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

Autor(en): **Dittes, Paul**

Objekttyp: **Article**

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

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

Heft 11

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-920313

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

erhalten direkten Geleiseanschluss, während für den direkten Umschlag vom Schiff in den Wagen und umgekehrt eine Geleiseverbindung längs des Ufers vorgesehen ist, die mittelst einer Spitzkehre oberhalb des Industriegeländes Verbindung mit dem Hafenbahnhof erhält.

Mit der Ansiedelung des Terrains wird begonnen. Die Lumina S. A. mit Sitz in Genf errichtet eine grössere Anlage zur Lagerung von Benzin, Petrol und Heizölen. Mit weiteren Interessenten steht das Schiffahrtsamt zum Zwecke ihrer Ansiedelung in Verbindung.

Der Rheinhafen Kleinhüningen ist durch ein zirka 1 km langes Geleise mit dem Verschubbahnhof des badischen Bahnhofs verbunden. Durch Bundesbeschluss vom 1. Juli 1922 ist die Konzession für den Betrieb dieser normalspurigen Bahnverbindung erteilt worden, wobei die Bahn als Nebenbahn im Sinne der eidgen. Gesetzgebung erklärt worden ist. Nachdem das Projekt einer direkten Verbindung des Hafens mit den schweizerischen Bundesbahnen mittelst einer neuen Brücke über den Rhein fallen gelassen worden ist, so wurde der Anschluss an das Netz der schweizerischen Bundesbahnen über den badischen Bahnhof gesucht. Das Verbindungsgeleise wird deshalb auch den Güterverkehr mit den schweizerischen Bundesbahnen aufzunehmen haben. Verhandlungen mit den deutschen Reichsbahnen zum Zwecke einer Verständigung wegen der Benützung des badischen Bahnhofs zur Durchfahrt der Hafengüter via Verbindungsbahnbrücke zum Netz der schweizerischen Bundesbahnen sind dem Abschluss nahe. Es ist vorgesehen, dass die schweizerischen Bundesbahnen den Bahnbetrieb im Hafen, d. h. die Überfuhr der Güter zwischen dem Hafen und dem badischen Bahnhof, sowie ihrem Leitungsnetz, die Wagenstellung für den gesamten Verkehr von und nach dem Hafen, den Rangierdienst und die Güterabfertigung im Hafen, sowie die Bahn- und Hafenpolizei übernehmen. Ob sie eigene Umschlags- und Lagereinrichtungen erstellen, oder ob der Kanton solche errichtet und zur Verfügung stellt, ist noch nicht entschieden und hängt, wie bereits erwähnt, zudem vom Bedürfnis ab.

Die Festsetzung der Tarife für den Rheinhafen Basel-Kleinhüningen dürfte demnächst erfolgen, nachdem der Weg für eine befriedigende Regelung festgestellt worden ist.

Die Frage, ob der Kleinhüningerhafen als Freihafen auszubauen sei, wurde neuerdings in Betracht gezogen. Die Basler Handelskammer hat in diesem Sinne eine Eingabe an den Regierungsrat gerichtet. Eine Delegation, bestehend aus Vertretern der Zollbehörde, der Basler Handelskammer und des Kantons hat sich auf einer Studienreise über die Zollverhältnisse in auswärtigen Häfen unterrichtet und empfiehlt die Schaffung eines Freihafens in Kleinhüningen.

Der Hafen wird, sobald die infolge des Anschlusses des Hafengeleises an das Geleisenetz des badischen Bahnhofs auf dem Gebiet des letztern noch auszuführenden Arbeiten beendet sind, betriebstechnisch fertig genannt werden dürfen. Seine Leistungsfähigheit hängt jedoch von den Umschlags- und Lagereinrichtungen ab, die noch zu erstellen sein werden.

An Erweiterungsbauten sind ausser dem Ausbau des Westkais im Hafenbecken die Erstellung eines Verladekais vom Industriegelände rheinaufwärts, eventuell bis zur Johanniterbrücke, der sukzessive Ausbau eines leistungsfähigen Hafenbahnhofs auf dem Klybeckareal und endlich der Bau eines zweiten Hafenbeckens nördlich von Kleinhüningen und parallel zur Landesgrenze, beidseitig mit Lagerplätzen von ca. 100 bis 120 m Tiefe vorgesehen. Die Gesamtlänge der am rechten Rheinufer erstellbaren leistungsfähigen Ladefronten beträgt ca. 3400 m und es können an denselben bei günstigen Verhältnissen jährlich über eine Million Tonnen Güter umgeschlagen werden.

Verkehr.

Der verhältnismässig günstige Wasserstand erlaubte den Güterverkehr auf dem Rhein nach Basel bereits im März aufzunehmen. Er steigerte sich von Monat zu Monat. Im Juni wurden bergwärts rund 18,000 Tonnen zugeführt; für die Talfahrt wurden rund 5660 Tonnen verladen. Der Gesamtumschlag belief sich in diesem Jahre bis Ende Juni auf rund 57,000 Tonnen. Im laufenden Monat dürften mindestens weitere 30,000 dazukommen.

Die Gesamtausgaben für den Bau der Rheinhafenanlage in Kleinhüningen betrugen inkl. Landerwerbskosten bis Ende 1921 rund Fr. 9,600,000.—.

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.)

Der Stollen soll bis zu 6 m^3 Betriebswasser in der Sekunde fortleiten können. Dies entspricht bei der angegebenen Querschnittsfläche einer Geschwindigkeit von 2,25 m/sek.

