

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 32 (1954)

Heft: 4

Artikel: Die Unterführung von Fluss- und Bachläufen mit Telephonkabeln = Traversée souterraine des cours d'eau par les câbles téléphoniques

Autor: Weber, F. / Gessler, A. / Ammann, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874470>

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: 30.04.2026

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

Die Unterführung von Fluss- und Bachläufen mit Telefonkabeln

Von F. Weber, A. Gessler und R. Ammann, Bern und Biel

621.315.235

Die unvermindert anhaltende Nachfrage nach Telefonanschlüssen, die ständige Erweiterung der Sprechbeziehungen sowohl im Inland als auch mit dem Ausland und nicht zuletzt die in astronomische Grössen steigenden Gesprächszahlen stellen nicht nur an die Zentralen- und Ausrüstungen, sondern ganz besonders auch an die Kabelanlagen immer grössere Anforderungen. Den Fortschritten in der Telephonie im allgemeinen und der Kabeltechnik im besonderen parallel läuft die Frage der Sicherung der Sprechmöglichkeiten, der bei der modernen Vielfachausnützung der Verbindungswege eine ausserordentliche Bedeutung zukommt. Wenn es die PTT-Verwaltung beim Bau der Verbindungswege, seien es Freileitungen oder Kabelanlagen, auch nie an der nötigen Sorgfalt hat fehlen lassen, so sind die neuentwickelten Kabel doch so empfindlich, dass mit den bisherigen Bauweisen nicht mehr auszukommen ist. Die Sicherungsmassnahmen beim Bau von neuen Kabelanlagen erhalten daher eine ganz besondere Bedeutung.

Früher wurden Strassen- und Eisenbahnbrücken oder auch eigens gebaute Stege oder Aufhängekonstruktionen für die Kabelführung über Fluss- und Bachläufe benutzt. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass beispielsweise bei Brücken die durch den Verkehr verursachten Erschütterungen den Kabeln schädlich sind und durch Ermüdungsbrüche Schaden litten. Der immer wieder nötige und teure Unterhalt der Überführungen an Brücken und Aufhängekonstruktionen rief einer Abhilfe. Zu diesen schleichenden Schäden gesellten sich noch jene, die ab und zu durch Hochwasser, Rufen usw. verursacht werden und denen Brücken, Stege und ganze Aufhängekonstruktionen zum Opfer fielen. Man hat sich deshalb schon seit längerer Zeit entschlossen, bei Neukonstruktionen mit den wichtigsten Telefonkabeln nach Möglichkeit Flüsse und Bachläufe zu unterfahren.

An Hand einiger Beispiele von Unterführungen, die in jüngster Zeit ausgeführt wurden, sollen die verschiedenen Möglichkeiten im Bau solcher Anlagen gezeigt werden.

1. Allgemeines

Die Zone, in der mit einem Kabel ein Fluss zu kreuzen ist, wird durch den kürzesten Weg zwischen den verschiedenen Sprechzentren bestimmt. Die Geländeschwierigkeiten sind dabei gebührend zu berücksichtigen, desgleichen die geltenden übertragungstechnischen Vorschriften.

Die Bauart ist einerseits abhängig von der Breite und Tiefe des Flusses, andererseits aber ganz besonders von der geologischen Struktur des Fluss- oder Bachbettes und der beidseitigen Uferpartien. Sondagen sind deshalb unerlässlich. An Hand der Ergebnisse

Traversée souterraine des cours d'eau par les câbles téléphoniques

Par F. Weber, A. Gessler et R. Ammann, Berne et Bienne

Les installations de câbles doivent répondre à des exigences sans cesse accrues, du fait de la demande constante de nouveaux raccordements, de l'extension des relations téléphoniques en Suisse même et avec l'étranger et de l'augmentation du nombre des conversations, nombre qui s'exprime par des chiffres presque astronomiques. Parallèlement aux progrès de la téléphonie en général et de la technique des câbles en particulier se pose la question de la sécurité des voies de communication, qui revêt une extrême importance en raison de l'utilisation multiple de ces voies. Bien que l'administration ait toujours apporté tous ses soins à l'établissement des lignes aériennes et des installations de câbles, les nouveaux câbles sont si sensibles que le genre de pose en usage jusqu'ici ne peut plus suffire. Les mesures de sécurité à prendre lors de l'installation de nouveaux câbles ont ainsi une importance toute particulière.

Jusqu'ici, pour traverser les cours d'eau, on plaçait les câbles sur des ponts-routes ou sur des ponts de chemin de fer, ou encore sur des passerelles ou des constructions établies à cet effet. L'expérience a cependant montré que, par exemple sur les ponts, les vibrations produites par la circulation sont nuisibles aux câbles et que leur gaine montre à la longue des ruptures dues à la fatigue. Les câbles placés sur les ponts et les constructions spéciales exigeant un entretien constant et coûteux, on chercha le moyen de s'en tirer à moindres frais. A ces défauts insidieux s'ajoutaient les dégâts provoqués par les hautes eaux, par les matériaux de charriage des torrents, etc. qui emportaient les ponts et autres constructions. Pour toutes ces raisons, l'administration des PTT a décidé il y a déjà un certain temps de faire passer autant que possible *sous* les cours d'eau les câbles téléphoniques importants nouvellement posés.

Quelques exemples de traversées souterraines établies dernièrement montreront les différents genres de construction de ces installations.

1. Généralités

La zone dans laquelle le câble doit croiser le cours d'eau est déterminée par le plus court chemin reliant les centres à desservir. On tient compte des difficultés qu'offre le terrain, ainsi que des prescriptions relatives à la technique des transmissions.

Le genre de construction dépend, d'une part, de la largeur et de la profondeur du cours d'eau, d'autre part, et tout particulièrement, de la structure géologique de son lit et de ses berges. Il est donc indispensable de procéder à des sondages. D'après leurs résultats, on établit des profils géologiques, qui fournissent les premières données pour le genre de construction à choisir. Abstraction faite des conditions géologi-

werden geologische Profile erstellt, deren Auswertung die ersten Anhaltspunkte für die zu wählende Konstruktion liefert. Für die Art der Konstruktionsweise ist, abgesehen von den geologischen Gegebenheiten, in erster Linie wieder die allgemeine Sicherheit der Anlage massgebend, ohne allerdings in zweiter Linie die Baukosten ausser acht zu lassen. Durch eine zweckmässige Bauweise und das Heranziehen der neuesten Baumethoden und -erfahrungen können unter Umständen grosse Summen gespart werden.

Wie die Erfahrung zeigt, ist kaum eine Unterführung gleich wie die andere. Es lässt sich demzufolge für den Bau von Unterführungen nicht einfach irgendeine Standardausführung finden, die sich für alle Fälle anwenden liesse. Jeder Fall muss besonders behandelt werden.

2. Die Zihlkanal-Unterführung bei Gampelen

a) *Bausystem.* Für die Koaxial-Kabelanlage Paris-Bern hat man beim Bau der Unterführung des Zihlkanals ein neues Verfahren, die sogenannte Horizontalbohrung, erstmals angewendet. Dieses Bohrverfahren, besser Spül/Stossverfahren genannt, wurde von Dr. h. c., Ing. H. Fehlmann in Bern entwickelt und ist schon bei Grundwasserfassungen mit Erfolg angewendet worden *). Neu war beim Bau der Kabelunterführung am Zihlkanal die Schrägbohrung und die verhältnismässig grosse Bohrstrecke von zweimal je etwa 50 Metern. Auch die Forderung, ein sogenanntes Futterrohr durchzustossen, das zur Aufnahme von vier wasserdichten Somoplasröhren als einzelne Kabelkanäle diente, war nicht alltäglich.

Dieses Bauverfahren wurde auf Grund des erstellten geologischen Profils gewählt, nachdem man festgestellt hatte, dass die Struktur des Baugrundes mit wechselnden Schichten von Lehm, Seekreide und Sand einen Erfolg mit dieser Bauweise erwarten liess.

Ein Kostenvergleich mit andern vorliegenden Projekten für eine Ausführung in offener Bauweise, also mit Bagger, Spundwänden, Betonieren unter Wasser, Taucher usw., gegenüber der Horizontalbohrung sprach zugunsten der letzteren, so dass man sich für diese entschied.

b) *Vorbereitungsarbeiten.* Die bereits erwähnten Sondierbohrungen in den beidseitigen Uferpartien boten keine besonderen Schwierigkeiten. Sie wurden nach dem Vertikalbohrsystem ausgeführt. Die Materialproben der verschiedenen Schichten wurden aus einer Tiefe bis zu 14 Metern heraufgeholt. Sie lieferten zuverlässige Anhaltspunkte über die Struktur des Baugrundes.

Die Kanalsohle bestand aus einer etwa 4 Meter messenden Schicht aus weissgrauem, sandigem, weichem Lehm mit Auftrieb, also aus sogenanntem Schlemmsand. Tiefer unten verfestigt sich das Material langsam und geht über in Schichten aus blau-

ques, ce genre est déterminé en premier lieu par la sécurité générale de l'installation; la question des frais est également prise en considération, mais en second lieu. Un mode de construction rationnel et l'application des méthodes les plus modernes permettent suivant le cas d'économiser des sommes importantes.

L'expérience a montré que les conditions rencontrées diffèrent presque pour chaque traversée souterraine. On ne peut donc pas adopter simplement un type d'exécution standardisé s'appliquant à tous les cas. Chaque cas doit être traité en particulier.

2. La traversée souterraine du canal de la Thièle près de Gampelen (Champion)

a) *Système de construction.* Lors de la pose du câble à paires coaxiales Paris-Berne, on a utilisé pour la première fois, pour établir la traversée souterraine du canal de la Thièle, un nouveau procédé dit forage horizontal, mis au point par M. H. Fehlmann, docteur h. c., ingénieur à Berne, et appliqué déjà avec succès pour des captages d'eau de fond *). C'était également la première fois qu'on appliquait ce procédé à un forage oblique et sur la longueur relativement élevée de deux fois 50 mètres. La nécessité de placer dans le forage un tuyau de revêtement destiné à recevoir les quatre tubes étanches de somoplas qui constituaient autant de canalisations ne se rencontre pas fréquemment non plus.

On choisit ce mode de construction après avoir établi le profil géologique et constaté que la structure du terrain avec des couches alternatives d'argile, de craie et de sable permettait de l'employer avec succès.

Le devis comparatif avec d'autres projets prévoyant l'exécution à ciel ouvert avec emploi de dragues, de palplanches et de plongeurs, bétonnage sous l'eau, etc. démontra que le forage horizontal était plus avantageux, aussi décida-t-on de l'adopter.

b) *Préparatifs.* Les sondages dans les berges ne présentèrent aucune difficulté. Ils furent exécutés en forage vertical. Les échantillons de matériaux des diverses couches furent extraits à différentes profondeurs allant jusqu'à 14 mètres. Ils donnèrent un aperçu suffisant de la structure du terrain.

Le fond du canal est constitué par une couche de 4 mètres d'épaisseur d'argile molle, sableuse, de couleur gris-blanc, dite limon sableux, exerçant une poussée verticale de bas en haut; plus bas, cette matière devient plus ferme et se présente sous la forme d'argile tendre, gris-bleu, mêlée de cailloux, puis d'argile jaune, grasse, disposée en couches dures.

c) *Le puits de forage.* Pour ne pas entraver la navigation sur le canal et ne pas toucher le profil futur indiqué par l'Office cantonal des eaux (correction des eaux du Jura), on décida d'exécuter le forage en deux parties.

