

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 41 (1950)
Heft: 15

Artikel: Neue Betonmasten-Leitungen der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke A.-G.
Autor: Müri, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058922>

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: 17.04.2026

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

tritt nicht auf, sondern es entsteht nur eine EMK der Bewegung und zwar in denjenigen Wicklungsteilen, die sich im Felde bewegen. *In den Wicklungsköpfen wird nichts induziert.*

Zu 2): Für den auf dem Anker befindlichen Beobachter ist das magnetische Feld *zeitlich variabel*, aber die Leiter bewegen sich nicht im Felde. Es tritt nur eine EMK E_i der Flussänderung auf, und zwar in der *ganzen* Wicklung, also *auch in den Wicklungsköpfen*.

Schlussbemerkung

Die hier angestellten allgemeinen Betrachtungen und die Berechnung von Zahlenbeispielen haben dem Leser gezeigt, dass unser *Einblick in das Wesen der Induktionsvorgänge* und in deren Energetik an Hand der oben formulierten zwei relativistischen Induktionsgesetze eine *wesentliche Vertiefung* erfahren hat. Auch wird er erkannt haben, welche Bedeutung dem Begriffe der *dynamischen Klemmenspannung* bei der Energetik elektrischer Vorgänge zukommt.

Literatur

- [1] Maxwell, James Clerk M. A.: Electricity and Magnetisme. Vol. II. 2nd ed. Oxford 1881.
- [2] Benischke, G.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik. 6. Aufl., Berlin 1922.
- [3] Emde, F.: Die Überbrückung des Zwischenraumes beim Induktionsvorgang. Elektrotechn. u. Maschinenbau Bd. 42(1924), Nr. 5, S. 58...59.
- [4] Richter, R.: Elektrische Maschinen. Bd. 1. Berlin, Springer, 1924.
- [5] Abraham-Becker: Theorie der Elektrizität. Leipzig, Teubner, 2 Bd., 1920, 1933.

- [6] Joos, G.: Lehrbuch der theoretischen Physik. Leipzig, Akad. Verlagsges., 1932.
- [7] Brunn, Albert von: Vektordiagramm und Energiebilanz des elektrischen Stromkreises. Elektrotechn. u. Maschinenbau Bd. 52(1934), Nr. 18, S. 205...208; Nr. 19, S. 216...221; Nr. 20, S. 225...230.
- [8] Brunn, Albert von: Graphische Methoden zur Lösung von Wechselstromproblemen. Basel, Schwabe, 1938.
- [9] Küpfmüller, K.: Einführung in die theoretische Elektrotechnik. 3. Aufl., Berlin, Springer, 1941.
- [10] Stratton, J. A.: Electromagnetic Theory. New York and London, McGraw-Hill, 1941.
- [11] Zorn, M.: Gleichstrommaschinen ohne Stromwender. Elektrotechn. u. Maschinenbau Bd. 60(1942), Nr. 23/24, S. 252...255.
- [12] Herrmann, Imm. u. M. Zorn: Briefe an die wissenschaftliche Leitung. Elektrotechn. u. Maschinenbau Bd. 61(1943), Nr. 39/40, S. 491...492.
- [13] Kneissler-Maixdorf, L.: Theorie der Unipolarmaschine. Elektrotechn. u. Maschinenbau Bd. 61(1943), Nr. 39/40, S. 479...486.
- [14] Pohl, R. W.: Einführung in die Elektrizitätslehre. 8. Aufl., Berlin, Springer, 1943.
- [15] Herrmann, J. u. M. Riepe: Briefwechsel über die Gleichstrommaschine ohne Stromwender. Elektrotechn. u. Maschinenbau Bd. 62(1944), Nr. 31/32, S. 389...390.
- [16] Kübler, E., L. Kneissler-Maixdorf u. F. Emde: Briefwechsel über die Theorie der Unipolarmaschine. Elektrotechn. u. Maschinenbau Bd. 62(1944), Nr. 31/32, S. 390...392.
- [17] Bödefeld, Th. u. H. Sequenz: Elektrische Maschinen. 3. Aufl., Wien, Springer, 1945.
- [18] Brunn, Albert von: Zur Energetik elektrischer Stromkreise. Bull. SEV Bd. 38(1947), Nr. 5, S. 109...125. Hierzu die Diskussion: J. Jonas u. Albert von Brunn. Bull. SEV Bd. 38(1947), Nr. 12, S. 356...358.

Adresse des Autors:

A. von Brunn, Wachterweg 7, Zürich 6.

Neue Betonmasten-Leitungen der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke A.-G.

Von W. Mürli, St. Gallen

621.315.668.3

Die fast 40 Jahre alten Holzmastenleitungen zwischen der Zentrale Kubel der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke A.-G. und dem Unterwerk Winkeln der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. mussten im Querschnitt verdreifacht und dementsprechend in mechanischer Hinsicht verbessert werden, da sie den heutigen Anforderungen nicht mehr genügen. Weil Eisenmaste zur Zeit des Baues schwer erhältlich und sehr teuer waren, wurden die Tragmaste aus Schleuderbeton erstellt, nur die Winkelpunkte bestehen aus Eisen. Die Beschreibung behandelt die Bedingungen für die Ausführung des Leitungsbaues, die Herstellung von Schleuderbetonmasten im Werk der SACAC in Bodio und anschliessend den Bau der Leitung.

