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

**Herausgeber:** Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

**Band:** 7 (1929)

**Heft:** 1

**Artikel:** Hochspannungskabel der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich im Zürichsee

**Autor:** [s. n.]

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-873775

**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:** 29.12.2025

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

Figur 14 zeigt im Prinzip den Verlauf einer einzelnen Hauslinie, während Figur 3 den Verlauf der gesamten Stadt- und Hausrohrpostanlage darstellt.

Bei den erwähnten Hausanlagen werden die Büchsen nur mit Saugluft befördert. Der Luftstrom bewegt sich in der in Figur 14 durch Pfeile angegebenen Richtung. Um Strom zu sparen und um mit einem verhältnismässig kleinen Gebläse auszukommen, sind die Ansaugstellen der einzelnen Fahrleitungen in Basel 1 mit sogenannten elektrischen Kraftsparern versehen worden. Normalerweise stehen diese Kraftsparer nicht unter Strom und schliessen dann die Ansaugstelle des Fahrrohres. Sind ausnahmsweise sämtliche Ansaugstellen gleichzeitig geschlossen, so wird ein in die Hauptsaugluftleitung eingebautes Unterdruckventil betätigt, wodurch eine Ueberlastung des Elektromotors verhütet wird. Im vorliegenden Falle ist man von der Voraussetzung ausgegangen, dass nicht mehr als $^2/_3$ sämtlicher Leitungen gleichzeitig mit Büchsen beschickt würden. Mit Hilfe des Unterdruckventils ist es möglich, die Luftdichte je nach Bedarf zu ändern. In der Regel beträgt der Unterdruck für den Betrieb der beschriebenen Anlage 600—800 mm Wassersäule. Je nach dem Ausbau einer Anlage sind die Druckverhältnisse verschieden.

Wird in der Station A oder B eine Büchse in den Sender eingelegt, so wird der Kontakt $K_1$ oder $K_2$ geschlossen, wodurch der Anker des Relais A angezogen wird. Das Relais A betätigt seinerseits einen regulierbaren Treppenautomaten, der über einen Elektromagneten den Kraftsparer anzieht und die Ansaugstelle öffnet. Solange der Automat in Tätigkeit ist, bleibt der Kraftsparer angezogen. Die Zeiteinstellung des Automaten wird durch die Länge des Fahrrohres bedingt. Beim Einlegen jeder weiteren Büchse wird der Automat neuerdings angezogen.

Bild 15 zeigt die Rohrpoststation der Hausanlage im Haupttelegraphenamt Basel 1.

Il y aura lieu d'ajouter encore aux frais mentionnés ci-dessus la quote-part de l'intérêt et de l'amortissement du capital investi dans l'installation.

### b) Réseau intérieur.

Comme mentionné plus haut, un réseau intérieur complète aussi bien à Bâle 1 qu'à Bâle 2 le réseau urbain.

La figure 14 indique, en principe, le fonctionnement d'une telle installation, alors que la figure 3 représente tout le réseau exploité. La transmission des cartouches s'effectue par l'aspiration de l'air dans la conduite, dans le sens indiqué par la flèche. Afin d'économiser du courant, c'est-à-dire d'éviter que la machine de la soufflerie doive faire le vide d'air dans tous les tubes reliés à la conduite d'aspiration, on utilise, à Bâle 1, un système de valves économiques. Ces valves obstruent en position de repos l'embranchement de la conduite d'aspiration. Pour le cas exceptionnel où toutes les lignes se trouveraient simultanément au repos, une soupape permet l'aspiration de l'air extérieur, afin de protéger le moteur. Dans le cas particulier, on a admis que les $^2/_3$ des tubes raccordés sont utilisés en même temps. Au moyen de la soupape, il est en outre permis de régler le vacuum d'air, qui est en général de 600 à 800 mm et qui varie suivant les installations.

En introduisant une cartouche dans le transmetteur A ou B, les contacts $k_1$ ou $k_2$ sont fermés, produisant l'attraction du relais A. Le relais A actionne à son tour un automate réglable, qui ouvre, au moyen d'un électro-aimant, la valve économique. La valve reste ouverte pendant tout le temps que fonctionne l'automate. Ce dernier est réglé suivant la longueur du parcours. Chaque fois qu'une nouvelle cartouche est expédiée, l'automate attire à nouveau.

La figure 15 représente les raccordements de l'installation intérieure à la centrale des tubes du bureau des télégraphes, à Bâle 1.

