

GESUNDHEITS-INGENIEUR.

ZEITSCHRIFT

FÜR DIE
GESAMTE STÄDTEHYGIENE.

Organ der Prüfungsanstalt für Heizungs- und Lüftungsrichtungen
der Kgl. Techn. Hochschule Berlin und Organ der Vereinigung be-
hördlicher Ingenieure des Maschinen- und Heizwesens.

Herausgegeben von

Geh. Regierungsrat v. Boehmer,
Berlin-Lichterfelde.

Geh. Regierungsrat Harder,
Berlin W.

Prof. Dr. Dunbar,
Direktor des Staatlichen Hygienischen
Instituts zu Hamburg.

Geh. Reg.-Rat Prof. Proskauer,
Direktor Untersuchungsamt (Hyg.
und gewerb.) Zwecke der Stadt Berlin.

Professor Dr. techn. K. Brabée,
Vorsteher der Prüfungsanstalt für Heiz- und Lüftungsrichtungen
der Kgl. Techn. Hochschule Berlin.

Verlag u. Expedition: R. Oldenbourg, Verlagsbuchhandlung in München u. Berlin W. 10.

Der GESUNDHEITS-INGENIEUR, Zeitschrift für die gesamte
Städtehygiene, erscheint wöchentlich.

Zuschriften, welche den redaktionellen Teil des Blattes betreffen,
sind zu richten an Geh. Regierungsrat v. BOEHMER, Berlin-Lichterfelde 3,
Hans Sachs-Strasse 5.

ABONNEMENTS nehmen die Expedition München, alle Buch-
handlungen und Postanstalten zum Preise von M. 10.— pro Semester entgegen.
Für Österreich-Ungarn beträgt der Preis M. 11.50, für das übrige Ausland
M. 13.— Je bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden zum Preise von 50 Pf. für die viergespaltene Petit-
zeile oder deren Raum angenommen. Für Inserate auf dem Umschlag, den
beiden Seiten vor und nach dem redaktionellen Text, sowie in dem auf farbigem
Papier gedruckten mittleren Inseratteil beträgt der Preis 40 Pf. für die Petit-
zeile. Bei Wiederholungen wird entsprechend steigender Rabatt gewährt.
Stellengesuche werden bei direkter Aufgäbe mit 20 Pf. pro Zeile berechnet.

BEILAGEN, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist,
werden nach Vereinbarung beigelegt.

Zuschriften, welche Abonnements oder den Inseratteil betreffen,
sind zu richten an die unterzeichnete Verlagsbuchhandlung.

Verlagsbuchhandlung von R. OLDENBOURG in München, Glückstr. 8.

Inhalt:

von Groß-Berlin. S. 471. — Heizung. Rohrleitungsrechnungen bei
Warmwasserheizungen. S. 472. — Desinfektion. Über den Methyl-
alkoholgehalt der Formaldehydwasserdämpfe bei den verschiedenen Raum-
desinfektionsverfahren. S. 473. — Verschiedenes. Elektrischer Kessel-
stein-Abkloppapparat Patent Devoivre. S. 472. Baumwollene Fenster-
scheiben für Schuläle. S. 472. Ingenieurprüfung. S. 473.
Büchereisau. Die Patentprüfungen. S. 475. Die Markthalen und ihre Hilfs-
kräfte als Faktoren der Lebensmittelversorgung in unseren Großstädten.
S. 475. Fortschritte auf dem Gebiete der Architektur. S. 473.
Neue Bücher, aus Abhandlungen in anderen Zeitschriften. S. 474.
Patentanmeldungen und -verteilungen. S. 475. Patentschriften-Auszüge. S. 476.
Brief- und Fragekasten. S. 476.

Originalabhandlungen und Mitteilungen.

