

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 21 (1930)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Die 50-kV-Kabelleitung Manegg-Selnau des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich  
**Autor:** Grob, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061307>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.05.2025

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

## Die 50 kV-Kabelleitung Manegg-Selnau des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich.

Von E. Grob, Ingenieur, Zürich.

*Unter Hinweis auf das Ausbauprogramm der Energieversorgung der Stadt Zürich beschreibt der Autor die im Herbst 1929 verlegte und in Betrieb genommene Kabelleitung Manegg-Selnau, welche die Fernleitung vom Kraftwerk Wäggital nach Zürich, auf dem linken Zürichseeufer, mit der Transformatorstation Selnau des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich verbindet; ferner werden Angaben über die Verlegungsarbeiten und die prozentualen Kosten der Anlage gemacht.*

*En relation avec le programme d'extension de l'alimentation de la Ville de Zurich en énergie électrique, l'auteur décrit la ligne sous câble à 50 kV Manegg-Selnau, posée en automne 1929, qui relie la ligne aérienne de transport venant de la centrale du Wäggital et aboutissant à Manegg dans la banlieue de Zurich, à la station transformatrice de Selnau, en ville même. Il donne ensuite des renseignements sur les travaux de pose des câbles et sur la répartition des frais d'installation.*

Durch die starke bauliche Entwicklung der Stadt Zürich kommt die seit dem Jahre 1909 mit 50 kV betriebene Ringleitung Frohalp-Albischhof-Schlachthof-Guggach des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich (E.W.Z.) immer mehr in bebautes Gebiet zu liegen, so dass deren Entfernung mit der Zeit zur technischen Notwendigkeit wird. Durch den Bau einer neuen, leistungsfähigen Grosskraftleitung Siebnen-Zürich, deren erstes Teilstück Bachgaden-Frohalp im November 1929 dem Betrieb übergeben wurde, wird der Schwerpunkt der Energiezuführung auf die linksseitige Zürichseeleitung — A-Leitung — verlegt.

Die ersten 50 kV-Kabel verlegte das E.W.Z. im Jahre 1926 auf der Strecke Eichhalde-Drahtzug zum Anschluss der Haupttransformatorstation Drahtzug (s. Bull. S.E.V. 1927, No. 9, S. 551). Auf Grund der guten Erfahrungen mit dieser Kabelanlage wurde beschlossen, die drei Haupttransformatorstationen Selnau, Letten und Drahtzug durch 50 kV-Kabel mit den Fernleitungen und untereinander zu verbinden.

Als erster Ausbau erfolgte im Herbst 1929 im Anschluss an die Fernleitung Siebnen-Frohalp-Manegg die Erstellung der 50 kV-Doppelkabelleitung Manegg-Selnau mit  $6 \times 240 \text{ mm}^2$  Querschnitt. Die Haupttransformatorstation Selnau wird in den Jahren 1930/31 zur Betriebskonzentration als Kombination von Beleuchtungsumformer-, Strassenbahngleichrichter- und Haupttransformatorstation neu gebaut.

Als zweiter Ausbau erfolgt im Frühjahr 1930 die Erstellung der 50 kV-Einfachkabelleitung Drahtzug-Selnau mit  $3 \times 240 \text{ mm}^2$  Querschnitt. Damit sind die beiden Endpunkte der Ringleitung mit einer 50 kV-Kabelleitung, die zugleich zwei Haupttransformatorstationen bedient, zusammengeschlossen.

Im dritten Ausbau wird eine dritte Haupttransformatorstation im Letten mit einer 50 kV-Doppelkabelleitung Selnau-Letten mit den andern Stationen zusammengeschlossen. Gleichzeitig damit werden die Freileitungen vom Limmatwerk Wettingen<sup>1)</sup> her über eine 50 kV-Doppelleitung im Letten eingeführt.

Die drei Haupttransformatorstationen werden somit je von einer Doppelfernleitung über 50 kV-Kabel gespeist:

Selnau: Fernleitung A, Kabel Manegg-Selnau,  
Drahtzug: Fernleitung B, Kabel Eichhalde-Drahtzug,  
Letten: Fernleitung C, Kabel Uebergangsstation-Letten,

und sind untereinander mit 50 kV-Kabeln verbunden (Fig. 1).

