

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 79/80 (1922)
Heft: 24

Artikel: Die Wasserkraftanlage Fully: einstufig Hochdruckanlage mit 1650 m Gefälle
Autor: Chenaud, H. / Dubois, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38184>

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: 16.05.2025

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

Die Wasserkraftanlage Fully.

Einstufige Hochdruckanlage mit 1650 m Gefälle.

Von Ing. H. Chenaud und Ing. L. Dubois, Lausanne

(Fortsetzung von Seite 261.)

In Abbildung 18 sind die Profile der Druckleitung im Stollen und im Einschnitt wiedergegeben. Der Stollen musste breit genug erstellt werden, um auch für die der Leitung entlang führende Montageseilbahn genügend Raum zu bieten.

Die Gesamtlänge der Druckleitung beträgt 4625,5 m. In ihrem oberen Teil hat sie auf 2278 m Länge eine lichte Weite von 600 mm; der untere, 2347,5 m lange Teil hat einen lichten Rohrdurchmesser von 500 mm. Die 600 mm-Rohre sind geschweisste Rohre mit 6 bis 20 mm Wandstärke und 12 m Länge; sie sind für den Teil der Leitung

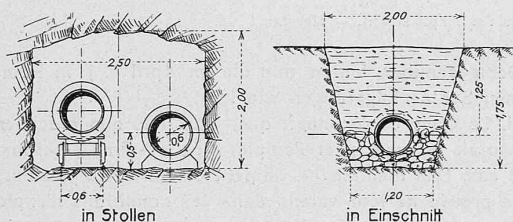


Abb. 18. Querschnitte der Druckleitung. — Masstab 1 : 100.

in Anwendung gekommen, in dem der Betriebsdruck 60 at nicht übersteigt. Das leichteste dieser Rohre wiegt 1300 kg, das schwerste 4075 kg. In der unteren Strecke, mit 500 mm Rohrdurchmesser, sind bis 122 at Betriebsdruck ebenfalls geschweisste Rohre verwendet worden, und zwar von 17 bis 34 mm Wandstärke und 12 m, bzw. 8 m Länge. Das Gewicht eines 12 m langen und 17 mm starken Rohrs beträgt 2940 kg, jenes eines 8 m langen Rohrs von 34 mm Wandstärke 4055 kg. In der untersten Strecke der Leitung, von Punkt B des Längenprofils bis zur Zentrale, wo der Betriebsdruck von 122 auf 165 at ansteigt, gelangten nach dem Erhardt'schen Verfahren hergestellte nahtlose Rohre zur Verwendung. Sie weisen 31 bis 41 mm Wandstärke und 7,5 bis 6,0 m Länge auf. Ein 7,5 m langes Rohr von 31 mm Stärke wiegt 3510 kg, ein 6 m langes von 41 mm Wandstärke 3820 kg. Das Erhardt'sche Verfahren wurde hier zum erstenmal für eine Druckleitung von solchem Durchmesser angewandt. — Der maximalen Rohrwandstärke von 41 mm der nahtlosen Rohre entspricht eine Querbeanspruchung des Metalls von 1000 kg/cm². Die geschweissten Rohre dagegen sind für eine Spannung von 900 kg/cm² berechnet.

Die Frage der Flanschen und Verbindungsbolzen bildete den Gegenstand besonders eingehender Studien. In Abb. 19, die die Verbindung in einem Leitungsknie zeigt, ist die Ausbildung der Rohrköpfe mit Vor- bzw. Rücksprung ersichtlich. An dem mit Vorsprung versehenen Rohrende ist eine Rille mit dreieckförmigem Querschnitt eingedreht, in die zur Dichtung eine Rundgummischnur von 10 mm Durchmesser gelegt ist. Bei der Montage wurde darauf geachtet, dass die Rohrenden mit Vorsprung nach oben zu liegen kamen, was das Einsetzen dieser Schnur bedeutend erleichterte. Die Verbindung der Rohre erfolgte mittels loser Flanschen von 15 verschiedenen Abmessungen. Im unteren Teil der Leitung sind dabei Verbindungsbolzen aus Nickelstahl für eine zulässige Spannung von 1100 kg/cm² zur Verwendung gekommen. Mit solchen Bolzen vorgenommene Versuche ergaben als Elastizitätsgrenze 3600 bis 4200 kg/cm², als Bruchfestigkeit 5600 bis 6200 kg/cm², als Dehnung auf 100 mm 28 bis 34 %, als Einschnürung 48 bis 52 %. Um durch das Gewinde den Bolzendurchmesser möglichst wenig zu schwächen, wurden die Bolzen mit Gasgewinde statt wie gewohnt mit Withworth-Gewinde versehen. Auch die Muttern haben nicht die normalen Abmessungen, sondern kleineren Durch-

messer und grössere Höhe als üblich. Mit normalen Muttern wäre nämlich der Zwischenraum zwischen denselben zu klein ausgefallen, sodass deren Anziehen mit Schwierigkeiten verbunden gewesen wäre. Die Auflageflächen der Muttern und Bolzenköpfe sind gedreht.

