

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	107/108 (1936)
<b>Heft:</b>	14
<b>Artikel:</b>	Italienische Messungen über Druckverluste in Druckrohren, Stollen und Kanälen
<b>Autor:</b>	Jaeger, Charles
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-48383">https://doi.org/10.5169/seals-48383</a>

### **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:** 18.02.2026

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

gesamter Holzaufwand beträgt 550 m<sup>3</sup>, der Kranzabstand 1,30 m, die Marciavanti sind 5 cm stark, die Rundholzstempel haben 24/28 cm Durchmesser. Der Aushub des Schlitzes wurde den ganzen Winter 1935/36 über fortgesetzt, wobei ein Schutzdach (auf Abb. 5 sichtbar) gute Dienste leistete. Mit dem Einbau des Lehmkerne konnte man Anfang August beginnen und erzielte seither sehr gute Fortschritte, indem eben die Standfestigkeit des Schuttens den Ausbau der Zimmerung ausserordentlich erleichtert. Das Hauptbedenken gegen den Lehmkerne, die Gefahr seiner Ausquetschung durch den Erddruck, ist aus dem gleichen Grunde dahingefallen. Die Diskussion dieser technischen Fragen in der unsachverständigen Oeffentlichkeit ist denn auch ziemlich verstimmt, besonders seit Dr. H. E. Grüner (Basel) als Experte von Bund und Kanton im Juli die Erklärung abgegeben hat, dass er die vorgesehene Konstruktion des Staudamms und den Einbau des Lehmkerne, nach Projekt von Ing. A. Biveroni und wie vom Eidg. Oberbauinspektorat genehmigt, ebenfalls in allen Teilen gutheisse und sich damit in Uebereinstimmung mit Prof. Dr. E. Meyer-Peter vom Erdbau-technischen Laboratorium der E. T. H. wisse.

Zur Ausbildung des Dammes selbst ist auf Abb. 1 zu verweisen, aus der hervorgeht, dass der ideale Querschnitt von Abbildung 7, Bd. 107, Seite 79 abgeändert worden ist. Der reine, völlig durchlässige Kies steht nämlich nicht allzu reichlich zur Verfügung, sondern muss auf einer eigens gebauten Strasse von einer etwa 800 m entfernten und 70 m überhöhten Halde geholt werden. Man ermässigte deshalb die von diesem Material benötigte Gesamtkubatur auf 35 000 m<sup>3</sup> durch die gezeigte Anordnung. Um dabei keine gefährlichen Wasserstauungen im Dammkörper luftseits des Lehmkerne befürchten zu müssen, ist die in Abb. 4 sichtbare Entwässerungsleitung samt einem grossen Netz von Zuleitungen erstellt worden. Abb. 7 zeigt den Bau des luftseitigen Dammteiles: der Lastwagen fährt zur Schüttung von lehmigem Kies, der von der 2,5 t schweren Stampfplatte (am Raupenkran links) verdichtet wird. Aus Abb. 8 und 11 geht hervor, dass Ende August auf der Wasserseite des Kernes noch keine Damschüttung aufgebracht war. Heute sind total 25 000 m<sup>3</sup> geschüttet.

Der Schlitz für das Einbinden des Lehmkerne, der durch 5 bis 10 m mächtige Moräne und rd. 3 m tief in den Valangienkalk des Untergrundes reicht, ist auf Abb. 5 bis 8 ersichtlich. Zwei verschiedene Baustadien des Schlitzgrundes im Fels lassen sich in Abb. 9 und 10 vergleichen: links vor, rechts nach dem Aufbringen des Gunitüberzuges. Gleich behandelt wurden auch der Einbund des Lehmkerne unter der Schutthalde (Abb. 6) und in die linksufrige Felswand. Im besondern zeigt Abb. 6 noch das Entwässerungsrohr, das in der von rechts nach links rund 9% fallenden Schlitzsohle verlegt wurde, und in welches alle an der seeseitigen Wand des Schlitzes gefassten Wasseraustritte eingeführt sind. Eine ähnliche Entwässerung ist auch talseitig verlegt.

Die Injektionsarbeiten (Rodio-Greuter) zur Herstellung einer dichten Schürze im Fels unter dem Kern haben bis heute 145 t Zement in Anspruch genommen; sie sind noch nicht abgeschlossen. Ebenso ist man noch mit dem Ausräumen und nachherigen Ausfüllen der beiden Verwerfungen an der rechten Flanke des Staubeckens beschäftigt, deren eine bis etwa 1460 m ü. M. hinunterreicht.