Die im Herbst 1929 verlegten 50 kV-Kabel Manegg-Selnau, die die Fortsetzung der Fernleitung Siebnen-Zürich mit  $6 \times 350 \text{ mm}^2$  Aldreyseil bilden, wurden je hälftig an die beiden Firmen Kabelwerke Brugg A.-G. Brugg und Siemens E. A. G., Zürich, Abtlg. Siemens-Schuckert, vergeben und sind für folgende Daten gebaut:

<sup>1)</sup> Bull. S.E.V. 1929, No. 6, S. 211.

Verkettete Betriebsspannung  
Querschnitt  
Isolation  
Bleimantel  
Zwei Schichten asphaltierte Jute

50 kV  
240 mm<sup>2</sup>  
12 mm  
2,5 mm

Dauerstrom  
Gewicht  
Induktivität  
Kapazität  
Ladestrom

400 A  
8800 kg/km  
0,55 m H/km  
0,27  $\mu$  F/km  
2,45 A/km

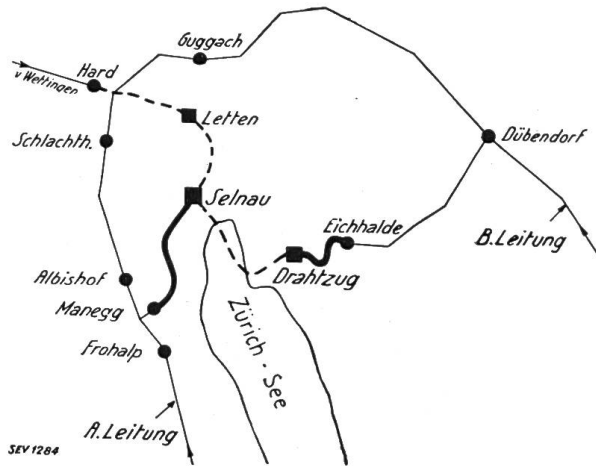


Fig. 1.

50 kV-Kabel in Zürich.

Dünne Linien = Freileitungen  
Dicke Linien = bestehende Kabelleitungen  
Gestrichelte Linien = projektierte Kabelleitungen

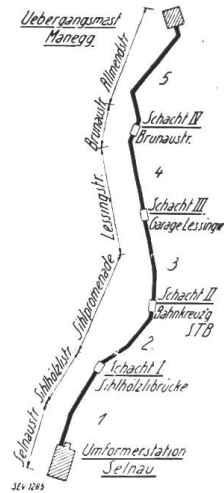


Fig. 2.

Tracé des 50 kV-Kabels Manegg-Selnau.

Um die Kabel glimm- und strahlungsfrei zu erhalten, wurden nach Höchststädter poröse Aluminiumfolien unter dem Bleimantel eingewickelt. Die Kabel von Siemens haben ausserdem noch Aluminiumfolien direkt über dem Kupferleiter, um eine möglichst glatte, leitende Oberfläche zu erzielen.

Um einerseits eine gute Abkühlung zu erreichen und anderseits die Kabel gegen Beschädigungen bei Bauarbeiten längs des Leitungstracé zu schützen, wurden die Kabel in Kabelsteine gemäss Fig. 3 eingebettet. Die Baulänge der Steine wurde zu 80 cm bestimmt, damit Deckel und Steine durch einen Mann abgeladen, getragen und verlegt werden konnten; ihr Gewicht beträgt 49 kg für den Kabelstein und 44 kg für den Deckel.

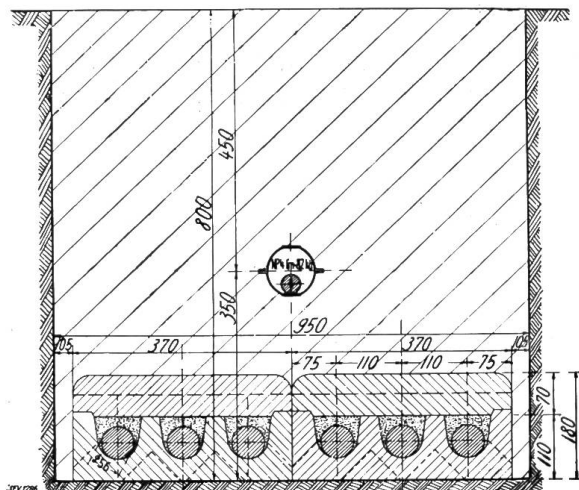


Fig. 3.