---

## Hochspannungskabel der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich im Zürichsee.

Mitgeteilt von den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich (E. K. Z.).

Anfangs Oktober 1928 sind im Zürichsee zwischen Erlenbach und Thalwil für die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich zwei Hochspannungskabel verlegt worden, worüber anhand von Bildern im folgenden einige besonders den Techniker interessierende Angaben gemacht werden sollen.

Aus dem Kärtchen (Fig. 1) ist ohne weiteres zu erkennen, welchem Zweck die Kabel dienen müssen. Ein am rechten Zürichseeufer gelegenes, bisher aus weit entfernten Unterwerken versorgtes 8000 Volt-Verteilnetz wird zur Vermeidung von kostspieligen Leitungsverstärkungen und von grossen Leitungsverlusten an das auf dem linken Seeufer gelegene, in der Luftdistanz nur wenige Kilometer entfernte Unterwerk Thalwil angeschlossen. Die Verbindung geschieht auf dem Land durch Freileitungen und Landkabel, zwischen den an beiden Seeufern errichteten kleinen Uebergangsstationen mittelst zweier Drehstrom-Seekabel, die in rund 100 m Abstand voneinander auf dem Seeboden versenkt sind. Bei einer künftigen Betriebsspannung von 15,000 V sind diese Kabel für eine Belastbarkeit von 145 A pro Leiter dimensioniert; vorläufig werden sie mit der bei den E. K. Z. allgemein gebräuchlichen Spannung von zirka 8500 V betrieben und dabei mit 150 A pro Leiter belastet werden können. Es lassen sich also bei der zweitgenannten Spannung mit beiden Kabeln zusammen rund 4400 kVA übertragen. Die Länge eines Kabels beträgt fertig verlegt rund 2000 m, das Gewicht pro laufenden m rund 16,5 kg; der Querschnitt geht aus Fig. 2 hervor. Die drei Leiter aus Kupferseil haben einen Querschnitt von je 50 mm². Fig. 3 zeigt das Seeprofil an der für die Verlegung gewählten Stelle. Es wurden für beide Verlegungsprofile sehr genaue Lotungen vorgenommen; die grösste Seetiefe ergab sich zu rund 130 m.

Die Technik der Versenkung von Kabeln auf den Grund von Gewässern ist bekanntlich nichts Neues;

