

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 83/84 (1924)
Heft: 16

Artikel: Ueber Bau und Abpressversuche der Druckleitung für die
Wasserkraftanlage Venaus bei Turin
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82889>

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

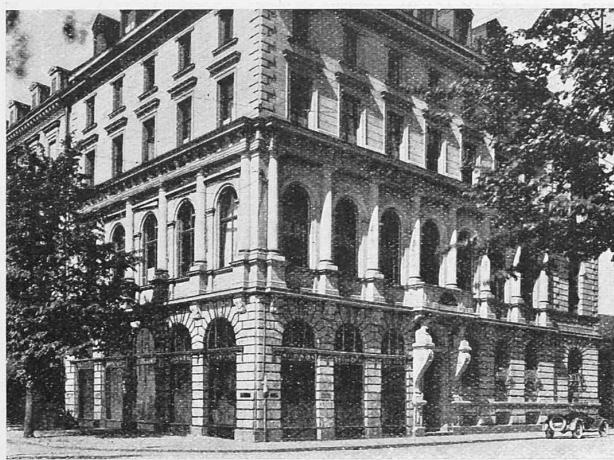
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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

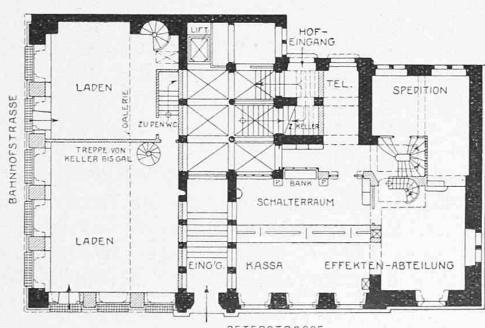
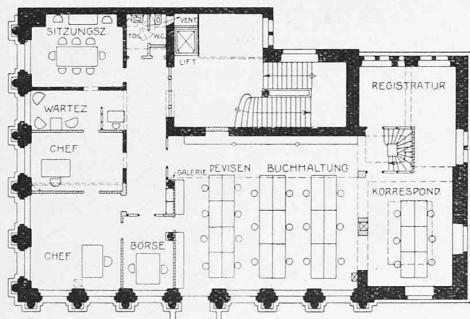
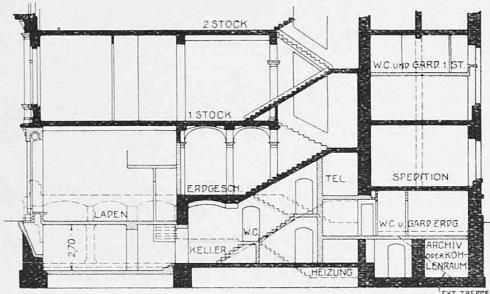
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.02.2026

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



Entwurf „Lasius“ der Arch. Pfleghard & Häfeli in Zürich. — Perspektive.



Entwurf „Lasius“. Schnitt und Grundrisse vom Erdgeschoss und 1. Stock. Maßstab 1:400.

„Hinsichtlich der Wassergeschwindigkeit wird auf spätere Ausführungen verwiesen.

„Werden alle diese Bestimmungen der Resolution zusammengefasst und mit den Bedingungen, die der Rhein auf der obersten Strecke aufweist, verglichen, so kann allermindestens gesagt werden, dass der Seitenkanal die Bedingungen, die wir an ihn stellen müssen, erfüllt, und dass er gegenüber dem heutigen Zustand eine wesentliche Verbesserung bringt, ohne dass die Schweiz an die Kosten beizutragen hat.

„Gegenüber den Bedenken mehr administrativer und politischer Art, die aus der Tatsache gefolgt werden, dass der Seitenkanal ganz in den Händen einer ausländischen Macht liegen wird, verweisen wir auf die Bestimmungen: Resolution vom 16. Dezember 1921, I. 12; Resolution vom 10. Mai 1922, I., Schlussatz, und auf die Bestimmungen der neuen Uebereinkunft, von der im Zusammenhang mit der Konzession die Rede sein wird.