Die Stollensohle steht (bei Betriebsstillstand) im ersten Ausbau des Werkes unter einem grössten Wasserdruck von 28,86, bei Vollausbau von 45,86 m. Hydrodynamische Schwingungsvorgänge — hervorgerufen durch allfälliges plötzliches Absperren der Druck-

rohrleitungen — können weitere Drucksteigerungen von rund 3,75 m bewirken, so dass wir damit rechnen müssen, dass der Druckstollen am tiefsten Punkte, bei seiner Einmündung in das Wasserschloss, unter einem Drucke von rund 50 m Wassersäule stehen kann. Dieser ansehnliche innere Druck liess an sich schon Vorsicht bezüglich der endgültigen Wahl des Stollenprofils und insbesondere hinsichtlich seiner Ausmauerung geboten erscheinen. Hiezu kam noch der Umstand, dass beim Vortrieb des Stollens zum Teil sehr gebräches und zerklüftetes Gebirge und zwar gerade in der Zone des grössten künftigen Innendruckes aufgefahren wurde und Mitte 1920 die wenig günstigen Erfahrungen mit dem Druckstollen des Ritomwerkes der schweizerischen Bundesbahnen bekannt wurden.

Die grosse Bedeutung des Druckstollen- und des Druckschachtproblems für den Ausbau der Wasserkräfte im allgemeinen und im besonderen der Wasserkräfte Oesterreichs, lassen es geboten erscheinen, diese wichtige Frage hier zu streifen. Sollen doch ausser dem Spullerseewerke auch das für den Betrieb der Bahnstrecken Salzburg-Wörgl und Schwarzach-St. Veit-Villach bestimmte Stubachwerk, dann das Kraftwerk Partenstein der oberösterreichischen Wasserkraft- und Elektrizitätsaktiengesellschaft und das Achenseekraftwerk der Stadt Innsbruck Druckstollen, bezw. Druckschächte erhalten.

Ich möchte hier bemerken, dass sich die schweizerischen Bundesbahnen durch die rückhaltlose, jeder Geheimniskrämerei abholde Darstellung des beim Bau des Ritomwerk-Druckstollens eingetretenen Misserfolges alle interessierten Fachkreise zu Dank verpflichtet haben.

In Fortsetzung der vom Elektrifizierungsamte und der Bauunternehmung Innerebner & Mayer schon im Jahre 1919 aufgenommenen Studien über die allfällige Ausführung eines Druckschachtes beim Spullerseewerk wurde — stark beeinflusst durch die Erfahrungen mit dem Druckstollen beim Ritomwerk — auch die Druckstollenfrage einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Hiebei zeigte es sich auch, dass bei einer Reihe schon früher ausgeführter Druckstollen gewisse Gebrechen aufgetreten waren. Ich erwähne diesbezüglich nur den Druckschacht des Biaschinawerkes, den Druckstollen des Schnalstalwerkes, den Druckschacht des Kraftwerkes Lend der Aluminium-Industrie-A.-G. Neuhausen und den sogenannten Sand-Creek-Syphon, einen Düker im Zuge der Wasserleitung von Los Angeles, die alle bei ihrer Inbetriebnahme mehr oder weniger grosse Mängel aufwiesen, ohne dass es mir möglich wäre, hierauf näher einzugehen und die Mittel anzuführen, die zur Sanierung dieser Bauwerke angewendet wurden. Daneben gibt es aber eine Reihe von unter ziemlich hohem Innendruck stehenden, nicht armierten Wasserstollen, deren anscheinend gutes Verhalten auf den ersten Blick überraschend erscheint. Hiezu gehören zum Beispiel der Druckstollen des Kraftwerkes Heimbach an der Urftsperre, der durch homogenen Porphyr führende Druckschacht des Töllwerkes und schliesslich die sieben Druckstollen von 3,3—5,0 m Lichtweite und 56 km Gesamtlänge im Zuge der im Jahre 1917 dem Betriebe übergebenen Catskillwasserleitung, die zur Wasserversorgung von New-York dient.[1])

Die in den letzten zwei Jahren emsig ausgebaute, wenngleich gewiss noch nicht abgeschlossene Theorie der Druckschächte und Druckstollen lässt dieses verschiedene Verhalten nicht armierter und nicht gepanzerter, also lediglich mit einer Betonauskleidung versehener Stollen verständlich erscheinen und auch schon ungefähr die Grenzen erkennen, bis zu denen in den verschiedenen Gesteinsarten ungepanzerte und nicht armierte Druckstollen und Druckschächte mit Aussicht auf volles Gelingen hergestellt werden können.[2]) Bei Ermittlung von Zahlenwerten aus den Ergebnissen der theoretischen Untersuchungen müssen Annahmen über den Elastizitätsmodul und die Poissonzahl des Betons und des Gebirges gemacht werden. Die Untersuchungen über die Elastizität des Gebirges sind noch keineswegs soweit gediehen, dass für die verschiedenen Gesteinsarten verlässliche Zahlen vorlägen. Immerhin kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass bei Forderung einer etwa dreifachen Sicherheit der Betonauskleidung die für stark geneigte Druckschächte in Betracht kommenden Druckhöhen zwischen etwa 22 und 48 m liegen, je nachdem man es mit weichem oder besonders festem Gestein zu tun hat. Bei schwach geneigten Druckstollen liegen die Verhältnisse noch ungünstiger, weil bei ihnen das satte Anliegen des Mauerwerkes ans Gebirge noch schwerer zu gewährleisten ist, sodass bei der im allgemeinen grossen Längenausdehnung infolge der unvermeidbaren Herstellungsmängel bei den für Druckschächte als zulässig genannten Druckhöhen in manchen Fällen eine kaum noch nennenswerte Sicherheit gegen Zerreisen der Betonauskleidung und damit gegen mehr oder weniger bedeutende Wasserverluste vorhanden sein dürfte.