Die 50-kV-Leitungen Kubel-Winkeln der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke A.-G. (SAK) verbinden deren Zentrale Kubel mit dem Unterwerk Winkeln der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. (NOK). Ursprünglich dienten sie dem Energiebezug der SAK ab Unterwerken Wattwil-Grynau (seit 1911) und ab Unterwerken Wil-Sirnach (seit 1919). Das Unterwerk Winkeln wurde nach dessen Bau im Jahre 1932 der Hauptabgabepunkt für NOK-Energie; die Doppelleitung dient heute dem Transport von jährlich 80...100 GWh an die Zen-

trale Kubel, welche die Energie ihrerseits in 50 und 10 kV weiter verteilt. Als Leitermaterial wurde $6 \times 8 \text{ mm } \varnothing \text{ Cu}$ verwendet, die Leitungslänge beträgt rund 2 km. Die maximale Belastung beläuft sich auf rund 28 MW, was bei 45 kV Betriebsspannung und $\cos \varphi = 0,8$ ungefähr 450 A für die Doppelleitung entspricht. Die thermische Leiterbelastung ist damit an der oberen Grenze, was mit ein Grund für den Ersatz der Leitung war. Als Tragwerke dienten Holzmasten in Regelspannweite; die Winkelpunkte waren als Gittermaste ausgebildet.

trale Kubel, welche die Energie ihrerseits in 50 und 10 kV weiter verteilt. Als Leitermaterial wurde $6 \times 8 \text{ mm } \varnothing \text{ Cu}$ verwendet, die Leitungslänge beträgt rund 2 km. Die maximale Belastung beläuft sich auf rund 28 MW, was bei 45 kV Betriebspannung und $\cos \varphi = 0,8$ ungefähr 450 A für die Doppelleitung entspricht. Die thermische Leiterbelastung ist damit an der oberen Grenze, was mit ein Grund für den Ersatz der Leitung war. Als Tragwerke dienten Holzmasten in Regelspannweite; die Winkelpunkte waren als Gittermaste ausgebildet.

In Anbetracht der Wichtigkeit der Leitung mussten für den Neubau folgende Bedingungen gestellt werden:

- 1) Querschnitt so gross, dass im Notfalle eine Leitung allein die Aufgabe der Doppelleitung übernehmen kann.
- 2) Leiter-Anordnung so, dass eine der Leitungen repariert oder revidiert werden kann, ohne dass die andere auszuschalten ist.
- 3) Bau der neuen Leitung auf altem Tracé praktisch ohne Betriebsunterbruch.
- 4) Hinsichtlich Aussehen der Leitung Rücksichtnahme auf die unmittelbar daneben stehenden 50-kV-Gittermastenleitungen der NOK und der Kraftwerke Sernf-Niedererbach A.-G. (KSN).
- 5) Tragwerke aus einem Material, das weniger Unterhalt erfordert als Holzmasten und wirtschaftlich günstig ist.

Die Bedingungen 1) und 2) waren leicht zu erfüllen, indem als Leiter ein Kupferseil von 150 mm² Querschnitt (37 Drähte mit je 2,3 mm \varnothing) gewählt wurde, was den bestehenden Belastungsverhältnissen auf lange Sicht genügt. Als Leiteranordnung wurde die Form der zwei stehenden Dreiecke gewählt, da diese gegenüber der Tannenbaumform den Vorteil weniger hoher Masten bei gleichem Abstand des untersten Leiters ab Boden hat.

Die Einhaltung der Bedingung 3) erforderte zwangsläufig die Erstellung einer provisorischen Leitung. Im vorliegenden Falle wurde diese Leitung von Anfang an als Definitivum ausgeführt, da sie nach Erfüllung ihres ersten Zweckes bestehen bleiben und eine andere Aufgabe übernehmen konnte. Als Leitermaterial wurde hier ein Cu-Draht von 6 × 8 mm \varnothing gewählt. Die örtliche Situation ist so, dass die zwei neu zu bauenden Leitungen zwei bestehende Gittermastenleitungen der NOK und der KSN beidseitig flankieren.

Zu Punkt 4) ist zu bemerken, dass das Leitungstracé in der Nähe St. Gallens an ziemlich stark begangenen Orte liegt. Um einer Kritik und Polemik wegen Anhäufung von Leitungen auf einem einzigen Tracé möglichst auszuweichen, war zuerst beabsichtigt, die Tragwerke analog den bestehenden als Gittermaste auszubilden. Wenigstens die Ausleger sollten gleiche Formen und Dimensionen wie diejenigen der zwei benachbarten Leitungen erhalten. Zur Auflockerung des Bildes konnte allenfalls die Erstellung etwas schlanker Masten für die zwei neuen flankierenden Leitungen in Frage kommen. Die Spannweite in Regelbauart sollte verlässen und auf rund 120 m Weitspannung erhöht werden. Dadurch würde weniger Kulturland beansprucht, bzw. die Erwerbung der Durchleitungsrechte vereinfacht.

Die Bedingung 5) konnte einigermaßen erfüllt werden durch Aufstellung von Gittermasten, wenn auch die Erfahrung gezeigt hat, dass diese zum Teil schon nach 10 Jahren zu rosten beginnen und dann einen relativ teuren Unterhalt erfordern. Zur Zeit des Leitungsbaues waren zudem Profileisen und verzinkte Schrauben grosser Dimensionen schwer erhältlich. Die Liefertermine waren sehr lang, die Preise (rund 2 Fr. pro kg verzinktes Eisen) relativ hoch.