„Auf die Einwendungen, die gegen die Zusicherungen betreffend die Regulierung erhoben worden sind, wird in einem andern Kapitel eingetreten werden.

„Auf Grund aller dieser hier kurz zusammengefassten Erwägungen hielt sich der Regierungsrat für berechtigt und verpflichtet, den Strassburger Vorschlägen zuzustimmen, und der Bundesrat hat, seiner eigenen Verantwortlichkeit folgend, die Unterzeichnung dieser Beschlüsse verfügt.“

Im zweiten Kapitel legt der Ratschlag die Stellungnahme der Bundesversammlung zu den Strassburger Beschlüssen dar, die am 26. April 1923 zu dem *Bundesbeschluss* führten, wonach von den getroffenen Massnahmen in der Rheinfrage in zustimmendem Sinne Kenntnis genommen wird (vergl. „S. B. Z.“ vom 5. Mai 1923, Seite 224). Hierauf fährt der Ratschlag fort:

„Stellen wir an Hand der bisherigen Ausführungen die rechtliche Lage fest, so ergibt sich folgendes:

„Durch *internationale* Regelung, nämlich durch einen Beschluss der Rheinzentralkommission, dem die Schweiz zugestimmt hat, ist bestimmt, dass Frankreich einen Seitenkanal anlegen darf, der sein Wasser dem Rhein entnimmt und ein Kraftwerk bei Kembs speist. Zur Erstellung des nötigen Gefälles kann es etwa vier Kilometer unterhalb der schweizerisch-französischen Grenze ein Stauwehr im Rhein selbst bauen. Der Stau des Rheins soll bis zur Birs, also auf Schweizergebiet, reichen, wenn die Schweiz die Konzession dazu erteilt, oder aber nur bis zur Schweizergrenze, wenn die Schweiz die Konzession nicht oder nur unter unbilligen Auflagen oder nicht innert der gesetzten Frist erteilt.

„Durch *interne* Regelung hat der Bundesrat diesem Beschluss der Rheinzentralkommission zugestimmt, und die Bundesversammlung hat ihrerseits davon in zustimmendem Sinne Kenntnis genommen.“

„Die grundsätzliche Frage ist also allseitig entschieden: Frankreich darf den Seitenkanal nach seinem Projekt bauen; *unentschieden ist einzig und allein noch die Frage, ob die Schweiz die Konzession zum Rückstau auf Schweizergebiet erteilen soll oder nicht*. Erteilt sie die Konzession, so wird der Kanal von Frankreich gebaut mit Rückstau auf Schweizergebiet; erteilt sie die Konzession nicht, so wird der Kanal von Frankreich gebaut *ohne Rückstau*, das heißt mit Stau nur bis zur Schweizergrenze.

„Die Frage, die also noch zu behandeln ist, ist die: *Soll die Konzession für den Rückstau erteilt werden oder nicht, und wenn ja, unter welchen Bedingungen?* Alle übrigen Fragen sind entschieden und erledigt.“ (Forts. folgt.)

Ueber Bau und Abpressversuche der Druckleitung für die Wasserkraftanlage Venaus bei Turin.

Das Wasserkraftwerk Venaus der „Società delle Forze Idrauliche del Moncenisio“ in Turin liegt rund 60 km westlich dieser Stadt am Flusse Cenischia, unmittelbar bevor dieser bei dem Dorfe Susa sich mit dem Flusse Dora Riparia vereinigt. Es handelt sich um eine Akkumulierungsanlage, die für einen achtstündigen Betrieb mit der vollen Wassermenge berechnet ist. Der auf Kote 1921 gelegene Stausee wird durch drei Staumauern abgeschlossen, von denen die grösste bei 184 m Länge 21 m Höhe aufweist. Der Stauinhalt beträgt rund 30 Mill. m³. Von diesem Stausee wird das Wasser zunächst durch eine ältere Anlage der gleichen Gesellschaft geführt, um sodann auf Kote 1718,5 in den Druckstollen der neuen Anlage geleitet zu werden. Dieser hat eine Länge von 5250 m und einen Querschnitt von 2,85 m² bei annähernd zylindrischer Form (1,9 m Durchmesser). Vom Wasserschloss aus führen drei Druckleitungen (Abbildung 1) von rund 2350 m Länge und lichten Weiten von 1000 bis 600 mm zu dem auf Kote 621,3 liegenden Maschinenhaus. Das Bruttogefälle beträgt demnach 1097,2 m, während das Nettogefälle zu 1035 m berechnet wurde. Die drei Rohrleitungen sind durch ein

