

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

Autor(en): **Schrafl, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **83/84 (1924)**

Heft 3

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-82726>

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.

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

Bundesbahnen. Elektrizitätsverwertung für thermische Zwecke und Folgerungen betreffend den Energie-Export. — Nekrologie: Ad. Arter-Koch. — Konkurrenzen: 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.

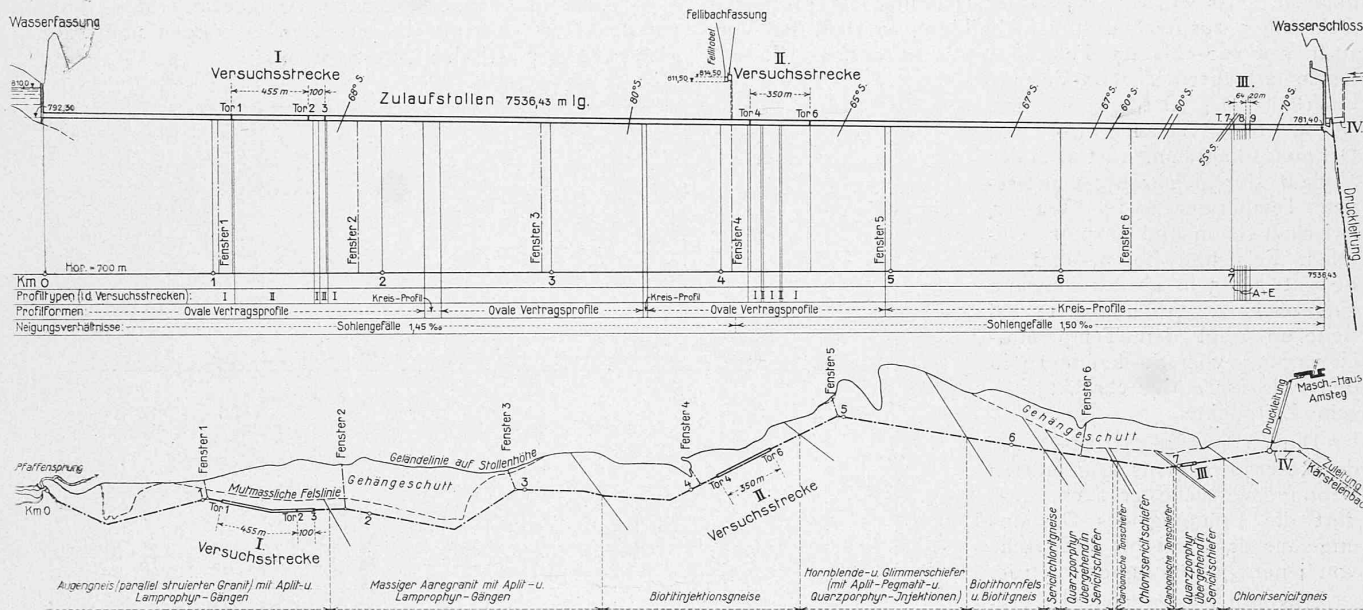


Abb. 7. Lage der Versuchstrecken und geologische Diagnose von Prof. E. Hugi im Stollen des Kraftwerkes Amsteg. — Längen 1:40000, Höhen 1:4000.

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 Kraftwerkes 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. Bezüglich 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 Anbringen eines armierten Torkret-Verputzes innerhalb dieses Betonringes.

IV. Eine vierte Versuchsstrecke von 104 m wurde in der Nähe des Wasserschlosses im guten Serizitschiefer des Reservirstollens 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 Wasserdruck zu setzen. Im unverkleideten Biotitgneis betrug die Durchmesserdehnung¹⁾ bei 40 m Wasserdruck etwa $\frac{5}{100}$ mm. Sie nahm fast genau proportional dem Wasserdruck zu und erschien fast ganz als elastische Dehnung. Abb. 8 (S. 28) zeigt als Beispiel das Wasserdruck- und Dehnungsdiagramm des Versuches vom 25. Juni bis 5. Juli 1921 im Biotitgneis. Es ist zu beachten, dass in sämtlichen Dehnungsdiagrammen die aufgetragenen Durchmesserdehnungen nicht allein die Folge des entsprechenden Wasserdrucks 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,

¹⁾ 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 $\frac{80}{100}$ 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-Übergang vom Stolleninnern in den Fels für einige charakteristische Zeitpunkte.