Der Taschenbergunnel der Stadtentwässerung Nordhausen. Von Regie-
rungsbaumeister Dr.-Ing. Schubert, Stadtbaumeister in Gera.-It. Mit
5 Abbildungen. S. 461. — Bericht des Ausschusses zur Aufstellung von
Regeln bei der Benutzung von Starobren (Pilot-Robren). Mit 4 Abbil-
dungen. S. 466. — Untersuchungen an Strahlapparaten. Von Dr.-Ing.
H. Pfotenauer, Nürnberg. Mit Abbildung 1a. (Schluß von S. 432.)
S. 468.

Besprechungen. Wasserversorgung und Städtereinigung. Über die
Sterilisation von Wasser durch ultraviolette Strahlen. S. 470. Reinigung
der Schlichfabrikwässer durch Hypochloritlage. S. 470. Halbbare Elektro-
Bleichläuge. S. 471. Die Beziehungen zwischen Wasser und Abwasser

Nachdruck unserer Original-Abhandlungen und -Mitteilungen verboten!

Original-Abhandlungen und -Mitteilungen.

Der Taschenbergunnel der Stadtentwässerung Nordhausen.

Von Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Schubert, Stadtbaumeister
in Gera.-R.

Bei der jetzt nahezu vollendeten Ausführung der Stadt-
entwässerung von Nordhausen nach dem Entwurfe des Stadt-
bauamteisters Dr.-Ing. Schubert, Stadtbaumeister in Gera.-It. mit
5 Abbildungen, S. 461. — Bericht des Ausschusses zur Aufstellung von
Regeln bei der Benutzung von Starobren (Pilot-Robren). Mit 4 Abbil-
dungen. S. 466. — Untersuchungen an Strahlapparaten. Von Dr.-Ing.
H. Pfotenauer, Nürnberg. Mit Abbildung 1a. (Schluß von S. 432.)
S. 468.

Bei der jetzt nahezu vollendeten Ausführung der Stadt-
entwässerung von Nordhausen nach dem Entwurfe des Stadt-
bauamteisters Dr.-Ing. Schubert, Stadtbaumeister in Gera.-It. mit
5 Abbildungen, S. 461. — Bericht des Ausschusses zur Aufstellung von
Regeln bei der Benutzung von Starobren (Pilot-Robren). Mit 4 Abbil-
dungen. S. 466. — Untersuchungen an Strahlapparaten. Von Dr.-Ing.
H. Pfotenauer, Nürnberg. Mit Abbildung 1a. (Schluß von S. 432.)
S. 468.

Bei der jetzt nahezu vollendeten Ausführung der Stadt-
entwässerung von Nordhausen nach dem Entwurfe des Stadt-
bauamteisters Dr.-Ing. Schubert, Stadtbaumeister in Gera.-It. mit
5 Abbildungen, S. 461. — Bericht des Ausschusses zur Aufstellung von
Regeln bei der Benutzung von Starobren (Pilot-Robren). Mit 4 Abbil-
dungen. S. 466. — Untersuchungen an Strahlapparaten. Von Dr.-Ing.
H. Pfotenauer, Nürnberg. Mit Abbildung 1a. (Schluß von S. 432.)
S. 468.

Bei der jetzt nahezu vollendeten Ausführung der Stadt-
entwässerung von Nordhausen nach dem Entwurfe des Stadt-
bauamteisters Dr.-Ing. Schubert, Stadtbaumeister in Gera.-It. mit
5 Abbildungen, S. 461. — Bericht des Ausschusses zur Aufstellung von
Regeln bei der Benutzung von Starobren (Pilot-Robren). Mit 4 Abbil-
dungen. S. 466. — Untersuchungen an Strahlapparaten. Von Dr.-Ing.
H. Pfotenauer, Nürnberg. Mit Abbildung 1a. (Schluß von S. 432.)
S. 468.

werden würde. Da dieser als sehr druckhaft anzunehmen war,
hatte man damit zu rechnen, daß die Ausmauerung dem Aus-
bruch unmittelbar zu folgen hatte. Das Lehrgerüst des Mauer-
werks mußte deshalb Lichtmaße aufweisen, die während der
Bauausführung einen ungehinderten Verkehr zwischen Mund-
lochsacht und dem Abbruch vor Ort gewährleisteten. Man
hielt hierfür eine lichte Höhe von 1,70 bis 1,75 m für ausreichend,
und es ergab sich auf Grund eingehender Bearbeitung des zu
verwendenden Lehrgerüsts der bereits erwähnte, in Fig. 1 dar-
gestellte Querschnitt von 2,20 m lichter Höhe und 1,88 m lichter
Breite.