Verteilrohrsystem an drei Pelton-Turbinen, Bauart Riva, von je 22000 PS Normal- und 26000 PS Maximal-Leistung bei 500 Uml/min angeschlossen. In Band 81, Seite 231 (12. Mai 1923) ist über die Ausführung dieser bisher grössten Pelton-Turbinen kurz berichtet.

Im November und Dezember 1922 wurden an der Druckleitung vor deren Inbetriebnahme Druckproben durchgeführt. Da es sich um eine Anlage mit hohem Gefälle und grosser ausgenützter Wassermenge handelt, dürfte ein kurzer Bericht über diese Druckproben auch in schweizerischen Ingenieurkreisen Interesse erwecken.

Von den drei Druckleitungen wurden zwei (Nr. I und III) von der „A.-G. Ferrum“ in Kattowitz geliefert und montiert; von der Leitung Nr. II stammt der unterste Teil (rund 550 m) ebenfalls von dieser Firma, während der obere Teil von einer italienischen Firma geliefert wurde.

Die Blechstärken sind bei den glatten Rohren unter Voraussetzung einer Materialbeanspruchung von 750 kg/cm^2 im vollen Blech berechnet. Die Rohre sind mittels Wassergas geschweißt. Das zur Verwendung gelangte Material ist S. M. Flusseisen mit einer Bruchfestigkeit von 34 bis 41 kg/mm^2 und einer kleinsten Dehnung von 25%. Sobald die Berechnung eine Wandstärke über 28 mm ergab, kamen sogenannte „bandagierte“ Rohre zur Anwendung, für die eine durchschnittliche Materialbeanspruchung von 850 kg/cm^2 zugelassen wurde. Diese Rohre (vergl. Abbildung 2 und 3) bestehen aus einem in üblicher Weise geschweißten Kernrohr, über das nahtlose Bandagenringe gezogen sind. Das Material dieser Ringe weist 45 bis 60 kg/mm^2 Bruchfestigkeit auf bei einer kleinsten Dehnung von 18%.

Bis zu 24 mm Wandstärke sind die einzelnen Rohre, die alle 6 m lang sind, mit gewöhnlicher Muffenverbindung zusammengeietet (I in Abbildung 4). Bei grösseren Wandstärken wurden genietete Laschenverbindungen (Abbildung 4 II), auf der untersten Strecke Gewindeflanschen mit Gummipackung (Abbildung 4 III) verwendet.

Sämtliche Rohre wurden im Werke einer Druckprobe mit 150% des normalen Druckes unterzogen. Ausserdem war von der italienischen Kontrollbehörde vorgeschrieben, dass die Leitungen nach dem Verlegen auf Druck geprüft werden müssen, und zwar musste dies zonenweise geschehen, damit der in der Werkstatt vorgenommene Probedruck annähernd erreicht bzw. am oberen Ende der jeweiligen Zone nicht überschritten wurde. Zu diesem Zwecke wurden die einzelnen Zonen durch kräftige Stahlgussdeckel von einander getrennt. Diese Deckel wurden unterhalb der Krümmer bzw. des entsprechenden Verankerungsklotzes zwischen dem Degenrohr der Expansion und dem oberhalb derselben gelegenen Rohr eingebaut, sodass also der Verankerungsklotz die Reaktion aufzunehmen hatte, die durch den Druck in der unterhalb liegenden Zone erzeugt wurde; die Verankerungsklöte waren von vorneherein entsprechend berechnet. Die in den Verankerungsklöten eingebetteten Rohre waren auch mit entsprechenden kräftigen Verankerungsringen (siehe Abbildung 3) versehen zwecks Aufnahme der auch in dieser Richtung (nach oben) wirkenden Kräfte.