Während der Abklärung dieser Fragen wurde bekannt, dass in der Schweiz mit der Herstellung

von Schleuderbetonmasten begonnen worden sei, so dass unter Umständen solche als Tragwerke in Frage kommen konnten. Die beim Fabrikanten, der Firma SACAC in Bodio, eingeholte Offerte zeigte günstigere Preise für Beton- als für Eisen-Masten. Die Einsparung bei Verwendung von Betonmasten betrug rund 30 %, was bei total 32 Masten einen wesentlichen Betrag ergab.

Es ist bekannt, dass in der Schweiz bereits vor rund 40 Jahren Leitungen mit Betonmasten gebaut wurden, welche gute Resultate ergaben. Diese im Stampfverfahren hergestellten Masten hatten allerdings den Nachteil, dass einmal der Beton zu wenig dicht und die Oberfläche zu wenig glatt war und andererseits die kleine und unregelmässige Überdeckung der Armierung eine Gefahr für die Lebensdauer darstellte. Eine elementare Bedingung für solche Masten ist bekanntlich die vollständig glatte Oberfläche, weil bestehende Ritzen und Löcher im Winter beim Gefrieren sich immer mehr vergrössern und dadurch mit der Zeit Teile der Armierung freigelegt werden können, was dann bald zur Zerstörung des Mastes führen muss. Zudem hatten die Stampfbetonmasten den Nachteil des sehr grossen Gewichtes, was die Montage wesentlich erschwerte. Der volkswirtschaftliche Vorteil liegt darin, dass die hauptsächlichsten Baumaterialien (Kies, Sand und Zement) nicht aus dem Auslande bezogen werden müssen, sondern einheimisches Rohmaterial darstellen. Die Unempfindlichkeit der Betonmasten gegen Nässe, Feuer, Würmer und Fäulniserreger jeder Art verschafft ihnen grosse Vorteile gegenüber den Holzmasten. Gegenüber Eisen haben sie den Vorteil, dass sie nicht rosten, keinerlei Unterhalt benötigen und gleichzeitig wesentlich billiger sind. Falls es möglich würde, einen elastischen und leichten Betonmast mit glatter Oberfläche herzustellen, so könnte dessen Verwendung bei den errechneten Preisen nichts im Wege stehen. Wesentlich waren auch die ästhetischen Gesichtspunkte, da die Flankierung von zwei Eisenmasten durch Betonmasten jedenfalls leichter und lockerer wirkt als das Bild von vier Gittermasten in Linie.

Nach Abwägung aller dieser Faktoren wurde beschlossen, bei wirklicher Eignung für den in Aussicht genommenen Zweck die Leitungen auf Betonmasten zu erstellen mit Ausnahme der schweren Winkelpunkte für die Leitung von 6 × 150 mm². Diese sollten aus Eisen (Fig. 1) ausgeführt werden, da die Zusammenfügung von drei schweren Betonmasten zu einem Kuppelmast als unschön erachtet wurde.

Vor Vergebung des Auftrages wurde die Herstellung von Betonmasten im Werk in Bodio eingehend besichtigt und dabei nach Einsichtnahme in die Fabrikation und nach Prüfung von Fertigfabrikaten die Ansicht gewonnen, dass sich diese Masten für den vorgesehenen Zweck eignen. Der Herstellungsgang ist sehr interessant und soll aus diesem Grunde nachstehend kurz erläutert werden.

Als Hauptstützelement der Masten dient eine Längsarmierung, die aus Stahlstangen von 7,5 bis

22 mm \varnothing besteht. Deren Bruchfestigkeit beträgt 70...80 kg/mm², die Streckgrenze liegt bei 45 kg/mm². Diese Längsarmierung wird auf dem sogenannten Flechtisch ausgelegt, und die einzelnen Stäbe wer-

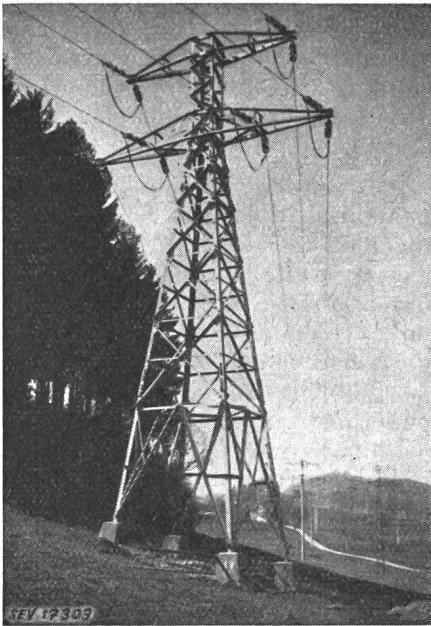


Fig. 1
Winkelmast Nr. 6
Im Hintergrund Stützpunkte aus Schleuderbeton

den miteinander verbunden. Nachdem dieses Netz in eine konische Form gebracht ist, werden kreisförmige sogenannte Formringe (Stärke 3,5...9 mm, Abstand von Ring zu Ring 50...60 cm) mit allen Längsstäben verbunden und der oberste und un-

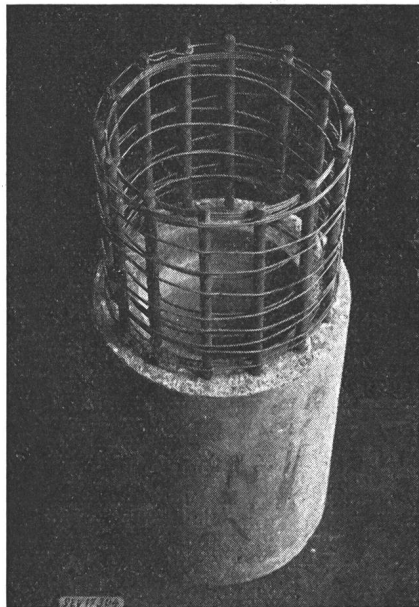


Fig. 2
Querschnitt durch Mast aus Schleuderbeton

terste Formring mit den Längsstäben elektrisch ver-schweisst, damit die ganze Armierung als Erd-leitungsführung verwendet werden kann. An den

