

**Zeitschrift:** Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 14 (1921-1922)

**Heft:** 12

**Artikel:** Der Stand der Arbeiten für die Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen zu Beginn des Jahres 1922 [Fortsetzung]

**Autor:** Dittes, Paul

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-920317>

### **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:** 15.03.2025

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

Unregelmässigkeiten in der Wasserführung durch automatisch wirkende Überfallwehre.

8. Die Erstellung, der Unterhalt und die Bedienung der sämtlichen der Schifffahrt dienenden Einrichtungen, gegebenenfalls auch die Beleuchtung des Umgehungskanals, die maschinellen Einrichtungen für das Ein- und Ausbringen der Schiffe beim Durchschleusen erfolgt auf Kosten der Kraftwerkgesellschaft.
9. Über das bei der Nutzbarmachung der Wasserkräfte und der Regulierung des Rheins zwischen Basel und Strassburg einzuhaltende Vorgehen in bezug auf bauliche Anlagen und den Zeitpunkt der Erstellung usw. ist von Frankreich möglichst bald ein Programm vorzulegen.
10. Der Verkehr der schweizerischen Schiffe auf dem Kanal oder kanalisiertem Rhein ist dem Verkehr von Schiffen anderer Nationalität gleichzustellen. Die Überwachung der Kanalanlage und die Bedienung der Schleusen untersteht einer internationalen Kontrolle, wobei der Schweiz ein massgebender Einfluss einzuräumen ist.
11. In der Konferenz wurde der Wunsch ausgesprochen, es möchte das Projekt einer Kanalisation des bestehenden Rheinlaufes noch näher geprüft werden.“

Mit aller Hochachtung!

Im Namen der Konferenz der schweizerischen Fachleute vom 18. März 1922 in Zürich:

**Der Vorstand  
des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes.**

Folgen die Unterschriften der Teilnehmer, die obiger Eingabe zugestimmt haben:

Archinard, L., Ingénieur en chef de la ville de Genève, Genève.  
 Böhi, K., Oberingenieur der Rheinkorrektion, Rorschach.  
 Boesch, Oberingenieur i. Fa. Kürsteiner & Boesch, Zürich.  
 Bonzanigo, C. A., Ingegnere, Bellinzona.  
 Gauchat, D., Direktor der Bank für elektrische Unternehmungen, Zürich.

Graff, John, Ingénieur, Genf.

Gruner, H. E., Ingenieur, Basel.

Gutzwiller, E., Ingenieur, Basel.

de Haller, Charles, Ingénieur, Genève.

Härry, A., Ingenieur, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, Zürich.

Hilgard, K. E., a. Professor, Ingenieur consultant, Zürich.

Hunziker, G., Oberingenieur, Rheinfelden.

Lüchinger, J. M., Oberingenieur, Zürich 7.

Meyer, E., Ingenieur, Professor an der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich.

Nizzola, A., Direktor der A.-G. Motor, Baden.

Osterwalder, J., Wasserrechtsingenieur des Kantons Aargau, Aarau.

Peter, H., Ingenieur, Zürich.

Ringwald, F., Direktor der Zentralschweizerischen Kraftwerke, Luzern.

Rohn, A., Ingenieur, Professor an der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich.

Ryniker, Ad. J., Schiffbauingenieur, Basel.

Schätti, Rud., Oberingenieur, Zürich.

Wettstein, Dr. Oscar, Ständerat, Zürich.

## Der Stand der Arbeiten für die Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen zu Beginn des Jahres 1922.

Von Sektionschef Ing. Paul DITTES

Direktor des Elektrifizierungsamtes der österreichischen Bundesbahnen.

(Fortsetzung.)

Die Abbildungen 9 bis 11 geben einige Werkstättenaufnahmen der Turbine wieder.

Die gesamten baulichen Herstellungen für die Ausgestaltung des Rutzwerkes — wozu auch der Bau zweier neuer Wohnhäuser für das Personal gehört — sind der Bauunternehmung Innerebner & Mayer in Innsbruck, die maschinelle und elektrische Ausrüstung der A. E. G.-Union E. G. in Wien übertragen. Die neue Turbine liefert die Maschinenfabrik und Giesserei J. M. Voith in St. Pölten.

