

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 83/84 (1924)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Kurzer Bericht über die Druckstollen-Versuche der S.B.B.  
**Autor:** Schrafl, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-82726>

#### **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:** 22.02.2026

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

**INHALT:** Kurzer Bericht über die Druckstollen-Versuche der S. B. B. — Wir und die Architektur des Auslands (mit Tafeln 7 und 8). — Extra-Schnelläufer-Turbinen der A.-G. der Maschinenfabrik von Bell & Cie, Kriens. — Vom romantischen Zusammenhang der Künste. — Miscellanea: Ingenieur Dr. h. c. Achilles Schucan. Vom Einsturz der Bahnhofshalle der S. B. B. in Chur. Hochdruckdampf. Schweizerische

Bundesbahnen. Elektrizitätsverwertung für thermische Zwecke und Folgerungen betreffend den Energie-Export. — Nekrologie: Ad. Arter-Koch. — Konkurrenz: Internationaler Wettbewerb für Linoleummuster. — Geschäftliche Mitteilung. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Sektion Waldstätte des S. I. A. S. T. S.

**Band 83.** Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur auf Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

**Nr. 3.**

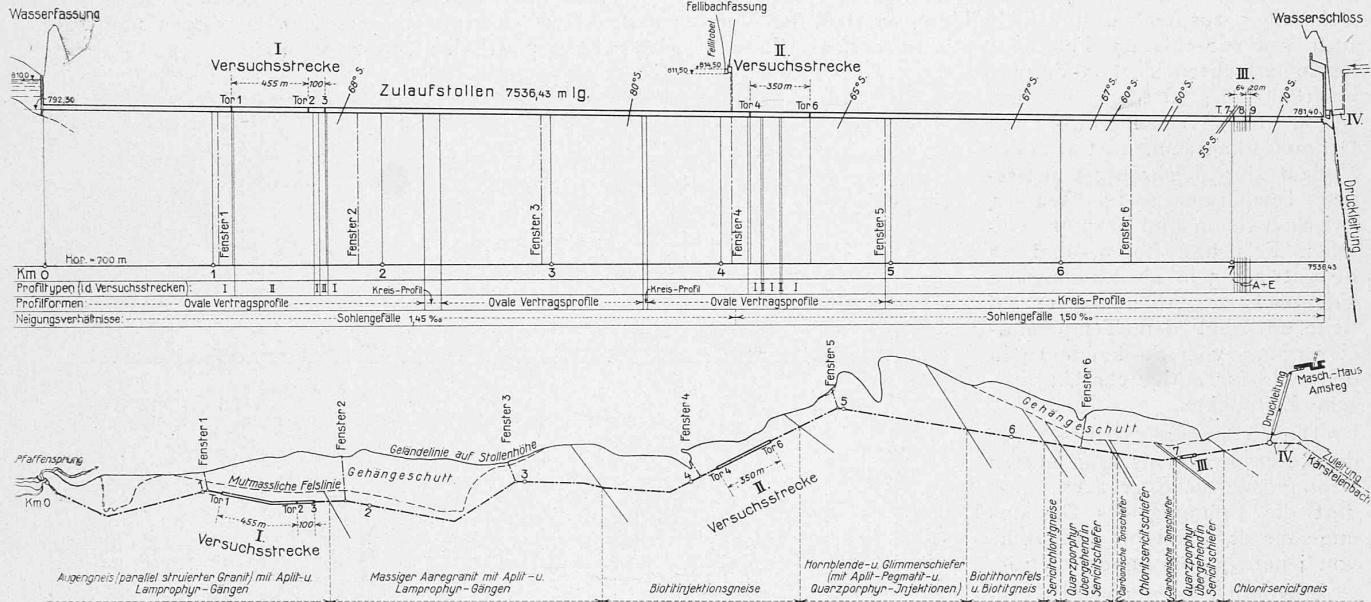


Abb. 7. Lage der Versuchsstrecken und geologische Diagnose von Prof. E. Hugi im Stollen des Kraftwerks Amsteg. — Längen 1:40000, Höhen 1:4000.

## Kurzer Bericht über die Druckstollen-Versuche der S. B. B.

Nach einem Referat von Ing. A. Schrafl, Generaldirektor der S. B. B.

(Schluss von Seite 10.)

Die Versuche im Stollen des Kraftwerks Amsteg umfassten vier verschiedene Strecken, gemäss Abbildung 7, und zwar:

I. Eine Strecke von 555 m mit einem Zwischentor, das eine Unterteilung der Strecke erlaubte, im gesunden kompakten Augengneis zur Prüfung der Dichtigkeit. Beim Versuch wurde der Ausbruch unverändert gelassen, es war also keine Mauerung vorhanden; Felsspalten und Fugen wurden zum Teil ausgestrichen.

II. Eine Strecke von 350 m in Biotitgneis. Das Gestein war hier kompakt, jedoch deutlich geschichtet, im untern Teil schiefrig. Bezuglich Wasserdichtigkeit und Deformation waren hier Mittelwerte zwischen den besten und schlechtesten Partien des Stollens zu erwarten. Auch für diese Versuche wurde der Stollen unausgekleidet gelassen, Felsspalten und Fugen wurden nicht ausgestrichen.