Die im bessern Serizitschiefer des Reservoiirstollens 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 Stollendurchmesser, in der Grössenordnung:

im harten Biotitgneis . . . von etwa $\frac{5}{100}$ mm,
im gebrächem Serizitschiefer
(beim ersten Abpressen) . . . von etwa $\frac{80}{100}$ mm.

3. Die Nachgiebigkeit des Gesteins verläuft in der gleichen Richtung wie der Wasserdruck, d. h. bei zunehmendem Wasserdruck nimmt die Dehnung des Stollendurchmessers 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 gebrächerem 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.

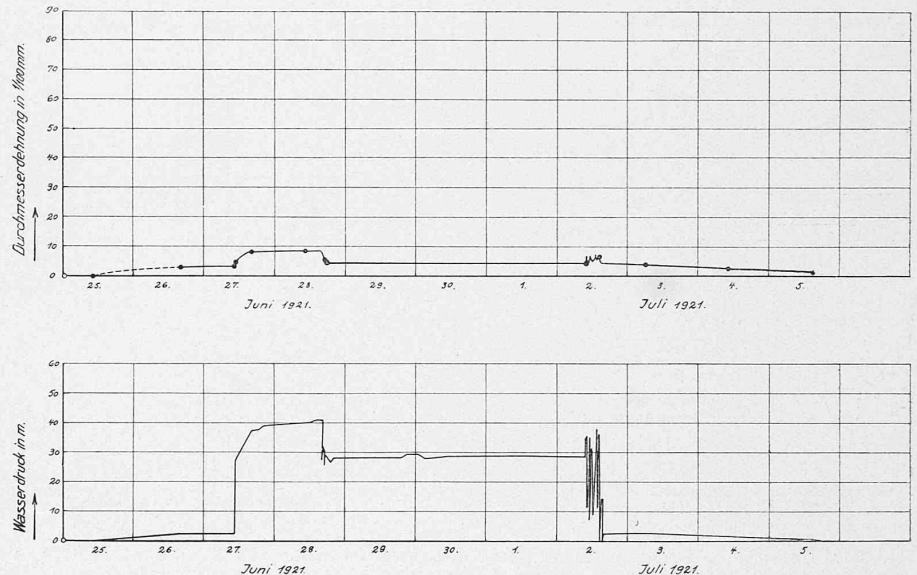


Abb. 8. Wasserdruck- und Dehnungs-Diagramm des Versuches vom 25. VI. bis 5. VII. 1921 im unverkleideten Biotitgneis der Strecke II.

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 Wasserdurchlässigkeit 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. Wasserverlust, bezogen auf 1000 m² Stollenausbruchfläche:

in Biotitgneis 0,5 ÷ 3 l/sek
in gutem Serizitschiefer des Reservoiirstollens 2 ÷ 7 l/sek
und in schlechtem Serizitschiefer 12 ÷ 23 l/sek

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-Einpressungen mit Zementmilch vorgenommen, indem man Löcher bis etwa 1,50 m in das Gestein hineintrief und hierbei möglichst viele Gesteinspalten zu erreichen suchte. Die Hochdruck-Einpressungen 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 Reservoiirstollen wurden pro m¹ 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 m³ Stollen eingepresst.

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

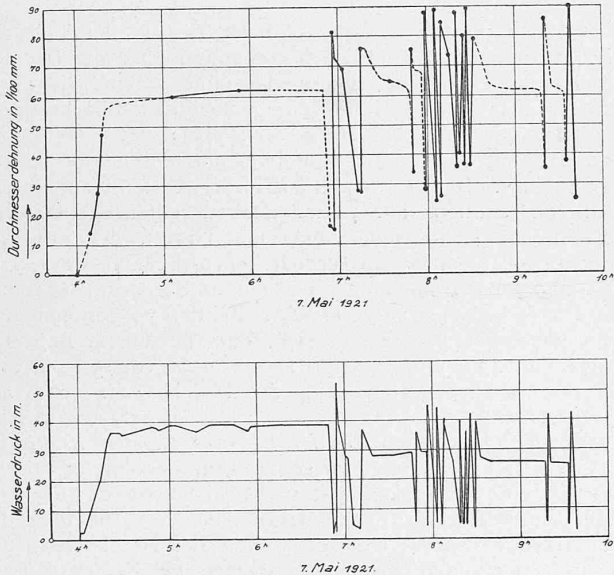


Abb. 9. Wasserdruck- und Dehnungs-Diagramm vom 7. Mai 1921, im Serizitschiefer mit möglichst dünner Betonausgleichung in Strecke III, E.