Beachtung verdient noch die gute Qualität des verwendeten Lehmes, der etwa 500 m hinter der Dammbaustelle im ebenen Talboden abgestochen und in Rollwagen transportiert wird (Abb. 9). Er ist von bräunlicher Farbe und soll entstanden sein aus Sedimentation der vom darüber stehenden Gebirgsstock herabgekommenen Verwitterungsprodukte (Valangienmergel). Damit der Lehm einerseits grösere Schubfestigkeit, anderseits geringeres Setzmass aufweise, wird er in einem vom ziegletechnischen Bureau Hans v. Gunten (Bern) eigens konstruierten Mischer so mit Kies von der Korngrösse 20 bis 50 mm durchmischt, dass auf zwei Raumteile Lehm ein Raumteil Kies kommt. Es wird nur im Felschlitz reiner Lehm, darüber überall diese Mischung eingebracht. Gesamtvolume des Lehmkerne 21 000 m<sup>3</sup>, wovon heute 1/3 eingebracht ist.

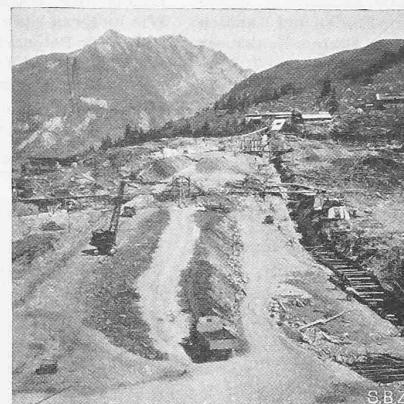


Abb. 7 u. 8. Blick über die Dammbaustelle vom linken gegen den rechten Talhang (Aug. 36).

Schliesslich ist unserem mehrfach erwähnten ersten Bericht vom Februar d. J. nachzutragen, dass mit der örtlichen Bauleitung Ing. H. F. Kocher-Preiswerk (Basel-Riehen) betraut worden ist, dessen erfahrener Leitung die A.-G. Baugeschäft Root als Hauptunternehmer untersteht.

### Italienische Messungen über Druckverluste in Druckröhren, Stollen und Kanälen

Nach mehrjähriger Arbeit ist der von Prof. Giulio de Marchi bearbeitete Gesamtbericht der italienischen Kommission für Druckverluste in Druckleitungen und offenen Kanälen<sup>1)</sup> erschienen. Vor einem Jahr hatten wir Gelegenheit gehabt, den Sonderbericht von Prof. M. Marchetti, in dem ein reichhaltiges Material gesammelt ist, hier zu besprechen (Bd. 105, Seite 163, 6. April 1935). Im Hauptbericht werden nun die in 34 Druckleitungen, 11 Druckstollen und 23 offenen Kanälen gemessenen Reibungsverluste bearbeitet. Dieses umfangreiche Material — wohl das umfangreichste, das je zusammengebracht wurde — behandelt Prof. de Marchi systematisch, indem alle Messergebnisse in Funktion der Reynolds'schen Zahl  $Re$ , und im Vergleich mit der Kurve von Nikuradse für glatte Röhren aufgetragen werden. Die Hauptergebnisse dieser umfangreichen Schrift werden jeden Praktiker interessieren.

Glatte Betonröhren mit glattem Anstrich lassen sich nicht nach der Formel von Gauckler-Strickler berechnen, sondern nach der Formel von Nikuradse für glatte Röhren

$$1000 \lambda = 0,4 + 27,6 Re^{-0,237}$$

in der  $\lambda$  die Widerstandszahl für glatte Röhren darstellt. Die selbe Formel lässt sich auch schreiben

<sup>1)</sup> Gesamtbericht der italienischen Kommission für Druckverluste in Druckröhren, Stollen und Kanälen. Von Prof. Giulio de Marchi (italienisch). 34 Seiten, 16 Abb. Mailand 1936, Sonderdruck der «Energia Elettrica», August-Nummer.



Abb. 5. Linksufriger Schutthang mit Schlitz und Einbau.

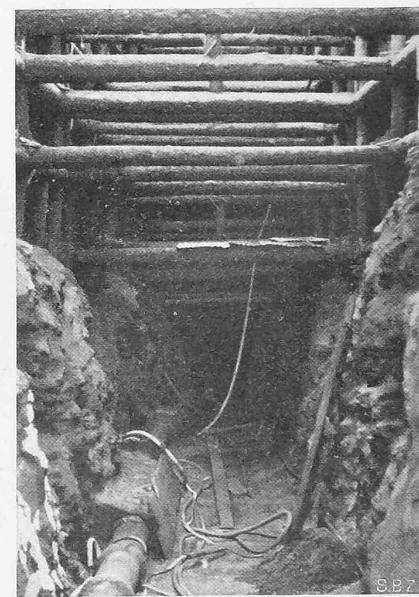


Abb. 6. Einzelheit davon.