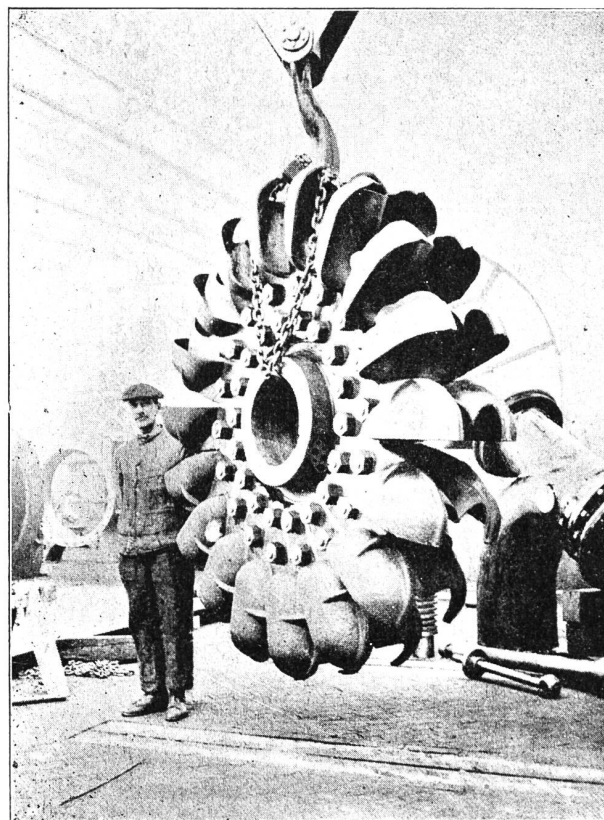


Abb. 9. Rutzwerkerweiterung: Laufrad der 8000 PS-Turbine.

Es sei hier eingeschaltet, dass keines der vier derzeit in Bau befindlichen Wasserkraftwerke der österreichischen Bundesbahnen so gelegen ist, dass es etwa einen unmittelbaren Geleiseanschluss erhalten könnte, ja das Rutzwerk und das Stubadwerk weisen ganz bedeutende Entfernungen von der nächstgelegenen Bahnstation auf. Aber auch das Mallnitzwerk und das Spullerseewerk sind in horizontaler und in vertikaler Richtung so weit von der Bahntrasse entfernt, dass ein direkter Geleiseanschluss unmöglich ist. Da es sich bei der Ausrüstung der Kraftwerke mit den Turbinen, den Stromerzeugern

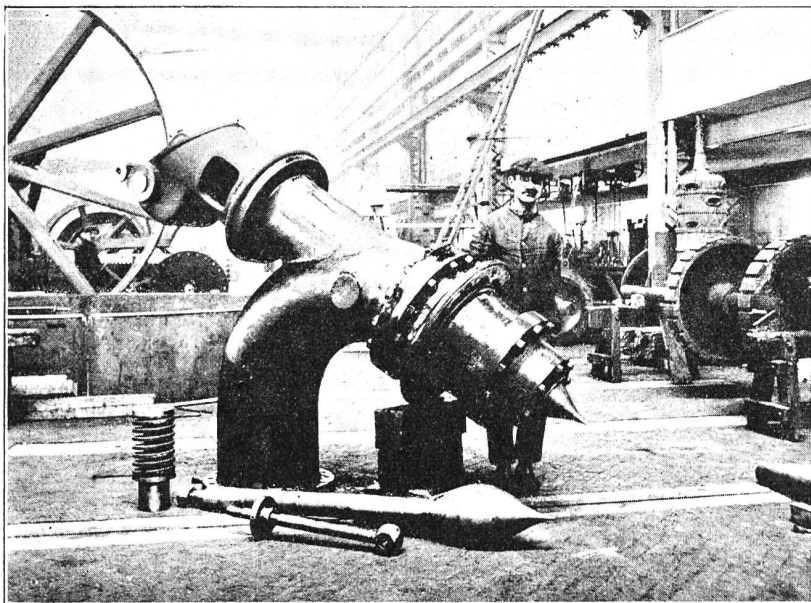


Abb. 10 Rutzwerkerweiterung: Obere Düse der 8006 PS-Turbine.