Kabelgraben Manegg-Selnau.

überwinden, wobei bei jedem Kabelzug nur eine Strasse für den Fahrverkehr für 2 bis 3 Tage gesperrt werden durfte.

Das Kabeltracé ist aus Fig. 2 ersichtlich. Die einzelnen Längen betragen:

|           |       |
|-----------|-------|
| Strecke 1 | 505 m |
| „ 2       | 695 m |
| „ 3       | 610 m |
| „ 4       | 630 m |
| „ 5       | 825 m |

Bis auf einige kurze Längen mussten sämtliche Kabel von Hand über Rollen eingezogen werden, da ein Fahren mit dem grossen Kabeltransportwagen längs der Strecke nicht möglich war (Fig. 4). Für die längste Strecke, No. 5, waren hiezu



Fig. 4.  
Einziehen der Kabel.

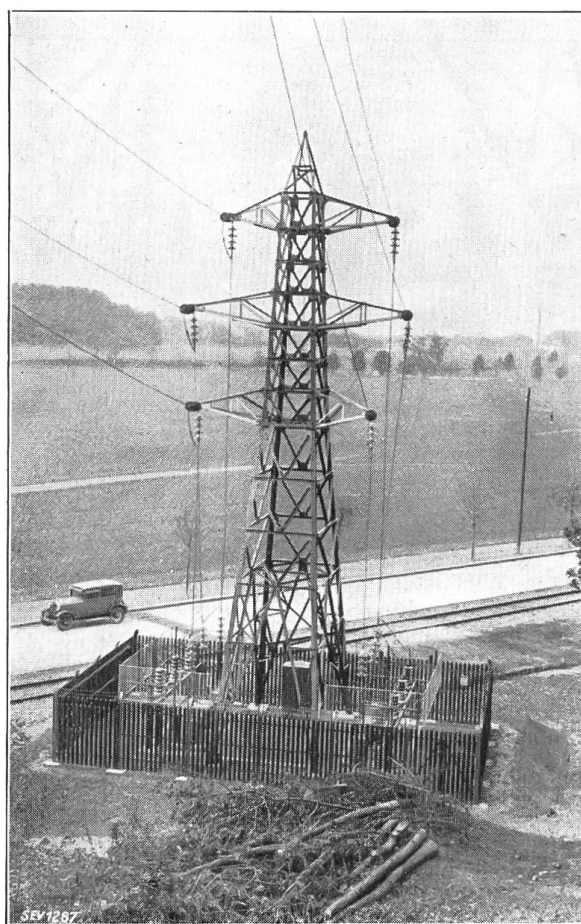


Fig. 5.  
Abspannmast der Uebergangsstation Manegg.

410 Rollen und 220 Arbeiter notwendig. Auf jeder Teilstrecke konnten in einem Tage alle 6 Kabel eingelegt, eingesandet und mit den Kabelsteindeckeln zugedeckt werden.

Im gleichen Graben wie die Hochspannungskabel, aber 25 cm über diesen, ist ein 20adriges Mess-Telephon- und Signalkabel verlegt, das bis zum Betriebsbureau im Amtshaus II weitergeführt wird, wo eine zentrale Lastverteilungs- und Fernmessanlage sämtlicher Haupttransformatorenstationen eingerichtet wird. Das Kabel ist zwecks Feldabschirmung und zum Schutze gegen Ueberspannungen, die durch Kurzschlüsse in der Kabelanlage hervorgerufen werden, in einem geschlossenen Zoreisen verlegt.

Die Uebergangsstation von Freileitung auf Kabel in der Manegg (Fig. 5) wurde so einfach als möglich ausgeführt. Ein besonderer Abspannmast mit in Richtung des Abspannzuges versetzten Auslegern gestattet auf einfachste Art jeden Leiter

direkt am Boden abzuspannen. Die Vertikalverbindungen sind, um die Schwingungen bei Sturm zu reduzieren, je mit einem Betongewicht von 350 kg belastet. Um auch die geringsten Erschütterungen von den Kabelendverschlüssen fernzuhalten, sind dieselben mit einem kurzen, flexiblen Kabel mit den Vertikalabspannungen verbunden (Fig. 6). Es wurden weder Trenner, Drosselspulen, noch Ueberspannungsableiter eingebaut. Für Montage, Revisionen und Reparaturarbeiten ist die Uebergangsstation durch einen in einer Blechkabine montierten internen Telefonanschluss mit dem Betriebsbureau und den Haupttransformatorenstationen verbunden. Durch das Signalkabel erhält zudem die Uebergangsstation von der Station Frohalp her eine Beleuchtung, die im Innern des Abspannmastes montiert ist.