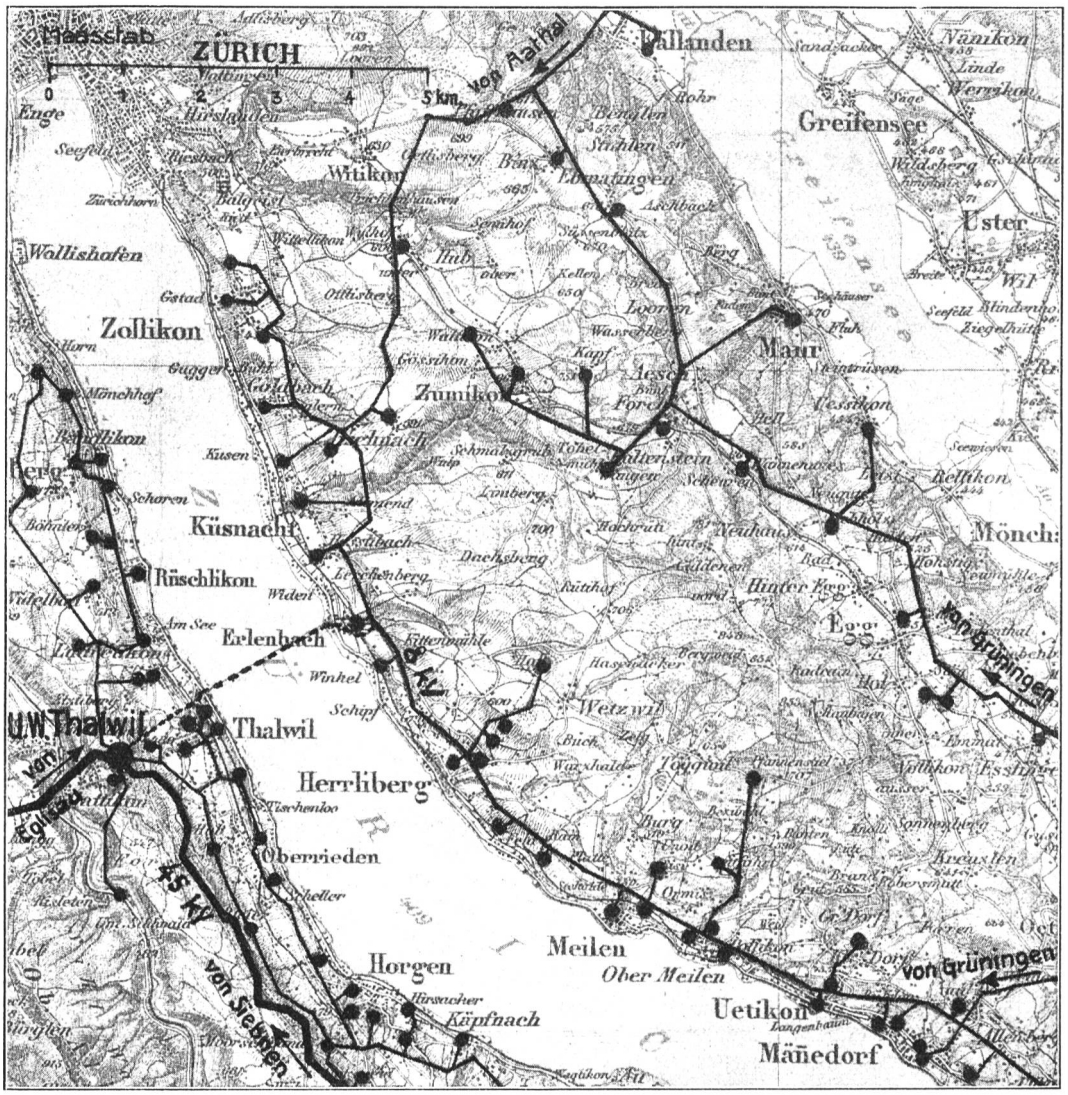


Fig. 1. Uebersichtsplan der Verteilanlagen am unteren Zürichsee.
(Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 18. Januar 1929.)

denn es werden ja schon seit Jahrzehnten Telegraphen- und Telephonkabel ins Meer und in grosse Seen — auch der Bodensee besitzt solche — verlegt. Ebenso sind in anderen Ländern, z. B. zwischen den Inseln von Dänemark und Schweden, in den Fjorden von Norwegen und in den grossen Seehäfen und Flussmündungen, schon seit vielen Jahren Starkstromkabel im Betrieb, und zwar zum Teil mit grösseren Längen, bei grösseren Wassertiefen und unter viel höheren Spannungen, als dies im Zürichsee nunmehr der Fall ist. Was aber die Aufgabe besonders interessant gestaltet hat, war der Umstand, dass man auf dem Zürichsee keine besonderen Schiffe und Verladeeinrichtungen zur Verfügung hatte, sondern sich trotz sehr grossen Gewichten mit verhältnismässig einfachen Mitteln behelfen musste. Als Kabelschiff wurde das grösste auf dem Zürichsee schwimmende Ledischiff, ein holzverschalter Eisenkahn von zirka 26 m Länge und zirka 6,5 m Breite und einer Ladefähigkeit für 160 Tonnen Kies verwendet. Seine Herrichtung geschah nach den Plänen der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin, die die Kabel geliefert und die Verlegung besorgt haben, durch Holzaufbauten, wobei vom Besitzer des Schiffes zur Bedingung gemacht worden war, dass dasselbe in keiner Weise durch Schraubenlöcher beschädigt werde. Da ein Kabel bei 2100 m Bruttolänge rund 35 Tonnen, die Verlegungsmaschinerie rund 15 Tonnen und die Montagegerüste samt allen Zubehörden rund 10 Tonnen wogen, hatte man also in der Belastbarkeit genügend Reserve. Der zur Verfügung stehende Raum wurde aber, wie die Figuren zeigen, vollständig in Anspruch genommen. Für die Bewegung des Schiffes stand sein eigener Antriebsmotor zur Verfügung; doch hätte dieser nicht hingereicht, um den Zug des abrollenden Kabels zu überwinden. Auch war die Manövrierfähigkeit des Schiffes beschränkt, da es beim Verlegen rückwärts fahren musste. Es wurden ihm daher zwei kleine, ebenfalls Privaten gehörende Schleppdampfer beigegeben, die teils Bord an Bord, teils am Zugseil für die notwendige Fahrrichtung und Fahrgeschwindigkeit sorgten. Ein 50 PS-Motorboot leistete weitere Hilfsdienste. Die Umladung der Kabel ins Schiff erfolgte bei der Station Tiefenbrunnen, wo ein Industriegeleise in zirka 50 m Abstand parallel zum