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 Reservoireistollen 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 Massnahme gegen Wasserdruck, lediglich zum Zwecke der Erzielung eines glatten Durchflussprofils. 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 Wasserdruck eine Verlängerung des Stollen-Durchmessers von $\frac{80}{100}$ 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 kg/cm² nicht übersteigen sollen. Bei den folgenden Abpressversuchen traten aber im Beton Risse auf und man musste sich überzeugen,

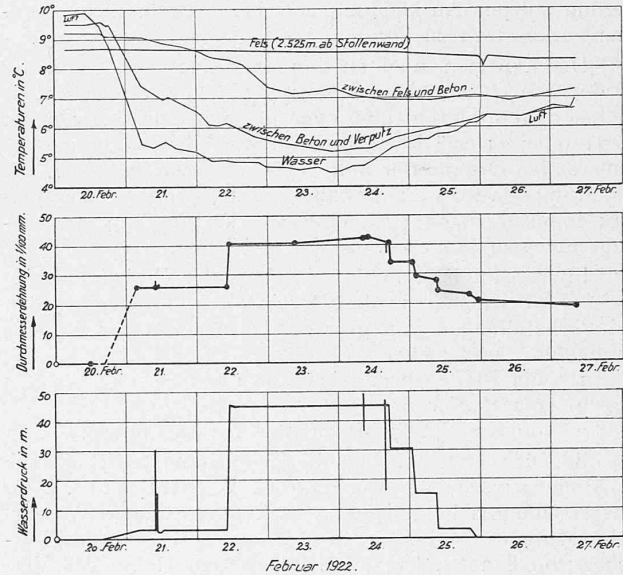


Abb. 10. Wasserdruck-, Dehnungs- und Temperaturen-Diagramm, Febr. 1922, in Strecke III, E mit Betonring und innerem, armiertem Torkretverputz.

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.

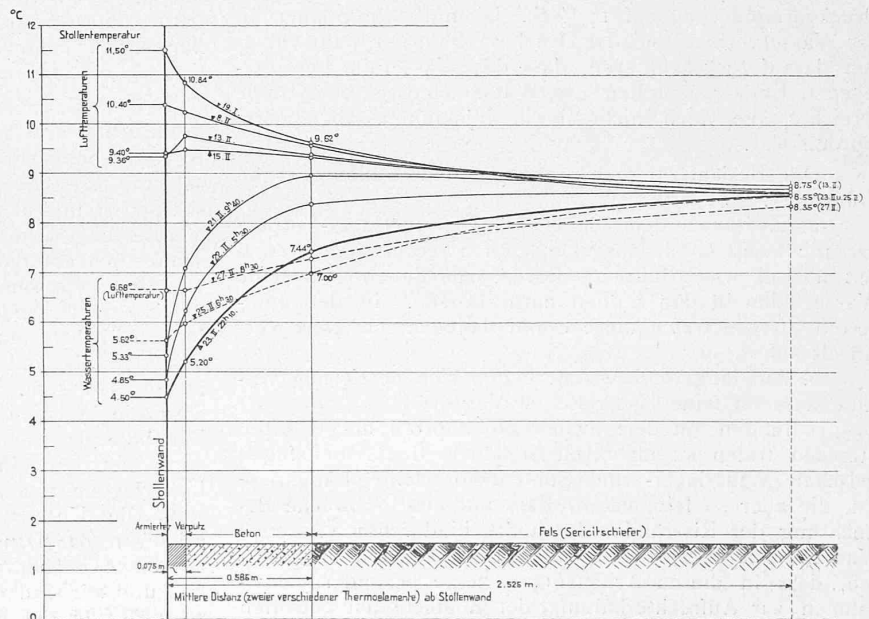


Abb. 11. Temperaturen-Verlauf in der Stollenhülle der Strecke III, E, Jan./Febr. 1922

Zementkanone hergestellten Mörtelring, einen „Gunitring“, von etwa 7 cm Stärke auf der Innenseite der Beton-Verkleidung 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“¹⁾ 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 4, 31 oder 21 cm² Eisen pro lfd. m Stollenwandung. Die bauleitenden Organe der S. B. B. beschlossen indessen, die Armierung, da wo sie angewandt wurde, mindestens 28 cm² 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 Turbinendüsen.

