

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

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 1

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-82721>

## **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.

oder dem Vaterland dienen, auch noch „Architektur“ mitklingen lässt? Ist er unehrlich, wenn er bei solchen Aufgaben mehr Register zieht, als bei jenen des Alltags? Stadtbaulich kommt solchen Gebäuden, die einem grossen Gedanken geweiht sind, ein „Platz an der Sonne“ zu. Auch Bauwerke weniger erhabener Bestimmung, wie Bahnhöfe, die Tore der modernen Stadt, dürfen nicht bedeutungslos in der Masse der Wohnhäuser untertauchen. War es etwa auch falsches Pathos, dass Bonatz seinem Bahnhof in Stuttgart einen Turm beigab?

Es gibt ja auch einen „ideellen Zweck“, das heisst es gibt Bauwerke, die Stimmungen auszulösen haben. Der Architektur kommt mitunter die Aufgabe zu, zu begeistern, sogar für den geistigen Inhalt zu werben. Für alles also ist der Rationalismus nicht am Platz.

Ein solches Beispiel einer reichen, ja repräsentativen Bauweise ist das Stadthaus zu Stockholm. (Forts. folgt.)

### Hochbauten der Unterwerke der elektrifizierten Gotthardstrecke der S. B. B.

(Hierzu Tafeln 1 und 2.)

Wer im Gotthardschnellzug von Zürich nach Chiasso fährt, gewahrt längs der Bahn von Zeit zu Zeit zur Bahn gehörige, durch elektrische Leitungen mit ihr verbundene Gebäude: die sogenannten Unterwerke, in denen der von den Gotthard-Kraftwerken durch die Fernleitungen unter 60000 V Hochspannung verteilte elektrische Strom auf Fahrleitungsspannung von 15000 V herabtransformiert und dieser zugeführt wird. Sie dienen also alle dem nämlichen Zweck, den bis jetzt einzig das neueste, das Unterwerk Sihlbrugg (Abb. 1) unverhüllt zeigt: der Unterbringung von Transformatoren, Schaltern und den zugehörigen Sicherheitsapparaten, die in Sihlbrugg statt wie bisher übereinander, hier nebeneinander, und zwar im Freien aufgestellt wurden.<sup>1)</sup> Das geschah aus Ersparnisgründen und weil dieses Werk weniger exponiert liegt als die übrigen, bei deren Gestaltung einer gewissen Repräsentationspflicht genügt

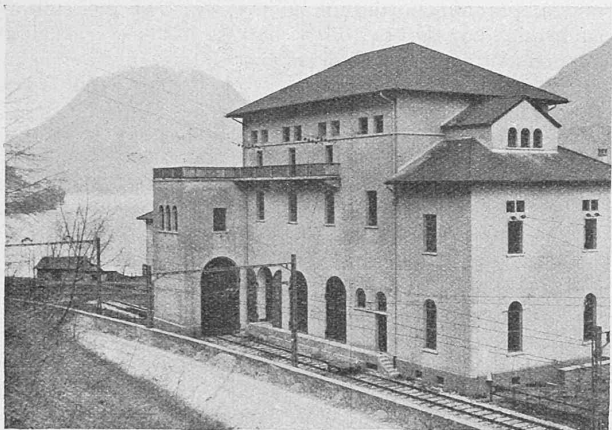


Abb. 4. Das Unterwerk Melide am Luganersee.

werden musste. Dabei trug man dem jeweiligen Charakter der Gegend in einer Weise Rechnung, die zweifellos den Beifall der übergrossen Mehrheit der Vorbeifahrenden wie der Eingeborenen findet. Im freundlichen Talgrund von Schwyz blickt zwischen den Kirschbäumen die Bogenhalle des Unterwerkes Steinen zur Bahn herüber (Abbildung 2); am Bahnhof Göschenen harmonieren mit dem ersten Urgestein-Charakter und den, Reusstal wie Rientallücke einrahmenden Bergprofilen die festen Umrisse des granitene Unterwerkes (Tafel 1); den ersten Anzeichen des Südens, den gneissgestützten Reblauben bei Giornico und seiner Bauart ist wieder das Unterwerk angepasst, und das gleiche

<sup>1)</sup> Eingehende Beschreibung des Freiluft-Unterwerkes Sihlbrugg in «S. B. Z.», Band 82, Nr. 1, vom 7. Juli 1923.