und Transformatoren darum handelt, sehr schwere Einzellasten — bis zu etwa 35 t Gewicht — zu befördern, ist es notwendig, bei diesen Kraftwerken zunächst die Zufahrtsstrassen entsprechend zu verbessern, einzelne Strassenbrücken zu verstärken usw. Da unter den heutigen Verhältnissen in Oesterreich die Beförderung so schwerer Lasten auf grosse Entfernungen mit Pferdefuhrwerk — wenn überhaupt durchführbar — fast unerschwingliche Kosten verursachen würde, hat sich das Elektrifizierungsamt zur Beschaffung eines sogenannten „Gigantzuges“ aus der Sachdemobilisierung entschlossen. Es ist das eines jener benzinelektrischen Fahrzeuge, die im Kriege zur Beförderung der 30,5 cm-Mörser verwendet wurden. Mit diesem Fahrzeug können Krümmungen bis zu einem kleinsten Halbmesser von 8 m befahren werden. Es ist sowohl für Strassen-, als auch für Schienenfahrt auf Eisenbahnen geeignet. Die Fahrgeschwindigkeit des Gigantzuges beträgt bei Strassenfahrt 20 km/h; er kann Steigungen bis zu 30% bewältigen.

Die schon eingangs erwähnte Übertragungsleitung für eine Betriebsspannung von 50—55,000 V hat den Zweck, den längs der Strecke angeordneten Unterwerken die für die Zugförderung erforderliche Energie zuzuführen. In den Unterwerken erfolgt dann die Transformierung des 50—55,000 Voltstromes auf die Fahrleitungsspannung von 15—16,500 V. Die Übertragungsleitung koppelt die beiden Kraftwerke elektrisch, wodurch nicht nur eine weitgehende Betriebssicherheit gegeben, sondern auch die Erfüllung der wichtigen Aufgabe möglich ist, die Kraftwerke wasserwirtschaftlich gut auszunützen (s. S. 35 des XIII. Jahrganges).

Die Übertragungsleitung zwischen Rutzwerk und Spullerseewerk wird zum Teil auf eigenem Gestänge

abseits der Bahn, zum Teil auf dem Fahrleitungsgestänge geführt. Ihr interessantester aber auch schwierigster Teil ist die Strecke St. Anton-Arlberg-Langen, und ich will daher über den Bau dieser Leitung — die einen Teil der den österreichischen Siemens-Schuckertwerken übertragenen Arbeiten und Lieferungen bildet — einiges mitteilen (siehe Lageplan und das Längenprofil Abb. 12).

Für die Übertragungsleitung von St. Anton nach Langen kamen zwei Wege in Betracht: der Arlbergtunnel und der Arlbergpass. Von der Führung der Übertragungsleitung als Kabelleitung durch den Tunnel haben wir aus technischen und wirtschaftlichen Gründen abgesehen. Nach dem heutigen Stande der Kabeltechnik wären zwei Einleiterkabel in Betracht gekommen, deren Unterbringung im Tunnel

Schwierigkeiten begegnet wäre, da die seitlichen Kabelgräben von Schwachstromkabeln in Anspruch genommen sind. Die Kabelleitung wäre zwischen Freileitungsstrecken eingeschaltet gewesen und hätte durch besondere Schutzvorrichtungen gegen das Eindringen von Überspannungen geschützt werden müssen. Wie vorsichtig in dieser Beziehung vorgegangen werden muss, ist bekannt. Der Hauptgrund aber, der für die Wahl der Freileitungstrasse über den Arlberg massgebend war, bestand in den wesentlich höheren