Da dieses Profil für die Abführung der Wassermassen zu
groß war — es führt 8364 sl bei voller Füllung —, so wurde
in Erwägung gezogen, ein zweites kleineres Profil zu wählen,
bei dem die Mauerung erst dann zu beginnen hätte, wenn
der Tunnel von zwei Schächten her vollständig ausgebrochen
und abgesteift war. Die zum Begehen erforderliche Licht-
höhe brauchte dann nur innerhalb der Mauerung ohne Lehr-
gerüst vorhanden zu sein. Es war weiterhin bedacht worden,
die zur Abstiefung des Gebirges vorgesehenen eisernen Rahmen
nicht wieder zu entfernen, sondern ins Mauerwerk auf-
zunehmen. Ein scharfer Kostenvergleich fiel zu ungunsten des
kleinen Profils aus. Es wurde daher an dem großen Querschnitt
2,20/1,88 festgehalten, zumal da er größere Sicherheit bei
Sturzregen bot. Auch rechnete man aus, daß seine Ausführung
eine kürzere Bauzeit beanspruche.

Sache einer statischen Untersuchung war es, dem nach
Vorstehendem hinsichtlich seiner Fläche festgesetzten Profil
noch die Form zu geben, welche die zu erwartenden Gebirgs-
drücke verlangten. Richtung und Größe des Druckes im Innern
eines Berges sind im voraus nur schwer, auch nur annähernd,
zu bestimmen. Es war daher unmöglich, für den Tunnel ein
Profil zu entwerfen, das den wirklich auftretenden Druckver-
hältnissen genau entsprach. Trotzdem hielt Verfasser dieses
es für angezeigt, nach gewissen Voraussetzungen eine Form
zu bestimmen, die sich unter Umständen durch nur kleine
Änderungen in der Scheitel- oder Widerlagerstärke den je-
weiligen Drücken anpassen ließe. Das zur Ausführung gelangte
Tunnelprofil ist das Ergebnis einer statischen Untersuchung,
der folgende Annahmen zugrunde lagen:

1. Die Krümmung einer Stützlinie steht in direktem Ver-
hältnis zur Größe der senkrecht gegen sie gerichteten Außen-
kräfte.

2. Je fester das Gebirge ist, desto mehr soll das Tunnelgewölbe gegen die Halbkreisform überhöht sein, da letztere nur in schwimmendem Gebirge oder bei hohem Wasserdruck wirtschaftlich ist.

Prag 1881) 7 t/qm eingesetzt. Die hierbei gefundene Form war die eines Eis mit der Spitze nach oben (Fig. 1).

Die Stärke des Wölbringes wurde zu $1\frac{1}{2}$ Stein = 38 cm bestimmt. Nach der oben erwähnten statischen Untersuchung ermittelte sich eine größte Kraft von 8,56 t, mithin eine mittlere Spannung von $\frac{8560}{100 \cdot 38} = 2,25$ kg/qcm, so daß die Stütze die gefährdete Fuge schon ziemlich weit außerhalb des Kerns schneiden konnte, ohne daß gefährliche Spannungen auftraten. Wenn man die innere Wölblinie als Parabel annimmt, so verhalten sich die Wölbrängen