gilt von Giubiasco (Tafel 2); vollends im Süden befinden wir uns in flachdachigen Melide am blauen Luganersee (Abb. 4). Dass bei all dieser Abwechslung der äusseren Form das Innere mehr oder weniger einheitlich organisiert ist, das erkennt man schon äusserlich an der Verteilung

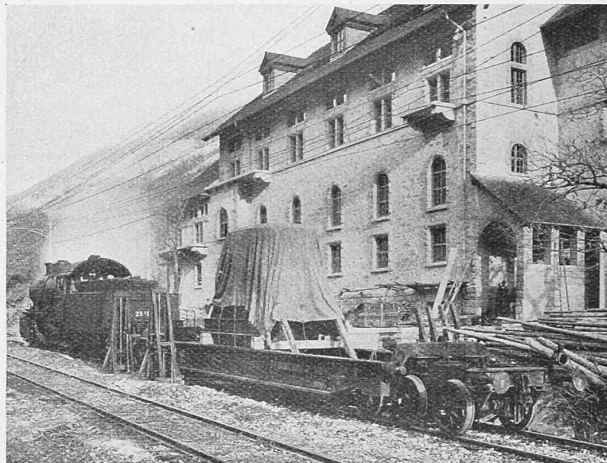


Abb. 3. Das Unterwerk Giornico, Bahnseite (noch nicht ganz vollendet).

der Fensteröffnungen: Unten die schweren, hohen Transformatoren, die grosse Einfahrt-Tore zu ihren Zellen benötigen, darüber die Schalter- und Apparatenräume, zu oberst die kleinen Oeffnungen zur Ein- und Ausführung der stromführenden Drähte. Die balkonartigen Galerien unter diesen Löchern sind aus technischen Gründen angebracht und in der Form nach Möglichkeit dem Architektur-Charakter angepasst; in Göschenen z. B. konnte der Balkon durch eine Terrasse über dem im Unterbau nötigen kleinen Anbau ersetzt werden. Einzig beim Dienstgebäude in Sihlbrugg ist auf besondere architektonische Gestaltung auch des Dienstgebäudes verzichtet worden.

Dass die S. B. B. bemüht sind, in ihren mit der Elektrifikation zusammenhängenden Bauten sich nicht auf das bloß Nötige zu beschränken, sondern auch ein Uebrigres tun, um sowohl ihrer eigenen Bedeutung, wie auch der des Elektrifikationswerks angemessen dazustehen, das ging schon aus der Veröffentlichung des Kraftwerkes Ritom<sup>1)</sup> hervor. Dieses Bestreben ist grundsätzlich schon deshalb sehr zu begrüssen, weil die S. B. B. als grösster Bauherr der Schweiz auch hierin mit dem guten Beispiel voranzugehen die Pflicht haben. Wie sehr dabei die „Anpassung“ an die örtliche Bauweise geboten oder berechtigt ist, insbesondere bei modernen, rein technischen und inhaltlich uniformen Zweckbauten, darüber gehen bekanntlich die Ansichten der Architekten zurzeit noch auseinander.

### Kurzer Bericht

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

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

[Vorbemerkung der Redaktion. Anlässlich des Technischen Kurses des S. I. A. vom 1. bis 6. Oktober 1923 in Zürich, berichtete auf ausdrücklichen Wunsch der Kursleitung Generaldirektor A. Schrafl kurz über die bisherigen Arbeiten der Experten-Kommission, die zur Feststellung der Ursachen des Versagens des Ritomstollens und Begutachtung der andern Druckstollen der S. B. B. ernannt worden war. Diese „Druckstollen-Kommission“ setzte sich zusammen aus den Ingenieuren J. Büchi (Zürich), Prof. A. Rohn (Zürich) und Dr. F. Rothpletz (Bern); sie erstattete ihr erstes Gutachten schon am 20. September 1920. Die Kommission, der die Generaldirektion vollständig freie Hand gelassen hatte, die ihr zur Lösung der gestellten

<sup>1)</sup> «S. B. Z.» Band 81 und 82, 1923. Auch als Sonderabdruck erhältlich.

Aufgabe nötig scheinenden Mittel und Wege zu wählen, ergänzte sich in der Folge durch die beiden Geologen Prof. Dr. Hugi (Bern) und Prof. Lugeon (Lausanne); ferner wirkten bei ihren Arbeiten mit der Stellvertreter des Oberingenieurs für Elektrifikation der S. B. B., Ing. H. Eggenberger (Bern) und der Bauleiter des Kraftwerks Amsteg, Ingenieur Hans Studer.