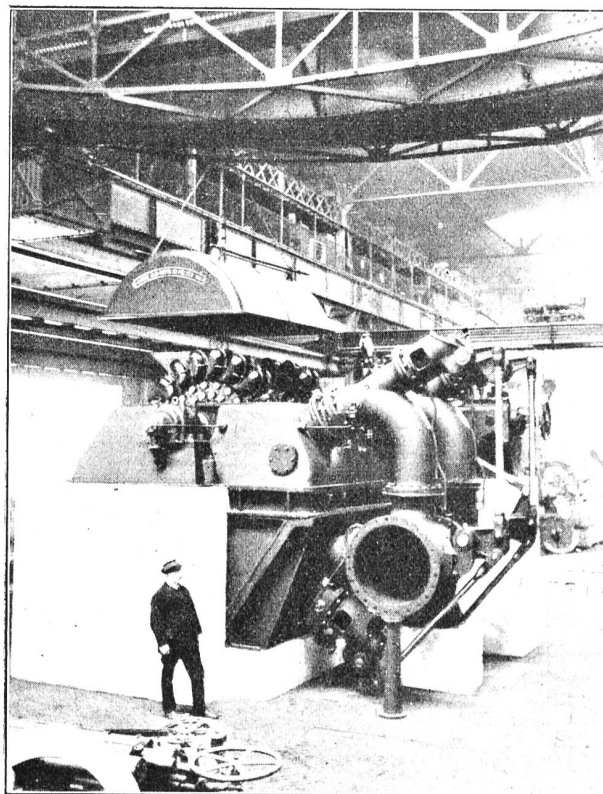
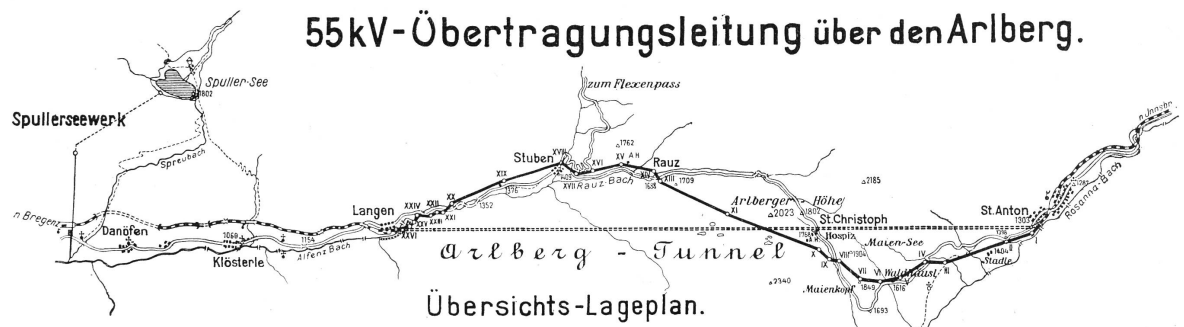


Abb. 11. Rutzwerkerweiterung: 8000 PS-Turbine fertig in der Werkstätte montiert.

# 55kV-Übertragungsleitung über den Arlberg.



## Übersichts-Längenschnitt.

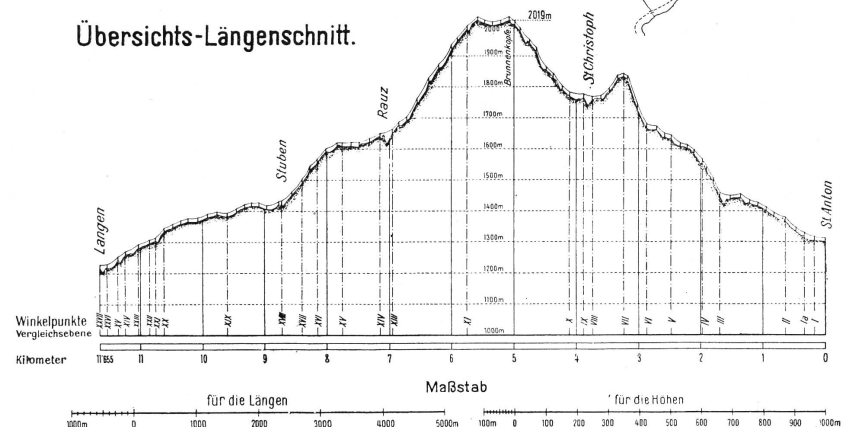


Abb. 12. 55 kV-Übertragungsleitung über den Arlberg.