Auf der ganzen Länge der Druckleitung sind nur gerade Rohrstücke zur Verwendung gelangt. Die Ausbildung der Leitungsknie erfolgte in der seinerzeit schon beim Kraftwerk Ackersand hier beschriebenen Weise (vergl. Band LIV, S. 269, 6. November 1909) durch Zwischenlegen von zwei Keilringen, wie dies in Abbildung 19 gezeigt ist. Mittels zweier solcher Ringe kann durch deren Drehung gegeneinander und den Rohren gegenüber jeder beliebige Axwinkel zwischen 0 und 10° erzielt werden. Mit 12 m langen Rohren kann auf diese Weise sowohl für horizontale Richtungswechsel als für Gefällsbrüche jede beliebige Krümmung bis zu einem Minimalradius von 120 m erreicht werden. Diese Ringe stellen somit einen sehr wertvollen Montage-Bestandteil dar, der gestattet, mit der Leitung gewissermassen allen Unebenheiten des Geländes zu folgen. Ihre Anwendung hat die Montage-Arbeiten sehr erleichtert und in namhafter Weise zum raschen Legen der Leitung beigetragen. Im Mittel wurden auf den laufenden km 32 Paar derartiger Ringe eingesetzt. Da die Verbindungen auf der ganzen Länge der Leitung in gleicher Weise ausgeführt sind, genügten zwei Typen solcher Ringe, der eine für 500 mm, der andere für 600 mm Leitungsdurchmesser. An den Stellen, an denen Zwischenringe eingesetzt sind, wurden statt Kopfbolzen solche mit beidseitigem Gewinde verwendet und zur Vermeidung einer Deformation der Bolzen infolge der nicht parallelen Flansche unter den Muttern sphärisch ausgebildete Unterlagscheiben gelegt.

Die Verbindung der beiden Teilstücke der Druckleitung im Punkte B erfolgt mittels des in Abb. 20 (S. 268) dargestellten Schluss-Stückes, dessen Länge mittels Schrauben zwischen 1850 und 2350 mm regulierbar und somit

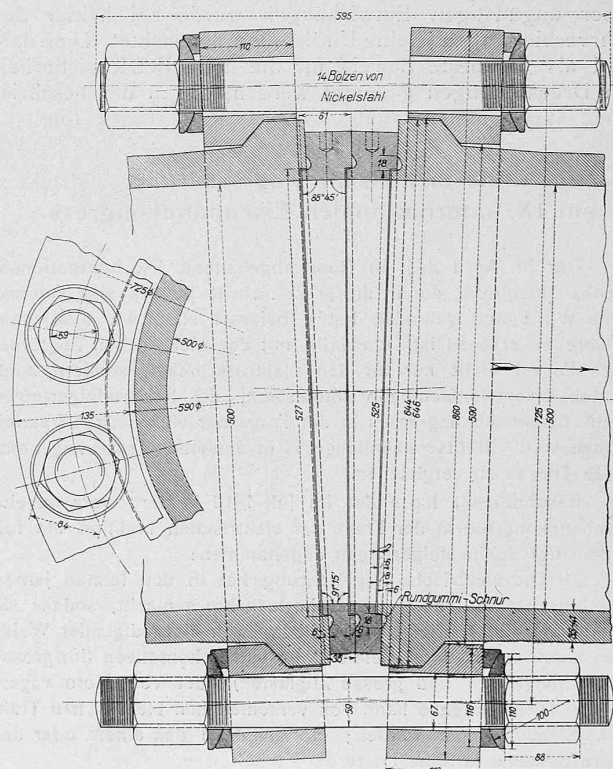


Abb. 19. Längsschnitt durch eine Rohrverbindung in einem Leitungsknie, 1 : 8.