Das Referat von Generaldirektor Schrafl ist hier ergänzt durch Beifügung einiger Abbildungen und Diagramme über die Versuche, die im Druckstollen des Kraftwerks Amsteg durchgeführt worden sind, sowie durch deren kurze textliche Erläuterungen. Das Material dazu entstammt dem umfangreichen Expertenbericht, der inzwischen (am 21. November 1923) der Generaldirektion der S. B. B. abgeliefert worden ist.]

... Der Druckstollen des Ritomwerkes hat eine Länge von 868 m und ein eiförmiges Durchflussprofil von  $2,8 \text{ m}^2$ . Er ist ein Lehnstollen, der in der Hauptsache unregelmässig gelagerten, ziemlich stark zerklüfteten Glimmerschiefer durchfährt. Die Risse, die sich bei der Füllung des Stollens bildeten, hatten eine Gesamtlänge von 2800 m, also 3,3 m pro Laufmeter Stollen, und waren fast ausschliesslich Längsrisse, die in der Hauptsache in den Arbeitsfugen zwischen den Widerlagern und der Sohle, sowie beidseits des Scheitels auftraten; der Boden des Wasserschlosses war in seinem ganzen Umfange von der zylindrischen Mantelfläche getrennt worden.<sup>1)</sup> Unter einem Wasserdruck von 4,2 at hatte man einen Wasserverlust von 300 l/sek festgestellt. Die Experten berechneten, dass bei diesem Wasserdruck eine Oeffnung der Risse von 0,4 mm genügte, um das Abfliessen der 300 l/sek zu ermöglichen. Das entspricht einer Vergrösserung des Stollendurchmessers um  $\frac{1}{2}$  mm, oder einer Nachgiebigkeit des Verkleidungsmauerwerkes oder der Gesteinsunterlage um  $\frac{1}{4}$  mm. Es handelt sich also um äusserst geringe Veränderungen, die bei diesen Wasserverlusten in Betracht kommen.

Nachdem die Experten alle möglichen Ursachen dieser Rissbildungen sorgfältig erwogen, die verwendeten Baumaterialien geprüft und auch die Wasserläufe auf ihren Gipsgehalt untersucht hatten, kamen sie übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass die Rissbildung am Ritomstollen nur durch das Ausweichen der Stollenmauerung zu erklären sei und dass dieses Ausweichen auf folgende Ursachen zurückgeführt werden könne:

1. Auf Hohlräume zwischen der Stollenmauerung und dem Gebirge;
2. Auf Gesteinslockerungen infolge der Sprengungen und der Verwitterung, sowie auf die Komprimierbarkeit des Gesteins (Plastizität des Gesteins);
3. Eventuell auf die Elastizität des Gesteins.

Ueber die Grössenordnung dieser Ursachen konnten sich die Experten damals nicht aussprechen, da zunächst noch genauere Versuche vorzunehmen waren. Bezüglich der Verantwortlichkeitsfrage kamen die Experten, wie bekannt, zum Schlusse, dass weder eine Person, noch eine Verwaltung für die Rissbildung im Druckstollen des Ritomwerkes verantwortlich gemacht werden könne. Die Nachgiebigkeit der Gesteinschülle infolge des Innendruckes sei zwar übersehen worden, es handle sich aber dabei um ein Problem, das bisher, trotzdem es heute einfach und natürlich erscheine, fast allen Fachleuten z. Z. des Baues des Ritomstollens fremd gewesen sei. Die schnelle Entwicklung der Hochdruckanlagen erkläre einen gewissen Mangel an Erfahrung auf diesem Gebiet. Die Richtigkeit dieser Auffassung ist bis heute nicht widerlegt worden; sie hat sich vielmehr durch die weitem Untersuchungen bestätigt.

Als am 1. Juli 1920 der Wasserausbruch am Druckstollen des Ritomwerkes stattfand, war der Stollen für das Kraftwerk Amsteg<sup>2)</sup> bereits im Bau. Mit der Mauerung war allerdings noch nicht begonnen worden. Dieser Stollen

hat eine Länge von 7536 m, ein Sohlgefälle von  $1,5\text{‰}$  und einen lichten Querschnitt von  $6,5 \text{ m}^2$ , um  $21 \text{ m}^3/\text{sek}$  abführen zu können. Die maximale Druckhöhe beträgt beim Einlauf am Pfaffensprung rund 17 m, beim Wasserschloss muss mit einer statischen und dynamischen Druckhöhe von zusammen rund 35 m gerechnet werden. Das ursprüngliche Projekt sah für den ganzen Stollen huftisenförmige Profile mit Verkleidung vor; die Bahnverwaltung hatte sich aber in den Bauverträgen die allfällige Anwendung anderer Profile vorbehalten.