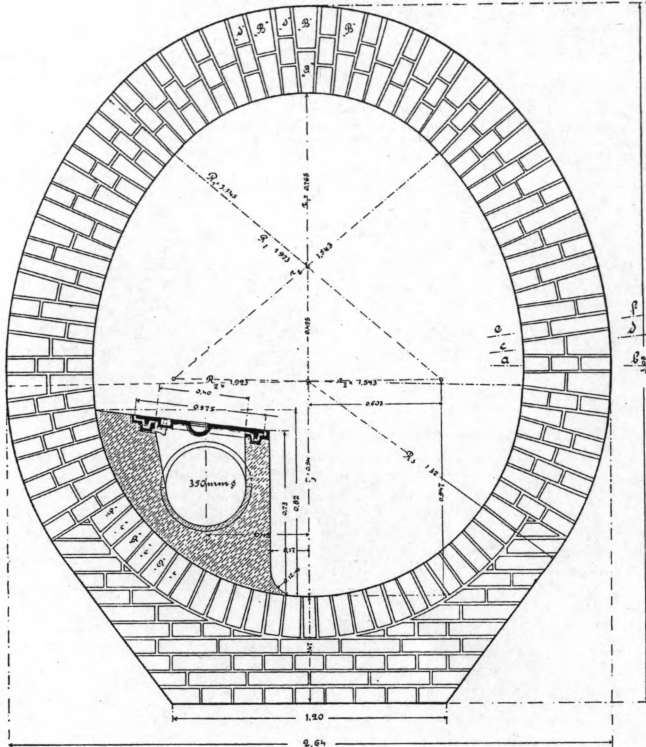
$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{l_1^2 f_2}{l_2^2 f_1}$$

unter f den Stich, unter l die Stützweite verstanden. Diese Formel liefert, wenn man einige ausgeführte Tunnelprofile heranzieht, Mauerstärken von 0,15 m bis 0,40 m. $1\frac{1}{2}$ Stein genügen also bei weitem, zumal der Tunnel mit Rücksicht auf die bei 3864 sl sich einstellende Geschwindigkeit von 2,20 m/Sek. in bestem Klinker-mauerwerk ausgeführt wurde, für das die zulässige Beanspruchung höher angesetzt werden kann als für Bruchstein-mauerwerk.

Über Grundriß und Längsprofil des Bauwerkes gibt Fig. 2 Aufschluß. Der Anfang des Tunnels kam an eine Straßenkreuzung zu liegen, wo die beiden Straßenkanäle bereits etwa 8 m Tiefe erreicht hatten. Das Ende bestimmte sich aus einem Kostenvergleich, in dem die Tiefe, bei der die Kosten der offenen Baugrube und des Tunnelbetriebes sich gleichkamen, zu 9,5 m berechnet wurde.

Am Anfang und Ende wurde je ein Schacht, I und IV, errichtet, in denen das in den Straßen über dem Tunnel zusammenlaufende Regen- und Brauchwasser, durchaus getrennt voneinander, gesammelt wurde und in verwickelten Abströmen nach dem Tunnel abfiel. Fig. 3 zeigt einen der beiden Schächte.

Zwischen diesen beiden Abströmschächten wurden noch zwei andere vorgesehen, eines- teils um für die Bauausführung möglichst viele Angriffspunkte zu erhalten, andernteils aus folgendem Grunde: Die bei dem für die Berechnung des Kanalnetzes maßgebenden Regen von 80 sl/ha rechnerisch ermittelte Durchflußmenge von 3864 sl stellte sich binnen 10 Minuten auf 1,14 m Wasserspiegellhöhe ein, sodaß der Tunnel bei einem plötzlichen Regen für einen Kanalarbeiter schon



Bemerkung:

r_1, r_2, r_3 - Radien des inneren Hohlraums.
 d_1, d_2, d_3 - Durchmesser

Querschnitt des Tunnels.

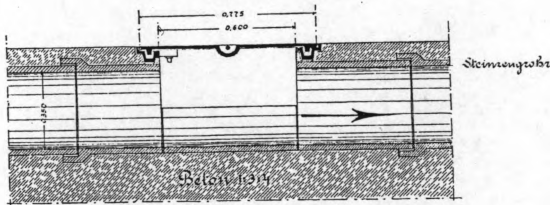


Fig. 1. Längsschnitt durch die Bedienungsöffnung des Brauchwasserrohres.