Längsstäben sind die Anschlüsse für die Erdung angeschweisst. Hierauf wird dieser «Käfig» mit zwei Drahtspiralen von 2...5 mm Stärke bewickelt, die entsprechende Steigung beträgt 50...80 mm. Die Spi-

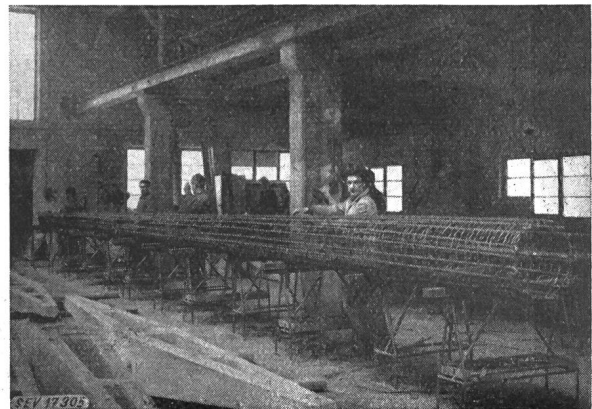


Fig. 3
Flecht-Tisch
Armierung eines Mastes kurz vor der Vollendung

ralen haben einander entgegengesetzten Wickel-sinn, d. h. die eine läuft mit, die andere gegen den Uhrzeiger (Fig. 2 und 3). Diese Spiralen und die Formringe werden mit den Längsstäben zusammen durch Binddraht (geglühter Eisendraht 0,6...1,5 mm Durchmesser) zusammengeheftet. An bestimmten Stellen des ganzen Gerippes sind noch kleine Beton-stücke befestigt, um ein genaues Distanzieren von der Schleuderform zu erreichen.

Die Armierung ist nun zum Einbringen in die Schleuderform bereit. Diese Form aus Eisen hat kreisrunden Querschnitt und einen Anzug von

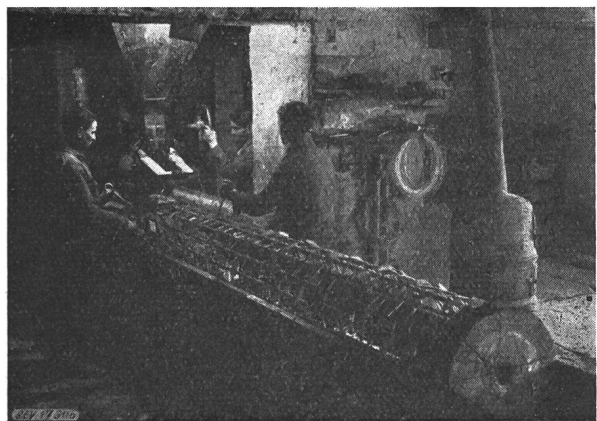


Fig. 4
Einfüllen des Betons
Die Armierung liegt in der unteren Formhälfte. Die aussen an der Armierung angebrachten Distanzstücke aus Beton sind gut sichtbar

1,5 cm/m, um dem Mast die konische Form zu ge-ben. Nachdem das Gerippe in der unteren Hälfte der Form liegt, wird die Distanzierung nochmals kontrolliert und anschliessend der Beton eingefüllt (Fig. 4). Die Überdeckung der Armierungseisen be-trägt je nach Maststärke 15...30 mm. Eventuell wer-den noch Holzkerne radial in die Form eingelegt,

welche später die Löcher zum Anbringen von Isolatorstützen oder Schrauben ergeben. Um das Lösen des Mastes von der Form ohne Beschädigung zu gewährleisten, wird die ganze Form vor dem Einbringen des Betons eingefettet. Der Beton füllt die untere Formhälfte ungefähr aus; die verwendete Menge richtet sich nach der für den Mast gewünschten Wandstärke. Anschliessend wird die obere Formhälfte aufgesetzt und das ganze in die Schleudermaschine gebracht (Fig. 5). Dort wird die Form samt Inhalt um ihre Längsachse gedreht mit einer Drehzahl, die sich langsam bis auf 450 U/min steigert. Der Beton gelangt durch Zentrifugalkraft an

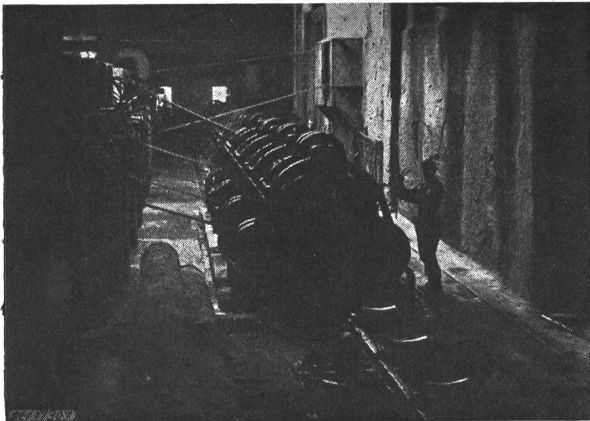


Fig. 5
Schleudermaschine

Dauer des Schleudervorganges rund 15 min, Drehzahl bis 450 U./min

die Wandung der Form und es entsteht ein Rohr mit gleichmässiger Wandstärke. Der ganze Schleudervorgang dauert rund 15 Minuten. Das Wasser, das sich beim Schleudern im Innern des Mastes angesammelt hat, wird anschliessend abgelassen, und der fertige Mast bleibt 24 Stunden in der Form. Hernach wird er ausgeschalt und bis zur Erhärtung im feuchten Sandbett gelagert. Dieser Prozess dauert etwa 1 Monat. Der Beton hat durch das schnelle Schleudern eine marmorartige Dichte und eine völlig glatte Oberfläche erhalten, was ihn gegen Witterungseinflüsse weitgehend unempfindlich macht. Schleuderbetonmasten sollen ein Alter von mindestens 50 Jahren erreichen.