Die am Ritomstollen gemachten Erfahrungen hatten selbstverständlich die Bauleitung in Amsteg veranlasst, schon von sich aus eine nochmalige gründliche Ueberprüfung des Projektes vorzunehmen und die versuchsweise Abpressung einzelner Teilstücke des Stollens ins Auge zu fassen. Durch das Hinzutreten der Druckstollen-Kommission kam es dann zu einer noch einlässlicheren Prüfung des Problems und zu systematischen Versuchen.

Gleichzeitig mit der Aufstellung eines Versuchsprogramms versandte die Druckstollen-Kommission einen Fragebogen an sämtliche ihr bekannten Besitzer von Druck-

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

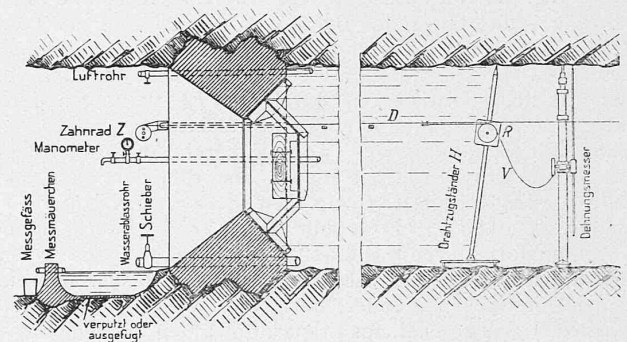


Abb. 1 u. 2. Stollenabschluss und Anordnung der Dehnungsmessung. — 1:100.

stollen im In- und Ausland, sowie an Ingenieure, von denen angenommen werden konnte, dass sie sich mit der Ausführung von Druckstollen befasst hatten. Die eingegangenen Antworten gaben höchst interessante Auskunft über 20 derartige Bauwerke, von denen acht in der Schweiz, drei in Oesterreich, Schweden und Norwegen und neun in Amerika liegen. Dabei bestätigte es sich, dass die bis zum Jahre 1921 in Betrieb genommenen Druckstollen gebaut wurden, ohne dass einermassen gründliche systematische Untersuchungen oder Berechnungen über die möglicherweise eintretende Deformation des Gebirges angestellt worden waren. Mit einer Nachgiebigkeit des Felsens wurde bei keinem dieser Stollen gerechnet. Eine Hinterpressung des Mauerwerkes ist nur bei wenigen dieser Stollen und auch bei diesen nur teilweise durchgeführt worden. Eine Abdichtung des Gesteins selbst wurde, den frühern Anschauungen entsprechend, fast nirgends vorgenommen. Von den 13 betonierten Stollen wurden sieben als wasserdicht bezeichnet. Bei zwei Stollen sind die Verluste fraglich und bei drei Stollen schwanken sie zwischen 40 und 300 l/sek, oder bezogen auf  $1000 \text{ m}^2$  Stollenausbruchfläche, zwischen 2,2 und  $9,4 \text{ l/sek}$ .

Die Experten hatten schon in ihrem Bericht über den Ritomstollen darauf aufmerksam gemacht, dass bei solchen Bauten ein inniges Zusammenarbeiten der Ingenieure und Geologen unerlässlich sei. Den Spezialisten, in diesem Falle den Geologen, fallen viele Einzelheiten auf, für deren Studium der bauleitende und projektierende Ingenieur, der sich mit einem grossen Komplex anderer Fragen, kaufmännischer, juristischer, ja selbst medizinischer Art zu befassen hat, sehr oft weder Zeit noch Ruhe findet. Es kann auch nicht verlangt werden, dass der Ingenieur die Geologie bis in alle Einzelheiten beherrsche. Beim Bau eines Druckstollens besteht die Aufgabe ja nicht allein darin, einen wasserdichten Stollen herzustellen, sondern

<sup>1)</sup> Vergl. Näheres hierüber in der eingehenden Darstellung des Ritomwerkes in Bd 81, Seite 268 (2. Juni 1923). Red.