Nach Füllen der Rohrleitung von unten her wurden die Druckproben zonenweise durchgeführt, zunächst bis zum ersten Deckel, sodann bis zum zweiten Deckel usw. Bei jeder Druckprobe wurden die Drücke an je drei Manometern abgelesen; in Abbildung 5 sind jeweilen die erreichten Drücke eingetragen (in m Wassersäule). Das Manometer a gibt den Druck an, der maximal bei Knickpunkt 37, also auf Kote 621,30, jeweilen erreicht wurde, das Manometer b denjenigen Druck, der unterhalb des oberen Abschlusses der betreffenden Zone maximal erreicht wurde (gleich ungefähr dem anderthalbischen statischen Druck an dieser Stelle) und das Manometer c den Druck, der oberhalb des betreffenden oberen Abschlusses (gleich ungefähr der Hälfte des statischen Druckes an dieser Stelle) durch entsprechendes Füllen der Leitung erzeugt wurde, um in dieser Weise durch den von oben erzielten Gegendruck die Fundamente teilweise zu entlasten. Rechts der Leitung, neben der Bezeichnung des betreffenden Knickpunktes, ist zum Vergleich der normale statische Druck an der betreffenden Stelle angegeben. Wie aus den angegebenen Zahlen ersichtlich, betrug überall der Probedruck 150% des normalen, mit Ausnahme von Punkt 32, wo er 60% betrug, da vorgeschrieben war, dass er in der Verteilleitung, also im unteren Teil der betreffenden Sektion, 150% betragen müsse. Die Dauer der jeweiligen Druckproben betrug im Mittel 30 Minuten.

Es wurden die Rohrleitungen I und II abgedrückt. Rohrleitung I war vollkommen dicht.

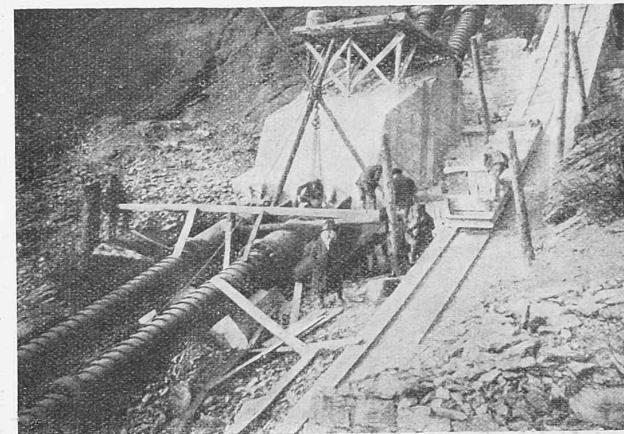


Abb. 2. Fixpunkt mit bandagierten Rohren und Verankerung.

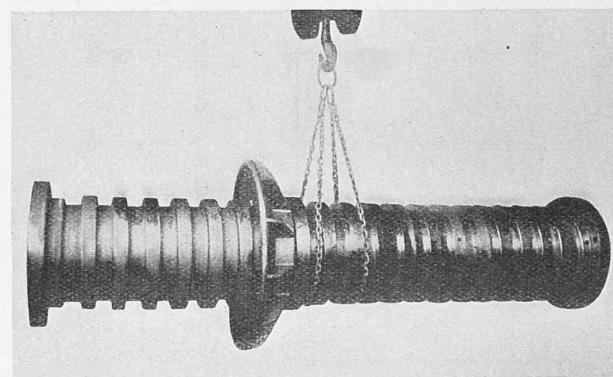


Abb. 3. Bandagiertes Rohr mit Verankerungsring (vergl. Abb. 2).