*) Vgl. H. Fehlmann. Horizontale Bohrungen in Lagergesteinen. Schweiz. Bauzeitung 67 (1949), 326 und 333. Ebenso Technische Rundschau (Bern) 1952, Nr. 13, S. 9.

*) Cf. H. Fehlmann. Horizontale Bohrung in Lagergesteinen. Schweiz. Bauzeitung 67 (1949), 326 et 333. Cf. aussi Technische Rundschau (Berne) 1952, n° 13, p. 9.

grauem, weichem Lehm, mit kleinen Steinen vermischt, zu gelbem, fettem, teilweise hartgelagertem Lehm.

c) *Der Bohrschacht.* Um einerseits die Schifffahrt im Zihlkanal nicht zu stören und andererseits das vom Kantonalen Wasserrechtsamt angegebene zukünftige Kanalprofil (Jura-Gewässerkorrektur) nicht zu berühren, entschloss man sich, die Bohrung in zwei Teile wie folgt zu trennen:

Am heutigen linken Ufer des Kanals, also ungefähr in der Mitte des zukünftigen Kanalprofils, wurde ein Bohrschacht mit einem Innendurchmesser von 3 m bis in eine Tiefe von 14 m erstellt. Von diesem Schacht aus wurden dann die eigentlichen Bohrungen schräg aufwärts ausgeführt.

Die Erstellung dieses Bohrschachtes war an und für sich schon eine Spezialarbeit, die viel Erfahrung und Sorgfalt voraussetzte. Eine Holzschalung, kreisrund, mit einem Durchmesser von etwa 5 m und einer Höhe von etwa 6,5 m wurde auf den Kanalgrund gestellt und mit feinem Kies gefüllt (Fig. 2). Hierauf wurde unter Zuhilfenahme einer Eisenschalung (Fig. 3 und 4) mit dem Betonieren des Bohrschachtes begonnen. Jedesmal, wenn ein Stück von einem Meter betoniert war, wurde der Schacht abgesenkt, indem im Innern gleichmässig entsprechend Material ausgehoben wurde.

Die Kunst bestand darin, den 14 m tiefen Schacht möglichst lotrecht abzusenken, damit die im ersten bzw. untersten betonierten Ring (Schneide) eingelassenen Flanschen der beidseitigen Öffnungen für die seitlichen Bohrrohre in Richtung und Höhe auch stimmten.

Zu erwähnen wäre noch, dass das Material im Bohrschacht im Wasser ausgehoben und nicht etwa ausgepumpt wurde. Erst in etwa 10 m Tiefe, also in der Zone des undurchlässigen Lehms, war der Grund des Schachtes ohne Wasser. Der Schacht selbst wurde mit einer Mischung von P. 250 ohne irgendein Zusatzmittel betoniert und war *absolut wasserdicht*.

Das Absenken des Bohrschachtes erfolgte unter Ausnutzung seines Eigengewichtes. Nachgeholfen wurde durch «Schmieren» der Aussenwände, indem, je nach Bedarf, eine Schmierflüssigkeit durch die in der Schachtwand sinnreich ausgesparten Kanäle gepresst wurde. Da der Schacht zum grössten Teil in wasserundurchlässigem Lehm sass, hatte er verhältnismässig geringen Auftrieb, so dass ein Auflasten nicht nötig war. Diese Tatsache beeinflusste den Fortgang der Bauarbeiten sehr günstig.

d) *Der Bohrvorgang* (Spülen und Pressen). Nachdem auf der Schachtsohle ein solider Boden betoniert war, wurde die hydraulische Presse mit einer Druckkraft bis zu 100 Tonnen installiert (Fig. 5). Der Vor- und Rückschub der beiden Zylinder, die auf einem Schlitten gelagert waren, wurde mit Hilfe eines Klemmkopfes auf das Rohr übertragen.

Die Eisenröhren im Durchmesser von 30 cm wurden in Stücken von je 2 m Länge geliefert (bedingt

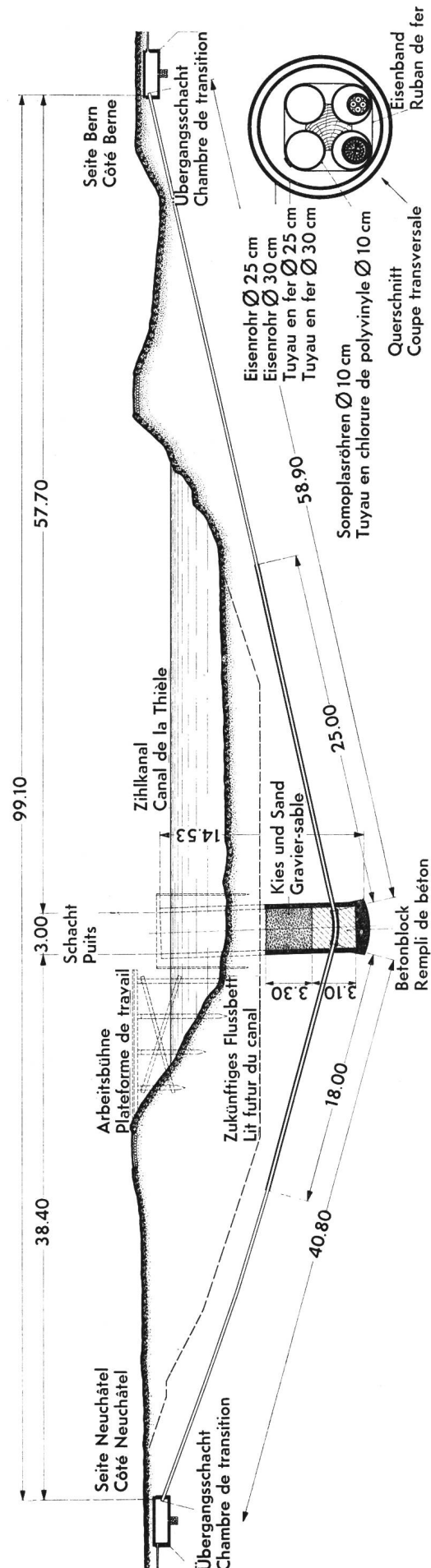


Fig. 1. Längensprofil des Kabelkanals durch die Zihl — Profil en long de la canalisation sous le lit de la Thièle

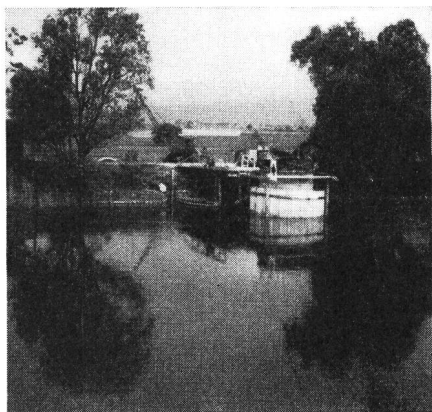


Fig. 2. Ansicht der Baustelle während der Schachtabenkung
Vue du chantier pendant la pose du coffrage



Fig. 3. Ansicht der Baustelle
Vue du chantier

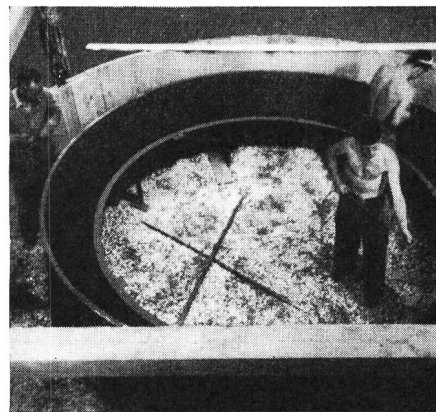


Fig. 4. Schalung des untersten Schachtteiles (Schneide)
Coffrage de la partie inférieure de la chambre

durch den maximalen Vorschub der Presse) und wurden in der Folge im Bohrschacht stumpf aneinander geschweisst. Der wichtigste Teil der Einrichtung war wohl der Spülkopf, auch «Pilot» genannt (Fig. 6). Seine Form und Konstruktion ist das Ergebnis von jahrelangen Versuchen und Erfahrungen. Gestützt auf die vorgefundenen geologischen Gegebenheiten wurde ein Spülkopf mit acht Spüldüsen, einigen Schmierdüsen und einer Rücklauföffnung gewählt. Das nötige Spülgestänge wird, wie die Röhren, in je 2 m langen Stücken eingebaut. Der Spülkopf, einmal mit den nötigen Wasserzuleitungsrohren verbunden, presst nun das Spülwasser, das mit einem maximalen Druck von 20 Atmosphären aus den Düsen sticht, in das Erdreich, welches auf die Dimension der vorgesehenen Bohrröhre ausgefressen bzw. ausgeschwemmt wird. Das Bohrröhr kann mit der Presse jeweils um 2 m vorgeschoben werden.

Das Vorpressen der Bohrröhre erfordert viel Geschick. Der Bohrmeister kann mit Hilfe der Manometer den jeweiligen Press- und Spüldruck des Wassers genau einstellen und wird, wenn der Druck auf das Röhr zu gross wird, anhalten, etwas zurückziehen, allenfalls besser spülen und dann wieder nachstossen. Besonders heikel ist der Übergang von einer Erdschicht in die andere, zum Beispiel von Lehm in Kies/Sand usw. Das ausgespülte Erdreich fliesst durch den Schnabel des Piloten in den Bohrschacht zurück und wird dort, stark mit Wasser vermischt, durch Pumpen an die Oberfläche befördert.

e) *Das Teleskopieren.* Damit das Röhr eine genau gerade Richtung beibehält, wurde auf etwa 20 m ein Röhr von 300 mm Durchmesser vorgeschoben und dann durch dieses Futterröhr ein zweites von 250 mm Durchmesser teleskopiert und um weitere 20 m vorgetrieben (vgl. Fig. 1).

Die Abweichung vom festgelegten Ziel war auf dem einen Ufer seitlich 80 cm, in der Höhe 30 cm; am andern Ufer betrug sie seitlich 80 cm und in der Höhe 1,5 m. Diese verhältnismässig geringen Abweichungen

Sur la rive gauche actuelle du canal, c'est-à-dire au milieu à peu près du profil futur, on construit un puits de forage de 3 m de diamètre, atteignant une profondeur de 14 m. Les forages proprement dits furent ensuite exécutés obliquement à partir du puits.

La construction de ce puits était un travail tout à fait spécial, requérant beaucoup d'expérience et de soin. On posa d'abord sur le fond du canal un coffrage circulaire en bois, de 5 m de diamètre et d'environ 6,5 m de hauteur qu'on remplit de gravier fin (fig. 2), puis, à l'aide d'un deuxième coffrage en fer (fig. 3 et 4), on commença le bétonnage. Dès qu'on avait obtenu un tube de 1 mètre, on le faisait descendre en enlevant régulièrement à l'intérieur la quantité de matériaux convenable.