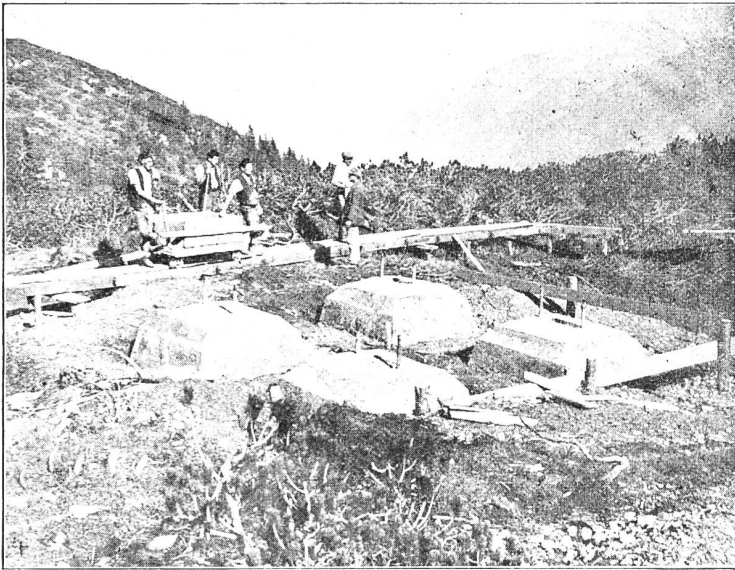


Abb. 15. Arlbergpassleitung: Fundament des Gitterturmes im Winkelpunkt V. I.

Kosten der Kabelleitung. Bei der Wahl der Freileitungstrasse musste das Augenmerk vor allem darauf gerichtet sein, einen lawinenfreien Übergang herauszufinden. Deshalb musste davon abgesehen werden, die Leitung durchwegs längs oder in nächster Nähe der Arlbergstrasse zu verlegen, obwohl hiedurch die Bauarbeiten wesentlich vereinfacht worden wären. Besonders ungünstig für eine Leitungsführung ist die Strecke zwischen St. Christoph und der Alp Rauz; die Strasse wird hier beiderseits von lawinengefährdeten Hängen begleitet. Die Leitung wird daher von St. Christoph aus bergauf geführt und steigt zur Hochfläche der sogenannten Brunnenköpfe bis auf eine Höhe von 2019 m. (Die Passhöhe selbst erreicht nur 1802 m.) Die Breite dieser Hochfläche, auf der eine Anzahl kleiner Seen und Tümpel anzutreffen ist, gewährleistet vollkommene Lawinensicherheit. Die Leitung führt von der Hochfläche zur Alp Rauz hinunter, kreuzt dort die Arlbergstrasse und führt, durch einen Felsrücken von der Arlbergstrasse getrennt, zu den Schleifenentwicklungen der Flexenstrasse und nach nochmaliger Übersetzung der Arlbergstrasse auf die zum Schutze der Ortschaft Stuben an deren Nordende errichtete Lawinenschutzmauer. Da das Tal zwischen Stuben und Langen von beiden Seiten durch Lawinen gefährdet ist, waren die Maste so aufzustellen, dass sie selbst ausserhalb der Lawinengänge liegen und diese nur überspannt werden. Die Leitung erreicht die Bahn am tunnelseitigen Ende des Bahnhofes Langen. Der endgültige Bauentwurf sieht 83 Zwischenstützpunkte bei einer gesamten wagrechten Leitungslänge von 11,655 m vor, so dass die mittlere wagrechte Spannfeldlänge etwa 140 m beträgt. Die grösste Spannweite misst 226,3 m. Um den ungünstigen Witterungsverhältnissen Rechnung zu tragen, wurde die Verwendung von Bronzeseilen vorgesehen. Die zur Verwendung ge-

langende Bronze hat eine Leitfähigkeit von 80% derjenigen des Kupfers und eine Bruchfestigkeit von 60 kg/mm<sup>2</sup>. Entsprechend einem Kupferquerschnitt von 70 mm<sup>2</sup> in den anschliessenden Leitungsteilen wurde für die Passleitung ein Bronzequerschnitt von 95 mm<sup>2</sup> gewählt.

Die beiden Bronzeseile werden bei Spannweiten bis zu 180 m einen gegenseitigen Abstand von 4 m, bei grösseren Spannweiten einen solchen von 5 m aufweisen. Über die Mastspitze wird als Erdleitung ein verzinktes Stahlseil von 50 mm<sup>2</sup> Querschnitt und einer Bruchfestigkeit von 80 bis 90 kg/mm<sup>2</sup> geführt werden.

Bei Auswahl der Mastformen wurde einerseits die grösstmögliche technische Sicherheit und andererseits die wirtschaftlichste Ausnutzung des Baustoffes angestrebt. Nach eingehenden Vergleichsrechnungen wurden zwei Grundformen gewählt. Es werden als Tragmaste in den tiefer gelegenen Bauabschnitten Quadratmaste, in den höher gelegenen Teilen Gittertürme verwendet werden.