III. Eine Versuchsstrecke von 87 m im voraussichtlich nicht-dichten Serizitschiefer, am untern Ende des Stollens, ebenfalls mit einem Zwischentor. Diese Versuchsstrecke wurde abschnittsweise mit verschiedenen Verkleidungen versehen. Vier, je 16 m lange Strecken A bis D erhielten Stampfbetonverkleidung verschiedener Stärke, die mit Hochdruck- und Niederdruckinjektionen hinterpresst wurde. Eine fünfte Strecke, E in Abb. 7, zwischen Tor 8 und 9, wurde in drei verschiedenen Zuständen abgepresst und zwar zunächst nachdem die Ausbruchfläche mit einer hinterpressten Betonschicht ausgeglichen war, sodann nachdem sie mit einem 22,5 cm starken Betonring verkleidet war und zuletzt nach Aufringen eines armierten Torkret-Verputzes innerhalb dieses Betonringes.

IV. Eine vierte Versuchsstrecke von 104 m wurde in der Nähe des Wasserschlusses im guten Serizitschiefer des Reservoirstollens eingerichtet. Diese Strecke wurde in drei

verschiedenen Stärken ringförmig betoniert. Bei der Wiederholung der Versuche wurde gemahlene Schlacke als Dichtungsmittel angewendet, und zwar, wie die Bauleitung berichtet, mit Erfolg.

Und nun die Resultate dieser umfangreichen und kostspieligen Versuche. Hier ist zunächst zu sagen, dass solche Versuche nur einen Begriff von der Art der hier in Betracht kommenden Erscheinungen und von deren Grössenordnung zu geben vermögen. Wegen der Verschiedenheit der Zusammensetzung und Struktur der Felsmassen dürfen aber die in Amsteg gefundenen Werte auf andere Gesteinsarten nur mit grosser Vorsicht übertragen werden. Es ist daher, wenn man sicher und doch ökonomisch bauen will, unerlässlich, dass Versuche, wie sie im Amsteger Stollen durchgeführt wurden, in einem, wenn auch vielleicht geringeren Umfange bei allen in Zukunft zu bauenden Druckstollen vorgenommen werden.

Die Nachgiebigkeit des unverkleideten Gesteins konnte nur im Biotitgneis mit Erfolg und einwandfrei gemessen werden. In den übrigen Gesteinen war es wegen der Wasserdurchlässigkeit nicht möglich, den unverkleideten Felsen unter Wasserdruk zu setzen. Im unverkleideten Biotitgneis betrug die Durchmesserdehnung<sup>1)</sup> bei 40 m Wasserdruk etwa  $\frac{5}{100}$  mm. Sie nahm fast genau proportional dem Wasserdruk zu und erschien fast ganz als elastische Dehnung. Abb. 8 (S. 28) zeigt als Beispiel das Wasserdruk- und Dehnungsdiagramm des Versuches vom 25. Juni bis 5. Juli 1921 im Biotitgneiss. Es ist zu beachten, dass in sämtlichen Dehnungsdiagrammen die aufgetragenen Durchmesserdehnungen nicht allein die Folge des entsprechenden Wasserdruks sind, sondern dass sie auch die Einflüsse der Temperaturänderungen auf Instrumente, Verkleidung und Fels enthalten.

Im Serizitschiefer der Strecke III wurde der Fels vor der Vornahme der Versuche mit einer möglichst dünnen aber zugleich wasserdichten Betonschicht verkleidet und mit Mörtel hinterpresst. Bei den Versuchen zeigte es sich,

<sup>1)</sup> Unter «Dehnung» ist hier verstanden die Verlängerung oder Verkürzung des Stollendurchmessers.

dass die Dehnung äusserst rasch und empfindlich der Aenderung des innern Wasserdruckes folgt und dass sie ziemlich proportional dem Druck verläuft (Abbildung 9). Die Gesamtdehnung im Serizitschiefer war indessen erheblich grösser, als die im Biotitgneis; sie betrug bei rd. 40 m Wasserdruck etwa  $80/100$  mm, d. h. ungefähr das Sechzehnfache derjenigen im Biotitgneis. Die Experten glauben, dass etwa 28 % dieser Dehnung als plastische Dehnung anzusprechen sind. Abbildung 10 stellt den Versuch vom 20. bis 27. Februar 1922 in Strecke III mit einem armierten Torkret-Verputz innerhalb des Betonringes dar. Neben den Wasserdruck- und Dehnungsdiagrammen ist auch der Verlauf der gleichzeitig gemessenen Temperaturen im Wasser, zwischen Beton und Verputz, zwischen Fels und Beton, und im Fels etwa 2,5 m ab Stollenwand aufgezeichnet. Abbildung 11 auf Seite 29 zeigt den Temperatur-Uebergang vom Stolleninnern in den Fels für einige charakteristische Zeitpunkte.

Die im bessern Serizitschiefer des Reservoirstollens ausgeführten Dehnungsversuche ergaben, dass dort die Dehnung des Gesteins ungefähr das Drei- bis Sechsfache von jener im Biotitgneis betrug.