Il s'agissait de faire descendre aussi verticalement que possible le tube de 14 m de manière que les brides entourant les ouvertures ménagées de chaque côté du premier anneau de 1 m pour les tuyaux de forage

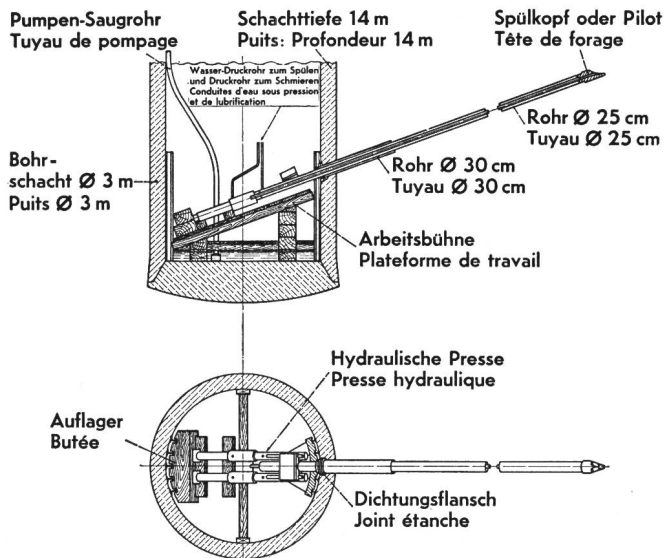


Fig. 5. Bohrschacht mit Bohreinrichtung
Puits et installation de forage

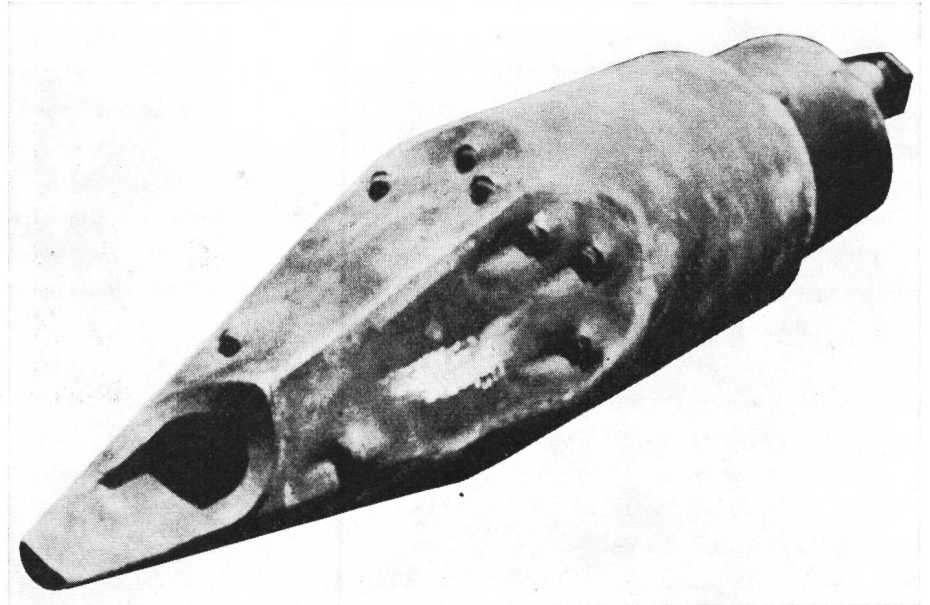


Fig. 6. Spülkopf oder Pilot
Trépan ou pilote

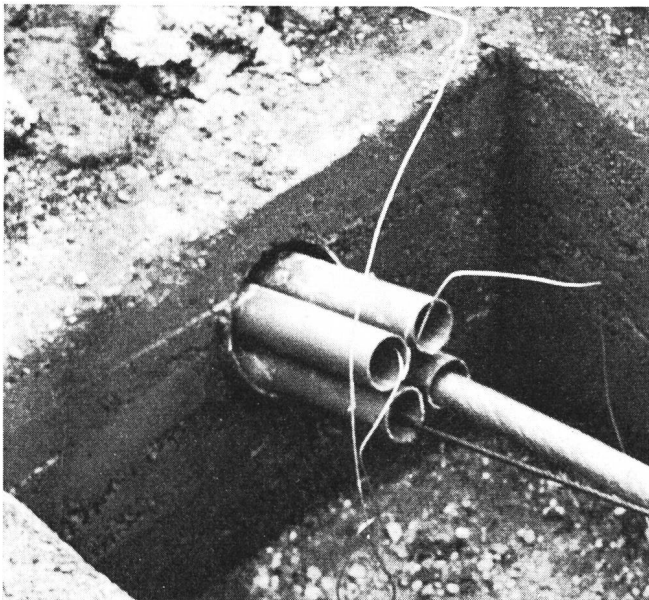


Fig. 7. Übergangsschacht während des Kabelzugs
Chambre de transition pendant le tirage du câble

latéraux fussent bien dirigées et placées à bonne hauteur.

Il y a lieu de mentionner encore que les matériaux à retirer du puits, dans l'eau, ne furent pas pompés, mais extraits mécaniquement. Ce n'est qu'à la profondeur de 10 m qu'on trouva l'argile imperméable et que le fond du puits fut à sec. Le puits lui-même fut bétonné (mélange P 250 sans adjonction d'un produit quelconque) et rendu *absolument étanche*.

Les anneaux constituant le puits descendaient par leur propre poids. On dut cependant «lubrifier» les parois extérieures en injectant un liquide approprié par les canaux ménagés dans les parois. Comme le puits se trouvait en grande partie dans l'argile imperméable, le tube ne subissait pas de poussée verticale et il ne fut pas nécessaire de le charger. Les travaux en furent facilités d'autant.

d) *Le forage*. Lorsque le fond du puits fut solidement bétonné, on installa la presse hydraulique, qui donnait une pression jusqu'à 100 tonnes (fig. 5). L'avancement et le retrait des deux cylindres, qui reposaient sur une coulisse, étaient transmis au tuyau par l'intermédiaire d'une tête de serrage.

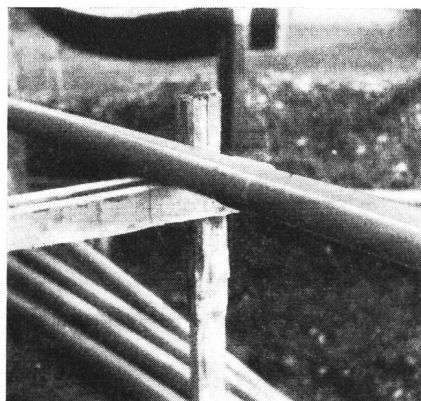


Fig. 8.
Ein zusammengefügtes
Somoplasrohr
Tube de somoplas
soudé



Fig. 9.
Schweissen eines So-
moplasrohres mit
warmer Luft
Soudage à l'air chaud
des tubes de somo-
plas

hatten für unser Werk absolut keinen Nachteil, da die Kabel beidseitig der Unterführung durch einen Übergangsschacht (Fig. 7) in einem Graben 40/90 cm im Erdreich weitergeführt wurden.

f) *Die Somoplas-Kabelrohre.* Um einerseits für die beiden Kabel eine günstige Einzugsmöglichkeit zu schaffen und andererseits absolut trockene Kanäle zu erhalten, entschloss man sich, einen Block mit vier Somoplasrohren von 100 mm Durchmesser zu bilden (vgl. Fig. 7). Dieses interessante Rohrmaterial (auf der Polyvinylchloridbasis) kann mit warmer Luft geschweisst werden. Es lässt sich in erwärmtem Zustande formen und erlangt nach dem Erkalten die frühere, erstaunlich grosse Elastizität und Festigkeit wieder.

Die Somoplas-Kabelrohre werden in 4 m langen Stücken geliefert und auf dem Platz gemufft und geschweisst (Fig. 8 und 9). Die mit gewöhnlichem Kistenbandeisen zusammengehaltenen vier Somoplasröhren wurden in der Folge als Block von den beiden Ufern her in das Eisenrohr eingeschoben und im Bohrschacht miteinander verbunden (Fig. 10). Der Einzug der Kabel ging sehr leicht und ohne irgendwelche Schwierigkeiten vor sich.

g) *Die Sprengung des Bohrschachtes.* Die Wegschaffung des über der Flußsohle liegenden Teiles des Bohrschachtes konnte nur durch Sprengung erfolgen. Die Rohre wurden im Durchgang des Bohrschachtes isoliert und gepolstert und der unterste Schachtteil etwa 2 m aufbetoniert. Als Polster für die Sprengung wurde bis auf die Höhe der Flußsohle mit Kies und Sand aufgefüllt. Die genau der Sprengladung entsprechenden und verteilten vielen Sprengröhren wurden schon während des Baues des Bohrschachtes einbetoniert.

Um das eigentliche Bauwerk möglichst zu schonen – die Kabel waren im Augenblick der Sprengung schon eingezogen –, wurde der Bohrschacht, der, wie bereits gesagt, fest im Lehm sass, etwa 2 m unter der zukünftigen Flußsohle durchgespitzt und mit zusätzlichen Freiladungen vorbereitet. Die Sprengladung wurde elektrisch gezündet, und die Sprengung erfolgte mit totaler Wirkung (Fig. 11). Der Rest des Bohrschachtes konnte nach der Sprengung auf der Arbeitsbühne, soweit sie nicht Schaden litt, zusammengescharrt werden.

3. Kernbohrung für die Kabelanlage Biel-Beaumont

a) *Ziel und Zweck.* Im Rahmen der Erweiterungsarbeiten im Ortskabelnetz von Biel musste auch das an den Hängen der ersten Jurakette gelegene und die Stadt von Nordwesten her dominierende Beaumontquartier mit neuen Leitungen versorgt werden. Die bisherigen oberirdischen Leitungen genügten den Anforderungen nicht mehr. Die ständige Zunahme der Abonnentenzahl machte die Legung eines Kabels grösserer Adernzahl bis zu dem auf halber Höhe zwischen Biel und Beaumont gelegenen Verteilkasten notwendig. Zudem erforderte die Legung neuer Fern- und Teilnehmerkabel Richtung Jura die Erstellung

Les tuyaux de fer, d'un diamètre de 30 cm, avaient une longueur de 2 m (correspondant à l'avancement maximum donné par la presse) et furent soudés bord à bord dans le puits de forage. La partie la plus importante de l'installation était la tête de forage, appelée trépan ou pilote (fig. 6). Sa forme et sa construction sont le résultat d'essais poursuivis pendant plusieurs années. Etant données les conditions géologiques rencontrées, on utilisa un trépan pourvu de huit tuyères pour l'eau, de quelques tuyères pour le lubrifiant et d'un orifice de retour du liquide. Comme le

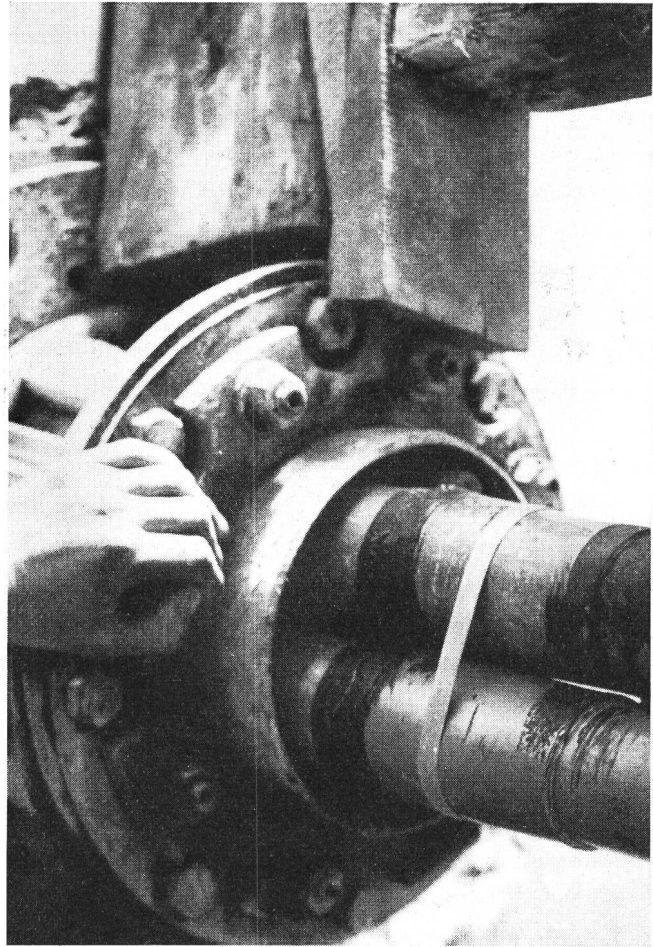


Fig. 10. Verbindung der Somoplasrohre im Bohrschacht
Jonction des tubes de somoplas dans le puits de forage

tubage, la conduite pour l'eau sous pression se composait de pièces de 2 m de longueur. Une fois relié aux conduites, le trépan fait pénétrer dans le terrain, sous une pression maximum de 20 atmosphères, l'eau qui s'échappe par ses tuyères. Le terrain est complètement imbibé et désagrégé sur un rayon correspondant à celui du tuyau. A l'aide de la presse, le tuyau est poussé en avant sur une distance de 2 m chaque fois.