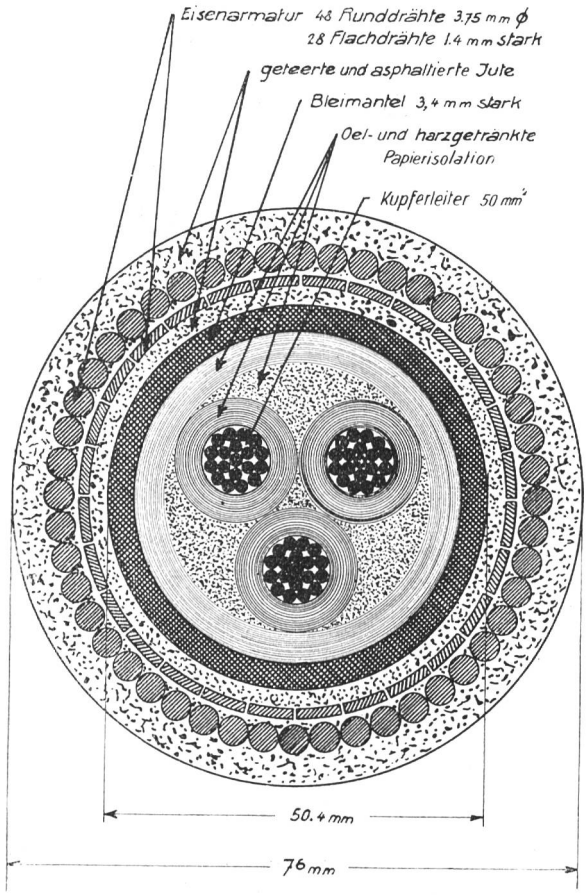


Fig. 2. Kabelquerschnitt (natürliche Grösse).

Ablaufen ohne weitere Beihilfe nur durch die Kabelmaschine bzw. den Zug des vom Schiff zum Seeboden hinabhängenden Kabelstückes erfolgen konnte. Mit Holzunterlagen und Sägespänen wurde allfälligen schädlichen Drücken vorgebeugt. Dieses Verladen der Kabel erfolgte am 30. September und 2. Oktober; die Verlegung im See geschah am 1. und 3. Oktober. In Erlenbach wurde das etwa 50 m lange Kabelanfangsstück von Hand unter der Quaimauer hindurchgezogen; die Verlegungsmaschine auf dem Schiff sorgte für den Nachschub. Am meisten Schwierigkeiten bereiteten nach der Abfahrt vom Ufer die Schiffbewegungs-Manöver, bis die ersten 100 Meter des Kabels im See versenkt waren, also dasjenige Stück, das als Ueberleitung von der für beide Kabel gemeinsamen Landanschlussstelle zu den in 100 m Abstand voneinander gewählten Hauptverlegungsprofilen dient. Obschon an beiden Tagen schönes Wetter herrschte, wurde nämlich durch den Wind das schwere Kabelschiff ziemlich rasch abgetrieben und die Schleppdampfer waren nicht beweglich genug, um die vorgeschriebene Lage und Richtung sofort wieder herzustellen. Nachdem man aber einmal im geraden Kurs auf dem Hauptprofil angelangt war, ging die Verlegung sehr leicht von statten. Die Abrollgeschwindigkeit erreichte dabei gegen 4 km pro Stunde, so dass die rund 1800 m betragende Seebreite in knapp einer halben Stunde durchfahren war. Die Fahrrichtung wurde vom Land aus mit Signalscheiben dirigiert und es gelang, dank dem guten Wetter und der klaren Sicht, den Kurs etwa auf ± 15 m genau einzuhalten. Infolgedessen

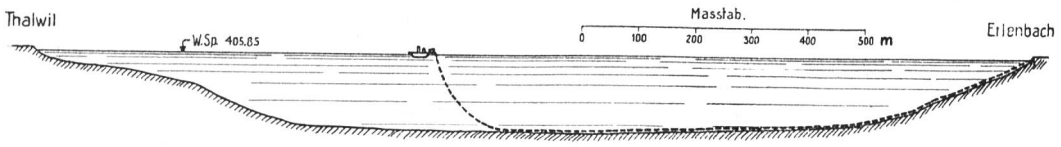


Fig. 3. Querprofil durch den Zürichsee.