Aus den vorgenommenen Versuchen leiten die Experten folgende *allgemeine Schlussfolgerungen über die Nachgiebigkeit des Gesteins ab*, wobei die Temperatureinwirkungen zunächst ausgeschaltet sind:

1. Es besteht tatsächlich eine messbare Nachgiebigkeit der Gesteinswandungen im Stollen unter dem Einfluss eines innern Wasserüberdrucks, und zwar besteht diese sowohl in hartem als auch in gebrächem Gestein.

2. In gebrächem Gestein ist diese Nachgiebigkeit grösser als in hartem Gestein. Sie wird beispielsweise in dem beobachteten Serizitschiefer ein vielfaches, schätzungsweise das zehn- bis zwanzigfache von jener in hartem Biotitgneis betragen. Diese Nachgiebigkeit liegt bei einem lichten Stollendurchmesser von etwa 3,4 m und einem innern Wasserüberdruck von 40 m, bezogen auf den Stollen-durchmesser, in der Grössenordnung:

im harten Biotitgneis . . . von etwa  $5/100$  mm,  
im gebrächen Serizitschiefer

(beim ersten Abpressen) . . von etwa  $80/100$  mm.

3. Die Nachgiebigkeit des Gesteins verläuft in der gleichen Richtung wie der Wasserdruck, d. h. bei zunehmendem Wasserdruck nimmt die Dehnung des Stollen-Durchmessers zu, bei abnehmendem Wasserdruck nimmt sie ab, und zwar folgt diese Verlängerung und Verkürzung des mittleren Durchmessers den Druckveränderungen unmittelbar, d. h. ohne merkbare zeitliche Verzögerung.

4. Die Nachgiebigkeit des Gesteins ist zum Teil elastischer und zum Teil plastischer Art, d. h. bei Abnahme des Wasserdrucks auf den Wert Null geht die Dehnung nicht mehr auf den Wert Null zurück. Es bleibt eine sogenannte plastische Dehnung zurück. Diese plastische Dehnung erschöpft sich nicht beim ersten Versuch. Bei wiederholten Versuchen bleibt immer noch ein Rest dieser plastischen Dehnung, der nach und nach kleiner wird.

5. Die Nachgiebigkeit des Gebirges ist bei hartem Gestein, wie z. B. im Biotitgneis, zum grössten Teil elastischer Art. Bei gebrächem Gestein, z. B. im Serizitschiefer, ist ein erheblicher Teil der Dehnung plastischer Natur, und zwar mag im letztgenannten Gestein der Anteil der plastischen Dehnung bei der ersten Abpressung etwa in der Grössenordnung von rd. 30 % der Gesamtdehnung liegen.

Die plastische Nachgiebigkeit lässt sich im wesentlichen dadurch erklären, dass das Gestein mehr oder weniger rissig ist, insbesondere in der Sprengzone des Ausbruches. Nach der Ansicht der Experten greift die Sprengzone in standfestem Gebirge bis etwa 50 cm in das Gebirge hinein, während sie bei gebrächem Gestein bis 1 m und mehr einzudringen vermag.

Auch die unvollkommene Auflagerung des Beton auf dem Gestein kann etwelche Zerdrückungen und Nachgiebigkeiten plastischer Art veranlassen.

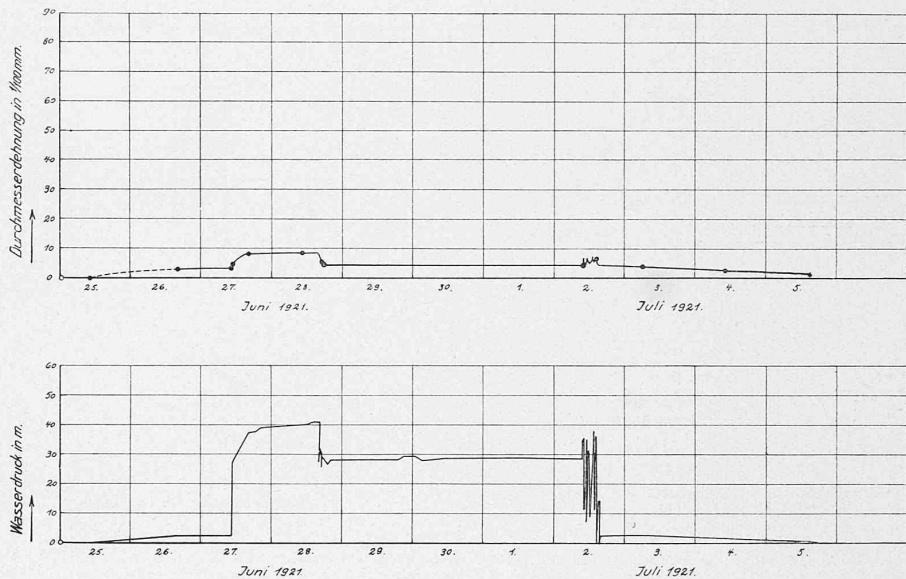


Abb. 8. Wasserdruck- und Dehnungs-Diagramm des Versuches vom 25. VI. bis 5. VII. 1921 im unverkleideten Biotitgneis der Strecke II.