L'enfoncement horizontal des tuyaux au moyen de la presse est une opération délicate. Le maître foreur peut régler à chaque instant la pression de l'eau, que lui indique un manomètre, et, lorsqu'elle est trop



Fig. 11. Die Sprengung des oberen Teiles des Bohrschachtes
Destruction de la partie supérieure du puits de forage

eines bisher nicht vorhandenen, in nördlicher und nordwestlicher Richtung führenden Ausgangs. Die in gewohnter Art vorzunehmende Konstruktion eines Rohrkanals begegnete jedoch infolge der besonderen Gestaltung der Örtlichkeit (steiler Hang, Stützmauern, Trasse der Drahtseilbahn) grossen Schwierigkeiten.

Die beiden Möglichkeiten, die Kabel entweder durch eine zum Hang senkrecht liegende Trasse oder dann entlang den Windungen der Aufgangsstrasse zu führen, wiesen zahlreiche Nachteile auf und wurden deshalb fallengelassen. Es musste eine andere Lösung gefunden werden, und man entschied sich in der Folge für die Benützung des Tunnels der elektrischen Drahtseilbahn Biel-Beaumont-Evilard. Diese Lösung erwies sich als vorteilhaft, enthielt sie doch zwischen der unten in der Stadt bestehenden Rohrkanalanlage und dem zu speisenden Verteilkasten die kürzeste Strecke.

Es galt nun, zwischen dem Tunnel und dem oberhalb desselben gelegenen Quartiers Beaumont eine Verbindung herzustellen. Der Lösung, das Quartier durch einen Schacht mit dem Tunnel zu verbinden, stand eine andere, weniger kostspielige und rascher ausführbare gegenüber, indem die Verbindung mit Hilfe einer Vertikalbohrung vorgesehen wurde. Im Tunnel selber wurden die Kabel durch eine Betonrohrleitung neben der Bahnschiene in die Stadt hinunter geführt.

élevée, arrêter le forage, revenir en arrière, donner davantage d'eau et avancer de nouveau. Le passage d'une couche géologique à une autre, par exemple de l'argile au gravier et au sable, exige des précautions particulières. Les matériaux désagrégés et noyés d'eau sont refoulés à travers le bec du trépan jusqu'au puits de forage, d'où ils sont amenés à la surface par pompage.

e) *Le télescopage des tuyaux.* Pour que le tuyau conservât une direction exactement rectiligne, on enfonça dans la direction voulue, sur une longueur d'environ 20 m, un tuyau de revêtement de 300 mm de diamètre, par lequel on fit passer un second tuyau de 250 mm qu'on enfonça également 20 m plus loin (voir fig. 1).

Sur l'une des rives, l'écart latéral par rapport au point fixé était de 80 cm, l'écart vertical de 30 cm; sur l'autre rive, ces écarts étaient respectivement de 80 cm et de 1,5 m. Ces déviations relativement faibles ne présentaient aucun inconvénient, car des deux côtés les câbles passaient par une chambre de transition (fig. 7) et étaient conduits ensuite dans une fouille de 40/90 cm.

f) *Les tubes de somoplas.* Pour pouvoir tirer facilement les câbles et avoir des canalisations absolument sèches, on forma un bloc avec quatre tubes de somoplas de 100 mm de diamètre (v. fig. 7). Le somoplas (matière à base de chlorure de polyvinyle), a la propriété de pouvoir se souder à l'air chaud. Chauffé, il

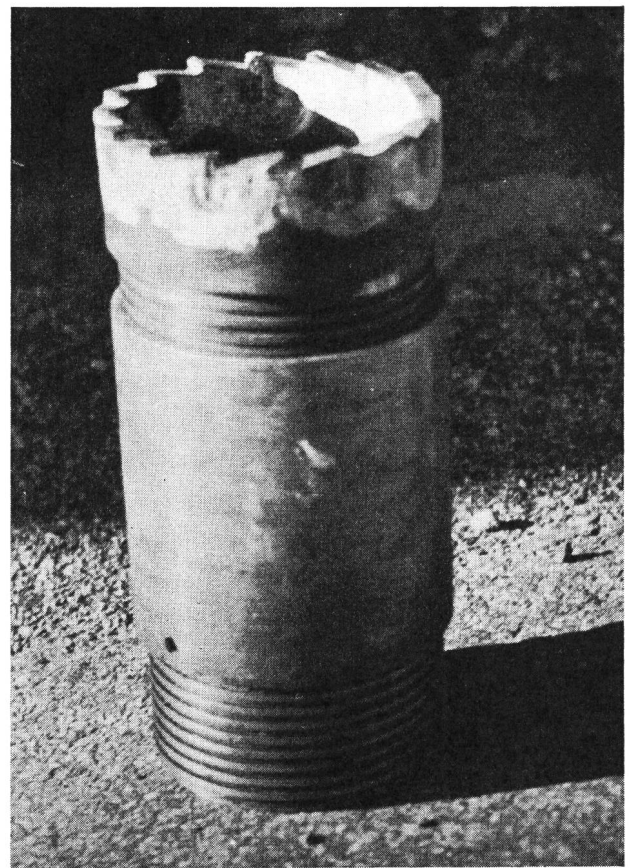


Fig. 12. Bohrkronne — Tarière en couronne



Fig. 13. Bohrmaschine — Foreuse

b) *Kernbohrung*. Bohrungen im Fels beruhen im allgemeinen auf einer verhältnismässig alten Technik. Diese blieb lange Zeit auf der gleichen Stufe stehen, wurde dann aber während der letzten Jahre stark verbessert, namentlich dank der in der Fabrikation von Hartmetallen und der Verwendung des Diamanten in der Industrie erzielten Fortschritte. Bohrungen dieser Art wurden bereits in zahlreichen Fällen angewendet, doch ist es unseres Wissens das erste Mal, dass die PTT-Verwaltung von diesem Verfahren Gebrauch machte.

Von den verschiedenen Bohrsystemen wurde jenes gewählt, das mit Hilfe einer gezahnten Bohrkronen den Fels durchschneidet (Fig. 12). Diese Krone wird einige Meter durch ein Rohr gleichen Durchmessers in den Boden getrieben, das dann durch ein röhrenförmiges Bohrgestänge verlängert wird. Das so gebildete System wird durch eine Maschine (Fig. 13), die das Bohrgestänge betätigt, in rotierende Bewegung gebracht. Beim Bohren schleift die Krone den Fels ab und dringt ein, wobei im Rohrinne ein Bohrkern zurückbleibt, der eine Länge von über einem Meter erreichen kann. Dieser Bohrkern kann mit einer im Rohrinne angebrachten besonderen Vorrichtung mühelos herausgezogen werden. Ständig fließendes Spülwasser verhindert eine zu grosse Erwärmung und Anschwellung der Bohrkronen. Das Wasser sorgt weiter für die Entfernung des Bohrschlammes. Dieses System gestattet nicht nur Sondierungen, sondern auch Lochbohrungen von mehreren hundert Metern, und zwar, praktisch gesehen, in jeder Richtung.

prend les formes qu'on veut lui donner et, refroidi, il recouvre son étonnante élasticité et sa solidité premières.

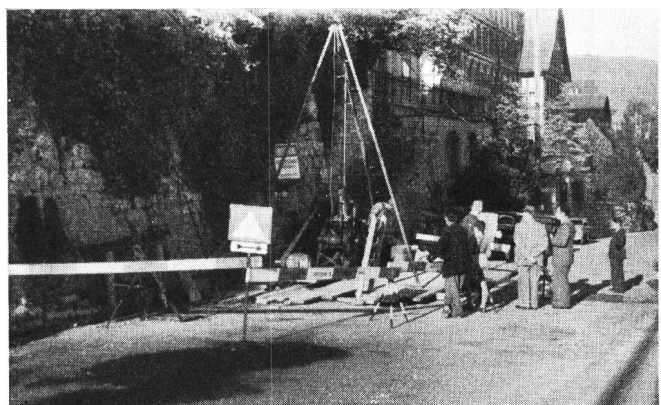
Les tubes de somoplas avaient une longueur de 4 m; on les munit de manchons et on les soude sur place (fig. 8 et 9). Des deux rives, on introduisit dans le tuyau de fer les quatre tubes de somoplas liés ensemble par des rubans de fer tels qu'on les emploie pour fermer les caisses et on les réunit dans le puits de forage (fig. 10). Le tirage du câble se fit très facilement.

g) *La destruction du puits de forage*. La partie du puits de forage qui dépassait le fond du canal devait disparaître une fois les travaux achevés; on décida de la faire sauter. A la traversée du puits, les tubes furent isolés et entourés d'un manteau protecteur; la partie inférieure du puits fut bétonnée sur une hauteur de 2 m, puis remplie de gravier et de sable jusqu'à la hauteur du fond du canal. Les nombreux tubes destinés à recevoir la charge avaient été placés déjà au moment de la construction du puits.

Pour ménager autant que possible la construction proprement dite — les câbles étaient déjà tirés au moment de la destruction du puits — on perça le puits au ciseau en plusieurs endroits pour introduire des charges supplémentaires d'explosif. Toutes les charges furent allumées électriquement et l'explosion eut un effet complet (fig. 11). Les débris du puits furent rassemblés sur le ponton, dans la mesure où il pouvait encore les supporter, et enlevés.

3. Forage dans la roche pour l'installation de câbles Bienne-Beaumont

a) *But*. L'extension du réseau des câbles locaux de Bienne comprenait la pose de nouveaux circuits dans le quartier de Beaumont, situé sur les pentes de la première chaîne du Jura et dominant la ville au nord-ouest. Les circuits aériens ne répondaient plus aux exigences. L'augmentation du nombre des abonnés exigeait la pose d'un câble à nombreux conducteurs jusqu'à l'armoire de distribution située à mi-hauteur entre Bienne et Beaumont. En outre, la pose de nou-

Fig. 14. Bohrstelle im Beaumontquartier in Biel
Forage dans le quartier de Beaumont à Bienne

Für gewisse Gesteinsarten, beispielsweise Granit, müssen mit Diamanten versehene Bohrkronen verwendet werden. Grosse Bedeutung kommt dem Innehalten der Bohrriechung zu, denn nach einmal begonnener Bohrung ist es nicht mehr möglich, ihre Richtung zu beeinflussen. Diese kann in gewissen Fällen, besonders bei Horizontalbohrungen, während des Vordringens beträchtlich von den ihr gegebenen Achsen abweichen.