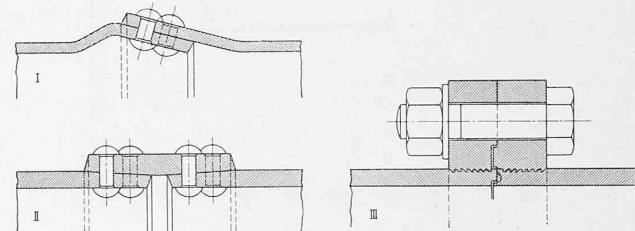


Abb. 4. Muffen-, Laschen- und Flanschenverbindungen der Rohrleitung.

Bei diesen Rohrleitungen war zum Teil eine Anordnung der Rundgummipackung vorgesehen, bei der der Gummi von innen eingelegt wird und erst durch den Druck dichtet. Diese Anordnung war nicht einwandfrei. Bei Rohrleitungen mit hohen Drücken darf eine derartige Anordnung nur als Reserve dienen, eventuell dort, wo Flanschen einbetoniert sind, sonst sollte immer die Packungsanordnung gemäss Abb. 4 III zur Anwendung gelangen. Das Einzige, was man hierbei bemängeln könnte, wäre die Tatsache, dass eine Erneuerung der Packung mit Schwierigkeiten verbunden ist. Die Erfahrungen zeigen indessen, dass derartige Flanschen bereits 10 bis 15 Jahre, auch in der Schweiz in grösserer Anzahl, bestehen, ohne dass jemals eine Erneuerung der Packung erforderlich gewesen wäre.

Die genieteten Laschenverbindungen, die bei diesen Leitungen im grossen Umfange vorgesehen sind, haben das beste Resultat gezeigt und können bis zu einem Betriebsdruck von 800 bis 1000 m einwandfrei verwendet werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Rohrenden sowohl wie die Laschenringe sauber konisch in der Werkstatt gedreht und sorgfältig zusammenzupassen sind, wie es zur Erreichung der völligen Dichtheit erforderlich ist. Es stellt diese Verbindung ohne Zweifel für Hochdruckleitungen die richtige Verbindung dar, die jeweilen immer bei grösseren Wandstärken Verwendung finden sollte, wo nicht wegen Anschluss an Krümmer, Schieber oder Formstücke unbedingt Flanschen erforderlich sind.

Th. Heyerdahl.

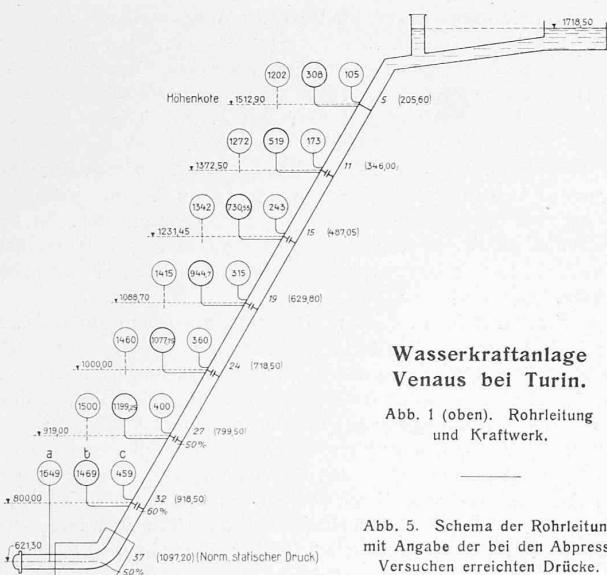
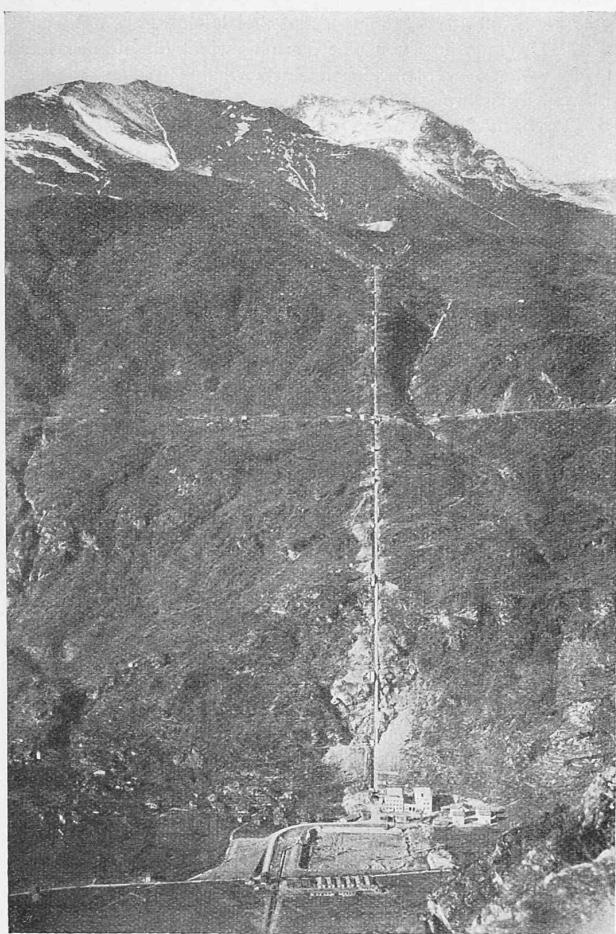