---

[1]) Siehe: Wasserstollen unter hohem Innendruck. Von Prof. K. E. Hilgard, Mitglied der „Abdichtungskommission" des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (Schweiz Bauzeitung, Nr. LXXVI 1920, Nr. 19)

[2]) Unter den in den letzten Jahren erschienenen Veröffentlichungen über Druckschächte und Druckstollen seien ausser den bereits erwähnten u. a. noch genannt:

Ing. Ludwig Mühlhofer: Die Berechnung kreisförmiger Druckschachtprofile unter Zugrundelegung eines elastisch-nachgiebigen Gebirges (Zeitschrift des österr. Ing.- und Architektenvereines. Heft 15, 24 25 und 26/27 von 1921).

Ing. J. Büchi: Zur Berechnung von Druckschächten. (Schweiz. Bauzeitung, Band LXXVII 1921.) Auszugsweise Veröffentlichung eines für das Elektrisierungsamt der österreichischen Bundesbahnen erstatteten Gutachtens.

Da der Druckstollen des Spullerseewerkes gerade in der dem höchsten Wasserdrucke ausgesetzten Strecke sehr gebräches, stellenweise vollkommen zermürbtes Gebirge (Dolomit) durchfährt, kann dort mit einer Auskleidung des Stollens durch Beton allein das Auslangen nicht gefunden werden, will man sich nicht der Gefahr eines Reissens der Stollenwand und damit sehr grossen Wasserverlusten aussetzen, die die Betriebssicherheit des Stollens in Frage stellen können. Es wird daher — mindestens in den Strecken des wenig festen Gebirges — eines der Mittel zur Anwendung kommen müssen, die geeignet sind, eine Wasserdichtheit des Stollens zu sichern. Diesbezüglich kommen nach den seit Monaten im Gange befindlichen eingehenden Studien und Versuchen, sowie nach den anderwärts gemachten Erfahrungen in Betracht:

1. Die Armierung der Betonauskleidung mittels entsprechender Eiseneinlagen, bei gleichzeitiger Zementeinpressung zwischen Betonauskleidung und Gebirge.

2. Die nicht armierte, mit Zement hinterspritzte Betonausmauerung erhält an ihrer Innenfläche eine wasserdichte Verkleidung aus Eisenblech oder aus Holz. Beide Arten dieser wasserdichten Stollenauskleidung haben ihr Für und Wider. Das Einbringen eines Blechmantels in einen über 1800 m langen Stollen, der streckenweise mit einem Einbau versehen ist, bietet grosse Schwierigkeiten; die Frage der einwandfreien Herstellung der zahlreichen Längs- und Quernähte der Blechverkleidung ist noch nicht endgiltig gelöst. Da Holz schon während der Einbetonierung, insbesondere aber während des Betriebes stark aufquillt, wird man mit einer guten Dichtheit eines mit Holz ausgekleideten Stollens rechnen können. Vor ausgedehnter Verwendung scheinen aber eingehende Versuche noch geboten. Erfahrungen über die Haltbarkeit des als Stollenauskleidung verwendeten Holzes fehlen.

Mit der Frage einer Auskleidung von Druckstollen mittels Holz haben sich u. a. auch der Direktor der Oberösterreichischen Wasserkraft- und Elektrizitätsgesellschaft, Herr Ing. Kvetensky, sowie Herr Ing. Angerer der Bauunternehmung Brüder Redlich und Berger eingehend befasst. Beide haben im November 1921 diesbezügliche Patente angemeldet.

Da beim Spullerseewerk mit dem am 28. April erfolgten letzten Durchschlag (zwischen dem seeseitigen Ende und Stollenfenster 1) der Stollen in seiner ganzen Länge aufgefahren erscheint und die Inangriffnahme der Stollenausmauerung in Bälde erfolgen muss, ist die Entscheidung über die Art und Weise der wasserdichten Auskleidung dringlich geworden. Ich kann aber heute — wenn auch die Arbeiten zur endgiltigen Lösung des Problems schon sehr weit fortgeschritten sind — noch nicht sagen, welche Form der Stollenauskleidung gewählt werden wird.

An das Wasserschloss schliesst sich ein rund 46 m langer Stollen an, der kreisförmigen Querschnitt besitzt und mit Blech ausgekleidet wird. Die lichte Weite des Rohres beträgt 1,6 m, die Blechwandstärke 9 mm. An ihrem Ende gabelt sich die Leitung mittels eines autogen geschweissten Formstückes in drei Rohrstutzen von je 1000 mm l. W., die in eine Apparatekammer einmünden, die je ein Rohrbruchventil für jeden der zum Krafthaus führenden Rohrstränge enthält.

Ursprünglich war gedacht, jeder der im Kraftwerk aufzustellenden 8000 PS-Turbinen eine eigene Rohrleitung zuzuordnen, d. h. also im vollen Ausbau des Werkes 6, vorläufig 3 Rohrstränge zu verlegen. Genaue Berechnungen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit — wobei verschiedene Varianten untersucht wurden — führten dann aber dazu, je zwei Turbinen an einen Rohrstrang anzuschliessen, d. h, also im vollen Ausbau des Werkes 3 Stränge zu verlegen. Vorläufig gelangen deren zwei zur Ausführung.

Die Rohre werden offen verlegt. Der lichte Durchmesser der Rohre nimmt von oben nach unten nach und nach von 950 bis auf 650 mm ab, die Wandstärke von 8 mm bis auf rund 35 mm zu. Jedes einzelne Rohr von je rund 8 m Länge erhält einen — im Längenprofil nicht angedeuteten — Stützpfeiler. An sieben Punkten ist die Rohrleitung in Betonblöcken verankert; unter jedem Rohrfestpunkt ist eine Stopfbüchsendilatation angeordnet.