Als Abspann- und Eckmaste dienen stärkere Gittertürme. Die Quadratmaste werden in der Baugrube einbetoniert. Für die Gittertürme werden je vier getrennte Sockel aufgeführt, an denen die Maste mittelst Ankerschrauben befestigt sind. Die Tragmaste sind für einen senkrecht zur Leitungsrichtung wirkenden Winddruck von 150 kg auf den m<sup>2</sup> senkrecht getroffener Fläche, die Abspann- und Eckmaste für einseitigen Leitungszug berechnet. Ausserdem wurden letztere für den Fall des Risses diagonal gegenüberliegender Seile auf Verdrehung berechnet. Mit diesen Annahmen wurde die bei Berechnung von Freileitungen übliche Sicherheit wesentlich überschritten, und damit den aussergewöhnlich ungünstigen klimatischen Verhältnissen, die zeitweise auch die Vornahme von Instandsetzungsarbeiten verhindern können, Rechnung getragen.

Nach eingehender Prüfung verschiedener Isolatortypen fiel die Wahl auf die von den Porzellanfabriken H. Schomburg & Söhne in der letzten Zeit auf den Markt gebrachten Kugelkopfisolatoren. In den Leitungsstrecken St. Anton-St. Christoph und Rauz-Langen werden je drei Hängeisolatoren oder vier Abspannisolatoren zu einer Kette vereinigt werden; in der Strecke St. Christoph-Rauz werden unter Berücksichtigung der Abnahme der Überschlagsspannung mit der Seehöhe die Hängeketten aus vier, die Abspannketten aus fünf Isolatoren bestehen. Versuche in der Porzellanfabrik Margarethenhütte der Firma Schomburg & Söhne haben unter gewöhnlichen Luftdruckverhältnissen für die dreigliedrigen Hängeketten eine Regen-Überschlagsspannung von rund 140,000 V und für die viergliedrigen Hängeketten eine solche von rund 200,000 V. ergeben.



Im verflossenen Jahre wurde auf der Strecke zwischen dem Waldhäusl und St. Christoph mit der Herstellung der Mastsockel begonnen. Im Laufe des heurigen Baujahres sollen alle Mastsockel aufgemauert und der Grossteil der Maste aufgestellt werden. Im Sommer 1923 werden die übrigen Maste aufzustellen und die Leitungen einzubauen sein.

Das Gewicht aller Maste und Gittertürme für die Arlbergpassleitung St. Anton-Langen beträgt rund 234,000 kg. Für die Ausführung der Maste in den Werkstätten und der Fundierungsarbeiten auf der Strecke sei auf die Abbildungen 13 und 14 verwiesen.

Was die vier Unterwerke der Strecke Innsbruck-Bludenz betrifft, so erhalten die auf den Steilrampen des Arlberg gelegenen „grossen“ Unterwerke Flirsch und Danöfen zunächst je zwei, im vollen Ausbau je vier Transformatoren für eine Dauerleistung von je 2400 kVA und eine kurzzeitige Höchstleistung von je 9600 kVA, während die auf den flacheren Zufahrtlinien angeordneten Unterwerke Zirl und Roppen zunächst je zwei, im vollen Ausbau aber je drei Transformatoren von je 1900 kVA Dauerleistung und 7600 kVA Höchstleistung erhalten. Das Übersetzungsverhältnis aller Transformatoren ist 50,000/15,000 bis 55,000/16,500 V bei gleichbleibender Leistung. Das Unterwerk Danöfen wird, wie schon erwähnt, baulich und betrieblich mit dem Spullerseekraftwerk in Verbindung stehen, während die drei anderen Unterwerke vollkommen selbständige Anlagen darstellen.

Die Unterwerke Zirl, Roppen und Flirsch sind in baulicher Beziehung bis auf geringe, durch die örtlichen Verhältnisse bedingte Abweichungen vollkommen gleich und stimmen auch in der elektrischen und maschinellen Einrichtung, von der oben angeführten Verschiedenheit der Transformatorenleistung abgesehen, vollkommen überein. Die gesamte elektrische Ausrüstung der Unterwerke Zirl, Roppen und Flirsch wurde der Gesellschaft für elektrische Industrie im Juni vorigen Jahres übertragen, als deren Unterlieferer für die Schaltapparate die Firma Sprecher & Schuh in Linz fungiert. Die baulichen Herstellungen für Zirl und Roppen führt die Bauunternehmung Ing. A. Spritzer in Innsbruck aus, während das Unterwerk Flirsch von der Bundesbahndirektion Innsbruck im Eigenbetriebe errichtet werden wird.