Die Versuche haben ferner gezeigt, dass sich das Gebirge unter dem Einfluss der kalten Stollenfüllung im Winter derart abkühlen kann, dass dadurch eine fühlbare Erweiterung des ausgebrochenen Stollenprofils eintritt. Der Betonring wird alsdann weniger vom Gestein gestützt und muss infolgedessen einen grösseren Teil des Wasserdruckes aufnehmen, als wenn das Wasser wärmer ist.

Ueber die Wasserdrückelastizität der verschiedenen Gesteinsarten können auf Grund der angestellten Versuche keine zuverlässigen Angaben gemacht werden; die Verhältnisse sind zu wechselnd und zu verschieden und zudem kann eine einzige Spalte oder Kluft das Versuchsergebnis bestimmen. Wenn dennoch einige Zahlenangaben hierüber gemacht werden, geschieht dies nur, um einen ungefähren Begriff von der Grössenordnung solcher Verluste zu geben. Bei einem Wasserdruck von 35 m betrug der spez. Wasserdruck, bezogen auf 1000 m<sup>2</sup> Stollenausbruchfläche:

in Biotitgneis . . . . .  $0,5 \div 3$  l/sec  
in gutem Serizitschiefer des Reservoirstollen  $2 \div 7$  l/sec  
und in schlechtem Serizitschiefer . . . .  $12 \div 23$  l/sec

Sämtliche Versuchsstrecken, die eine Betonauskleidung erhielten, wurden mit Portlandzementmörtel unter 6 at Druck hinterpresst und zwar möglichst in der Zone zwischen Beton und Gestein. Weiterhin hat man noch sogenannte Hochdruck-Einpressionsen mit Zementmilch vorgenommen, indem man Löcher bis etwa 1,50 m in das Gestein hineintrieb und hierbei möglichst viele Gesteinspalten zu erreichen suchte. Die Hochdruck-Einpressionsen wurden stellenweise bis zu 14 at Druck getrieben, in der Regel jedoch nur bis 12 at.

Die Zementmengen, die eingepresst werden konnten, schwanken, selbstverständlich nach der Gesteinsart. Im Reservoirstollen wurden pro m<sup>2</sup> Stollen mit Niederdruck etwa 220 kg Portlandzement und 160 kg Feinsand eingepresst, hernach unter Hochdruck nochmals etwa 590 kg Portlandzement und 35 kg Feinsand. In den Strecken A bis D

der Versuchsstrecke III wurden mit Niederdruck rd. 170 kg Portlandzement und 95 kg Sand, mit Hochdruck rd. 520 kg Portlandzement und 13 kg Sand pro  $m^3$  Stollen eingepresst.

Nimmt man, um sich einen anschaulichen Begriff von der Masse dieser Einpressionsen zu machen, an, dass sich das gesamte eingepresste Material in einen gleichmässigen Ring zwischen Mauerwerk und Felsen legen würde, so erhält man im Reservoirstollen einen zusätzlichen Mörtelring von rd. 4 cm und im Serizitschiefer der Strecke A bis D einen solchen Mörtelring von etwa 3 cm Dicke.

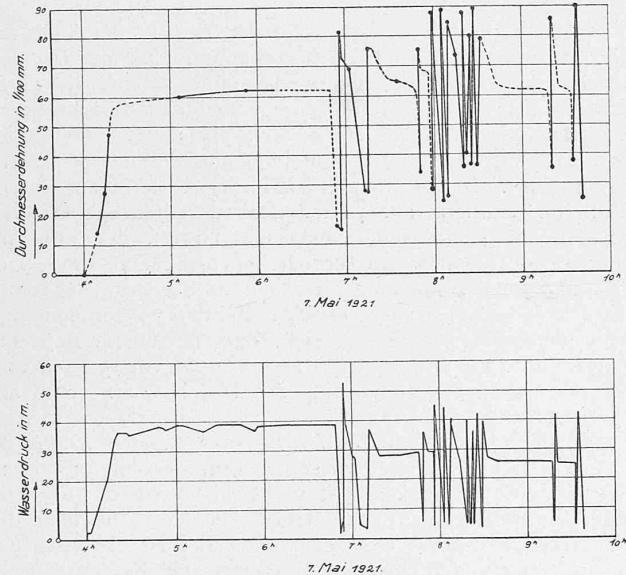


Abb. 9. Wasserdruck- und Dehnungs-Diagramm vom 7. Mai 1921, im Serizitschiefer mit möglichst dünner Betonausgleichung in Strecke III, E.

Die Experten machen in ihrem Bericht auch darauf aufmerksam, dass man mit den Zementeinspritzungen vorsichtig zu Werke gehen müsse. Bei zu starker Hinterpressung könne es sich ereignen, dass infolge des äussern Druckes im Beton Risse entstehen. Ein solches Zerdrücken des Betonmantels durch die Hochdruck-Hinterpressungen ist z. B. im Reservoirstollen eingetreten.