Die Druckrohrleitung wurde z. T. Ende März, z. T. am 1. Juni vorigen Jahres bei der Firma Thyssen & Co. A. G. in Mülheim a. d. Ruhr bestellt. Die Lieferung umfasst die mittels Wassergas überlappt geschweissten 328 geraden Rohre, 6 Kegelrohre, 21 Krümmer und 12 Expansionen; ferner die Doppelkeilringe, Mannlochverschlüsse und Winkelringe für zwei vollständige Druckrohrstränge. Die Verbindung der einzelnen Rohre untereinander erfolgt durch ein-, zwei- oder dreireihige Muffennietung. Die Nietmuffenverbindungen werden — und zwar je nach dem Rohrdurchmesser und der Blechwandstärke — in 15 verschiedenen Formen ausgeführt. Die Krümmer, die Expansionsvorichtungen und die daran anschliessenden Rohrenden erhalten feste Bunde und lose Flanschen. Alle Rohre und Formstücke werden im Werk nach ihrer Fertigstellung einem Kaltwasser-Probedruck unterworfen, der $1^1/_2$ mal so gross ist, wie der höchste an der betreffenden Stelle der Rohrleitung zu erwartende hydrostatische Druck. Nach erfolgter Verlegung wird die Rohrleitung — in einzelne Druckzonen unterteilt — nochmals erprobt werden. Das Gesamtgewicht der bei Thyssen & Co. A. G. bestellten Rohre, Ausgleichsvorrichtungen, Krümmer u. s. w. beträgt rund 1450 t; davon sind bisher rund 1200 t abgeliefert worden und lagern bereits zum

grossen Teile auf einem Stapelplatz nächst der Station Danöfen.

Bei einem Rückblick auf die beim Spullerseewerk bisher geleisteten Bauarbeiten ist in Ergänzung des bereits Gesagten vor allem zu bemerken, dass die bekanntlich sehr umfangreichen Bauinstallationen, deren Gesamtanordnung auf S. 56 des XIII. Jahrganges dieser Zeitschrift kurz beschrieben ist, im abgelaufenen Baujahre zum Abschluss gelangt sind. Ich kann mit Freude feststellen, dass die beim Spullerseewerk getroffenen Baudispositionen und die maschinellen Einrichtungen der Baustellen bei den zahlreichen Besichtigern des Baues vollen Beifall fanden. Selbst die vielen inländischen und ausländischen Fachgenossen, die in der Lage waren, die baulichen Massnahmen mit kritischen Augen zu betrachten, konnten bei ihren Besichtigungen keine wunde Stelle in dem geschaffenen Bauorganismus finden.

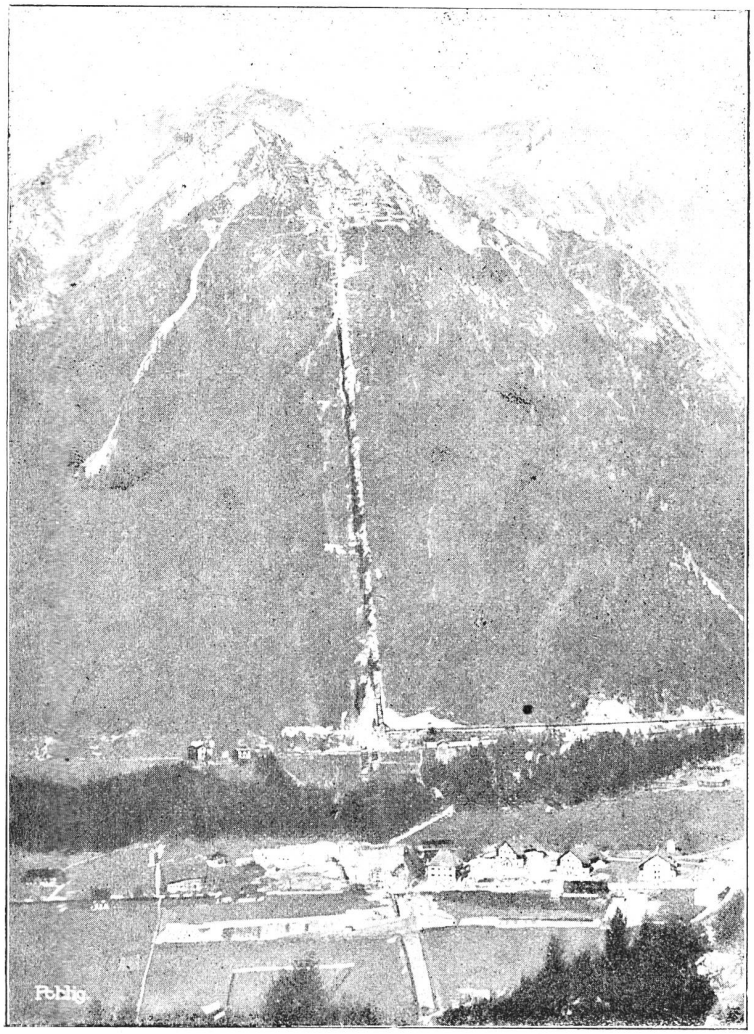

Abb. 5. **Blick auf das Baugelände des Spullerseewerkes von Süden. (Schrägaufzug und Rohrleitungstrasse, Bahnunterfahrung, Personalwohnhäuser und Werkleitergebäude).**

Die von der Station Danöfen nach Spullers führende Schwebeseilbahn wurde am 18. November 1920, der Schrägaufzug von Danöfen auf die Grafenspitze Ende April 1921 in Betrieb gesetzt Seitdem waren diese für den Baubetrieb so bedeutungsvollen Transportmittel nahezu ununterbrochen in Betrieb. Auf der Seilbahn wurden seit der Inbetriebnahme bis 31. Januar 1921 in 1195 Stunden rund 1474 t Lasten befördert; der Schrägaufzug beförderte seit der Inbetriebsetzung bis 31. Dezember 1921 in der Bergfahrt 21,065 und in der Talfahrt 13,863 Personen, in der selben Zeit an Lasten 3246 t berg- und 1158 t talwärts.