<sup>2)</sup> Generelle Darstellung vergl. Bd. 68, S. 33 (22. Juli 1916). Red.

es muss darnach getrachtet werden, dieses Ziel mit einem möglichst geringen Aufwand an Kosten und Zeit zu erreichen. Dies kann aber nur geschehen, wenn man sich möglichst gründlich klar ist über die Eigenschaften des Gebirges, das man durchfährt.

Bergmännisch betrachtet teilt sich der Amsteger Stollen in zwei von einander deutlich verschiedene Teile, nämlich in eine obere, 5 km lange Strecke in Gneiss und Granit, die von Anfang an als ziemlich sicher wasserdicht angesehen werden konnte, und in eine untere, 2 1/2 km messende, vorwiegend aus Serizitschiefer bestehende Partie, die bezüglich Wasserdichtigkeit wenig Zutrauen erweckte. Nach dieser Gliederung hatte sich auch die Vornahme der Versuche zu richten, bei denen es sich darum handelte, die Dichtigkeit des Gebirges und die Deformation grösserer Gesteinsmassen unter dem Einfluss des Wasser-

Wasser durch das das Tor umgebende Gestein verloren geht. Die Bedeutung der Fehlerquellen bei den beidseitigen Toren wird daher umso geringer, je länger die Versuchstrecke ist. Es empfiehlt sich infolgedessen zur Bestimmung des Dichtigkeitsgrades, Stollenstücke von einigen Hundert Meter Länge unter Druck zu setzen. Für die Deformationsmessungen wurden Strecken von mindestens 20 m gewählt. Der hohen Ausführungskosten der verschiedenen Versuchsmauerungen wegen musste man sich in der Länge dieser Mauerungen auf dieses Mass beschränken.

Für die Versuche wurden im Stollen vier Strecken eingerichtet; diese schloss man durch Tore ab, die aus einem ringförmigen Betonwiderlager und einem zweiteiligen kegelförmigen flusseisernen Tor bestanden. In dem Tor war ein Mannloch angebracht, um jeweils sofort nach

Entleerung der Versuchstrecken vor der Wiederholung der Versuche die Strecken besichtigen zu können (Abb. 1).

Zur Messung der Nachgiebigkeit der Stollenwandung wurde von der Firma Alfr. Amsler & Cie. in Schaffhausen unter Mitwirkung von Prof. Rohn und des Brückenbureau der S. B. B. ein besonderer Apparat konstruiert. Die Schwierigkeit lag darin, die Stollenausweitungen von aussen

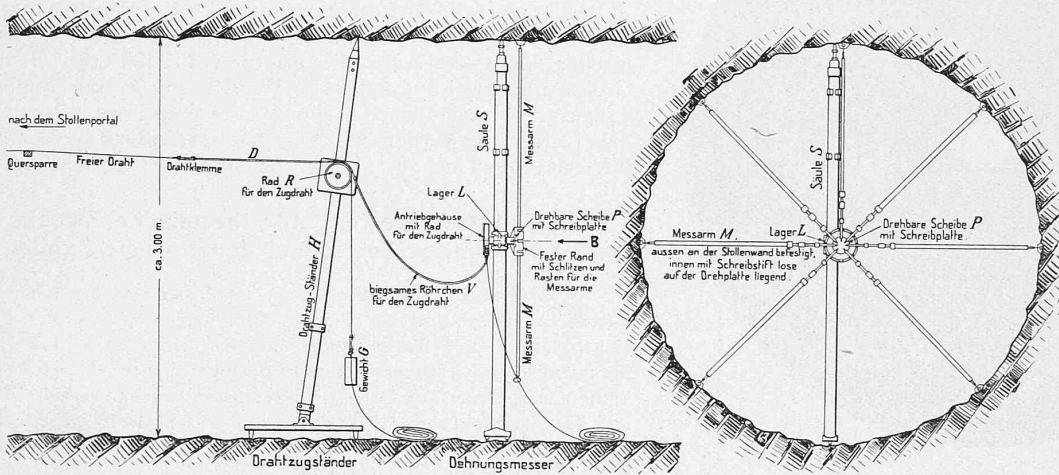


Abb. 3. Einbau des Dehnungsmessers im unausgekleideten Stollen. — Längs- und Querschnitt 1 : 50.

druckes zu ermitteln. In wasserdichten Gesteinen kommt der Deformation nur geringe Bedeutung zu, weil in diesem Falle die Auskleidung andere Zwecke verfolgt als die Erzielung einer Abdichtung. Rissbildungen wären hier im allgemeinen unschädlich. Die Deformation des Gesteins ist daher in diesem Falle auch nicht massgebend für die Bestimmung der Ausmauerung.