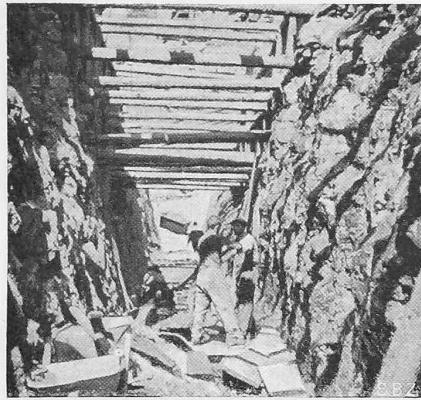


Abb. 9 und 10. Schlitz für das Einbinden des Lehmkerne unter dem geschütteten Damm.

$$1000 J = 0,163 \cdot \frac{v^2}{D} + 0,45 \frac{v^{1,763}}{D^{1,237}}$$

Betonstollen mit rauen Wandungen berechnen sich nach Strickler, wobei  $k = 72$  bis 85 gesetzt werden kann, je nach der Beschaffenheit der Oberfläche des Betons.

Eiserne Röhren können in zwei grosse Gruppen unterteilt werden. Zu der ersten Gruppe, der 45 bis 50 % der gemessenen Leitungen angehörten, waren sowohl geschweißte als auch genietete Röhren zu zählen. In diesen Röhren gehorcht die Geschwindigkeit der Formel von Strickler. In der anderen Gruppe, der ebenfalls sowohl geschweißte als genietete Röhren angehörten, ist folgende Formel gültig:

$$V = 1,1 k \left( \frac{D}{4} \right)^{0,685} J^{0,514}$$

Die Kommission konnte *nicht* feststellen, weswegen die gemessenen Röhren eher zu der einen als zu der andern Gruppe gehörten.

Die Kommission gibt für den Wert der Koeffizienten  $k$  von Gauckler-Strickler folgende Angaben:

1. Geschweißte Röhren mit konischer Verbindung oder mit anderen guten Verbindungen; in Längs- und Querrichtung überlappt genietete Röhren, mit einer einzigen Nietreihe und Blechdicken von weniger als 8 mm; in allen Fällen innen gut gestrichen:  $k = 88$  bis 92.

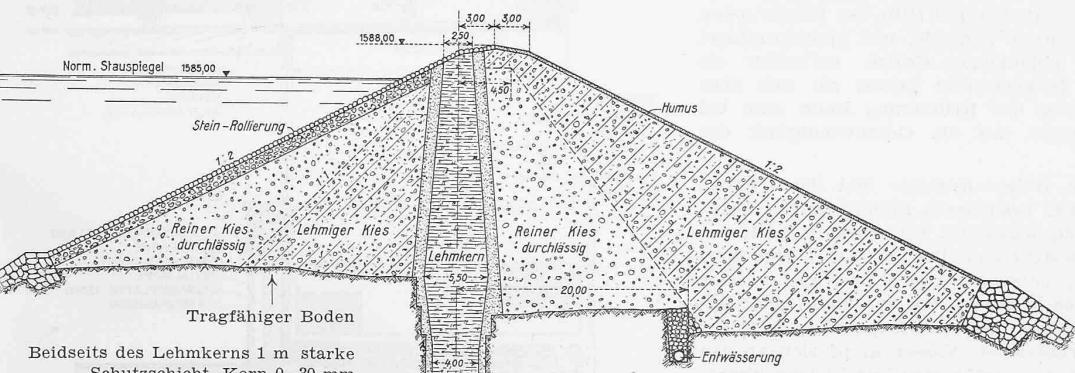


Abb. 4. Grösster Ausführungsquerschnitt des Bannalp-Staudamms. — Masstab 1:600.



Abb. 11. Wassersitiger Dammfuss, gegen linke Talflanke gesehen.