Von den definitiven Bauwerken selbst wurden bisher fertiggestellt: die 3 Wohngebäude und das Werksleitergebäude nächst dem künftigen Krafthaus (siehe Abb. 5), sowie das Schleussenwärterhaus auf einer Anhöhe beim Spullersee.

Der Aushub für das Planum des Krafthauses und für die Fundamente der Maschinenhalle wurde nahezu vollendet, derjenige für den Unterwassergraben begonnen; die Betonierungsarbeiten der Fundamente des Maschinenhauses wurden in Angriff genommen. Die Felsensprengungen und die Aushubarbeiten im Zuge der Druckrohrleitung sind zum grossen Teile durchgeführt worden. Bei den Rohrfestpunkten IV und V wurde bereits die Mauerung beträchtlich gefördert, beim Rohrdurchlass unter der Station Danöfen sind die Widerlager vollendet, das Gewölbemauerwerk ist in Arbeit. Beim Wasserschloss wurden die Ausbrucharbeiten sowohl in der obern als auch in der unteren Kammer begonnen. Bei der südlichen Sperre wurde das gesamte Material im Bereiche der Mauerfundamente bis auf die Felsschicht abgedeckt und seitlich abgelagert. Die Abdeckungsarbeiten im Bereiche des nordöstlichen Endes des Vollausbaues verzögerten sich, da hier erst in beträchtlicher Tiefe gewachsener Fels gefunden wurde. Der 1850 m lange Hauptstollen zwischen See und Wasserschloss ist zur Gänze aufgefahren.

In dem seeseitigen Teile des Hauptstollens, zum Teil auch im Stollenfenster 1, links, war im allgemeinen starker Wasserandrang zu verzeichnen, der den Stollenvortrieb erschwerte und vorübergehend zu einer Arbeitseinstellung zwang. Günstig für den Vortrieb war dagegen der Umstand, dass der durchfahrene zähe Liasfleckenmergel und die Kössenerschichten im allgemeinen keinen Einbau erforderten. Dagegen bereitete das zwischen Fenster 2 und dem Stollenausgang auf der Grafenspitze durchfahrene sehr gebräche Gebirge grosse Schwierigkeiten, indem der z. T. bis zu Sand zermürbte Dolomit fast durchwegs schweren Verzug, streckenweise Getriebezimmerung erforderte.

Im grossen ganzen sind die Bauarbeiten beim Spullerseewerk bisher sehr beträchtlich und befriedigend fortgeschritten, wenn sie auch im Jahre 1921

etwas hinter dem im Bauprogramm vorgesehen gewesenen Ausmasse zurückblieben. Es ist dies nicht nur in den aussergewöhnlich schwierigen allgemeinen und örtlichen Verhältnissen, sondern besonders auch darin begründet, dass die Ausgestaltung einzelner Bauteile trotz angestrengtester Arbeit aller Beteiligten noch nicht vollständig geklärt werden konnte, so dass die wirkliche Bautätigkeit notgedrungen zeitweisen Stockungen unterworfen war. Es besteht aber volle Gewähr dafür, dass zu Beginn der kommenden Bauperiode alle Einzelentwürfe soweit vollendet sein werden, dass mit voller Kraft an die Fortführung der Bauarbeiten geschritten werden kann.

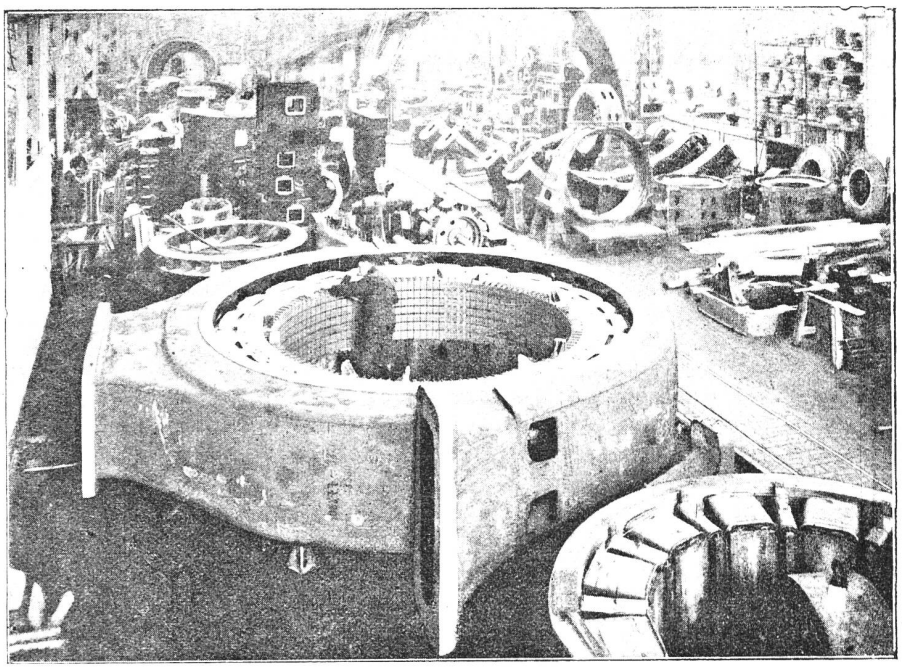

Abb. 6. **Rutzwerkerweiterung: Gehäuse des neuen Einphasenwechselstromgenerators in der Werkstätte nach fertigem Einbau der Blechpakete.**

Was den maschinellen Teil des Spullerseewerkes betrifft, so sind als Antriebsmaschinen für die Stromerzeuger zunächst 3 Hochdruck-Freistrahlturbinen mit liegender Welle vorgesehen, die mit den zugehörigen Stromerzeugern starr gekuppelt werden. Die Höchstleistung jeder Turbine beträgt 8000 PS, was einer Schluckfähigkeit von rund 1 m^3 in der Sekunde entspricht. Bei normaler Beaufschlagung (Wasserverbrauch 720 l in der Sekunde) leistet jede Turbine 6000 PS. Das Laufrad hat einen Strahlkreisdurchmesser von 3,25 m; die geschliffenen Schaufeln aus Stahlguss sind auswechselbar. Die Regulierung erfolgt selbsttätig durch Strahlablenker und Nadelverstellung mittels eines Servomotors. Jede Turbine erhält eine Sicherheitseinrichtung gegen Durchgehen bei allfälligem Bruch des Reglerantriebriemens. Zum raschen Stillsetzen des Laufrades nach Abstellung der Turbine dient eine Gegendüse.