Auf Grund dieser Ueberlegung wurden die Versuche im Amsteger Stollen in zwei Hauptgruppen eingeteilt:

1. Versuche zur Bestimmung der *Deformation* in Stollenstrecken in gebräuchtem Gestein, das voraussichtlich wasserdurchlässig ist und somit gegen Innendruck, eventuell auch gegen Aussendruck oder gegen beide Druckerscheinungen einer Beton-Verkleidung bedarf.

2. Versuche zur Prüfung der *Dichtigkeit* in Stollenstrecken in standfestem, gesundem und voraussichtlich dichtem Fels.

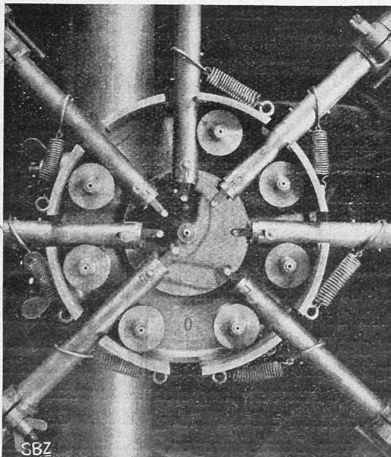


Abb. 5. Drehbare Scheibe mit Schreibplatte.

Sowohl zur Messung der Wasserverluste als auch zur Bestimmung der Deformationen sind möglichst lange Stollenstücke unter Druck zu setzen. Die Wasserverluste bei den Abschlussstellen lassen sich nämlich kaum einwandfrei messen, weil infolge des einseitigen Wasserdruckes auch

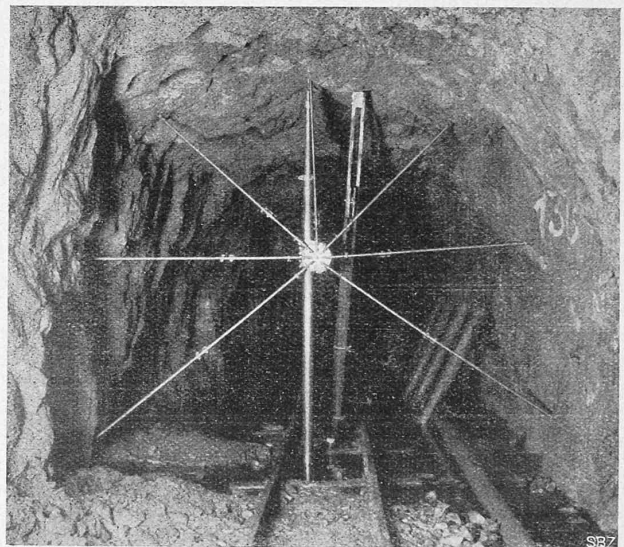


Abb. 4. Ansicht des eingebauten Stollen-Dehnungsmessers von Alfr. Amsler & Cie., Schaffhausen.

messen zu können, während der Stollen mit Druckwasser gefüllt ist. Dieser *Dehnungsmesser* besteht aus: einer lotrecht stehenden Säule, die durch eine Feder gegen die Decke des Stollens gedrückt wird (Abbildungen 2 bis 4); einer drehbaren Scheibe, deren Lager an passender Stelle auf der Säule festgestellt werden kann (Abbildung 5); aus sieben Messarmen, die sich von der Stollenwandung, wo sie befestigt werden, konzentrisch nach dieser Scheibe erstrecken und am innern Ende einen Schreibstift tragen, der die Formänderung der Stollenwand auf eine polierte Metallplatte, die auf der drehbaren Scheibe befestigt ist,

in Naturgrösse aufzeichnen (Abbildung 6); aus einem Draht, mit dem der vor dem Stollenportal stehende Beobachter die Scheibe jeweils vor der Beobachtung etwas drehen kann (Abbildung 2 und 1).

Abbildung 4 zeigt eine fotogr. Aufnahme des aufgestellten Apparates in der unausgekleideten Gneiss-Strecke. Abbildungen 5 und 6 zeigen den Mess-Stern und eine Messplatte des Versuches in der Strecke III (Serizitschiefer); die polierte Platte hat einen Durchmesser von 100 mm.