Für unsere Zwecke mussten die Bohrungen an genau bestimmten Stellen münden. Es war deshalb von Bedeutung, zu verhindern, dass keine Abweichungen eintraten, oder, wenn schon, dass diese nicht mehr als 3 % der Länge des Bohrloches betrogen. Zur Bestimmung der Eingangs- bzw. Ausgangs- und der Endstellen mussten daher genaue Vermessungen vorgenommen werden. Nebenbei sei bemerkt, dass, trotz den unbequemen und äusserst ungünstigen Bodenverhältnissen, die Absteckung, Längenmessung und Nivellierung mit Hilfe unserer eigenen Mittel erfolgreich durchgeführt werden konnten.

Nach dem Aushub der obern Schächte wurde mit den Vertikalbohrungen von oben nach unten begonnen (Fig. 14). Die Bohrlöcher mussten ungefähr einen Meter hinter der Tunnelwand münden. Die Längen betragen etwa 10...12 Meter, der Durchmesser 130 Millimeter. Die Abweichungen von den vorgesehenen Achsen betragen ungefähr 45 bzw. 10 cm und überstiegen die vorgesehenen Spielräume nicht. Der tägliche Fortgang der Bohrung variierte zwischen ungefähr 0,5 bis 3 Meter, je nach der Härte des zu durchschneidenden Gesteins. In jedes Bohrloch wurde ein Stahlrohr von 127/199 mm Durchmesser eingeführt.

veaux câbles interurbains et câbles d'abonnés en direction du Jura rendait nécessaire l'établissement d'une sortie, qui n'existait pas jusqu'alors, vers le nord et le nord-ouest. La construction d'une canalisation ordinaire en tuyaux se heurtait cependant à de grosses difficultés en raison de la configuration particulière du terrain (pente raide, murs de soutènement, funiculaire).

Les deux possibilités qui se présentaient les premières à l'esprit, soit de poser les câbles suivant un tracé perpendiculaire à la pente ou de les faire suivre tous les lacets de la route, avaient de nombreux inconvénients et furent écartées. Il s'agissait de trouver une autre solution: on décida d'utiliser le tunnel du funiculaire Bienne-Beaumont-Evilard. Cette solution se révéla très avantageuse, du fait qu'elle permettait d'adopter le plus court tracé entre le réseau des canalisations desservant la ville et l'armoire de distribution à raccorder.

Il fallait établir une communication entre le tunnel et le quartier de Beaumont situé au-dessus. On aurait pu à cet effet établir une galerie, mais on préféra adopter un moyen moins coûteux et d'une exécution plus rapide consistant en un forage vertical de la roche. Dans le tunnel, les câbles ont été placés dans une canalisation en béton courant le long de la voie.

b) Forage. La technique du forage de la roche est déjà ancienne. Elle est restée inchangée pendant très longtemps, puis a bénéficié d'importantes améliorations au cours de ces dernières années, grâce notamment aux progrès réalisés dans la fabrication de métaux durs et à l'emploi industriel des diamants. Des forages de ce genre ont souvent été exécutés, mais,

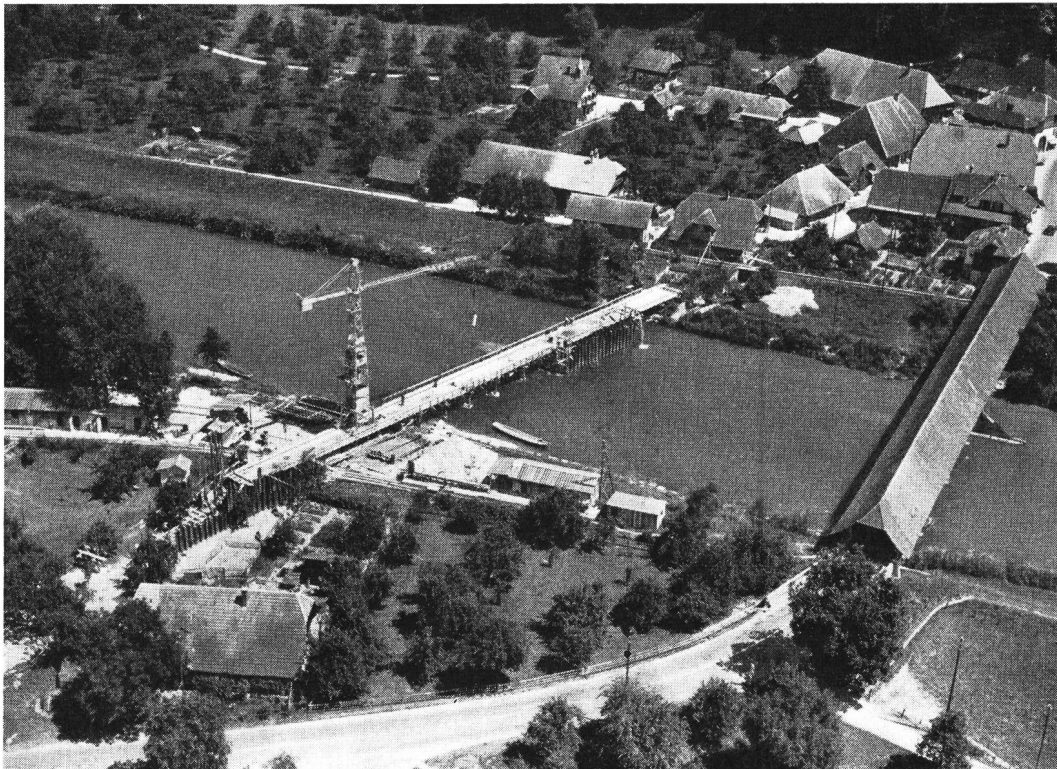


Fig. 15.
Baustelle an der Saane
Chantier de la traversée
de la Sarine

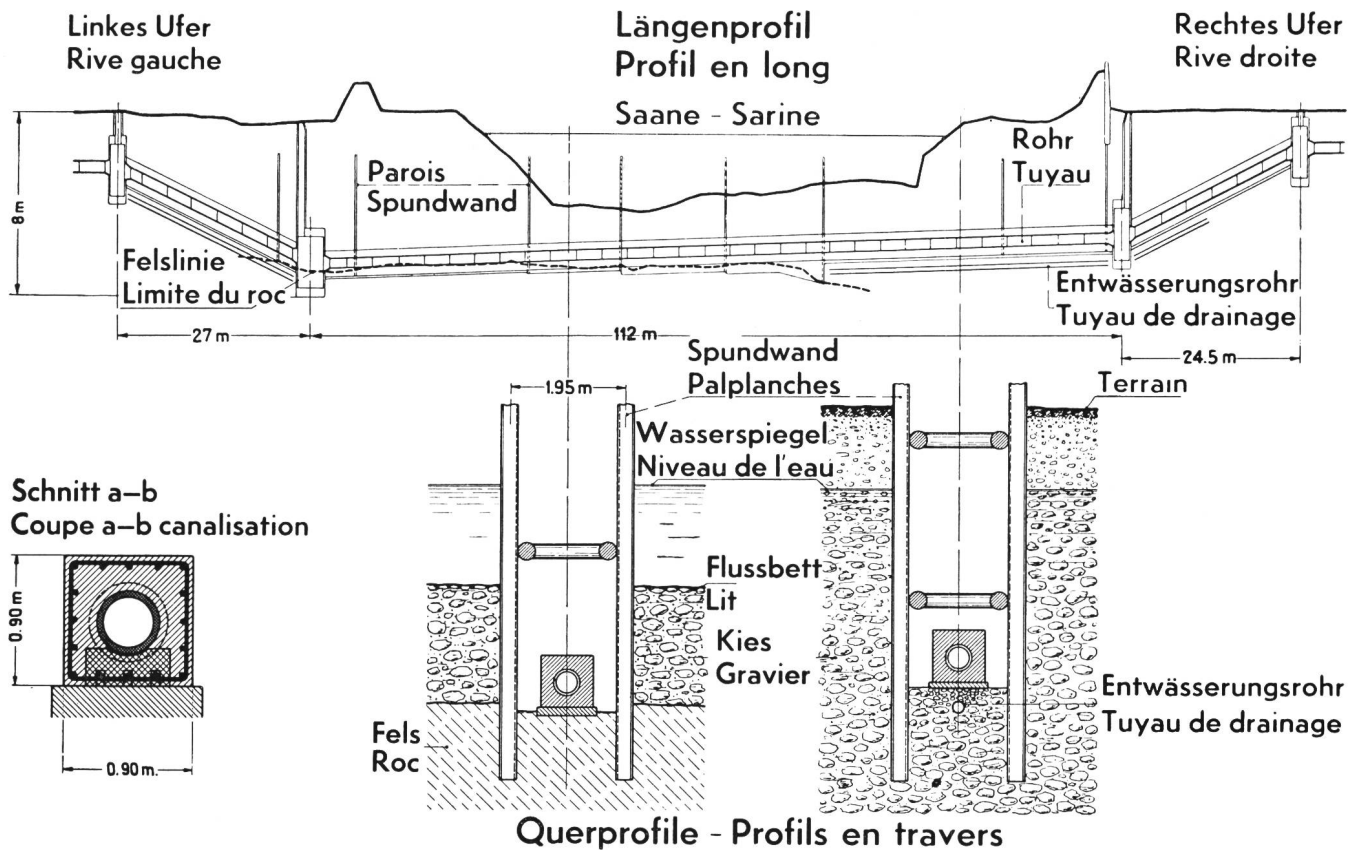


Fig. 16. Längen- und Querprofil der Saanekreuzung — Profil en long et en travers de la traversée de la Sarine

Das Kabel ist am Boden des oberen Schachtes befestigt, so dass es auf der ganzen Länge des Bohrloches freihängend ist. Um es nach Möglichkeit vor Dehnung und zu starker Beanspruchung zu schützen, wurde es mit einer doppelten Armatur F umgeben.

4. Die Unterführung der Saane bei Gümmenen

In Gümmenen war der Kabelkanal bisher im Gebälk der schönen, alten Holzbrücke unter der Fahrbahn über die Saane geführt. Da die Brücke ständig der Gefahr von Hochwasser und Feuer ausgesetzt ist, blieb diese Überführung von den Anfängen an der schwache Punkt der Kabelanlage. Für die Auslegung des koaxialen Kabels drängte sich der Sicherheit wegen eine andere Trasseführung auf, bei welchem Anlass auch die Kabelstränge von der Brücke weggenommen werden sollten. In Erwägung aller Umstände musste der unterirdischen Traversierung der Saane allen anderen Möglichkeiten vorgezogen werden (Fig. 15).

Das Bauprojekt sah die Anwendung des üblichen Vollrohrsystems vor, im Gegensatz zum Blocksystem, bei dem mehrere kleine Kabelkanäle zu einem Block vereinigt sind. Absolute Geradlinigkeit der Rohrleitung zwischen den Einsteigschächten auf den beiden Ufern war Bedingung. Die Einsteigschächte werden normalerweise im Abstand von 75 m, das heisst einem Drittel der normalen Spleiss- (Trasse-) Länge und der günstigsten Länge für den Kabeleinzug, eingeschaltet. Zwingen die topographischen Verhältnisse auf kür-

à notre connaissance, c'est la première fois que l'administration des PTT recourait à ce procédé.

Des différents systèmes de forage, on choisit celui dans lequel la roche est attaquée par une tarière en forme de couronne (fig. 12). A l'aide d'un tube de même diamètre, on fait pénétrer la tarière dans le sol sur une longueur de quelques mètres, puis on adapte à cet appareil un tubage destiné à lui transmettre le mouvement de rotation donné par une machine (figure 13). La tarière découpe la roche circulairement; il reste à l'intérieur du tube un cylindre de pierre (carotte) pouvant atteindre la longueur de 1 mètre ou plus. Un dispositif aménagé dans le tube permet de retirer la carotte sans peine. Un écoulement d'eau constant empêche la tarière de s'échauffer et de se déformer et entraîne la boue résultant du forage. Ce système permet de pratiquer non seulement des sondages, mais aussi des forages de plusieurs centaines de mètres dans n'importe quelle direction.