Die Lieferung der Turbinen wurde im Oktober 1920 der Leobersdorfer Maschinenfabrik A. G. übertragen. Als Experte bezüglich einiger wichtiger Fragen des Baues der Spullerseewerksturbinen fungiert Herr Prof. Dr. Prašil in Zürich.

Für die Montierung und Instandhaltung der Turbinen und Stromerzeuger wird die Maschinenhalle mit einem Laufkran ausgerüstet, dessen Tragfähigkeit 60 t bei einer Spannweite von 14,7 m beträgt. Es ist ein Dreimotorenlaufkran mit 2 Laufkatzen von je 30 t Tragfähigkeit.

In Hinsicht auf seine elektrotechnische Ausrüstung besteht das Spullerseewerk im künftigen vollständigen Ausbau aus 6 gleichen Einphasenstromerzeugern, von denen im ersten Ausbau drei zur Aufstellung gelangen. Jeder Einphasenstromerzeuger mit einer Spannung von 6000 Volt ist mit einer Nebenschluss-Erregermaschine unmittelbar gekuppelt und arbeitet über einen Transformator mit den übrigen Stromerzeugern auf ein 50,000 Volt-Doppelschienensystem, von dem die beiden Fernleitungen einerseits zum Rutzwerk und anderseits nach Bregenz, bezw. Bludenz abzweigen.

An das Kraftwerk ist unmittelbar das Unterwerk Danöfen angebaut und steht mit demselben durch einen Kupplungsschalter in Verbindung.

Das Unterwerk erhält zunächst zwei, später drei bezw. vier Transformatoren. Diese sind über Trennschalter und Schutzdrosseln an die 50,000 Volt-Sammelschienen angeschlossen.

Für den Eigenbedarf im Kraftwerk stehen Gleichstrom 220 Volt und Einphasenwechselstrom 220 Volt, $16^2/_3$ Perioden zur Verfügung. Ersterer für die verschiedenen Steuer- und Signalstromkreise, Antriebsmotoren der Ölumlauf- und Kühlwasserpumpen, für die Motoren der Krane, Werkstätten, Hilfserregerumformer u. s. f., sowie für die gesamte Beleuchtung. Letzterer für die Beheizung des Kraftwerkes und der Nebengebäude.

Die zur Aufstellung gelangenden Einphasen-Wechselstromerzeuger haben eine Leistung von 3000 kVA dauernd und anschliessend daran 5400 kVA durch 30 Minuten oder 7500 kVA durch 6 Minuten. Spannung: 6000 bis 6500 Volt bei gleichbleibender Leistung. Periodenzahl: $16^2/_3$ in der Sekunde; Drehzahl: 333 in der Minute. Das Schwungmoment des Läufers beträgt 120 tm^2, dasjenige des Schwungrades 100 tm^2. Ausserdem werden noch 50 tm^2 in der Turbine untergebracht, sodasss der ganze Maschinensatz ein Schwungmoment von 270 tm^2 besitzt.

Die im Kraftwerk zur Aufstellung gelangenden

Einphasen - Wechselstrom - Transformatoren haben aussenliegende Ölkühlung und eine Leistung von 3000 kVA dauernd und anschliessend daran 5400 kVA durch 30 Minuten oder 7500 kVA durch 6 Minuten. Spannung 6000/50,000 bis 6600/55,000 Volt bei gleichbleibender Leistung.

Die Ausführung der gesamten elektrotechnischen Ausrüstung des Kraftwerkes ist den östereichischen Siemens-Schuckert-Werken übertragen.

Die Ausgestaltung des Rutzwerkes (s. S. 19 und 35 f des XIII. Jahrganges) umfasst im wesentlichen die Erweiterung des bestehenden Wasserschlosses von 3000 m³ auf 7000 m³ nutzbaren Inhaltes, die Legung eines zweiten Druckrohrstranges und die Aufstellung eines dritten Maschinensatzes samt Transformator für eine Leistung von 8000 PS., gemessen an der Turbinenwelle des neuen Aggregates. Hand in Hand damit geht eine vollständige, den erhöhten Betriebsanforderungen entsprechende Ausgestaltung der vorhandenen Schaltanlage und der Nebenanlagen für elektrische Beheizung und Beleuchtung, Betätigung der Schalter, Signaleinrichtungen u. s. w.

Alle mit dieser Ausgestaltung zusammenhängenden, z. T. sehr schwierigen, weil während des Betriebes der Anlage durchzuführenden Arbeiten, sind im abgelaufenen Jahre rüstig vorwärts geschritten und nähern sich der Vollendung.