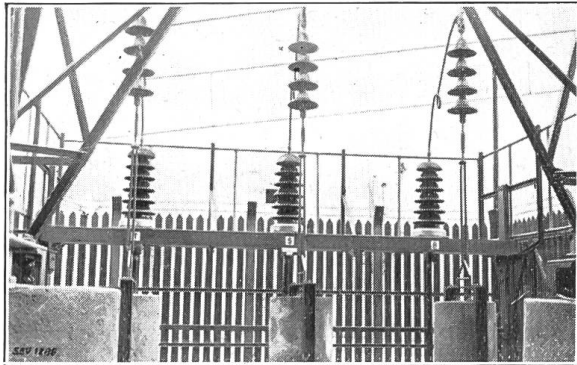


Fig. 6.

Vertikalverbindungen in der Uebergangsstation Manegg.

Die Endstation der Kabel im Selnau kann erst nach Erstellung des Neubaus montiert werden. Vorläufig sind die Kabelendverschlüsse in einem Provisorium untergebracht.

Die Prüfung der Kabel erfolgte in der Fabrik gemäss den Normen des Verbandes deutscher Elektrotechniker, den V. S. K. 1928. Ferner wurden noch zusätzliche Messungen ausgeführt, ähnlich den im Bull. S. E. V. 1929, No. 22, S. 753, von P. Schneeberger, Brugg, beschriebenen. An den fertig verlegten Kabeln wurden wiederum, gemäss den V. S. K. 1928, Kupferwiderstand, Isolationswiderstand und Kapazität gemessen. Ferner wurden die dielektri-

schen Verluste vor und nach dem Erwärmungsversuch bestimmt. Die Spannungsprobe wurde mit 116 kV Gleichstrom während einer Stunde ausgeführt.

Da die Hochspannungskabel mit Rücksicht auf parallel verlegte Telefonkabel im Muffenschacht 2 und 4 verdreht sind, so wurden mit einem astatischen Wattmeter die Leistungsverluste der einzelnen Kabel bestimmt. Die Messung ergab, dass die auf der Strecke normalerweise auftretenden Ungleichheiten durch das Kreuzen der Kabel wesentlich verkleinert worden sind.

Da die 50 kV-Kabel auf langen Strecken längs der Strassenbahnkabel liegen und das Tracé zudem noch z. T. längs der Sihltalbahn und der Uetlibergbahn verläuft, so musste auf Korrosionsströme, herrührend von den Rückleitungsströmen der Strassenbahn und der Sihltalbahn besonders Rücksicht genommen werden, und zwar durch folgende Massnahmen:

Anbringen eines speziellen Korrosionsschutzes auf dem Bleimantel, Verbindung sämtlicher 6 Bleimäntel in jedem Muffenschacht, ohne spezielle Erdung, Erdung der Bleimäntel nur am Anfang und am Ende der Leitung.

Vor der Inbetriebsetzung der Kabel wurden durch das Generalsekretariat des S. E. V. die Streuströme gemessen. Diese betragen rund 2 mA pro Kabelbleimantel und weisen die typischen Schwankungen des Trambetriebes auf.

Die ganze Kabelanlage wurde in kürzester Zeit erstellt:

|                             |                                                     |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|
| 20. Juni 1929               | Bestellung der Kabel,                               |
| 26. August 1929             | Beginn der Grabarbeiten,                            |
| 10. September 1929          | Beginn der Kabelverlegung,                          |
| 3. Oktober 1929             | Beendigung der Kabelverlegung,                      |
| 16. Sept. bis 19. Okt. 1929 | Montage der Muffen und Endverschlüsse,              |
| 12. bis 19. Okt. 1929       | Abnahmeversuche an den Kabeln der Siemens E. A. G., |
| 19. bis 26. Okt. 1929       | Abnahmeversuche an den Kabeln der Kabelwerke Brugg, |
| 27. Oktober 1929            | Inbetriebsetzung der Kabel.                         |

In 2 Monaten wurden die gesamten Kabelarbeiten vom ersten Spatenstich bis zur Inbetriebnahme durchgeführt. In dieser Zeit wurden verlegt:

160 t 50 kV-Kabel,  
600 t Kabelsteine,  
12 t Messkabel,  
40 t Zoreseisen.