Durch die Abpressproben war man sich darüber klar geworden, dass der Fels auf der Strecke von Km. 0 bis Km. 5 des Stollens genügend dicht ist, sodass auch bei Rissbildungen in der Verkleidung Wasserverluste nicht zu befürchten waren. Die Verkleidung erfolgte daher auf dieser Strecke ohne besondere Massnahmen gegen Wasserdurchdringung, lediglich zum Zwecke der Erzielung eines glatten Durchflussprofiles. Auf der Strecke von Km. 5 bis zum Wasserschloss dagegen hätten Rissbildungen wesentliche Wasserverluste zur Folge gehabt. Man entschloss sich daher, hier ein *kreisrundes* Profil zu wählen, weil bei diesem Profil die Zugbeanspruchung am gleichmässigsten auftritt und die Zuglinie am ehesten im Beton verbleibt. Die Experten sind der Ansicht, dass bei einigermassen nachgiebigem Gestein die Kreisform des Stollens grundsätzlich als das zweckmässigste Profil anerkannt werden müsse.

Auf Grund der Ergebnisse der Versuche im Serizitschiefer, wonach dort bei 40 m Wasserdurchdringung des Stollen-Durchmessers von  $80/100$  mm eintrat, versuchte der Experte Ing. J. Büchi an Hand der von ihm in

der „Schweiz. Bauzeitung“ vom Februar 1921 veröffentlichten Methode zur Berechnung der Betonspannung in Druckschächten die nötige Stärke einer nicht armierten Betonverkleidung voraus zu berechnen.

Nach dieser Berechnung wurden drei je 16 m lange Verkleidungsstücke von verschiedener Betonstärke ohne jede Armierung ausgeführt. Nach der Rechnung hätten die Zugspannungen in Beton  $8 \text{ kg/cm}^2$  nicht übersteigen sollen. Bei den folgenden Abpressversuchen traten aber im Beton Risse auf und man musste sich überzeugen,

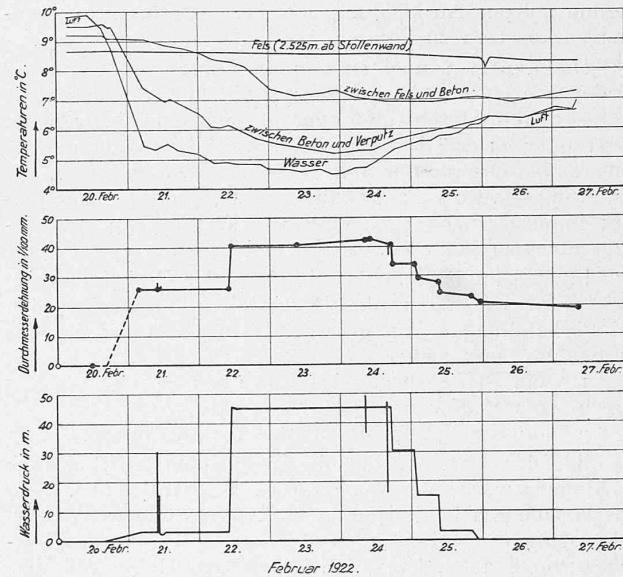


Abb. 10. Wasserdruck-, Dehnungs- und Temperaturen-Diagramm, Febr. 1922, in Strecke III, E mit Betonring und innerem, armiertem Torkretverputz.

dass in nachgiebigem Gestein mit blosser Betonierung auch bei sorgfältiger Ausführung nicht, oder wenigstens nicht mit der nötigen Sicherheit auszukommen sei. In Strecken mit geringer Widerstandsfähigkeit des Gebirges bleibt daher nichts anderes übrig als eine Armierung der Auskleidung. Aus praktischen Gründen gelangte man aber dazu, nicht eine eigentliche Armierung des Auskleidungsbeton vorzunehmen, sondern einen mit der

#### Zu den Druckstollen-Versuchen der S. B. B.

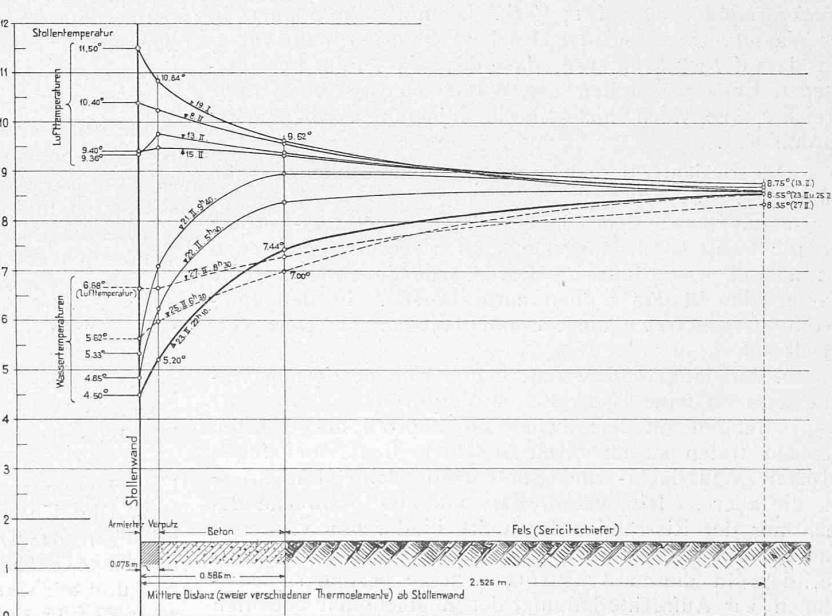


Abb. 11. Temperatur-Verlauf in der Stollenhülle der Strecke III, E, Jan./Febr. 1922

Zementkanone hergestellten Mörtelring, einen „Gunitring“, von etwa 7 cm Stärke auf der Innenseite der Betonverkleidung anzubringen.