Im Erdgeschoss der Unterwerke werden, von der Werkstätte und den übrigen Nebenräumen abgesehen, die Ölschalter und in einem Vorbau die Transformatoren samt ihren Rückkühlanlagen untergebracht. Die Ölschalter sind zu beiden Seiten eines vollkommen abgedeckten Bedienungsganges in Betonzellen

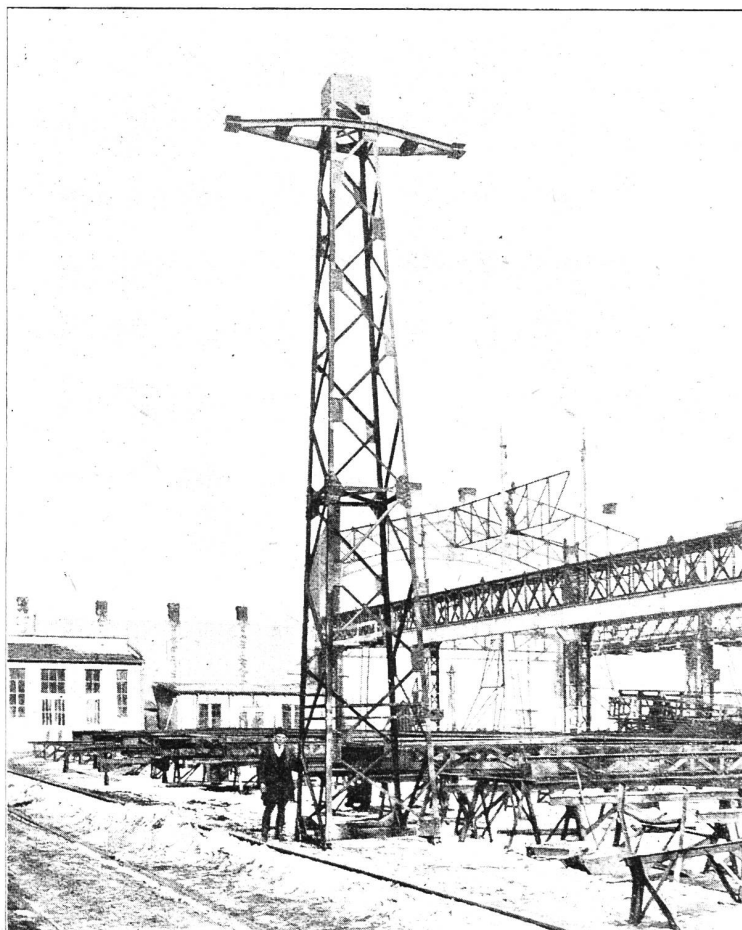


Abb. 14. Übertragungsleitung Rutzwerk-Zirl, Eck- und Abspannmast (Aufnahme in der Werkstätte der A.-G. Wagner, Biró & Kurz).

aufgestellt und zur leichteren Übersicht so unterteilt, dass auf der einen Seite des Bedienungsganges alle Transformatorenschalter, auf der andern Seite die Kupplungsschalter und einpoligen Fahrleitungsschalter liegen. Die Schalter selbst sind durchwegs einpolig ausgebildet, drucksicher ausgeführt und besitzen Mehrfachunterbrechung, Vorkontakte und Schutzwiderstände. Die Betätigung der Schalter erfolgt durch elektromagnetische Fernsteuerapparate, die von einer Akkumulatorenbatterie für 110 V gespeist werden; bei einem allfälligen Versagen der Fernsteuerung können die Schalter vom Bedienungsgang aus mittelst Handhebeln betätigt werden.

Die zur Aufstellung gelangenden Einphasen-Transformatoren sind für künstliche Ölkühlung gebaut. Um bei dem Probebetrieb allfällig auch mit 7500 V arbeiten zu können, ist die Sekundärwicklung der Transformatoren in zwei Hälften geteilt, die entweder hinter- oder nebeneinander geschaltet werden können. Die Transformatoren besitzen Zylinderwicklung mit runden Spulen. Der Wicklungsquerschnitt ist derart gross gewählt, dass die bei Kurzschlüssen auftretenden mechanischen Beanspruchungen mit vielfacher Sicherheit aufgenommen werden können.

(Fortsetzung folgt.)