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/sek, in der zweiten Hälfte des Versuches von 7 auf 3 l/sek. Auf 1000 m² Stollenausbruchfläche bezogen nahm somit der Verlust ab von 0,55 auf 0,24 l/sek, bzw. von 0,48 auf 0,16 l/sek. — Bei der 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/sek 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/sek ab, d. h. die spezifische Verlustmenge sank von 0,33 auf 0,06 l/sek. 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/sek und sank bei der darauffolgenden Druckverminderung auf 17 l/sek. 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 gunitierten 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 Befechtung der Rissränder durch das hindurchschweisende 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 Abpressversuche 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 m². 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 Gesamtwasserungsverlust von 5 l/sek auftrat, der sich bei Steigerung des Druckes auf 70 m auf 15 l/sek erhöhte.

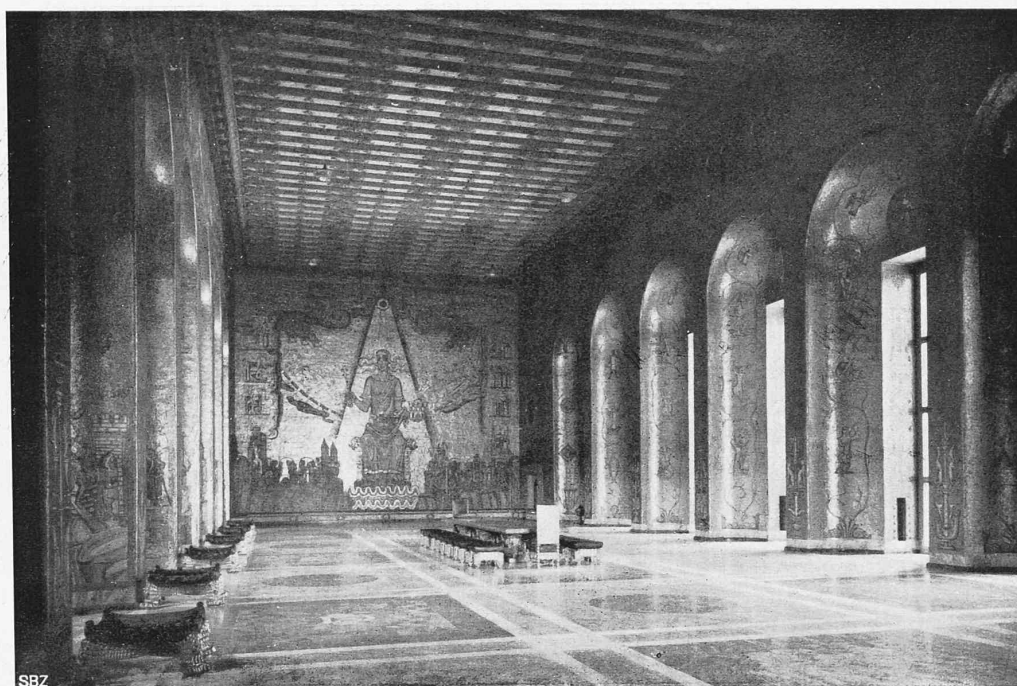
Der Druckstollen des *Kraftwerkes Klosters-Küblis* ist 10600 m lang und liegt im sogen. Bündnerschiefer, einem geschichteten Mergelkalk mit verhältnismässig dichtem Gefüge. Zu Beginn wurden umfangreiche Versuche über die Durchlässigkeit des Gebirges und die zweckmässigsten Dichtungsmethoden insbesondere mit der Zementkanone vorgenommen, ferner wurden zwei Stollenstücke im Ausbruchzustande 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 Druckstollen-Verkleidung 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.