Das bestehende Wasserschloss ist ein 80 m langer, 10 m breiter, auf schmaler Geländestufe liegender Behälter, an dessen nördlichem Ende der Zulaufstollen einmündet, wärend am südlichen Ende die Ausleitung des Betriebswassers zu den Druckrohrsträngen erfolgt. Die Erweiterung des Wasserschlosses umfasst ein ungefähr gleich breites, 90 m langes Becken gegen Norden unter Ausnützung einer kleinen Geländestufe. Die Wasserschlosserweiterung ist zum grossen Teile durchgeführt; ausständig ist neben verschiedenen Vollendungsarbeiten u. a. noch die Herstellung der Abdeckung des neuen Wasserschlosses, sowie die Durchführung derjenigen Arbeiten, die zur Kupplung des alten mit dem neuen Wasserschloss notwendig sind. Diese Arbeiten erfordern eine etwa vierwöchige Ausserbetriebsetzung des alten Wasserschlosses und damit des ganzen Werkes, was mit Rücksicht auf den starken Sommerverkehr der Mittenwaldbahn erst im Oktober möglich ist. Von der bei der Lokomotivfabrik Krauss & Co. in Linz bestellten neuen Druckrohrleitung mit einem Gesamtgewicht von rund 200 t ist die Mehrzahl der Rohre fertiggestellt. Mit der Verlegung und Vernietung der Rohre wurde im Dezember 1921 begonnen.

Im Krafthaus selbst ist das Fundament für den dritten Maschinensatz fertiggestellt, ebenso der Grossteil der übrigen mit der Ausgestaltung der maschinellen und elektrischen Einrichtung zusammenhängenden baulichen Herstellungen. Die Erweiterung der mechanisch- elektrischen Ausrüstung umfasst die Aufstellung einer dritten Maschinengruppe, den dazu gehörigen Transformator, sowie eine entsprechende Ausgestaltung der Schaltanlage. Für eine zukünftige Erweiterung war im ersten Ausbau Raum für eine gleich grosse 4000 PS-Maschinengruppe, für 2 Transformatoren und die entsprechende Erweiterung der Schaltanlage vorgesehen worden. Die Elektrisierung der Arlbergbahn hat jedoch dazu geführt, im Rutzwerk einen Maschinensatz von der doppelten ursprünglich vorgesehenen Leistung, d. i. für 8000 PS, aufzustellen, für den mit dem verfügbaren Platz noch knapp das Auslangen gefunden werden konnte.

Um die Übernahmsversuche an den neu zur Lieferung gelangenden Teilen mit verschiedenen Belastungen vornehmen zu können, gelangt ein besonderer Belastungswiderstand zur Aufstellung. Die Einstellung der jeweils gewünschten Belastung, sowie auch der für Versuchszwecke vorzunehmenden Belastungsänderungen wird bei diesem Widerstand nicht durch Verstellen der Elektrodenplatten, sondern durch Veränderung der Wasserspiegelhöhe bewirkt werden.

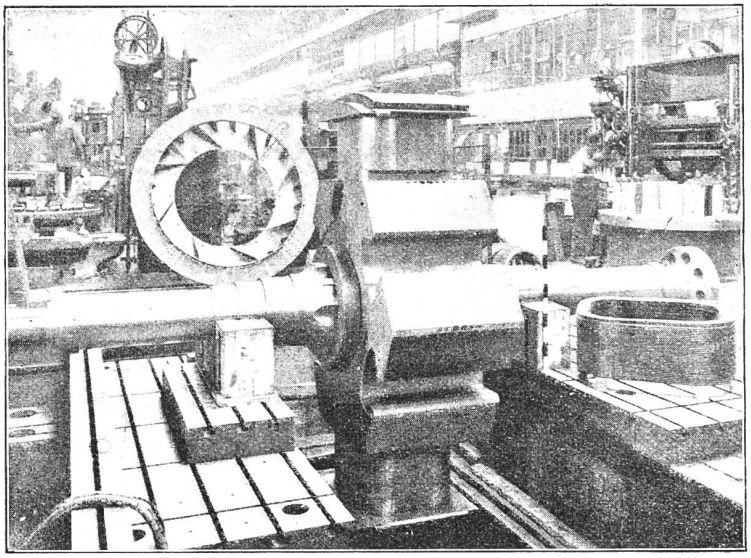

Abb. 7. **Rutzwerkerweiterung: Generatorwelle mit aufgeschrumpftem Induktor; Ventilator; Rippenspule.**

Der neue Generator ist für eine Dauerleistung von 5000 kVA und eine Überlastbarkeit auf 7500 kVA durch 6 Minuten gebaut. Die Klemmenspannung beträgt 3000 bis 3300 Volt bei 16²/₃ Periodens und 333 U. i. d. M.

Das gusseiserne Gehäuse des Generators (Abb. 6) ist zweiteilig als kräftiger Kastenträger ausgeführt. Die in die Nuten der Blechpakete des aktiven Eisenringes eingelegte Statorwicklung besteht aus Stäben, die durch kupferne Verbindungsbügel aneinander-

geschlossen sind. Die Stäbe selbst werden nach einem Patent der A. E. G. als sogenannte verdrillte Stäbe ausgeführt, bei welchen die sonst bei massiver Ausführung sehr bedeutenden Wirbelstromverluste auf einen sehr geringen Wert herabgedrückt sind.