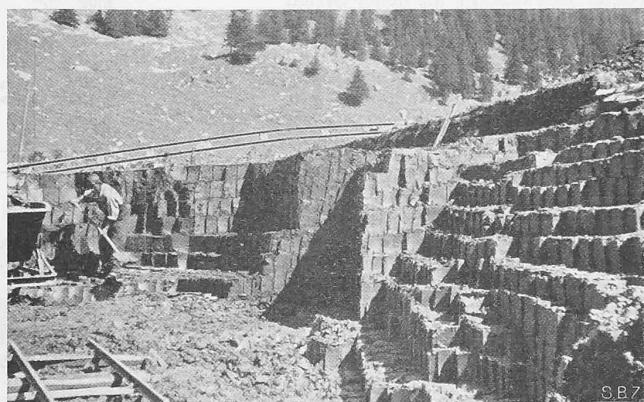


Abb. 12. Lehmausbeutung.

2. Geschweißte Röhren mit einfacher Nietung und genietete Röhren mit einfacher überlappter Quervernietung und Blechdicken von 10 bis 20 mm, seit drei Jahren in Betrieb; geschweißte Röhren mit doppelter Quervernietung, oder Flanschen- bzw. Laschenverbindung, gut bearbeitete innere Flächen:  $k = 81$  bis 85.

3. Geschweißte Röhren mit doppelter Quervernietung; überlappt genietete Röhren mit einfacher oder doppelter Quervernietung, doppelter Längsnah und starken Blechdicken; in allen Fällen innen seit weniger als drei Jahren gestrichen, oder nicht gestrichen aber ohne Bekrustung, bzw. Unebenheiten:  $k = 77$  bis 81.

4. Geschweißte Röhren mit doppelter Quervernietung, verrostet und seit längerer Zeit in Betrieb; überlappt genietete Röhren, mit einfacher Quervernietung und 4 bis 6 Nietreihen in der Längsrichtung, ohne innern Anstrich aber auch ohne Bekrustung noch Unebenheiten:  $k = \text{rd. } 70$ .

5. Ueberlappt geschweißte Röhren mit vier Nietreihen in der Querrichtung und sechs Nietreihen in der Längsrichtung, innerer Verlaschung in der Längsrichtung, normal bearbeitete Blechfläche; in der Querrichtung überlappt genietete Röhren mit einer oder doppelter Nietreihe, in der Längsrichtung geschweisst, Länge der Röhren kleiner als 3 m, oder auch doppelte Nietreihe, schlecht bearbeitet; auch sehr alte Röhren:  $k = 60$  bis 64.

6. Offene glatte Betonkanäle können nicht nach der Formel von Strickler berechnet werden, sondern gehorchen dem Gesetze der glatten Röhren Nikuradse, wobei aber der Rauhigkeitskoeffizient zu  $\frac{8}{10}$  bis  $\frac{9}{10}$  des entsprechenden Wertes (bei gleicher Reynolds'scher Zahl  $Re$ ) bei Betonröhren angesetzt werden muss. In grossen Betonkanälen mit rauher Oberfläche ist  $k = 56$ ; ist die Betonoberfläche verwittert oder mit Pflanzen bedeckt, so ist  $k = 47$  bis 52. Bei sehr kleinen Geschwindigkeiten wurden sehr hohe Beiwerte  $\gamma$  (nach Bazin) bis  $\gamma = 18$  (statt 1,70 bis 2,30) festgestellt.

Dr. Charles Jaeger.

## Probleme der Kernphysik und der Ultrastrahlung

Physikalische Vortagswoche an der E.T.H. 1936

Von Dr. A. STÄGER, Physiker, Zürich

Seit einigen Jahren veranstaltet Prof. Dr. P. Scherrer, der Leiter des Physikalischen Instituts der E.T.H., gegen Ende des Sommersemesters Vortags- und Diskussionstagungen, an denen

führende Physiker des In- und Auslandes ihre neuesten Forschungsergebnisse mitteilen. Die diesjährige Veranstaltung stand im Zeichen des Atomkerns und der kosmischen oder Ultrastrahlung. Es ist nicht Zufall, dass der unvorstellbar kleine Kern des Atoms und die den ganzen Weltenraum durchflutende Ultrastrahlung zugleich Gegenstand der Erörterung und lebhafter Diskussionen waren; denn die Probleme des Atomkerns und seiner natürlichen und künstlichen Umwandlungen sind auf das engste mit Strahlungen und namentlich mit der durchdringenden Ultrastrahlung verknüpft.

Das Bohr'sche Atommodell mit den punktförmig gedachten Elektronen, die den Kern in Ellipsenbahnen umkreisen, wie die Planeten die Sonne, ist heute durch die von de Broglie und Schrödinger geschaffene «Wellenmechanik» überholt, eine Theorie, mit der man die meisten