Abb. 1 (oben). Rohrleitung und Kraftwerk.

Abb. 5. Schema der Rohrleitung mit Angabe der bei den Abpress-Versuchen erreichten Drücke.

Die Elektrifizierung der Oesterreichischen Bundesbahnen bis zu Beginn des Jahres 1924.

Am 22. Juli 1923 nahmen die Oesterreichischen Bundesbahnen auf dem ersten Teilstück der Arlberg-Linie, Innsbruck-Pfaffenhofen, den elektrischen Betrieb auf¹⁾, um ihn Ende 1923 bis Landeck auszudehnen. Seit dem 24. Juli dieses Jahres wird auch die Salzkammergut-Linie Steinach-Buchheim elektrisch betrieben. Trotzdem das neue Oesterreich die Geldmittel für eine derartig umfangreiche Neuerung recht schwer beschaffen kann, hat der grosse Aufwand für aus-

¹⁾ Vergl. Band 82, Seite 67 (4. August 1923).

ländische Kohle zur Ausnützung der reichen Wasserkräfte des Landes geführt und damit einen neuen Festpunkt für die Einphasen-Traktion in Europa geschaffen. Die Stromversorgung der Strecken westlich von Innsbruck, hauptsächlich also der Arlberglinie, erfolgt durch das bei Unter-Schönberg (Tirol) gelegene Ruetzwerk (etwa 39 Mill. kWh jährl.) und das Spullerseewerk (rd. 25 Mill. kWh jährl.) bei Danöfen (Vorarlberg); dieses letzte ist ein reines Speicher- und Spitzenkraftwerk. Im Ruetzwerk, das 1912 zum Betriebe der Mittenwaldbahn eröffnet wurde, kam zu den zwei schon bestehenden 4000 PS-Maschinensätzen ein drittes von 8000 PS zur Aufstellung, wofür, neben Erweiterungen des Wasserschlusses, eine neue Rohrleitung verlegt wurde. Das Spullerseewerk, das gegenwärtig seiner Vollendung entgegengesetzt, wird im vollen Ausbau sechs Maschinensätze zu je 8000 PS enthalten, wovon einstweilen erst drei zur Aufstellung kommen. Der wasserbauliche Teil dieser Anlage weist grosse Ähnlichkeit mit dem Ritomwerk auf, indem das ausgenützte Gefälle, wie dort, rund 800 m und der Wasserdurchmesser im 1850 m langen Zuleitungstollen etwa 50 m betragen²⁾. Bezüglich dieses Stollens waren ähnliche Probleme zu lösen, wie beim Ritomstollen. Auf Grund zahlreicher Gutachten und Dichtungsversuche, vor allem aber gestützt auf die Erfahrungen am Ritomstollen, kam die Bauleitung zum Entschluss, das Druckstollensystem aufzugeben und die Wasserführung vom Stausee zur Druckrohrleitung in ein Eisenblechrohr von 1400 mm Weite im begehbarer Stollen zu verlegen. Die Turbinen, für die je ein Rohrstrang vorgesehen ist, sind Freistrahlturbinen von 1 m³/sek Schluckfähigkeit, einem Strahlkreisdurchmesser von 3,25 m und einer Gegendüse zur raschen Stillegung. Zur bequemen Drehzahlregelung für das Parallelschalten der Generatoren werden die Turbinenregulatoren elektrisch fernbetätigt. Die Einphasen-Wechselstrom-Generatoren sind vollständig gekapselt, selbstventilierend und arbeiten mit 6000 Volt Spannung, 16^{2/3} Perioden, 333 Uml/min über je einen Transformator auf das 50000 Volt Doppelsammelschienen-System. Insgesamt dienen sechs Unterwerke der Stromversorgung der Arlberglinie. Viele Schwierigkeiten verursachte die Verbindungsleitung der beiden Kraftwerke, die, auf Grund der ungünstigen Erfahrungen der S. B. B. mit den Gotthardkabeln, als Freileitung über den Arlberg geführt wurde. Um Lawinenfreien, sicheren Uebergang zu erreichen, mussten, trotzdem im Interesse der Billigkeit eine Verlegung der vorgesehenen Gittermastenleitung mit Hänge-Isolatoren in der Nähe der Pastrasse (Arlbergpass 1802 m) wünschenswert erschien, die sogenannten Brunnenköpfe in einer Höhe von 2019 m überquert werden. Die grösste Spannweite der zwei Kupferbronzeseile von je 95 mm² Querschnitt beträgt 226 m. Ueber die Mastspitzen ist ein verzinktes Stahl-Erdseil von 50 mm² Querschnitt gezogen.