Als Beton wird eine Mischung von 450 kg Spezial-Portlandzement auf 1 m³ Beton verwendet. Die Korngrösse des beigegebenen Kieses beträgt je nach Grösse des Mastes bis 25 mm. Die Würfeldruckfestigkeit ist nach 28 Tagen grösser als 500 kg/cm². Der fertige Mast besitzt in Standardausführung hellgraue Färbung, welche durch Beigabe von Mineralfarben nach Wunsch verändert werden kann. Bei diesen Farben handelt es sich um wasserunlösliche mineralische Pigmente, welche in Mengen von 15...20 kg pro m³ Beton P 450 gemäss Attest der EMPA keine Verminderung der Materialqualität erwarten lassen.

Die statische Berechnung der Maste erfolgt durch das Lieferwerk auf Grund der Eidg. Verordnung über die Schwach- und Starkstromanlagen. Proto-

typen wurden vom Eidg. Starkstrominspektorat und von der Eidg. Materialprüfungsanstalt geprüft und als den Vorschriften entsprechend befunden. Die in Fig. 6 sichtbare Prüfung auf Zug zeigt die sehr grosse Elastizität der Betonmasten. Während dieser Versuche bilden sich an der Oberfläche Haarrisse, die jedoch nach dem Erreichen der Ausgangslage wieder völlig verschwinden und daher keinen nachteiligen Einfluss auf die Lebensdauer der Masten haben können.

Hergestellt werden Stützpunkte für Hoch- und Niederspannungsleitungen in Längen bis 20 m, mit Spitzenzügen bis 1800 kg. Im Ausland wurden schon Längen von 26 m für Leitungen bis 220 kV gebaut. Diese Masten können in Verbindung mit ebenfalls aus Beton geschleuderten zylindrischen Rohren zu A- und Portalmasten oder zu ganzen Freiluft-Schaltanlagen kombiniert werden. Die Befestigung der Isolatoren erfolgt entweder auf normalen durchgehenden Stützen oder bei Verwendung von Abspannisolatoren auf Auslegern aus Beton, Holz oder Eisen. Alle Masten sind 20 cm über der normalen Eingrabetiefe und im Mastbild mit Erdanschlüssen versehen.

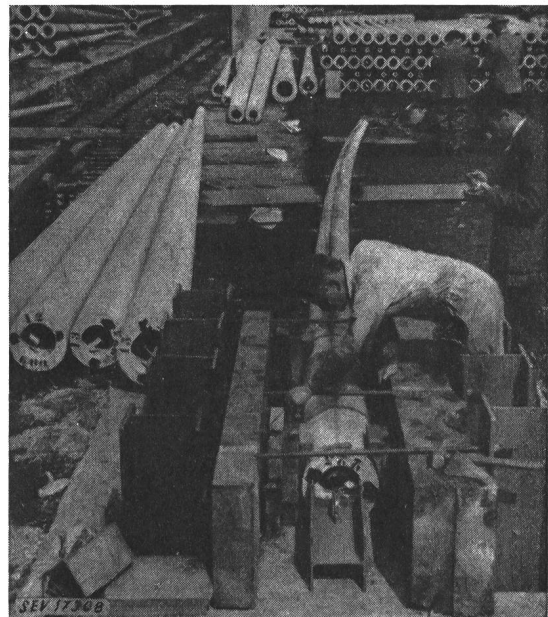


Fig. 6
Zugprüfung eines Betonmastes

Der von der Fabrikation, von den Festigkeitseigenschaften, vom Aussehen und vom Preis der Schleuderbetonmasten erhaltene Eindruck führte dazu, diesem Material für beide Leitungen den Vorzug zu geben.

Die meisten der für die zwei Leitungen verwendeten Masten haben eine Länge von 18 m, einen Durchmesser von 27/54 cm und ein Gewicht von rund 3,5 t. Der entsprechende Spitzenzug beträgt 1300 kg. Um den teuren und umständlichen Transport durch die Stadt St. Gallen zu vermeiden, wurden die Masten nachts auf freier Bahnstrecke ausgeladen in der Meinung, den Weitertransport von

diesem Depot an die Standorte später bei gefrorenem Boden vorzunehmen. Diese Spekulation ist dann allerdings wegen des milden Winterwetters misslungen.

Bei der schlechten Qualität des Bodens und bei der Länge der Masten war es nicht möglich, diese im Boden nach Art der Holzstangen zu verkeilen. Deshalb mussten Beton-Fundamente (Mischung P 200) ausgeführt werden. Die Holzschalungen zur Aussparung der Mastlöcher wurden als zweiteilige Sechsecke ausgeführt, deren eingeschriebener Kreis 10 cm grösser ist als der grösste Mastdurchmesser. Nach dem Stellen der Masten wurden sie einbetoniert. Hier hätte sich auch, nachdem der Mast am Boden gut verkeilt wurde, die Möglichkeit geboten, die Aussparungen mit Kies oder Sand zu füllen, diese Füllung zu stampfen und anschliessend mit einem etwa 10 cm dicken Betonkranz zu decken.