Seeufer zur Verfügung stand. Schon vorher war am nämlichen Ort die Verlegungsmaschinerie mit Hilfe eines dort stehenden Kieskranes stückweise aus dem Eisenbahnwagen ins Schiff verladen und montiert worden. Fig. 4 zeigt, wie das Kabel von der Trommel abgewickelt und über ein auf provisorisch gestellten Holzstangen montiertes Leitwerk mit Hilfe der Verlegungsmaschine ins Schiff hinüber gezogen wurde. Die mittlere Geschwindigkeit dieses „Umschiessens" betrug zirka 600 m in der Stunde. Fig. 5 zeigt das ganze Schiff während des Verladens von der einen Seite, Fig. 6 speziell die Verlegungsmaschine von der anderen Seite. Zur Erzeugung der notwendigen Reibung wurde das Kabel dreimal um die grosse Trommel geschlungen. Diese selber wurde einerseits über ein Vorgelege durch einen 50 PS-Benzinmotor angetrieben und besass andererseits eine wassergekühlte Bremsvorrichtung. Durch Kettentrieb und Rutschkupplung war auch das Kabelleitrad auf dem turmartigen Gerüst über dem Laderaum mit der Verlegungsmaschine verbunden. Aus Fig. 7 ist zu sehen, wie das Kabel in grossen Schleifen im Schiffsraum so verstaut wurde, dass nachher das rasche wurde bei beiden Fahrten die über das theoretisch notwendige Mass hinaus bestellte Mehrlänge des Kabels von rund 9% nur zum kleinsten Teil in Anspruch genommen. Fig. 8 zeigt das Schiff ungefähr in der Mitte des Sees. Vorsichtshalber waren am

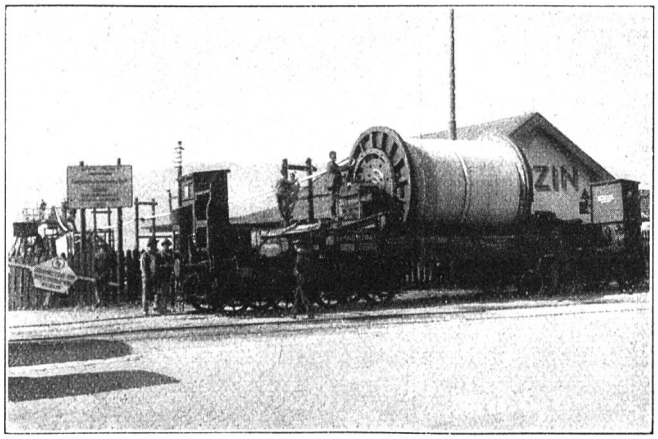

Fig. 4. Umschiessen des Kabels in Tiefenbrunnen.

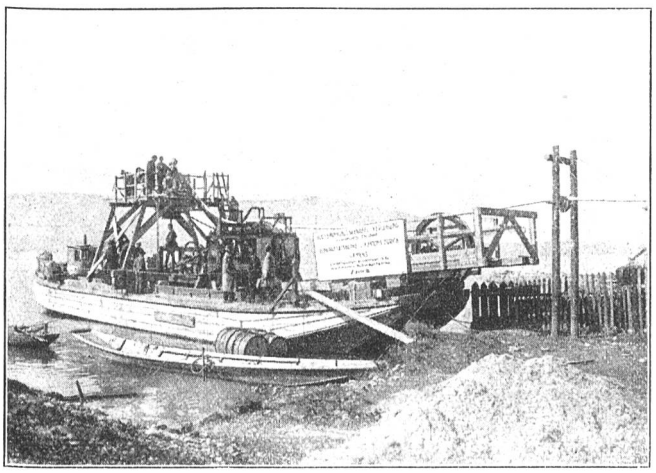

Fig. 5. Ledischiff, fertig ausgerüstet, während des Umschiessens des Kabels.