Pour le forage de certaines roches, par exemple le granit, la tarière doit être munie de dents en diamant. Il est très important de conserver exactement la direction du forage, car il n'est pas possible de la modifier en cours d'opération. Dans certains cas, en particulier lorsqu'il s'agit de forages horizontaux, des déviations assez sensibles peuvent se produire.

Dans le cas présent, le forage devait aboutir à des points bien déterminés. Il fallait veiller à ce qu'il ne se produisît aucune déviation ou tout au moins à ce que l'écart n'excédât pas 3 % de la longueur du trou.

zieren Strecken zu Richtungsänderungen, so müssen dementsprechend mehr Schächte eingebaut werden.

Ausser der Erstellung der eigentlichen Flusskreuzung mit den beidseitigen «Rampen», deren Standort weitgehend durch die Überbauung auf dem rechten Flussufer bestimmt war, mussten auch noch die Rohrkanäle für die Verbindung mit der bestehenden Rohrleitung gebaut werden (Fig. 16). Die Entfernung für den Anschluss an die bestehende Kabelrohranlage betrug im ganzen 110 Meter.

Das Bestreben, gegen alle möglichen Überraschungen in bezug auf die geologische Zusammensetzung des Baugrundes gesichert zu sein, war bei der Wahl der anzuwendenden Baumethode ausschlaggebend. Es kam daher nur die altbewährte Bauweise mit Spundwandabschlüssen und offenen Baugruben in Frage. Der Werkvertrag enthielt ausser den üblichen Baubestimmungen der PTT-Verwaltung im wesentlichen die folgenden Vereinbarungen:

- Vergütung sämtlicher Bauplatzinstallationen, wie Dienstbrücke, Kran, Luftkomprimierungsanlage, Rammwerkzeuge, Pumpen, Betonmaschine, Baracken usw., zu Pauschalpreisen;
- alles übrige, wie das Rammen, das Ziehen und die Miete der Spundbohlen, die Betriebszeit der Pumpen, das Ausheben und Wiedereinfüllen der Baugruben, das Legen und Einbetonieren der Kabelrohre, das Erstellen der Schächte usw., zu Einheitspreisen nach effektiven Ausmassen.
- Das Risiko für allfällig durch Hochwasser entstehende Schäden an der Baustelle übernahm bis zu einer genau messbaren Quote die Bauunternehmung; für Folgen, die aus über dieser Quote liegenden Wasserständen entstehen sollten – was schon einer Katastrophe gleichgekommen wäre –, hätte die PTT-Verwaltung zu tragen gehabt.

Um die Gefahr der Stauung durch die notwendigen Einbauten im Flussprofil bei Hochwasser und damit das Überlaufen des Flusses über die Hochwasserdämme nach Möglichkeit abzuwenden, stellte die kantonale Baudirektion ihre Bedingungen. So waren die Höhe der Unterkante der Dienstbrücke und deren Jochabstände möglichst gross, die Längen der Spundwand-Etappen dagegen möglichst klein zu halten. Es waren dies unerlässliche Vorsichtsmassnahmen, die sich jedoch auf die Bauzeit und die Baukosten ungünstig auswirkten.

Gleichzeitig mit der Installation der zum Bau benötigten Maschinen erstellten die Bernischen Kraftwerke zwischen der Transformatorstation in Gümnenen und der Baustelle eine Freileitung zur Lieferung des Kraftstromes zum Betrieb der Motoren von zusammen 180 PS. Hierauf folgte die Erstellung eines ersten Teilstückes der Dienstbrücke vom linken Ufer aus, soweit diese für die Inangriffnahme der ersten Bauetappe notwendig war, sowie die Montage des fahrbaren, 20 Tonnen schweren Turmkranes mit einem maximalen Auslegebereich von 20 Metern (Fig. 17). Die Dienstbrücke ruhte auf Pfahljochen,

Pour fixer les points de départ et d'arrivée, on dut procéder à des mensurations minutieuses. Relevons ici que malgré la configuration extrêmement défavorable du terrain, l'administration put assurer par ses propres moyens le piquetage, les mensurations et le nivellement.

Après avoir établi la chambre supérieure, on commença le forage vertical, qui fut exécuté de haut en bas (fig. 14). Les conduits devaient aboutir à un mètre environ de la paroi du tunnel. Leur longueur était de 10 à 12 mètres et leur diamètre de 130 mm. Les écarts furent de 45 cm dans un sens et de 10 cm dans l'autre et n'excédèrent pas les tolérances admises. L'avancement varia entre 0,5 et 3 mètres par jour, suivant la dureté de la roche. Dans chacun des conduits fut introduit un tube d'acier de 127/199 mm de diamètre. Le câble est fixé au fond de la chambre supérieure, de manière à pendre librement dans le conduit. Pour éviter qu'il ne s'allonge et ne subisse de trop fortes contraintes, on l'a entouré d'une double armure de fils méplats.

4. La traversée de la Sarine près de Gümnenen

A Gümnenen, la canalisation de câbles était établie dans la poutraison du vieux et beau pont de bois traversant la Sarine, au-dessous de la chaussée. Ce pont risquant d'être détruit par le feu ou entraîné par les hautes eaux, la traversée a toujours été le point faible de l'installation. Pour le câble coaxial, il convenait de choisir un autre tracé offrant plus de sécurité; on pouvait profiter de cette occasion pour retirer les autres câbles du pont et leur faire emprunter le nouveau tracé. Après avoir examiné toutes les possibilités, on décida de faire passer les câbles sous la rivière (fig. 15).

Le projet prévoyait la pose d'une canalisation comprenant un seul tuyau au lieu d'une canalisation du système dit système bloc, dans lequel plusieurs tuyaux sont réunis pour former un bloc. Entre les chambres d'accès situées sur les deux rives, la canalisation devait être exactement rectiligne. Normalement, des chambres d'accès sont établies tous les 75 mètres, c'est-à-dire que la distance les séparant les unes des autres est égale au tiers de la distance normale entre deux épissures, distance qui représente la longueur la plus favorable pour le tirage des câbles. Si la configuration du terrain oblige de prévoir des changements de direction sur des distances plus courtes, il faut établir un plus grand nombre de chambres d'accès.

En plus de la traversée proprement dite et des deux rampes, dont l'emplacement était déterminé dans une large mesure par les constructions occupant la rive droite, on dut établir les canalisations de raccordement aux canalisations existantes (fig. 16). La distance était de 110 mètres.

Le choix de la méthode de construction était limité par la nécessité de faire face à toutes les surprises que pouvait réserver la constitution géologique du sol.

deren Holzpfähle mittels einer mit Druckluft betätigten Ramme, dem sogenannten Payothammer, in den Flussgrund getrieben wurden. Nun konnte zur Ausführung des ersten Spundwandabschlusses geschritten werden. Zur Verwendung gelangten Eisenspundbohlen, System Belval, auch Larssen, in der Länge von 8 bis 9 Metern und einem Gewicht von etwa 500 Kilogramm, die mit dem Kran zwischen hölzernen Führungszangen jede einzelne in das Schloss der vorhergehenden «eingefädelt» und auf den Flussgrund gestellt wurden. Hierauf trat der Payothammer mit viel Lärm und noch mehr Ausdauer in Funktion und rammt die Bohlen paarweise in das Flussbett (Fig. 18). Es waren im gesamten 2380 m² Spundbohlen unter dem Hammer. Nachdem mit dem ganzen Spundwandabschluss eine gewisse Rammtiefe erreicht und Gewähr für genügenden Widerstand gegen das Umkippen oder das Zusammengedrücktwerden vorhanden war und ein Grundbruch im nichtfelsigen Baugrund bei allfälligem Hochwasser so gut wie ausgeschlossen schien, konnte das in der Spundkammer eingeschlossene Wasser durch Pumpen mit grossem Fördervermögen herausgeschafft und mit den Ausubarbeiten begonnen werden. Selbstverständlich blieben die Pumpen bis zur Fertigstellung der Anlage in Betrieb, da immer wieder Wasser von unten her und durch die Schlösser der Bohlen in die Baugrube eindrang. Die Ableitung des Wassers ist in Figur 19 ersichtlich.

Um das eigentliche Bauwerk vollständig im Trockenen erstellen zu können, wurde in der Baugrube eine 10 cm dicke Betonsohle erstellt. Soweit die Fels- bzw. Molasseoberfläche nicht mehr als 80 cm unter dem Bauwerk lag, konnte auf die Erstellung einer Betonsohle verzichtet werden. Auf dem in dieser Weise vorbereiteten Baugrund wurden die 3,5 m langen Kabelrohre, System Vianini, auf im voraus fabrizierten Betonformstücken aufgesetzt und genau nach der an beiden Ufern fixierten Achse ausgelegt (Fig. 20 a und b), gerichtet und die Glockenmuffen mit Muffenkitt ausgegossen. Zum Schutze des Kabelkanales gegen Beschädigungen war eine Umhüllung des Rohres mit armiertem Beton notwendig. Nach dem Entfernen der Betonschalung konnte die Baugrube bis auf die Höhe der Flußsohle mit dem ausgehobenen Schutt eingefüllt und die Bohlen mit Hilfe einer Rückzugvorrichtung, bestehend aus Motorwinde, Bock und Drucklufthammer, herausgezogen werden.

An den Bau der Schächte war ebenfalls die Bedingung geknüpft, dass sie vollständig wasserdicht sein mussten. Für die Baugruben der beiden tief liegenden Schächte waren entsprechende Ausweitungen des Spundwandabschlusses notwendig. Gleichzeitig mit dem Bau der Flussunterführung wurden die beidseitigen Anschlusskanäle mit den verschiedenen Einstiegschächten erstellt.

Die Bauarbeiten dauerten vom Monat März bis Ende September 1952, während welcher Zeit die Saane glücklicherweise nie einen übermässig hohen

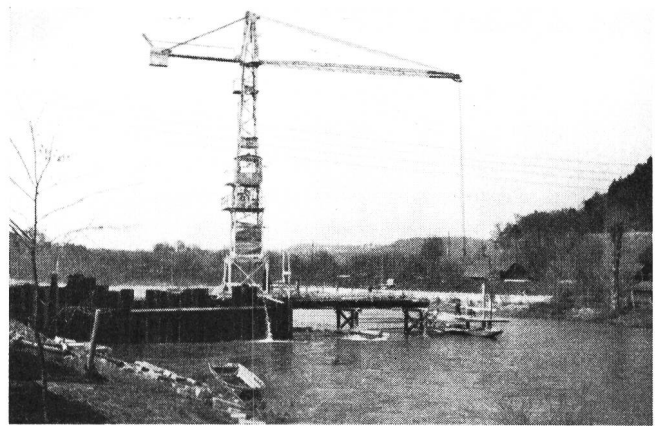


Fig. 17. Spundwände der I. Bauetappe. Vortreiben der Dienstbrücke
1^{re} étape, enceinte de palplanches et construction du pont de service

On s'arrêta au procédé, déjà ancien et éprouvé, de la construction à ciel ouvert avec enceinte de palplanches. Outre les conditions ordinairement posées par les PTT, le contrat d'entreprise contenait les dispositions suivantes:

- Toutes les installations du chantier, telles que pont de service, grue, compresseur d'air, sonnette, pompes, bétonneuse, baraques, etc., étaient payées à forfait;
- Toutes les autres prestations, telles que l'enfoncement, l'enlèvement et la location des palplanches, le travail des pompes, le creusage et le remblaiement des fouilles, la pose et le bétonnage des canalisations, la construction des chambres, etc., étaient payées au mètre ou encore à l'heure ou à la journée.