Die Ausleger mussten jenen der parallel geführten bestehenden Leitungen möglichst angepasst werden. Deshalb wurden auch die gleichen Hauptmasse übernommen. Die Befestigung der Ausleger erfolgt durch zwei Briden mit trapezförmiger Grundrissform, welche zusammen ein Sechseck ergeben (Fig. 7). Jeder Ausleger trägt je eine Brücke oben und unten, die durch je sechs Schrauben mit dem Ausleger verbunden sind (Fig. 8). Diese Briden wurden in einer ersten Versuchsanordnung als zwei Halbkreise ausgebildet, wobei sich zeigte, dass wegen des stabilen dazu verwendeten Materials (UNP 10) ein gutes Anpassen an den Mast nicht möglich ist. Die beiden Hälften berührten das Mast-

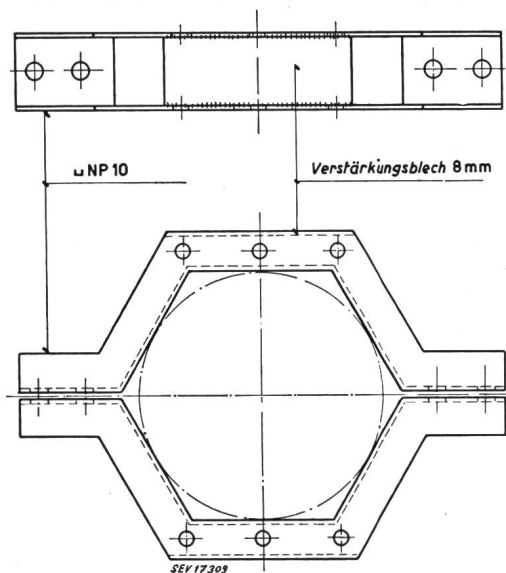


Fig. 7

Auslegerbrücke

Jeder Ausleger wird von zwei solchen Briden getragen

äussere nur in je einem Punkt oder allenfalls noch einer Linie. Bei Verwendung des Sechsecks wird die Brücke wenigstens an sechs Stellen des Umfanges festgeklemmt. Hier hätte sich die Möglichkeit der Vergrösserung der Auflageflächen durch Zwischenlagen aus Metall (z. B. Blei) geboten, oder aber die freien Partien zwischen Mast und Brücke hätten aus-

betoniert werden können. Hierauf wurde aber bewusst verzichtet, weil es einen Vorteil darstellt, wenn sich der Ausleger bei plötzlichem Bruch eines mit immerhin 3 t gespannten Seiles etwas bewegen kann. Dadurch wird die Gefahr eines Mast- oder Auslegerbruches vermindert, weil die gleich- und die gegenseitigen Seile einen Ausgleich in die Störung der angreifenden Kräfte bringen.

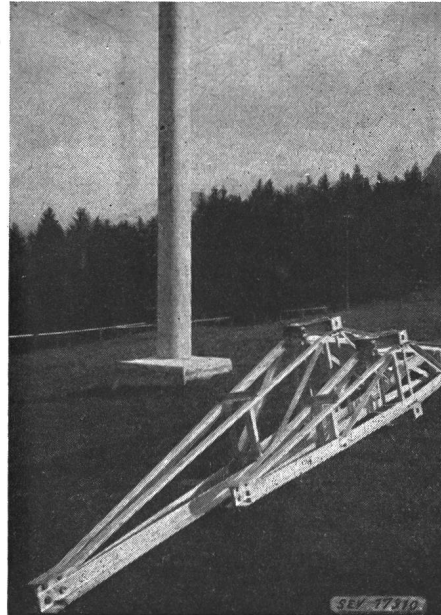


Fig. 8

Ausleger bereit zur Montage

Die Ausleger werden am Boden fertig verschraubt und mit den Bügeln zum Einhängen der Motorisolatoren versehen

Als Isolator gelangte der Motortyp «Langenthal» 6807 in drei Stück pro Kette zur Verwendung. Das Seil von 150 mm² wurde in solchen Teillängen bestellt, dass nur an den Winkelpunkten und nicht auf freier Strecke gemufft werden musste. Auf die Montage eines Erdseiles konnte aus Betriebs- und Kostengründen verzichtet werden; jeder Mast ist einzeln geerdet. Die Schrauben zum Anbringen der Nummern- und Warntafeln wurden bereits im Werk in den Beton eingelassen bzw. auf die Armierung aufgeschweisst. Die Bezeichnungstafeln werden aber heute bereits auf bedeutend einfachere Weise mit Aluminium- oder verzinkten Kupferbändern am Mast befestigt. Durch diese Befestigungsart ist es möglich, die Schilder in beliebiger Höhen- oder Seitenlage zu fixieren. Vom Anbringen von Rotringen (Art. 112 der Starkstromverordnung) konnte nach Inkrafttreten der neuen Regelung vom 1. Juli 1948 abgesehen werden.