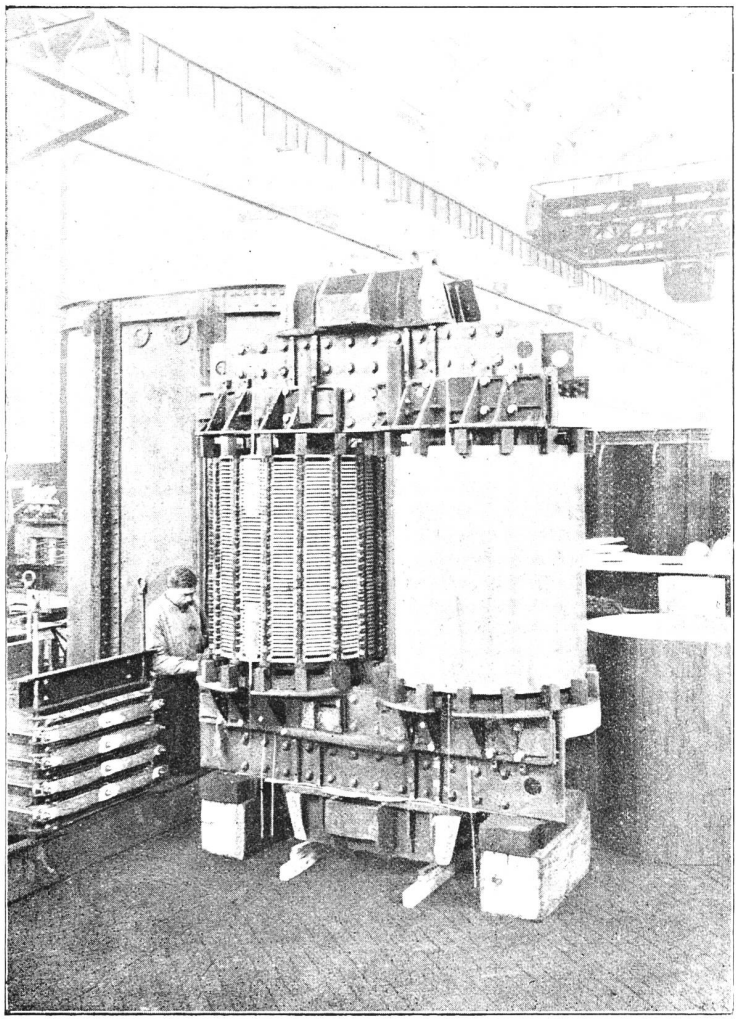

Abb. 8. **Rutzwerkerweiterung. Einphasenwechselstromtransformator während des Zusammenbaues in der Werkstätte.**

Der Induktor (Abb. 7) ist aus hochwertigem Siemens-Martinstahl ausgeführt, ebenso die separat hergestellten und in schwalbenschwanzförmige Nuten eingesetzten 6 Pole. Er ist auf die Welle aufgeschrumpft und durch kräftige Keile festgehalten. Die Erregerwicklung jedes Poles ist zur besseren Wärmeabfuhr als sogenannte Rippenspule ausgeführt, eine ebenfalls der A. E. G. patentierte Bauart, bei der ein Teil der hochkantig gewickelten Kupferwindungen über die übrigen Windungen vorsteht, wodurch die Oberfläche vergrössert wird. Die Pole besitzen lamellierte Polschuhe und eine Dämpferwicklung zum Abdrosseln des gegenläufigen Drehfeldes.

Das Schwungmoment des rotierenden Teiles ist 136 tm^2, das Gewicht des kompletten Induktors samt aufgesetzten Polen rund 45 t. Für den Transport werden die Pole vom Induktor abgenommen, sodass sich das Transportgewicht des Induktors samt Welle auf ca. $20^1/_2$ t stellt. Das höchste zu bewältigende Transportgewicht beträgt rund 25 t (untere Gehäusehälfte), das Gesamtgewicht des Wechselstromerzeugers ohne Erregermaschine rund 106 t.

Der neue Transformator (Abb. 8) ist für eine Dauerleistung von 4000 kVA und eine Spitzenleistung von 7500 kVA durch 6 Minuten gebaut. Das Übersetzungsverhältnis beträgt 3000/15000 bis 3300/16500 Volt.

Der Aufbau des Eisenkernes ist der einer normalen Kerntype, wobei eine besondere Anordnung zur Kühlung aller erfahrungsgemäss höherer Erwärmung ausgesetzten Teile, z. B. Bolzen und Bolzenlöcher, zur Anwendung gelangt.

Die Kupferwicklung der beiden Schenkel ist eine doppelt konzentrische. Die Hochvoltspulen sind mit druckfreier Abstützung versehen, welche einerseits im Falle eines Kurzschlusses in der Wicklung grösste Widerstandsfähigkeit gegen achsiale Kräfte und grösstmögliche Starrheit des ganzen Wicklungssystems gewährleistet, anderseits die einzelnen Spulen in ihrer gegenseitigen Lage festhält und ein sonst fast immer beobachtetes „Setzen" der Hochvoltwicklung nach längerem Betrieb verhindert.

Die Höhe des Transformators über alles beträgt ca. $4^1/_4$ m; das Gesamtgewicht ohne Öl zirka 22 t. Für die Ölfüllung sind zirka 8700 l, d. i. $7^1/_2$ t erforderlich, sodass der betriebsbereite Transformator etwa 30 t wiegt.

Der neue Generator wird durch eine Freistrahl-Zwillings-Turbine angetrieben. Die Turbine hat zwei Laufräder und ist für eine Wassermenge von 3550 Sekundenliter bei einem Nutzgefälle von 174 m gebaut. Sie leistet voll beaufschlagt 6580 PS bei einer Drehzahl von 333 in der Minute. Um jedoch auch die beim Bahnbetriebe auftretenden Spitzenbelastungen decken zu können, ist bei der Konstruktion der Düsen und Laufräder Vorsorge getroffen, dass durch Übereröffnung der Düsen eine Leistung bis zu 8000 PS erreicht werden kann, wobei der Wasserverbrauch ca. 4360 Sekundenliter betragen wird. Jedes der beiden Laufräder wird von je zwei Düsen beaufschlagt, die mit Nadel- und Deflektorregulierung ausgestattet sind. Die Nadel- und Strahlablenker sind durch ein Gestänge mit dem hydraulischen Regler verbunden, welcher als Doppelregler gebaut ist. Jedes Laufrad besitzt 18 angeschraubte Stahlgußschaufeln, welche durch Verkeilung gegeneinander abgestützt sind. Dadurch wird erreicht, dass sich die Strahldrücke stets auf mehrere benachbarte Schaufeln übertragen und die Befestigungsbolzen entlastet werden.

(Fortsetzung folgt.)