genau auf die erforderliche Länge eingestellt werden konnte. Nötigenfalls hätte durch Abschneiden des inneren Rohres R die Länge des Einpass-Stückes noch bis auf 1300 mm verkürzt werden können. Es sei ausdrücklich hervorgehoben, dass dieses Teleskoprohr kein Expansion-

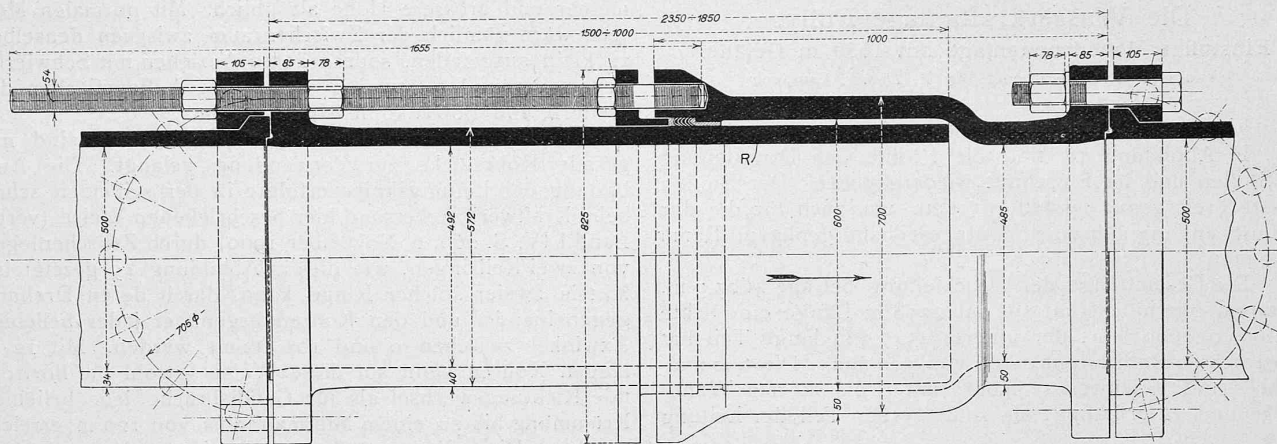


Abb. 20. Einstellbares Schlussstück der Druckleitung unterhalb des Fixpunktes B. — Masstab 1: 15.

Stück darstellt, da dessen Länge, ein für allemal eingestellt, unveränderlich bleibt.

Abbildung 21 zeigt ein Bild der Druckleitung während des Baues. Sämtliche Montage-Arbeiten der Druckleitung wurden in Regie ausgeführt. Im untern Teil wurden dabei im Mittel täglich zwei bis drei Rohre, im oberen, wo die Rohre leichter sind, vier bis fünf gelegt.

Mit Bezug auf den Sicherheitsgrad, den eine derartige eingedeckte Druckleitung aufweist, erscheint es uns der Erwähnung wert, dass die Leitung des Fully-Werks während der Jahre 1916 bis 1919 ausser dem regelmässigen Betrieb der hydro elektrischen Anlage eine ansehnliche Stanzwerkstätte mit zwölf grossen, direkt an die Druckleitung angeschlossenen hydraulischen Pressen zu speisen hatte. Diese Pressen mit ihren plötzlichen Belastungsänderungen verursachten in der Druckleitung einen viel bewegteren Betrieb als der normale Turbinenbetrieb. Trotz dieser ungünstigen Einwirkungen wurde bei keiner der Rohrverbindungen je eine Undichtheit beobachtet. Dies darf wohl als der beste Beweis für die hohe Betriebsicherheit von Druckleitungen gedeutet werden, die in der beschriebenen Weise erstellt sind. (Forts. folgt.)

Die elektrische Zugförderung am IX. internationalen Eisenbahnkongress.

Der im April d. J. in Rom abgehaltene IX. internationale Eisenbahnkongress, der in dieser Zeitschrift bereits eine summarische Würdigung gefunden hat¹⁾, befasste sich, wie aus jenem Berichte zu ersehen ist, ebenfalls mit der elektrischen Zugförderung. Es ist nicht nur für den Elektrotechniker, sondern auch für den Eisenbahnfachmann interessant, die Schlussfolgerungen des IX. Eisenbahnkongresses in der Frage der elektrischen Traction mit den vom VIII. Eisenbahnkongress in derselben Frage angenommenen Thesen zu vergleichen.