Bei der Montage der Leitungen wurde wegen Knappheit an Monteurpersonal auf möglichste Mechanisierung Wert gelegt. Als Hilfsmittel dienten dabei Willys-Universal-Jeeps. Sämtliche Masten wurden mit Hilfe einer Hilfsstange und eines Stahlseil-Flaschenzuges aufgestellt (Fig. 9). Zum Ziehen wurden je nach Bodenbeschaffenheit 1...2 Jeeps mit Vierradantrieb verwendet. Die Montage der Ausleger (Gewicht 200...400 kg) erfolgte über eine

Rolle auf einer kleinen, oben am Mast angebrachten Hilfsstange direkt mit dem Spill des Jeeps (Fig. 10 und 11). Auch das Auslegen der Seile und

wendeten Steigeisentypen gestatten wohl ein Vorwärtskommen, dieses ist aber ziemlich mühsam, hauptsächlich bei vereisten Masten. (Heute sollen

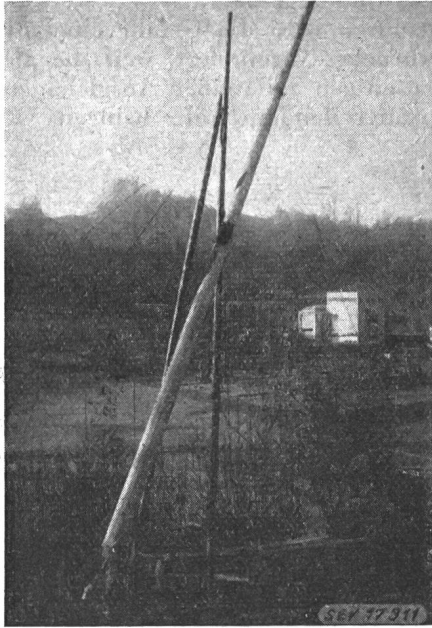


Fig. 9
Aufstellen eines Betonmastes
Betätigung des Stahlseilflaszuges durch Jeep
(Hintergrund: Unterwerk Winkeln der NOK)

die erste grobe Regulierung konnten mit diesen sehr zweckmässigen Fahrzeugen auf zeitsparende Art durchgeführt werden. Die Motorstärke der Jeeps liegt für solche Beanspruchungen allerdings bereits an der unteren Grenze.

Ein Nachteil der Betonmasten gegenüber Holz- und Eisenmasten liegt in deren Besteigen. Die ver-

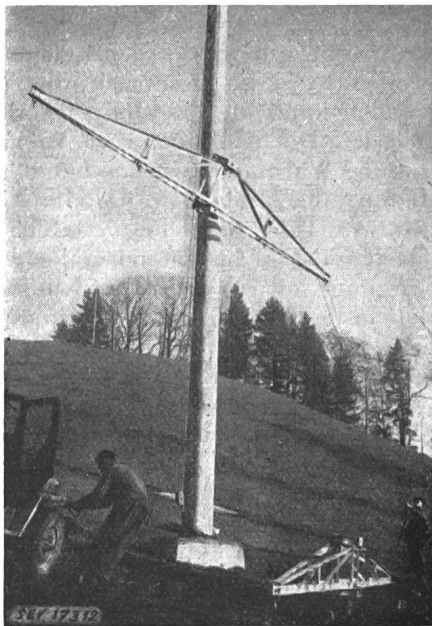


Fig. 10
Auslegermontage
Aufziehen der Ausleger über Rollen direkt durch Spill des Jeeps

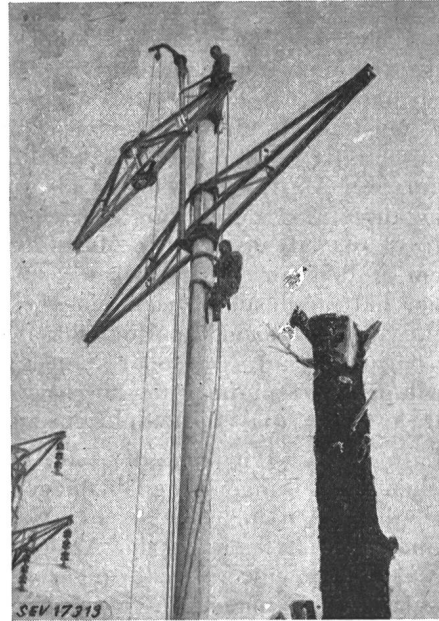


Fig. 11
Auslegermontage
Der untere Ausleger wird bereits festgeschraubt. Der obere erreicht bald seine endgültige Höhe. Danach wird er um die Achse der Hilfsstange (Gasrohr 3") gedreht und über das Mastende geschoben

Steigeisen erhältlich sein, die leicht zu handhaben sind und die genannten Mängel beheben. Sie sollen auch ohne weiteres für Holzmasten verwendet werden können.) Zum Bau der Leitungen wurden Leitern verwendet, was sich als zweckmässig erwies, oder aber es stieg nur ein Mann am Mast hoch; die

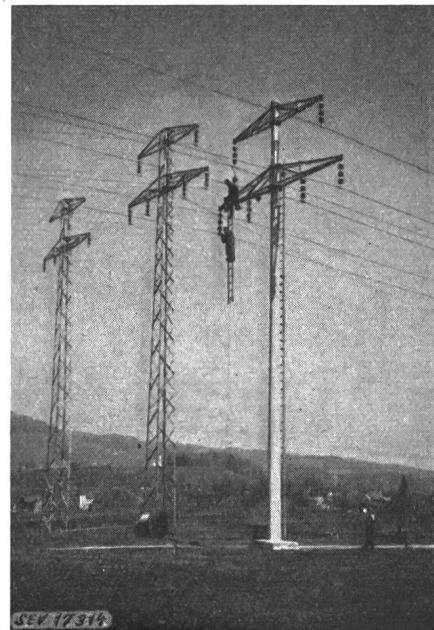


Fig. 12
Betonmast 18 m
Schlussarbeiten, Einregulieren der Isolatorenketten und nochmalige genaue Kontrolle aller Teile

weiteren wurden unter Zuhilfenahme eines Zugseiles in die Höhe befördert. Die Monteure haben zudem rasch das bergmässige Abseilen am Mast gelernt und sich nach vollendeter Arbeit jeweils dieser Methode (im Dülfersitz) bedient.