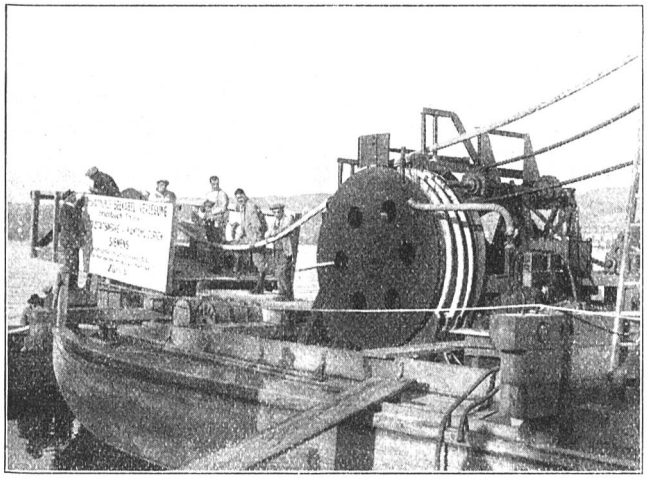

Fig. 6. Kabelverlegungsmaschine.

Kabel alle 100 m Marken angebracht und es wurde mit einem Telemeter vom Schiff aus die jeweilige Entfernung vom Ausgangsufer fortlaufend kontrolliert, so dass man unzulässige Längenverluste durch grosse Seitenabweichungen, wie sie z. B. infolge starken Windes und schlechter Sicht hätten entstehen können, durch schärferes Anspannen oder sogar durch Wiederaufnehmen eines Teils des Kabels hätte korrigieren können. Das Landen in Thalwil und das Ausbooten („Ausfädeln") des Kabelrestes mit Hilfe einer auf Pontons erstellten Landungsbrücke, gegen die das Schiff mit seinem Hinterteil anlegte, machten keine Schwierigkeiten.

Einige Tage nach der Verlegung wurden beide Kabel durch die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. mit einer Gleichspannung von 45,000 Volt geprüft, ohne dass sich irgend etwas Anormales gezeigt hätte. (Bei den Prüfungen in der Fabrik an einem 5 m langen Teilstück nach der gemäss den Vorschriften des V. D. E. durchgeführten Biegungsprobe erfolgte der Durchschlag erst bei einer 50periodigen Wechselspannung von zirka 160,000 V; garantiert waren 150,000 V für das nichtgeplagte Kabel bei von Minute zu Minute um 10,000 V gesteigerter Spannung.) Ferner wurde mit Hilfe eines Tauchers die Lage der Kabel in der Nähe des Landes festgestellt und soweit notwendig korrigiert. Bis zu einer Wassertiefe von 5 m war schon vorher eine Rinne gebaggert worden, in die die Kabel zu liegen kamen. In dieser Rinne und auch ausserhalb derselben bis auf 8 m Wassertiefe wurden sie zum Schutz gegen Schiffsstachel und ähnliche Werkzeuge noch mit armierten und untereinander verbundenen Betonkanälen zugedeckt, die dann erst noch mit Kies überschüttet wurden. Von einem besonderen Schutz in noch grösserer Seetiefe sah man ab. Gegen all-