Die Experten geben in ihrem Bericht interessante Wegleitungen für die Berechnung der Armierung dieses inneren Mörtelringes. Es hat sich aber gezeigt, dass auf diesem Gebiete insofern noch eine Lücke besteht, als die Eigenschaften dieses „Gunits“<sup>1)</sup> insbesondere in Bezug auf Dehnung und Zugfestigkeit noch nicht ausreichend bekannt sind; diese Eigenschaften müssen noch näher untersucht werden, um gestützt auf diese Untersuchungen die Armierung solcher Auskleidung auf das wirtschaftliche Minimum herabsetzen zu können.

Die Experten machten den Vorschlag, den Gunitring auf der ganzen Strecke von Km. 5 bis zum Wasserschloss mit Eisen zu armieren, und zwar je nach dem Gebirge mit 41, 31 oder 21 cm<sup>2</sup> Eisen pro lfd. m Stollenwandung. Die bauleitenden Organe der S. B. B. beschlossen indessen, die Armierung, da wo sie angewandt wurde, mindestens 28 cm<sup>2</sup> stark zu machen, dagegen eine Strecke von 453 m überhaupt nicht zu armieren.

Interessant ist nun das Ergebnis der Probefüllungen. Vor der Inbetriebnahme des Druckstollens Amsteg wurden drei Probefüllungen von grossen Teilstrecken des Stollens durchgeführt und zwar

1. vom Pfaffensprung bis Km. 1,667
2. vom Pfaffensprung bis Km. 3,487 und
3. von Km. 3,487 bis zu den Turbinendüsens.

Bei der ersten Probefüllung im obersten Teilstück des Stollens wurde der Wasserdruck konstant auf rd. 25 m Wassersäule gehalten. Hierbei sanken die totalen Wasserverlustmengen im Felsen in der ersten Hälfte des Versuches von 8 auf 4 l/sec, in der zweiten Hälfte des Versuches von 7 auf 3 l/sec. Auf 1000 m<sup>2</sup> Stollenausbruchfläche bezogen nahm somit der Verlust ab von 0,55 auf 0,24 l/sec, bzw. von 0,48 auf 0,16 l/sec. — Bei den acht Tage dauernden Probefüllung in der zweiten Versuchsstrecke wurde der Druck langsam auf 27 m gesteigert. Hierbei verringerte sich die totale Verlustwassermenge von 5 l/sec auf Null. — Beim dreitägigen Versuch in der untern Stollenpartie wurde zunächst ein Druck von 25 bis 30 m hergestellt. Hierbei nahm die totale Verlustmenge von 8 auf 2 l/sec ab, d. h. die spezifische Verlustmenge sank von 0,53 auf 0,06 l/sec. Später wurde der Wasserdruck auf 34 m gesteigert und dann wieder auf 30 m abgesenkt. Die totale Wasserverlustmenge stieg bei der Drucksteigerung auf 27 l/sec und sank bei der darauffolgenden Druckverminderung auf 17 l/sec. Die auffällige Steigerung der Wasserverluste bei der Druckerhöhung ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass das Wasser im hoch gelegenen Entlastungstollen des Wasserschlosses eine Stelle erreichte, die noch nicht durch Injektionen abgedichtet worden war.

Die Besichtigung des abgepressten Stollens ergab Folgendes:

a. Zwischen dem Sohlen- und Widerlager-Verputz der nicht mit Gunit ausgekleideten Strecken zeigten sich fast überall wasserführende Poren, aus denen ganz feine Wasserfäden in den Stollen zurückflossen. In der gunierten Strecke traten diese Poren dagegen nur ganz vereinzelt auf.

b. Auf längere Strecken zeigten sich netzförmig verteilte äusserst feine Haarrisse im Verputz.

c. In den mit dem ovalen Stollenprofil ausgeführten Strecken traten an mehreren Stellen in den Arbeitsfugen zwischen Widerlager- und Sohlenbeton feine Längsrisse auf, die aber so fein waren, dass nur eine schwache Befeuchtung der Rissränder durch das hindurchschweissende Wasser bemerkt werden konnte. Dies ist dadurch erklärlich, dass in diesen Arbeitsfugen keine besondern Massnahmen zur Aufrechterhaltung der Zugfestigkeit getroffen

worden waren; nachdem das Gebirge durch die Abpress-Versuche als praktisch dicht erkannt worden war, durfte man von solchen Massnahmen absehen. In der vom Seitenstollen 5 an abwärts ausschliesslich kreisrund ausgeführten Stollenröhre zeigten sich keine Risse, und zwar weder in dem armierten, noch in dem nicht armierten Teil des Stollens.

Der Stollen des Kraftwerkes Amsteg hat sich daher als praktisch wasserdicht erwiesen und er kann infolgedessen als vollständig gelungen gelten.

\*

Die Experten machen in ihrem Bericht der Vollständigkeit halber noch einige Mitteilungen über die bei den Druckstollen des Barberinewerkes und des Kraftwerkes Klosters-Küblis von anderer Seite gemachten Beobachtungen.