Ein prozentualer Kostenvergleich der diversen Arbeiten ergibt folgende Zahlen:

|                                                    |        |
|----------------------------------------------------|--------|
| 50 kV-Kabel mit Zubehör . . . . .                  | 70 %   |
| Kabelkanäle, Zoreseisen und Grabarbeiten . . . . . | 21,5 % |
| Montage und Bauleitung . . . . .                   | 8,5 %  |
| Total                                              | 100 %  |

## Eine Hochspannungsbrücke für Verlustmessungen an Isolierstoffen.

Von F. Beldi, Baden.

621.315.61.00.14:621.317.384

*Es wird gezeigt, dass bei der Verwendung der Messbrücke nach Schering unter Umständen bedeutende Messfehler auftreten können, die durch ungleiche Erdkapazitäten der einzelnen Brückenarme bedingt sind. Der Verlustfaktor eines Dielektrikums kann dann zu klein, zu gross oder sogar «negativ» gemessen werden. Diese störenden Einflüsse können mittels Abgleichkapazitäten beseitigt werden. Weiterhin wird auf Messfehler, verursacht durch ungeschickte Aufstellung des Prüfobjektes, aufmerksam gemacht; auch da kann der Verlustfaktor eines Isolators zu klein, zu gross oder sogar «negativ» gemessen werden. An Hand einer Messung wird festgestellt, dass auf die Reinheit der Kurvenform geachtet werden muss.*

*Die Abgleichung der parasitären Kapazitäten durch Hilfskondensatoren ist sehr zeitraubend und es wurde deshalb eine Brückenordnung verwendet, die die Messfehler infolge der Störkapazitäten ausschliesst.*

*L'auteur montre que l'emploi du pont de Schering donne lieu dans certains cas à des erreurs de mesure importantes, dues à la capacité inégale des diverses branches du pont vis-à-vis de la terre. Il peut arriver alors qu'on mesure un facteur de perte du diélectrique trop petit, trop grand, ou même «négatif». Ces influences perturbatrices peuvent être éliminées au moyen de capacités d'équilibrage. L'auteur rend attentif ensuite aux erreurs de mesure causées par la position défectueuse de l'objet à examiner; ici également la mesure peut révéler un facteur de perte trop petit, trop grand ou même «négatif». Il montre par une mesure qu'il est indispensable de veiller à la pureté de la forme de l'onde.*

*L'élimination des capacités parasites au moyen de condensateurs auxiliaires exige beaucoup de temps; c'est pourquoi l'auteur a utilisé un dispositif de pont qui exclut toute erreur de mesure due aux capacités perturbatrices.*

### 1. Zweck der Arbeit.

Das Wesen des elektrischen Durchschlags fester Isolierstoffe ist heute noch nicht völlig geklärt. Je nach den Versuchsbedingungen, wie Temperatur des Isoliermittels, Art, Steilheit und Zeitdauer der angelegten Spannung usw. bestehen für den elektrischen Durchschlag mehrere Theorien nebeneinander. Für die Praxis ist die sogenannte Wärmetheorie bei festen Isolierstoffen wohl von grösster Bedeutung.

Im Jahre 1922 wies Wagner darauf hin, dass der Durchschlag bei Spannungsbeanspruchung über längere Zeiten mit den dielektrischen Verlusten zusammenhängt. Diese Verluste wachsen stark mit der Temperatur an; letztere ist wiederum abhängig von den Verlusten und der Abkühlungsmöglichkeit des Dielektrikums. Ueberschreiten die Verluste ein gewisses Mass, so kann durch gegenseitiges Hochtreiben von Verlust und Temperatur der Isolator thermisch stellenweise zerstört werden. Die Folge davon ist ein Durchschlag.

Der Messung der dielektrischen Verluste kommt infolgedessen eine grosse Bedeutung zu. Für die Forschung ist sie ein willkommenes Hilfsmittel; für den Fabrikationsgang bedeutet sie eine geeignete Kontrolle der Güte des Isolators. Für den Betriebsmann ist die regelmässige Kontrolle des Isolationszustandes durch