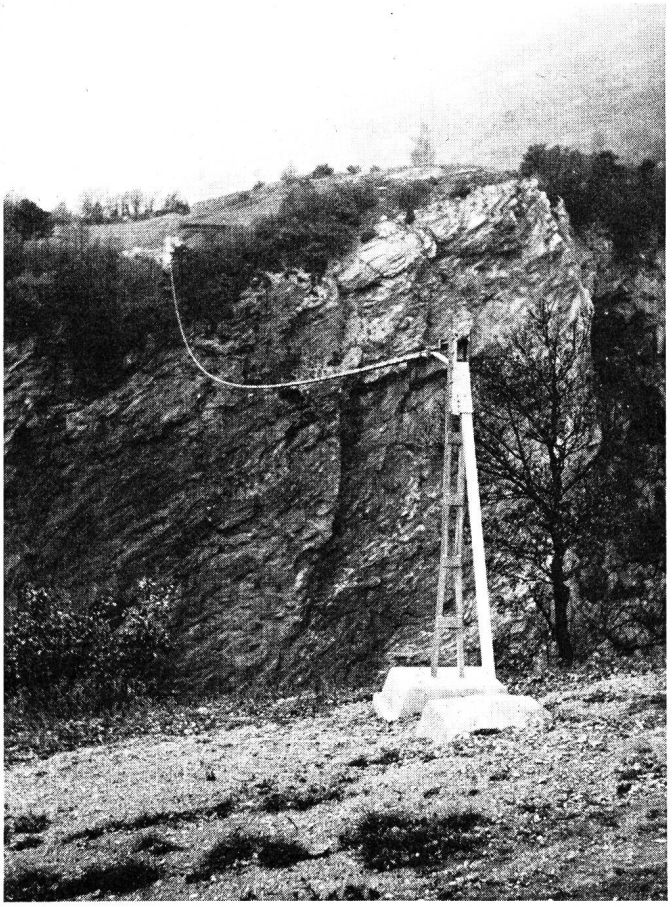

Fig. 19. Tobelüberführung; Spannweite 190 m
Traversée d'un ravin; portée 190 m

lässig abgemessen werden können. Die Wahl der Überführungsart hängt von den Höhenunterschieden der Mastenstandorte, dem Abstand des Kabels über dem Boden bzw. Wasser und von den Kreuzungen mit Hochspannungsleitungen ab. Der geringe Preisunterschied in den beiden beschriebenen Überführungsarten spielt beim Entscheid eine untergeordnete Rolle.

Ein halbes Jahr nach erfolgter Montierung bzw. Inbetriebnahme wird die Überführung einer erneuten genauen Prüfung unterzogen. Der Zustand der Fundamente, der Masten und des Kabels werden eingehend geprüft. Bei selbsttragenden Kabeln werden ausserdem die Abspannklemmen genau untersucht. Es wird festgestellt, ob ein Durchgleiten des Kabels eingetreten ist, was durch das Abmessen des Abstandes des aufgemalten Mennigstreifens auf dem Kabel bis zu den Klemmkonen leicht festzustellen ist. Beim «spiral-aufgehängten» Kabel werden zudem das Tragseil, die Seilendköpfe und die Abbindungen geprüft. Nach dieser ersten Kontrolle, die, wie gesagt, nach einem halben Jahr stattfindet, wird diese nur noch alle zwei Jahre durchgeführt.

du sol, respectivement de l'eau, et des croisements avec des lignes à haute tension. La faible différence de prix entre les deux genres de traversées décrits joue un rôle secondaire au moment de la décision.

Six mois après le montage, respectivement la mise en service, la traversée est soumise à un nouvel examen approfondi. L'état des socles, des mâts et du câble est examiné attentivement. En outre, pour les traversées par câbles autoporteurs, les brides d'attache sont vérifiées très soigneusement. On détermine si le câble a glissé, ce qu'on constate très facilement en mesurant la distance qui sépare la bande peinte au minium sur le câble des cônes de serrage. De plus, le câble porteur, les extrémités des câbles et les ligatures des câbles fixés à des câbles porteurs par un fil d'acier enroulé hélicoïdalement sont contrôlés attentivement. Ce premier contrôle, qui a lieu après six mois comme déjà dit, ne sera suivi de nouveaux contrôles que tous les deux ans.