Der Stollen des *Barberine-Werkes* hat eine Länge von 2200 m, ein Gefälle von 5% und einen Querschnitt von 4,4 m<sup>2</sup>. Der maximale Wasserdruck steigt am untern Ende des Stollens auf 72 m. Das durchfahrene Gebirge besteht aus standfestem Gneis und Granit, der von Anfang an als ziemlich wasserdicht anzusprechen war. Der Stollen ist mit Ausnahme eines kurzen Stückes von 100 m beim Stolleneingang unverkleidet. Bei den vorgenommenen Abpressversuchen zeigte es sich, dass bei einem Betriebsdruck von 45 m ein Gesamtwasserverlust von 5 l/sec auftrat, der sich bei Steigerung des Druckes auf 70 m auf 15 l/sec erhöhte.

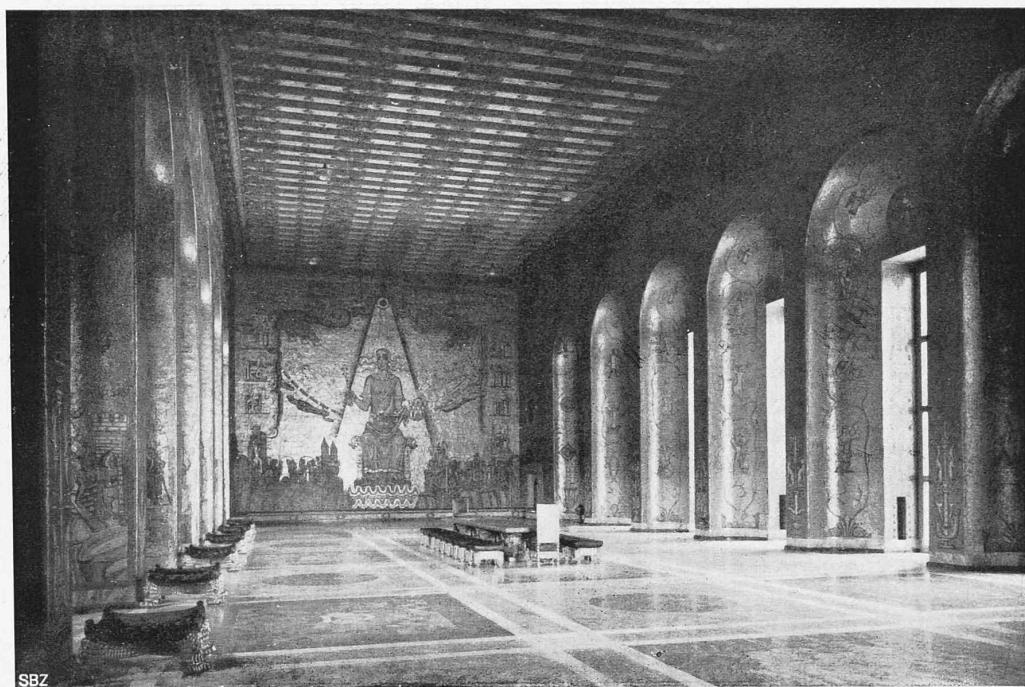
Der Druckstollen des *Kraftwerkes Klosters-Küblis* ist 10600 m lang und liegt im sogen. Bündnerschiefer, einem geschichteten Mergelkalk mit verhältnismässig dichtem Gefüge. Zu Beginn wurden umfangreiche Versuche über die Durchlässigkeit des Gebirges und die zweckmässigsten Dichtungsmethoden insbesondere mit der Zementkanone vorgenommen, ferner wurden zwei Stollenstücke im Ausbruchzustand abgepresst. Ungefähr die Hälfte des Stollens konnte mit einem einfachen Gunitüberzug versehen werden, während die andere Hälfte mit einer Betonverkleidung und einem innern armierten Gunitring ausgerüstet wurde. Die Abpressversuche, die bis zu einem Wasserdruck von 40 m gingen, verursachten sozusagen keine Risse im Gunitüberzug. Es darf daraus geschlossen werden, dass dieser Gunitüberzug eine ziemlich grosse Dehnungsfähigkeit besitzt oder dass das Gestein recht widerstandsfähig ist. Die gemessenen Wasserverluste waren praktisch gleich Null. Das Werk ist bekanntlich seit Herbst 1921 in Betrieb. Eine vor kurzem vorgenommene Revision soll gezeigt haben, dass der Gunitüberzug überall intakt geblieben ist, trotz oft wiederholter und rasch erfolgter Druckschwankungen im Tunnel.

\*

Der Gesamteindruck, den man beim Studium des gründlichen und umfangreichen Berichtes der Druckstollen-Kommission gewinnt, und die Experten sagen das übrigens selbst in ihrem Schlusswort, ist der, dass es ausserordentlich schwer ist und bleiben wird, das Problem der Druckstollenverkleidung derart abzuklären, dass dessen Lösung ausschliesslich auf rechnerischem Wege möglich wird. Wenn man eine sparsame Verwendung der Baumaterialien und damit eine ökonomische Bauweise anstrebt, wird man stets in erheblichem Masse auf örtliche Versuche und auf die Sachkenntnis und Erfahrung der bauleitenden Ingenieure angewiesen sein. Es ist dies ein erneuter Beweis dafür, dass die Ingenieurkunst nicht so einfach ist, dass jeder Beliebige dreinreden und mitreden kann, sondern dass auch hier nur ein gründliches Wissen und eine ruhige Ueberlegung zum guten Ende führen können.