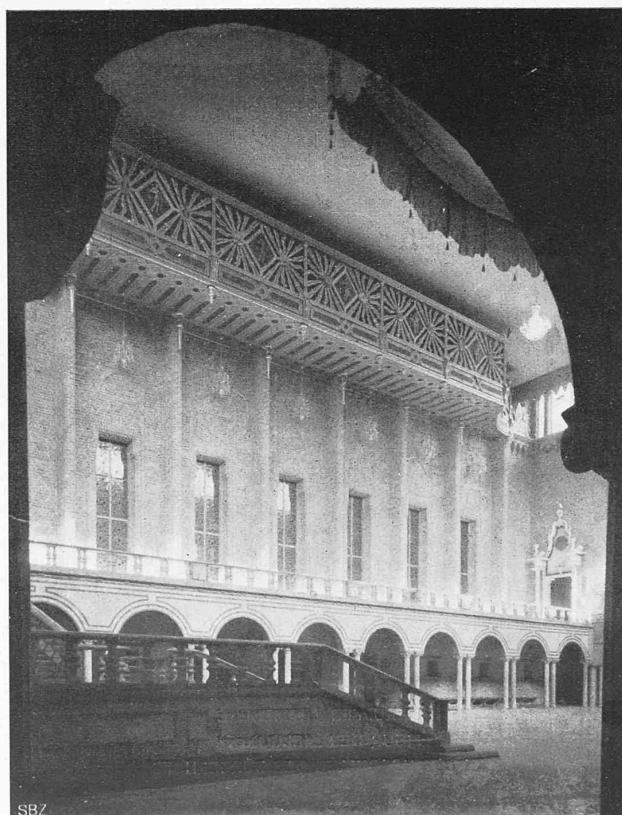
¹⁾ Betr. «Gunit» vergl. K. E. Hilgards Bericht in «S. B. Z.» vom 20. August 1921 (Band 78, Seite 92).



SBZ

DAS NEUE STADTHAUS IN STOCKHOLM

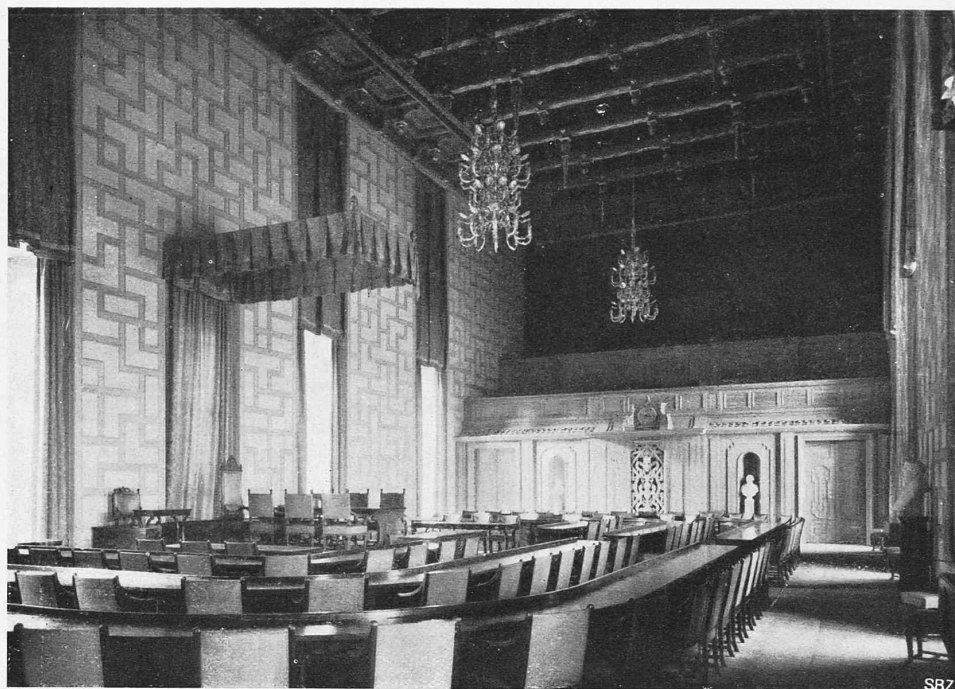
ARCH. RAGNAR OESTBERG



SBZ

OBEN GOLDENER SAAL

UNTEN BLAUE HALLE



DER STADTRATSAAL IM NEUEN STADTHAUS IN STOCKHOLM



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