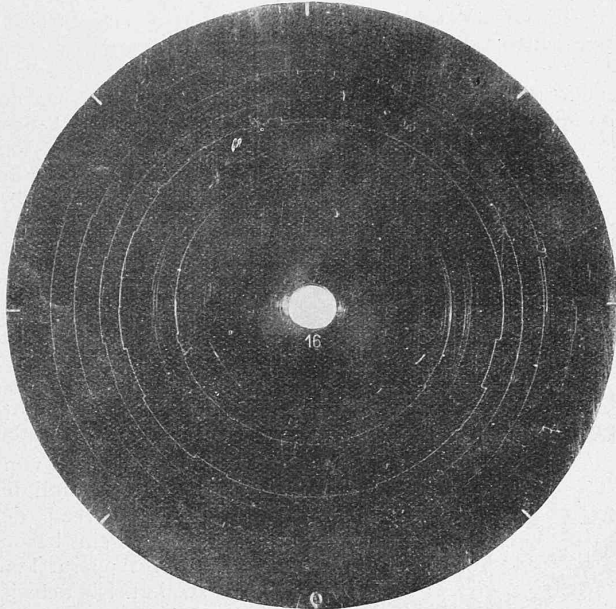


Abb. 6. Messplatte mit Aufzeichnungen,  $\frac{9}{10}$  nat. Grösse.

Die konzentrischen Kreise sind jeweils dadurch entstanden, dass während bestimmten Druckzuständen die Platten gedreht wurden. Die radialen Striche zwischen zwei konzentrischen Ringstücken entsprechen den radialen Verschiebungen der Schreibstifte während einer Druckveränderung resp. Zustandsveränderung. Die Summe der von zwei in gleichem Durchmesser gelegenen Armen aufgezeichneten Dehnungen gibt die Ausweitung des Stollendurchmessers an. Dieser sternförmige Dehnungsmesser zeichnet somit in natürlicher Grösse die Ausweitungen von vier Stollendurchmessern auf, die um je  $45^\circ$  gegeneinander versetzt sind. Die Ausmittlung der Aufzeichnungen auf der Messplatte geschieht mit Hilfe eines Mikroskops, wobei radiale Bewegungen der Schreibstifte der Messarme bis auf einen Tausendstel Millimeter abgeschätzt werden können.

Der innere Druck wurde im allgemeinen, soweit genügend Wasser zugeführt werden konnte, bis auf etwa das  $\frac{3}{4}$  fache des Betriebsdruckes, im Maximum auf 51 m Wassersäule gesteigert, gegenüber einem Höchstbetriebsdruck von 35 m beim Wasserschloss; er wurde bei den Toren an Manometern registriert. Die Messung der zugeführten Wassermengen erfolgte bei den Versuchen in der obern Strecke vermittelst eines kalibrierten Ueberfalles und bei den übrigen Versuchen durch Wassermessapparate, die in die Zuleitungsrohre eingebaut wurden (Woltmann-Wassermesser und Wasserubren). Die Messung der Wasserverluste an den Toren wurde mit Hilfe von kleinen, etwa 2,5 m vor den Toren gelegenen Sammelbecken und Messgefässen durchgeführt.

Um den Beharrungszustand im Stollen so gut als möglich herzustellen wurden Dauerversuche, die sich über mehrere Tage erstreckten, vorgenommen. Der massgebende Wasserverlust zeigt sich immer erst nach längerer Zeit, weil sich die verschiedenartigen, zum Teil kapillaren Hohlräume im Beton und Gebirge zuerst auffüllen müssen.

Im Laufe der Versuche zeigte es sich, dass auch die thermischen Wirkungen von nicht unwesentlichem Einfluss auf die Versuchsergebnisse sind. Beim Füllen der Versuchsstrecke mit Wasser, dessen Temperatur in der Regel unter der Stollentemperatur liegt, erleiden einmal die Messarme des Dehnungsmessers eine Abkühlung. Sodann findet aber bei Dauerversuchen auch ein langsamer Ausgleich zwischen der Wasser- und Gesteinstemperatur der Stollenhülle statt, die bei Abkühlung eine Kontraktion des Gesteins zur Folge hat. Zur Prüfung der Temperaturveränderung der Stollenhülle wurden beim letzten Versuch in der untersten, bereits ausgemauerten Versuchsstrecke Thermometer eingebaut und zwar in den Fugen zwischen dem Torkretverputz und der Betonverkleidung, zwischen dieser und dem Gestein, sowie im Felsen selbst, in Tiefen von 7,5 cm, 58 cm und 2 m 50 hinter der innern Stollenwandung.