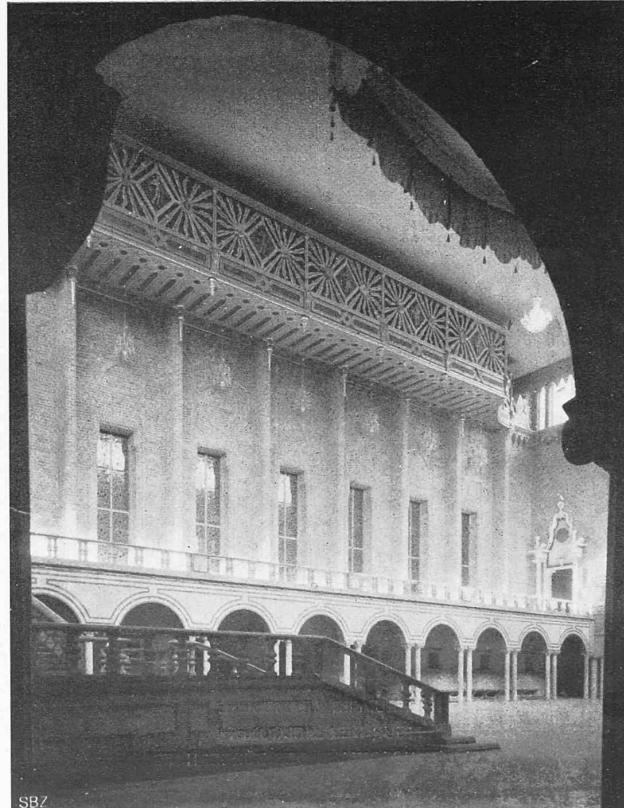
Die Untersuchungen der Druckstollen-Kommission erledigen das Druckstollenproblem nicht, sie tragen aber zweifellos in hervorragender Weise zu seiner Abklärung bei, und wir sind daher auch diesen Kollegen, die sich mit so viel Eifer der Sache angenommen haben, für ihre verdienstvolle Arbeit zu warmem Danke verpflichtet.

<sup>1)</sup> Betr. «Gunit» vergl. K. E. Hilgards Bericht in «S. B. Z.» vom 20. August 1921 (Band 78, Seite 92).  
Red.



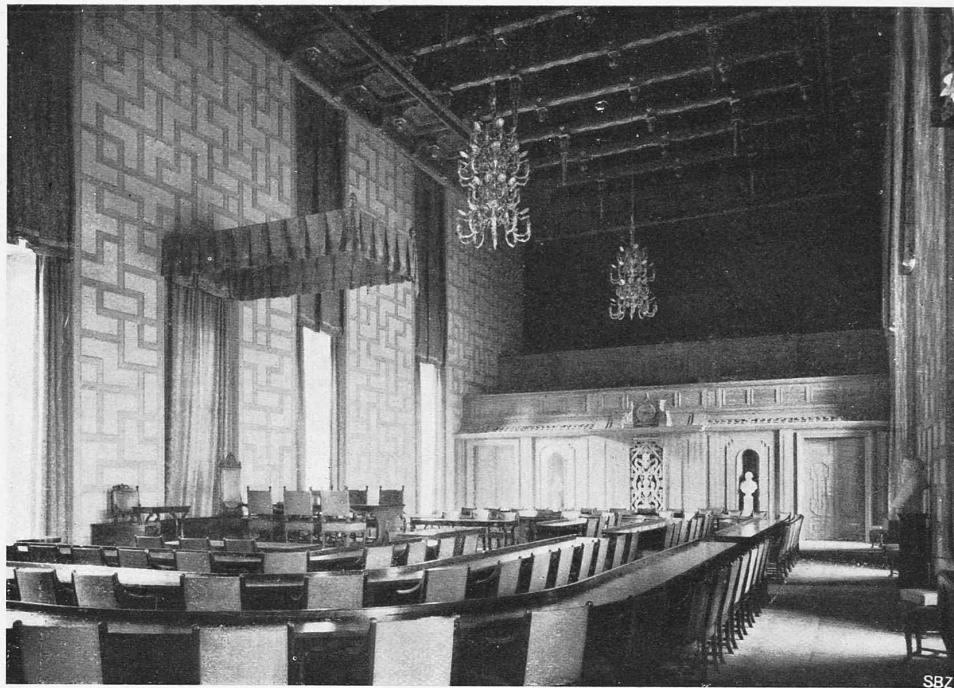
DAS NEUE STADTHAUS IN STOCKHOLM

ARCH. RAGNAR OESTBERG



OBEN GOLDENER SAAL

UNTEN BLAUE HALLE



SBZ

DER STADTRATSAAL IM NEUEN STADTHAUS IN STOCKHOLM



SBZ

IN KUPFER GETRIEBENE  
FIGUR DER „HELGONET“  
AN DER NORDWAND DES BÜRGERHOFS