Die Kostenaufteilung für beide Leitungen sieht folgendermassen aus:

| | |
|----------------------------------|--------------|
| Beton- und Eisenmasten | 36,8 % |
| Fundamente | 10,4 % |
| Leitermaterial | 28,8 % |
| Isolatoren und Zubehör | 9,2 % |
| Arbeitslöhne | 8,8 % |
| Durchleitungsrechte | 3,6 % |
| Transporte | 2,4 % |
| Total | <u>100 %</u> |

Bereits vor Fertigstellung der Leitung hat der Heimatschutz eingegriffen und erklärt, dass die Lei-

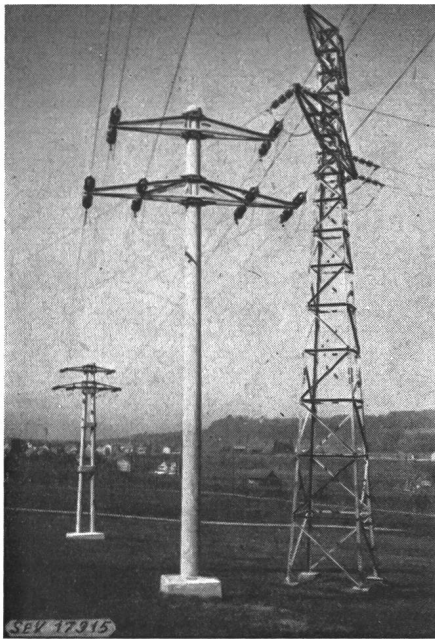


Fig. 13

Leitungsunterführung

der Betonmasten-Leitung 6x8 mm Cu unter der 50-kV-Leitung Winkeln — Stachen der NOK. (Hintergrund: Eckmast 2x13 m)

tungsmasten zu hell seien (Fig. 8...14). Es bestanden in dieser Hinsicht allerdings schon bei der Bestellung einige Bedenken, besonders weil zu jener Zeit das Problem der Farbgebung noch nicht gelöst war. Da der Heimatschutz eine natürliche Verwitterung der Masten nicht abwarten will, sollen diese nun mit einer Mineralfarbe in mittlerem Grau

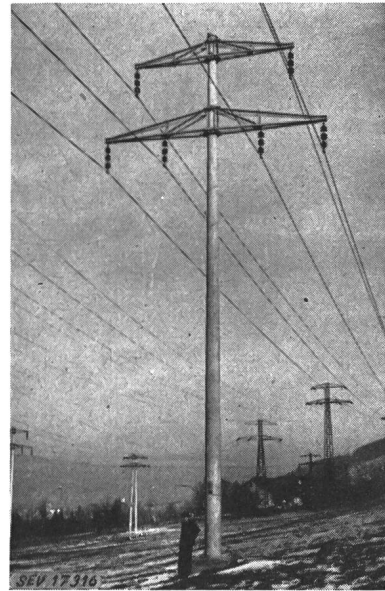


Fig. 14

Betonmast 18 m fertig montiert

gestrichen werden. Es lässt sich füglich bezweifeln, ob bei der bekannt glatten Betonoberfläche die Farbe lange hält. Heute wird bei allen unseren Bestellungen ein dreiprozentiger Farbzusatz zum Beton verlangt. Dadurch erhalten die Masten einen Farbton, der nicht störender wirkt als derjenige eines vom Wetter verdunkelten Holz- oder Eisenmastes.

Adresse des Autors:

W. Müri, Betriebstechniker der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke A.-G., St. Gallen.

Die Entwicklung der elektrischen Grossküche in der Schweiz im Jahre 1949

Vom Sekretariat des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, Zürich (A. Härry)

31 : 621.364.5 (494)

Im Jahre 1949 wurden in der Schweiz 333 elektrische Grossküchen neu in Betrieb genommen gegenüber 467 Grossküchen im Jahre 1948. Wie sie sich auf die einzelnen Standorte verteilen, zeigt Tabelle I.¹⁾

Mit 333 Grossküchen wurden, wie Tabelle II zeigt, die sechsgrösste Zahl seit 1920 erreicht. Der Anschlusswert der im Jahre 1949 neu angeschlossenen Grossküchen betrug 11 045 kW gegenüber 15 991 kW im Jahre 1948. Der mittlere Anschlusswert betrug im Jahre 1949 33,2 kW gegenüber dem Mittel von 36,0 kW für alle Küchen Ende 1949.

¹⁾ vgl. Bull. SEV Bd. 40(1949), Nr. 23, S. 903.

Verteilung der im Jahre 1949 neu in Betrieb genommenen Grossküchen

Tabelle I

| Standort | Neue Anschlüsse 1949 ¹⁾ | | Total Anschlüsse Ende 1949 | |
|---|------------------------------------|------------------|----------------------------|------------------|
| | Zahl | Anschlusswert kW | Zahl | Anschlusswert kW |
| Hotels und Restaurants | 173 | 5 637 | 3 033 | 102 469 |
| Öffentliche Anstalten | 116 | 3 453 | 1 655 | 64 280 |
| Spitäler | 19 | 1 323 | 413 | 21 469 |
| Gewerbliche Betriebe (Metzgereien usw.) | 25 | 632 | 689 | 20 267 |
| Total | 333 | 11 045 | 5 790 | 208 485 |