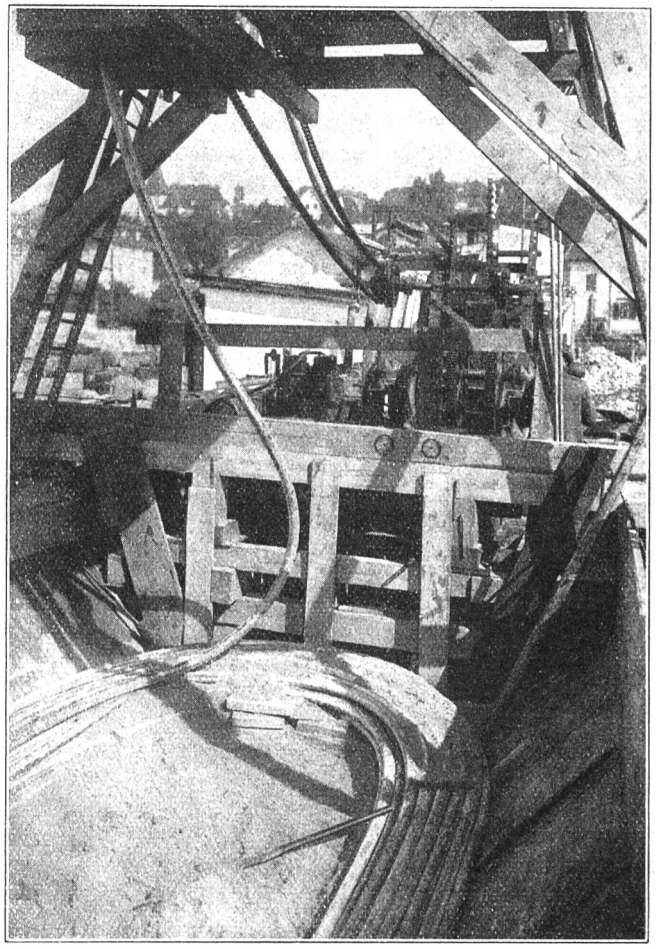

Fig. 7. Verstauen des Kabels im Schiffsrumpf.

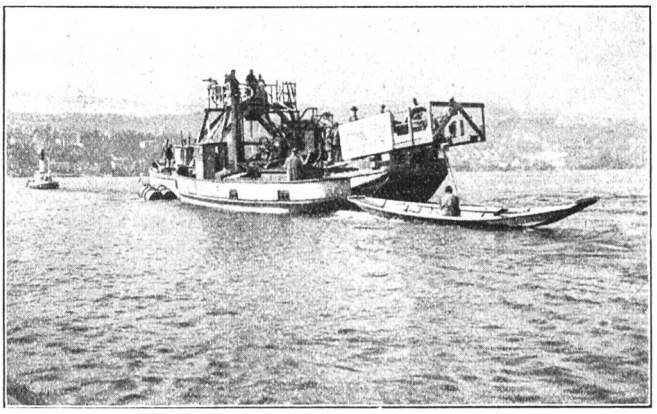

Fig. 8. Beim Kabelverlegen in der Mitte des Sees.

fällige Angriffe von Fischerhaken, Leichensuchgeräten und ähnlichen Instrumenten sind sie durch ihre doppelte Eisendrahtarmierung genügend geschützt.

Anschliessend an die Versenkung der Seekabel wurden dann noch die neuen Verbindungskabel auf dem Land verlegt und die notwendigen Uebergangs- und Schaltstationen fertiggestellt; auch wurden die üblichen Messungen zur Feststellung der dielektrischen Verluste durchgeführt. Seit dem 16. Dezember 1928 befindet sich die ganze Verbindungsleitung Thalwil-Erlenbach in normalem Betrieb.

---

# Die Entwicklung des Schrittschalters von seinen Anfängen bis heute.*

Der automatische Fernsprechbetrieb hat in den letzten Jahren einen derartigen Aufschwung genommen, dass es interessant sein dürfte, einmal die Entwicklung des ältesten aller selbsttätigen Fernsprechsysteme zu verfolgen.

Im Jahre 1880 machte W. D. Strowger in Oswega (New York) seinem Sohne die ersten Andeutungen über die Möglichkeit der Schaffung eines automatischen Fernsprechamtes. Infolge Krankheit blieben seine Pläne jedoch unverwirklicht, bis sein Bruder, A. B. Strowger, welcher den Lehrerberuf ausübte, am 12. März 1889 seine ersten Ideen für eine automatische Telephoneinrichtung zum Patent anmeldete.

Unter Beiziehung eines Uhrmachers begann er mit seinem Neffen den Aufbau des ersten Modells. Es wurde erst zwei Jahre später fertig, nachdem wiederholt versucht worden war, die Erfinder von ihren Ideen abzubringen. Das Modell war ein nach Fig. 1 ausgeführtes Schrittschaltwerk und enthielt einen Zylinder A mit 10 Kontaktreihen zu je 100 Kontakten, besass also eine Kapazität für 1000 Leitungen. Gesteuert wurde die Welle W des Wählers durch einen Hebemagneten H und *zwei* Drehmagnete $D_1$ und $D_2$. Der eine dieser Drehmagnete, $D_1$, schaltete die Welle bei jeder Anziehung um 10 Schritte, der andere, $D_2$, um 1 Schritt vorwärts. Für die Auslösung, d. h. für das Zurückziehen der Sperrklinken SK, waren vier kleine Magnete Z eingebaut.