Neue Kabellängen-Messeinrichtungen

Von *Guido Angeli*, Bern

Zusammenfassung. *Der Verfasser beschreibt die Konstruktion und Arbeitsweise einer verbesserten Kabellängen-Messeinrichtung, wie sie in neuester Zeit in verschiedenen Magazinen der Telephondirektionen installiert wurde; mit diesem Messgerät können Kabel bis zu 45 mm Durchmesser gemessen werden. Im zweiten Teil wird die Neuanlage im Zentralmagazin Ostermundigen-Bern beschrieben, mit deren Hilfe Kabel bis zu einem Durchmesser von 105 mm gemessen werden können. Zum Schluss erläutert der Verfasser eine von ihm konstruierte Sicherheitseinrichtung, die ein Umkippen des Messwagens verhindert.*

Die Verkabelung unseres Telephonnetzes brachte es mit sich, dass in den Magazinen immer wieder Kabelstücke einer bestimmten Länge bereitgestellt bzw. abgeschnitten werden müssen. Die Abmessung dieser Längen mit dem Messband oder über das glatte, grosse Messrad einer alten Messeinrichtung liess in bezug auf Genauigkeit sehr zu wünschen übrig. Die hierfür aufgewendete Arbeitszeit war verhältnismässig gross und die erzielte Genauigkeit ungenügend. Abschnitte der teuren Kabel, die fünf und mehr Prozent zu lang oder zu kurz waren, bedeuteten grosse Verluste. Diese Nachteile veranlassten die Sektion für Betriebstechnik der Generaldirektion PTT schon im Jahre 1948 zur Konstruktion eines neuen Kabellängen-Messgerätes.* Die seither damit gemachten Erfahrungen wurden bei der nachstehend beschriebenen Neukonstruktion ausgewertet.

* *Fritz Balsiger*. Ein neues Kabellängen-Messgerät. Techn. Mitt." PTT 1949, Nr. 1, S. 20...24.

Nouvelles installations à mesurer les longueurs de câbles

531.719:621.315.2

Par *Guido Angeli*, Berne

Résumé. *L'auteur décrit la construction et le fonctionnemen d'un type amélioré d'installation à mesurer les longueurs de câbles utilisé depuis un certain temps dans divers magasins des directions des téléphones et permettant de mesurer des câbles ayant jusqu'à 45 mm de diamètre. Dans la seconde partie, il décrit la nouvelle installation établie au magasin central d'Ostermundigen à l'aide de laquelle on peut mesurer des câbles ayant jusqu'à 105 mm de diamètre. Pour terminer, l'auteur parle d'un dispositif de sécurité qu'il a lui-même construit pour empêcher le renversement du chariot de mesure.*

A mesure que se développe notre réseau téléphonique souterrain, nos magasins doivent de plus en plus préparer et couper les câbles à des longueurs déterminées. L'exactitude du mesurage au moyen de la chevillière ou des anciens instruments à mesurer avec la grande roue lisse laissait beaucoup à désirer. Le temps employé était beaucoup trop long et la précision insuffisante. Les tronçons coupés trop longs ou trop courts de cinq pour cent et plus occasionnaient à l'administration des pertes considérables. Tous ces inconvénients amenèrent la section pour la technique de l'exploitation de la direction générale des PTT à construire, en 1948 déjà, un nouvel instrument à mesurer les longueurs de câbles* qui permit de faire certaines expériences dont on tira parti pour la nouvelle installation décrite ci-après.

* *Fritz Balsiger*. Un nouvel instrument pour mesurer les longueurs de câble. Bulletin technique 1949, n° 1, p. 20...24.