Um für die Deformationsversuche Vergleichsergebnisse zu erhalten, wurde im Serizitschiefer auch noch ein mechanischer Abpressversuch mit eisernen Platten von  $1 \text{ m}^2$  Grösse und zwei hydraulischen Winden von je 100 Tonnen Tragkraft vorgenommen. Die Verschiebungen, die sich dabei ergaben, wurden mit Einsenkungsmessern bestimmt, die Ablesungen bis zu  $\frac{1}{100}$  mm gestatteten. (Schluss folgt.)

### Elektrizitätsverwertung für thermische Zwecke und Folgerungen betreffend den Energie-Export.

[Vorbemerkung der Redaktion. Im Zusammenhang mit der öffentlichen Diskussion der Fragen des Energie-Exportes drängen sich besonders auch Betrachtungen über den Verbrauch von Energie für thermische Zwecke im Inland, namentlich für vermehrte Nachtstromnutzung, auf. Zur Darlegung der tatsächlichen Verhältnisse und der wirtschaftlichen Möglichkeiten auf diesem Gebiet geben wir nachstehende Ausführungen des Direktors der „Elektrizitätswerke des Kantons Zürich“, Ing. J. Bertschinger, wieder, um deren Abfassung wir ihn ersucht haben. — Wir wollen damit auch beitragen zur Abklärung der wichtigen Fragen, deren Diskussion im Schosse des S. I. A. in der Delegierten-Versammlung vom 1. Dezember einstimmig beschlossen worden ist; siehe hierüber Protokoll auf Seite 14.]

Die Möglichkeit der Abgabe von Elektrizität für thermische Zwecke hängt in der Hauptsache von den *individuellen Verhältnissen* der einzelnen Elektrizitätsunternehmungen ab. Ein Werk, bei dem beispielsweise die Verhältnisse der möglichen Energieerzeugung sich decken mit den Bedürfnissen für die Abgabe von Energie zu Beleuchtungs- und motorischen Zwecken (hochwertige Energieabgabe) hat kaum ein Interesse daran, die Energieabgabe für thermische Zwecke zu propagieren. Erfährt seine Energieabgabe dennoch für diese Zwecke eine Vermehrung, dann muss es diesen Mehrbedarf durch Aufstellung neuer Energieerzeugungsanlagen (Kraftwerke) oder durch Zukauf neuer Energie decken. Beides kann sich, angesichts der aus thermischer Energieverwertung sich ergebenden geringen Einnahmen, leicht als unwirtschaftlich herausstellen, ganz abgesehen von der weiteren Frage, ob die vorhandenen Leitungs- und Transformieranlagen die Mehrbelastung noch ertragen, oder ob auch hier kostspielige Erweiterungen nötig sind. Bei andern Werken wieder mögen die Verhältnisse umgekehrt liegen; es mag auch aus langer Hand schon bei der Erstellung von Neuanlagen auf die kommenden Bedürfnisse der Wärmetechnik weitgehend Bedacht genommen worden sein, wozu es allerdings einer nicht überall vorhandenen finanziellen Leistungsfähigkeit bedarf. Auf alle Fälle aber liegt es in der Natur einer jahrzehntelangen Entwicklung, dass heute namentlich auf dem Gebiete der Energieabgabe für Wärmezwecke die Verhältnisse bei den verschiedenen Werken sehr ungleich liegen und dass z. B. der Vorschlag auf „gleichmässige Behandlung“ dieses Gebietes innerhalb der Schweiz, z. B. von Bundes wegen, und auf „Vereinheitlichung der Tarife“ eine Forderung ist, die nur von Leuten aufgestellt werden kann, die keinen Einblick haben in die Vielgestaltigkeit dieser Verhältnisse und in die für viele Werke wirtschaftlich katastrophale Bedeutung einer solchen Forderung.

Aber auch unter jenen Werken, denen die Erzeugungs- und Verteilungsverhältnisse die Arbeit auf dem thermischen Gebiete gestatten, bedingen die Eigentümlichkeiten des Wasserhaushaltes ihrer Kraftwerke oder ihrer Energiebezugsverhältnisse von andern