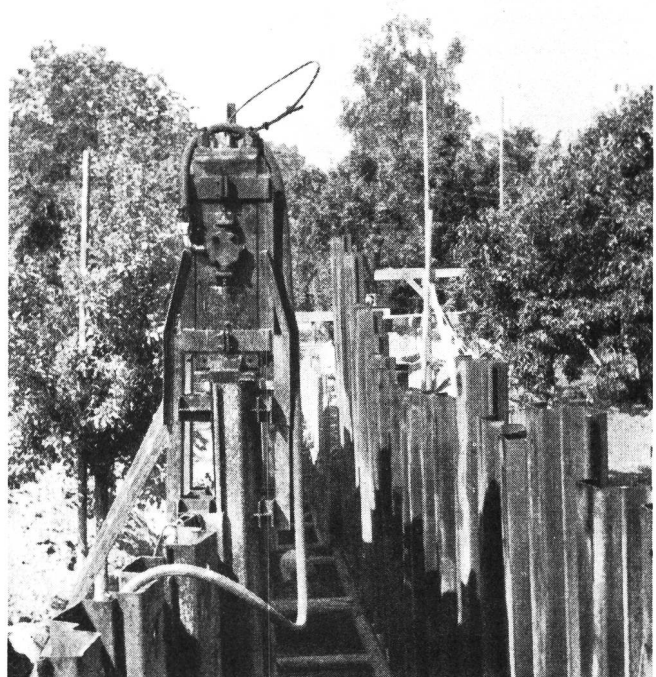


Fig. 18. Spundwände mit aufgesetzter Ramme (Payothammer)
Enceinte de palplanches avec marteau Payot

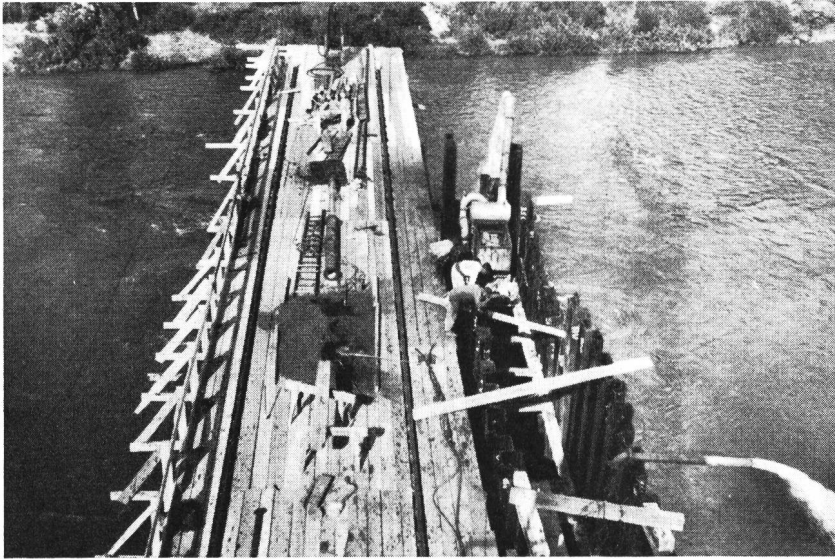


Fig. 19.
Automatische Hochleistungspumpe
Pompe automatique à grand débit

Wasserstand hatte. Im Pegelstand von Gümnenen wurde der höchste Wasserstand am 12. Mai mit 3,5 m gemessen. In diesem Zeitpunkt war der Fluss gerade frei von grösseren Einbauten, da die erste Bauetappe bereits beendet war und eben die Vorbereitungen für die zweite getroffen wurden. Ausser einigen unfreiwilligen Bädern in den kühlen Fluten der Saane gingen die Arbeiten planmässig vor sich.

5. Fluss- und Bachkreuzungen mit Hilfe von Eternitröhren

In neuester Zeit wurden bei der Ausführung von Fluß- und Bachkreuzungen mit Eternitröhren gute Erfahrungen gemacht. Die Eternitröhren im Durchmesser von 100 mm werden in Längen von 4 m geliefert; ebenso sind die erforderlichen Kupplungen und Bogenstücke erhältlich.

— Le risque pour les dégâts qu'auraient pu causer les hautes eaux sur le chantier était supporté par l'entreprise jusqu'à une cote exactement déterminée; l'administration des PTT était responsable pour les dégâts dus à des niveaux de l'eau supérieurs à cette cote – ce qui aurait déjà représenté une catastrophe.

Pour éviter, en cas de hautes eaux, le danger de refoulement par les constructions établies dans le lit de la rivière et la submersion des digues, la direction cantonale des travaux publics avait également posé certaines conditions. La hauteur du pont de service et l'écartement des piles devaient être aussi grands que possible, les longueurs des parois en palplanches en revanche aussi réduites que possible. Ces mesures de précaution étaient indispensables, mais elles eurent pour effet de prolonger la durée des travaux et d'augmenter les frais.

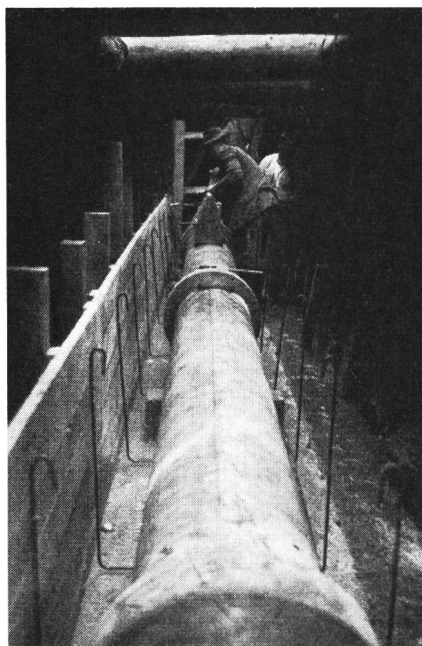


Fig. 20a.
Erstellung der Schalung und Armierung für die Betonumhüllung
Coffrage et armement de l'enveloppe de béton

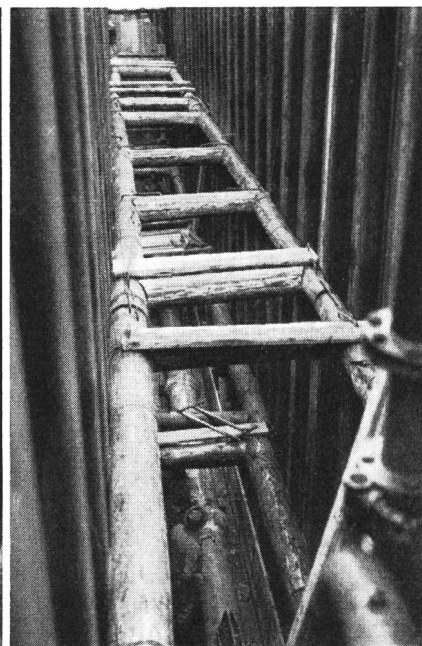


Fig. 20b.
Baugrube mit eingelegeten Rohren
Fosse avec tuyaux déjà posés

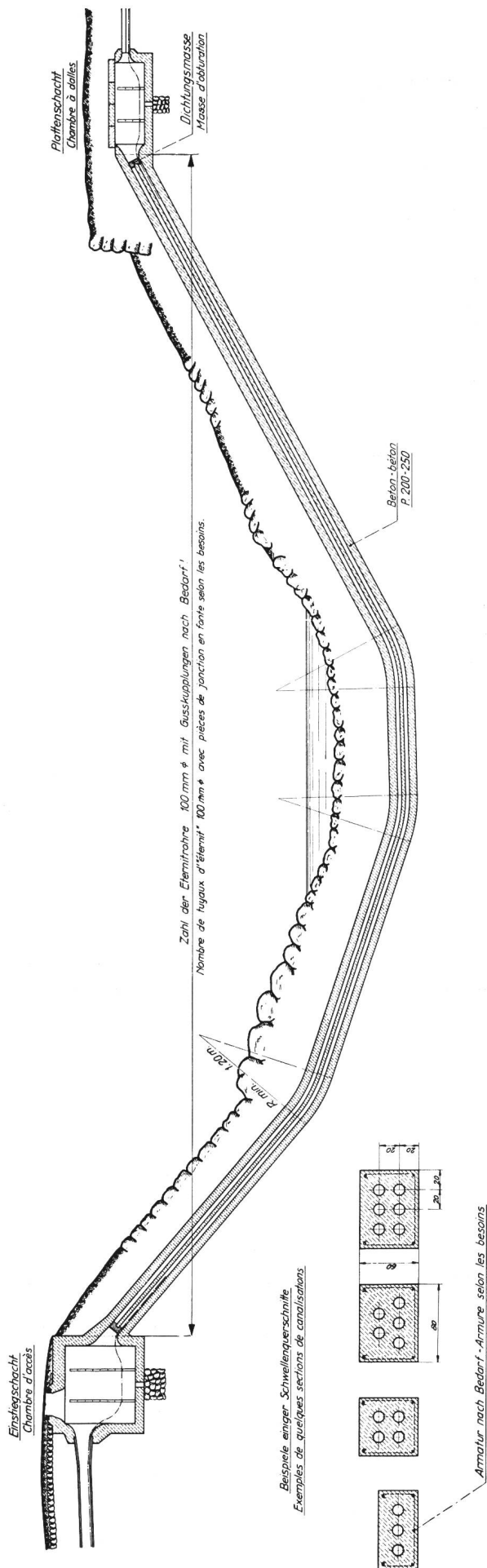


Fig. 21. Längenprofil einer Bachkreuzung mit Eternit-Einzelrohren — Profil en long d'une traversée de torrent établie en tuyaux d'éternit

Pour alimenter les moteurs d'une puissance totale de 180 ch, les Forces motrices bernoises établirent une ligne aérienne entre le chantier et la station de transformateurs de Gümmenen. On construit ensuite la première partie du pont de service, en partant de la rive gauche, dans la mesure où elle était nécessaire à la première étape des travaux, et on monta la grue mobile, qui pesait 20 tonnes et avait un développement maximum de 20 mètres (fig. 17). Le pont de service reposait sur des pilotis de bois enfoncés dans le lit de la rivière au moyen d'une sonnette actionnée par l'air comprimé, dite marteau Payot. On put alors commencer à établir la première enceinte de palplanches. Celles-ci étaient en fer, des systèmes Belval et Larssen; elles avaient une longueur de 8 à 9 mètres et pesaient à peu près 500 kilogrammes; elles étaient descendues une à une à l'aide de la grue, entre des pinces de guidage en bois, le rebord de chacune étant introduit dans le rebord de la précédente, jusqu'au fond de la rivière. La sonnette entraînait alors en fonction et, à grand bruit, enfonçait lentement les palplanches dans le lit de la rivière (fig. 18). En tout, 2380 m² de palplanches passèrent sous les coups de la sonnette. Lorsque toute l'enceinte était enfoncée à une certaine profondeur, qu'elle offrait une résistance suffisante au renversement et à la pression et qu'une rupture dans le terrain non rocheux était exclue même en cas de hautes eaux, on pouvait pomper l'eau qui y était demeurée au moyen de pompes à grand débit et commencer les fouilles. Les pompes restaient en fonction jusqu'à l'achèvement de l'installation, car l'eau pénétrait toujours par dessous et par les rebords des palplanches. On voit à la figure 19 comment l'eau était évacuée.