Bekanntlich²⁾ hatte der im Juli 1910 in Bern versammelte Eisenbahnkongress in der Frage der elektrischen Traction die folgenden drei Schlussfolgerungen angenommen:

„1. Die elektrische Zugförderung hat in den letzten Jahren in technischer Beziehung grosse Fortschritte gemacht, sodass sie die Aufgabe des Betriebs von Vollbahnen in befriedigender Weise lösen kann, sei es durch Verwendung von Lokomotiven (für grosse Geschwindigkeiten und grosse Zuglasten) oder von Motorwagen.

2. Diese Aufgabe kann von verschiedenen elektrischen Tractionssystemen gelöst werden; die Annahme des einen oder des andern Systems ist eine Frage der Verhältnisse.

3. Der Kongress ladet diejenigen Bahnverwaltungen, die die Einführung des elektrischen Betriebes auf ihren Linien beabsichtigen, ein, sich gegenseitig ins Einvernehmen zu setzen, um den Uebergang des Rollmaterials auf den Gemeinschaftsbahnhöfen soviel als möglich zu erleichtern.“

¹⁾ Seite 297 von Band LXXIX (am 17. Juni 1922).

²⁾ Seite 52 von Band LVI (am 23. Juli 1910).

Demgegenüber lauten nun die im April d. J. in Rom angenommenen Schlussfolgerungen wie folgt¹⁾:

„I. Le Congrès reconnaît que, pas plus que précédemment, on ne saurait recommander l'emploi d'un système déterminé dans tous les cas. Dès maintenant, on peut choisir entre plusieurs ayant donné la preuve de leur valeur dans les conditions d'exploitation les plus compliquées. On doit reconnaître cependant qu'ils sont encore susceptibles de grands perfectionnements ultérieurs.

II. Le Congrès est d'accord sur l'inutilité de la standardisation de la nature du courant dans le fil de contact, vu la facilité de changement de locomotives aux frontières des différents pays.

III. Il est désirable de définir et d'unifier le mode d'enregistrement et de présentation de renseignements d'ordre technique et économique concernant la traction électrique; la section propose de faire examiner cette question par une commission spéciale de l'Association internationale des Chemins de fer. Cette commission indiquerait quelles sont la nature et la définition précises des renseignements relatifs à chaque élément d'une installation de traction électrique propres à les rendre absolument comparables.“

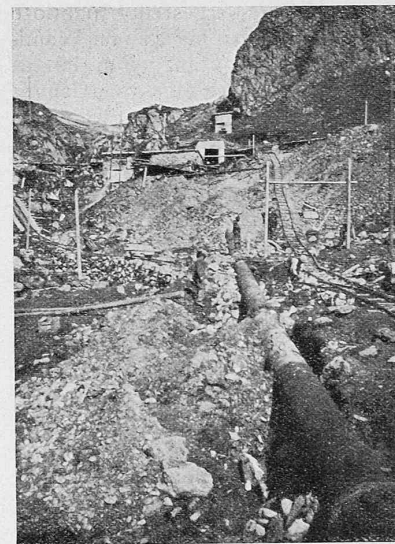


Abb. 21. Die Druckleitung Fully im Bau.

Der Vergleich der Schlussfolgerungen von 1910 und von 1922 ergibt deren Uebereinstimmung im Verzicht auf die Empfehlung irgend einer bestimmten Stromart für den elektrischen Bahnbetrieb. Diese, die Uebernahme einer grösseren moralischen Verantwortlichkeit umgehende Stellungnahme gehört durchaus zur Tradition grosser Kongresse; sie ist in technischen Dingen wohl am allerwenigsten tadelnswert. Interessanter scheint uns der Vergleich der beiden Schlussfolgerungen in den voneinander abweichenden Punkten, wobei Punkt 3 von 1919 und Punkt t von 1922 in Betracht fallen. In Punkt 3 von 1910 wurde ein Anlauf unternommen, das Postulat der technischen Einheit im Eisenbahnwesen wenigstens für Gemeinschaftsbahnhöfe auf die elektrischen Installationen der Zugförderung auszudehnen, während durch Punkt II von 1922 gerade die wichtigsten elektrischen Daten, Stromart und Spannung der Fahrleitung, nicht nur nicht normiert, sondern geradezu für eine Normierung als durchaus unnötige Objekte hingestellt werden. Hier hätten wir anstelle der rein negativen Schlussfolge-

¹⁾ Da der Kongress keine offizielle Formulierung in deutscher Sprache feststellte, geben wir die „Schlussfolgerungen“ im offiziellen französischen Wortlaut.