Sprechstelle und Wähler waren durch fünf Drähte miteinander verbunden. Die vier Magnetgruppen (Heben, Drehen 1 und 2 und Auslösen) des Wählers wurden durch einen Druckknopf von der Teilnehmerstation aus betätigt. Der fünfte Draht war an den Schaltarm angeschlossen und diente für die Sprechverbindung. Während das Modell in bezug auf Fortschalten der Welle befriedigend arbeitete, liess die Einstellung des Schaltarmes auf den richtigen Bankkontakt zu wünschen übrig, weil die Teilung des Kontaktzylinders infolge der grossen Kontaktzahl (1000) mit derjenigen der Schalträder auf der Welle schwer in Uebereinstimmung zu bringen war. Die Erfinder glaubten schliesslich, dass es leichter sei, die Genauigkeit der Kontaktgabe auf einer Ebene zu erhalten. Die Bankkontakte wurden daher, wie Fig. 2 zeigt, in konzentrischen Kreisen auf einer Scheibe angebracht, wobei jeder Kreis dieselbe Anzahl Kontakte erhielt. Dadurch wurde aber der mechanische Aufbau des Schaltwerkes erheblich komplizierter.

Das Kontaktfeld war wiederum für 1000 Kontakte gebaut und erforderte, wie das erste Modell, zwei Drehmagnete. Die Hunderter wurden durch Einstellen des Schaltarmes auf den entsprechenden 100er Kreis, die 10er durch den Drehmagneten $D_1$ mit 10teiligem und die 1er mit 100teiligem Zahnkranz ausgewählt. Den Schwierigkeiten, welche sich

*) Die geschichtliche Entwicklung ist dem Buche „Automatische Fernsprechsysteme" von Arthur Bessey Smith und F. Aldendorff entnommen.

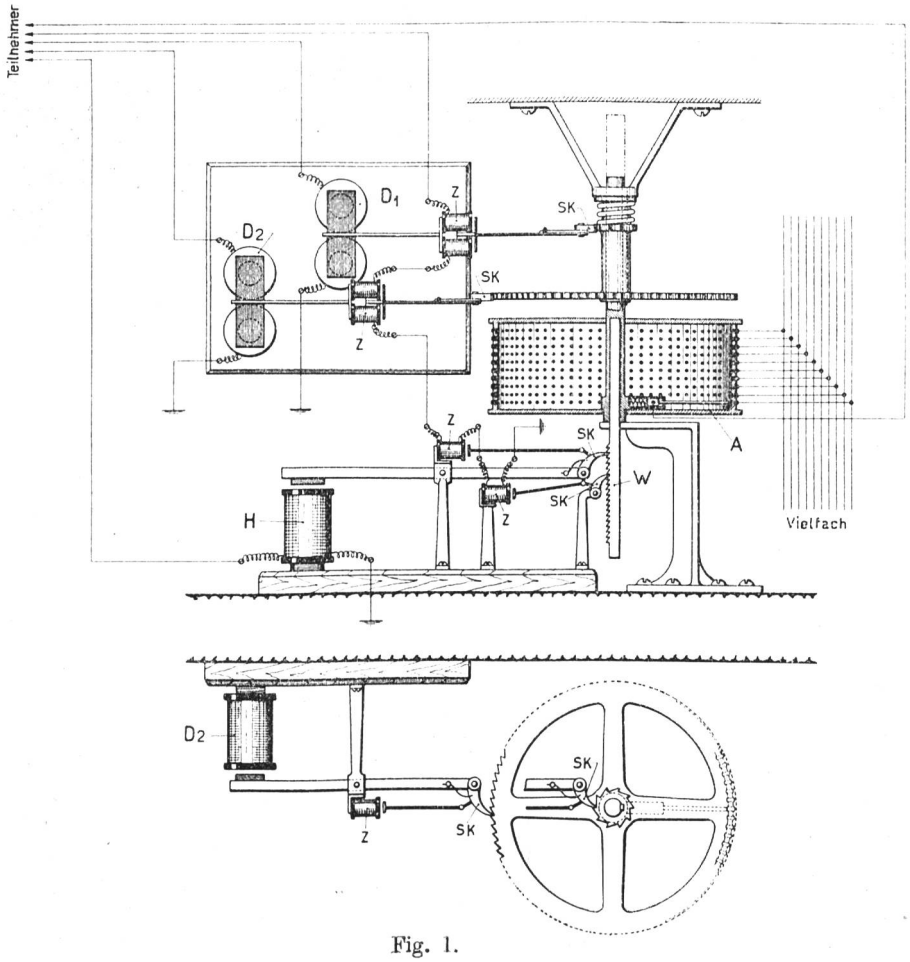


Fig. 1.