Pour pouvoir établir absolument à sec la construction proprement dite, on posa au fond de la fouille une semelle de béton de 10 cm d'épaisseur. On y renonça là où la roche (molasse) se trouvait à moins de 80 cm du fond de la fouille. Les tuyaux de 3,5 m, système Vianini, furent placés dans la fouille sur des formes en béton fabriquées d'avance, exactement dans l'axe fixé (fig. 20 a et b), puis les manchons furent jointoyés avec du mastic. Pour protéger la canalisation, on l'entoura de béton armé. Dès qu'on avait enlevé le coffrage, on remplissait la fouille avec les déblais jusqu'à la hauteur du fond du lit. Les palplanches étaient retirées au moyen d'un dispositif formé d'un treuil à moteur, d'une chèvre et d'un marteau à air comprimé.

Une des conditions imposées pour l'établissement des chambres, situées à une assez grande profondeur, était qu'elles fussent absolument étanches. Pour ce travail, il était nécessaire d'agrandir les enceintes de palplanches. En même temps que la traversée, on établit aussi les canalisations de raccordement aux différentes chambres d'accès.

Les travaux durèrent de mars à fin septembre 1952. Pendant toute cette période, la Sarine n'atteignit jamais un niveau assez élevé pour mettre les installa-

Je nach der Zahl der einzuziehenden Kabel und der nötigen Reservekanäle, werden Blöcke mit 3, 4, 5, 6 bis 12 Röhren gebildet. Zur Erleichterung des Ein- und Ausziehens der Kabel hat man sich entschlossen, je Rohr nur ein Kabel einzuziehen und alle Rohre mit einem Durchmesser von 100 mm gleich gross zu dimensionieren.

Je nach der Struktur des Flussgrundes werden die Eternitrohre in mehr oder weniger stark armierte Betonblöcke gefasst, die beidseitig in einen Übergangsschacht münden. Diese Konstruktion hat den grossen Vorteil, dass die Rohrenden leicht zugänglich sind und auch bei Hochwasser in der trockenen Zone liegen (Fig. 21).

Dilatationsfugen sind bei solchen Eternitblöcken kaum nötig, da die Betonschwelle vom Erdreich genügend überdeckt wird und daher keinen extremen Temperaturschwankungen unterliegt. Dagegen muss für das Schwinden des Betons eine Gegenmassnahme ergriffen werden. Die beim Betonieren nicht zu vermeidenden Arbeitsfugen sind so anzuordnen, dass sie immer auf das Ende der Rohrstösse kommen. Eine Aussparung von etwa 5 cm für das Ansetzen einer Gibault-Kupplung kann dadurch erreicht werden, indem einige Umgänge fettgetränkter Jutestricke um die Rohre gewickelt werden.

Nachdem die Eternitrohre gekuppelt sind, kann sich die eine Seite der Kupplung dank der Gummiringe dem Betonschwund anpassen, so dass ein Reißen der Eternitrohre kaum möglich ist. Im Beton dagegen werden wir bei den Arbeitsfugen nach wie vor einen Schwundriss zu erwarten haben. Dieser ist aber absolut ungefährlich, solange der Betonblock nicht etwa unterkolkt wird. Um auch dieser Eventualität vorzubeugen, sind bei den Arbeitsfugen, je nach Lage, in der Schwellensole verstärkte Längsarmierungen, allenfalls Eisenbahnschienen einzubauen.

Bei der gegenwärtig im Bau stehenden Koaxial-Kabelanlage Zürich–Chiasso wurden im letzten Frühjahr im Kanton Tessin mehrere Flüsse und Bäche unter Anwendung des Eternitrohr-Blocksystems gekreuzt. So zum Beispiel die Moësa bei Castione, der Brenno bei Biasca, mehrere Kreuzungen des Tessin und viele Seitenbäche bis nach Airolo hinauf. Ebenso wurden im Reusstal verschiedene Kabelunterführungen dieser Art erstellt.

Für die Kreuzung der Moësa (etwa 150 m) wurde in der mehrere Meter tiefen Kies- und Sandablagerung des Flussbettes ein Umleitkanal ausgebaggert und die eine Hälfte der Kabelunterführung ausgehoben und betoniert. Später wurde der Umleitkanal abgeriegelt, der Wasserlauf gewechselt und die

tions en danger. Au limnimètre de Gümnenen, le niveau le plus haut, 3,5 m, fut mesuré le 12 mai. A ce moment, il n'y avait aucune construction importante dans le lit de la rivière; on venait de terminer la première étape et on préparait la deuxième. Les travaux se déroulèrent sans incident notable, si ce n'est quelques bains involontaires dans les flots de la Sarine.

5. Traversées de cours d'eau établies en tuyaux d'éternit

Ces derniers temps, on a fait de bonnes expériences en utilisant pour la traversée de cours d'eau des tuyaux en éternit. Ces tuyaux ont un diamètre de 100 mm et une longueur de 4 m; on peut obtenir également les raccords et pièces coudées nécessaires.

Suivant le nombre des câbles à tirer et des canalisations de réserve, on forme des blocs de 3, 4, 5, 6 jusqu'à 12 tuyaux. Pour faciliter le tirage et le retrait des câbles, on ne tire qu'un câble par tuyau; tous les tuyaux sont de même diamètre.

Les tuyaux sont enrobés dans des blocs de béton plus ou moins fortement armé, selon la structure du lit du cours d'eau; ces blocs donnent accès, sur les deux rives, à des chambres de transition. Ce genre de construction présente le grand avantage de permettre d'accéder facilement aux extrémités des tuyaux, qui demeurent en zone sèche même en cas de hautes eaux (fig. 21).

Le bloc de béton étant suffisamment recouvert de terre et par conséquent soustrait aux variations extrêmes de température, des joints de dilatation ne sont pas nécessaires. En revanche, il y a lieu de prendre des mesures pour parer au retrait du béton. Les joints de travail qu'il n'est pas possible d'éviter lors du bétonnage doivent être disposés de manière à correspondre aux raccords des tuyaux. On peut obtenir un vide d'environ 5 cm pour la pose d'un raccord Gibault en enroulant autour des tuyaux quelques tours de corde de jute imprégnée de graisse.

Lorsque les tuyaux d'éternit sont raccordés, l'un des côtés du raccord peut, grâce aux anneaux de caoutchouc, s'adapter au retrait du béton; une rupture des tuyaux d'éternit est ainsi presque impossible. En revanche, il faut s'attendre à voir se produire dans le béton, aux joints de travail, une fissure due au retrait. Elle est cependant absolument sans danger tant qu'un creux ne se forme pas sous le bloc de béton. Pour parer également à cette éventualité, il faut placer dans le socle, en regard des joints de travail, des armatures longitudinales renforcées ou même des rails.

Dans le Tessin, plusieurs traversées de ce genre ont été établies le printemps dernier pour le câble à paires coaxiales Zurich–Chiasso, par exemple sous la Moësa près de Castione, sous le Brenno près de Biasca, sous le Tessin en plusieurs endroits et sous un grand nombre de torrents jusqu'à Airolo. D'autres ont également été aménagées au nord du St-Gothard, dans la vallée de la Reuss.

andere Hälfte in Angriff genommen. Für andere Kreuzungen mussten, ähnlich wie für die Kreuzung der Saane bei Gümnenen, Spundwände zu Hilfe genommen werden. Ausser dem Abdämmen des Wassers – manchmal eine sehr zeitraubende Arbeit, deren Gelingen von verschiedenen Faktoren abhängig ist – spielen längere Regenperioden oder das Überraschungsmoment bei Gewittern eine wichtige Rolle.

Pour la traversée de la Moësa (environ 150 m), on a creusé un canal de détournement dans le dépôt graveleux et sableux du lit de la rivière et construit la première moitié de la canalisation. Puis on a barré l'entrée du canal de dérivation, modifié sur une certaine longueur le cours de la rivière et exécuté la seconde moitié des travaux. Pour d'autres traversées, on dut, comme pour celle de la Sarine, utiliser des palplanches. Outre le détournement des eaux – travail qui fait souvent perdre beaucoup de temps et dont la réussite dépend de nombreux facteurs – les longues périodes de pluie et les orages subits sont également des causes importantes de retard.

Die Zentralisierung und Mechanisierung des Telephon- und Radiogebührenbezuges

Von *Ernst Kull*, Bern

654.15.034
654.19.034

J. Wernli und *W. Munz* haben im Jahre 1947 an dieser Stelle die technischen Einrichtungen für die Zählung der Gespräche im vollautomatischen Fernverkehr beschrieben.¹⁾ Die automatische Erfassung des Zählerstandes war die Voraussetzung für weitere Schritte in der Rationalisierung, das heisst für die Zentralisierung und Mechanisierung der Erstellung der Telephongebührenrechnungen und des Gebührenbezuges überhaupt.

La perception mécanisée et centralisée des taxes téléphoniques et des taxes de concession radio

Par *Ernst Kull*, Berne

En 1947, *J. Wernli* et *W. Munz* ont décrit dans cette revue les installations techniques servant au comptage des conversations en service téléphonique automatique intégral.¹⁾ Le relevé automatique de l'état des compteurs était la condition nécessaire d'une rationalisation plus poussée, c'est-à-dire de la perception mécanisée et centralisée des taxes téléphoniques, ainsi que des taxes en général.

I. Telephongebührenbezug

1. Die Erstellung der Rechnungen

Die monatlichen Rechnungen über die Gebühren, die die Telephonabonnenten schulden, wurden bisher dezentral in den Taxaufrechnungsdiensten der regionalen Telephondirektionen im manuellen Verfahren erstellt. Im April 1949 wurde mit der mechanischen und zentralen Erstellung der Rechnungen im Lochkartendienst der Finanzabteilung PTT (gemäss der betriebsinternen Bezeichnung im nachfolgenden F5 genannt) begonnen. Die Einführung dieses Dienstes erfolgte für die verschiedenen Direktionsgebiete nach folgendem Zeitplan:

April 1949:	Fribourg
Mai 1949:	Lausanne
Juni 1949:	Rapperswil, Olten
Juli 1949:	Zürich
November 1949:	Winterthur
Januar 1950:	Biel
Februar 1950:	Genève
März 1950:	Luzern
April 1950:	Bern
Oktober 1950:	St. Gallen
März 1951:	Bellinzona
Mai 1951:	Sion
Juni 1952:	Neuchâtel

I. Perception des taxes téléphoniques

1. L'établissement des factures

Les factures mensuelles des taxes des abonnés au téléphone étaient établies autrefois manuellement par les services de mise en compte des directions des téléphones régionales. En avril 1949, on commença à confier au service électrocomptable de la division des finances (désigné plus loin par F5) l'établissement centralisé et mécanisé des factures. Le nouveau procédé fut introduit successivement dans toutes les circonscriptions dans l'ordre chronologique suivant:

Avril 1949:	Fribourg
Mai 1949:	Lausanne
Juin 1949:	Rapperswil, Olten
Juillet 1949:	Zürich
Novembre 1949:	Winterthur
Janvier 1950:	Bienne
Février 1950:	Genève
Mars 1950:	Lucerne
Avril 1950:	Berne
Octobre 1950:	St-Gall
Mars 1951:	Bellinzona
Mai 1951:	Sion
Juin 1952:	Neuchâtel
Octobre 1952:	Bâle
Décembre 1952:	Thoune
Mai 1953:	Coire

¹⁾ Techn. Mitt. PTT 1947, Nr. 1, S. 27...40.

¹⁾ Bulletin technique PTT 1947, n° 1, p. 27 à 40.