Die Stromversorgung der in Aussicht genommenen Bahnstrecken östlich Innsbruck werden einstweilen zwei im Bau befindliche Kraftwerke übernehmen, eines im Stubachtale und eines an der Mallnitz bei Oberwölz, die sich ähnlich ergänzen und gekuppelt sind, wie Ruetz- und Spullerseewerk. Das Stubachwerk zwischen Tauernmoosboden und Enzingerboden ist ein ausgesprochenes Speicher- und Spitzenwerk, das einen Stausee von 14 Mill. m³ über ein Gefälle von rund 510 m in sechs Maschinensätzen (erster Ausbau drei) zu je 8000 PS ausnützt. Im Mallnitzwerk, eine Hochdruckanlage mit 300 m Nutzgefälle, sollen vier Maschinensätze zu je 5000 PS Aufstellung finden. Außerdem beteiligen sich die Oesterreichischen Bundesbahnen an dem von der Stadt Innsbruck zu erstellenden Achenseewerk, das zusammen mit den beiden erstgenannten über acht Unterwerke die östlich Innsbruck verlaufenden Bahnlinien speisen wird. Alle diese Werke liegen weit ab von den Verkehrswegen, die Bauplätze mussten erst mühsam zugänglich gemacht werden und die Betriebsaufnahme wird wohl noch einige Zeit auf sich warten lassen. — Zur Versorgung der Salzkammergut-Bahnen haben die Oesterreichischen Bundesbahnen in dem privaten Lichtkraftwerk Steeg zwei Turbinensätze zu je 4800 PS aufgestellt.

Die Fahrleitung, in gewöhnlicher Vielfachaufhängung mit einem Tragseil ausgeführt, hängt zum Teil an Eisenfachwerkern, zum Teil an Holzmasten. In den Tunneln erschwert das oft knappe Profil die Verlegung des Fahrdrähtes. Die Eisenteile des Aufhängegestänges für Tunnel sind nach dem Schoop'schen Verfahren verzinkt und darüber verbleit. Alle nicht dem Lokalverkehr dienenden Schwachstromleitungen werden möglichst weit vom Bahnkörper neu-

²⁾ Vergl. nähere Angaben in der Notiz „Anstich des Spullersees“ in Band 76, Seite 7 (3. Juli 1920).