3. Die Drücke in der First, in der Sohle und in den Seitenstößen verhalten sich wie $F:F/2:F/3$, wenn F den auf die Flächeneinheit entfallenden Firstdruck bedeutet.

4. Da Probebohrungen in der Achse des Tunnels Ton und Ton mit Sandbeimengungen (Fig. 2) festgestellt hatten, so wurde als Firstdruck nach G r ö g e r (Statik der Tunnelgewölbe,

teils um für die Bauausführung möglichst viele Angriffspunkte zu erhalten, andernteils aus folgendem Grunde: Die bei dem für die Berechnung des Kanalnetzes maßgebenden Regen von 80 sl/ha rechnerisch ermittelte Durchflußmenge von 3864 sl stellte sich binnen 10 Minuten auf 1,14 m Wasserspiegellhöhe ein, sodaß der Tunnel bei einem plötzlichen Regen für einen Kanalarbeiter schon

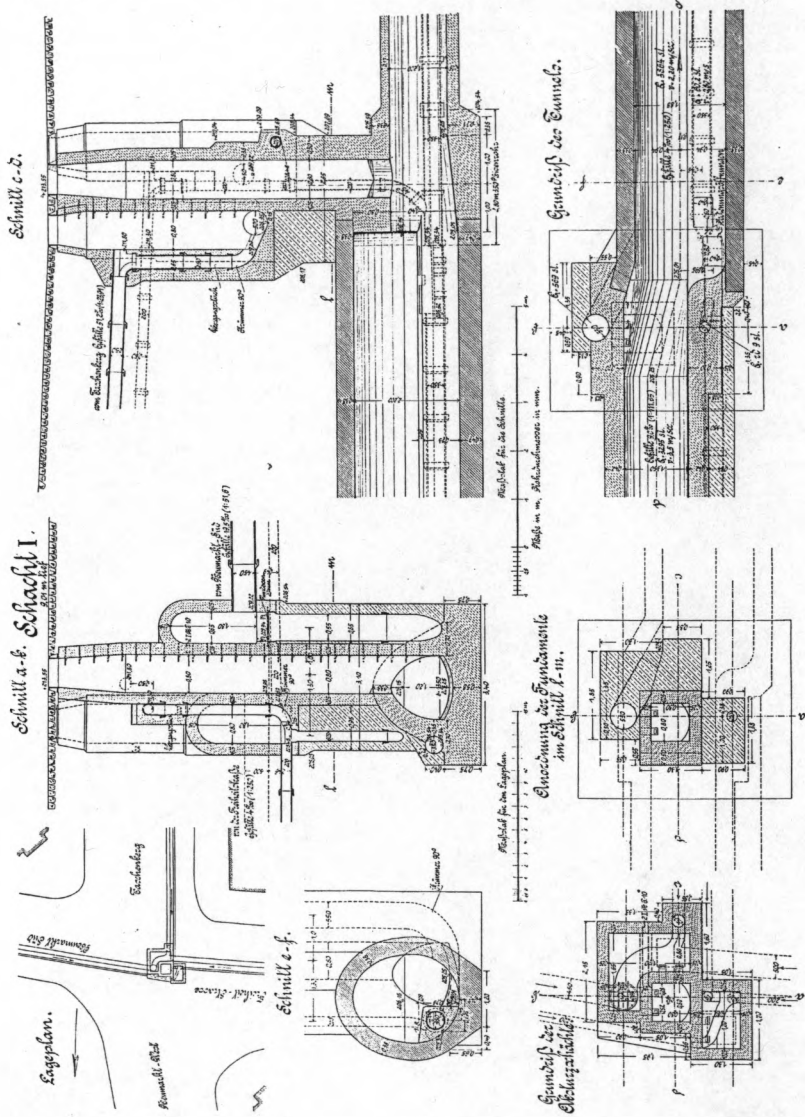
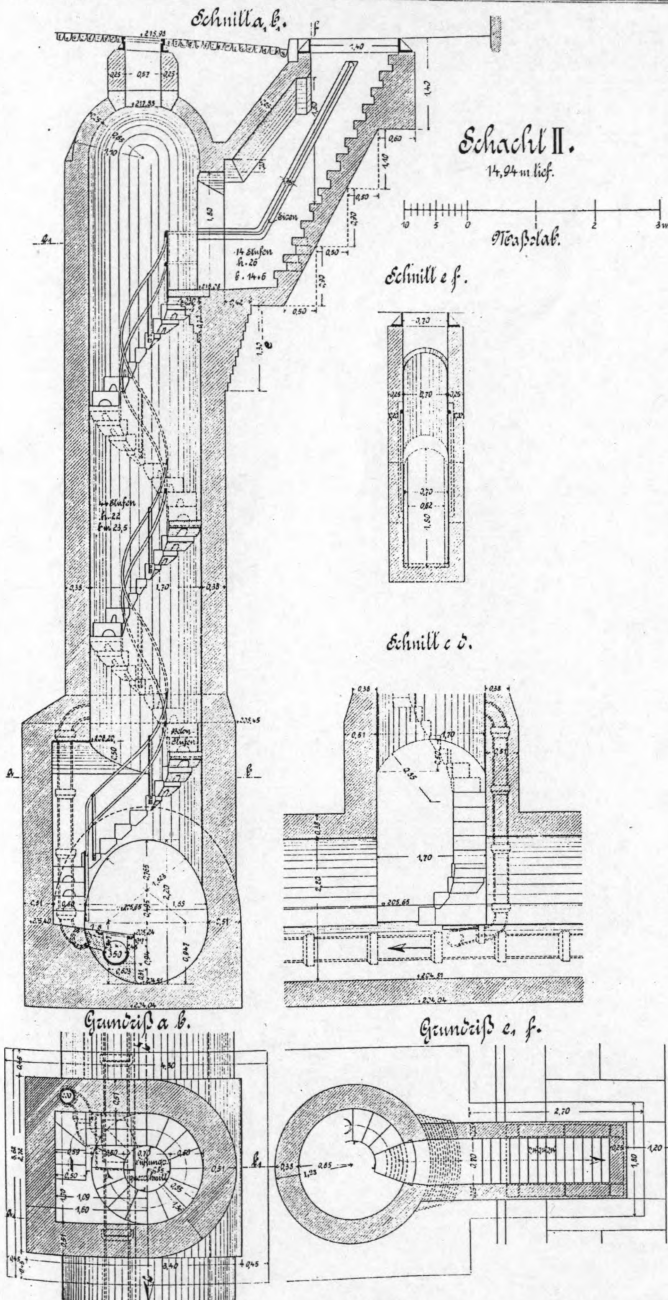


Fig. 3. Absturzschutz I.



in zwei bis drei Minuten ungangbar wurde. Um nun nicht bei plötzlichen Regengüssen Menschen in Gefahr zu bringen und um diesen Gelegenheit zu bieten, den Tunnel möglichst schnell zu verlassen, schuf man erstens über dem Brauchwasserrohr eine Gangbahn (Fig. 1) und zwischen Anfangs- und Endschacht zwei weitere Schächte, II und III, von 14,50 m und 15,90 m Tiefe. Ihre Ausbildung zeigt Fig. 4. Sie sind wegen ihrer Höhe nicht mit Steigeisen wie Schacht I und IV, sondern mit freitragenden Wendeltreppenstufen aus Beton versehen.

Für die Entlüftung des Tunnels sowohl wie des in ihm ruhenden Brauchwasserrohres war reichlich Vorsorge getroffen. Zur Lüftung des letzteren, welches auf die Länge des Tunnels von 378 m neun luftdicht verschlossene Bedienungsöffnungen (Fig. 1) erhielt, war in Schacht II und III ein Steinzeugrohr eingebaut, welches in den oberen Teil des Schachtes einmündete, während in Schacht I und IV die Absturzhöhle die Luftzufuhr vermittelten. Um andererseits der in der Tunnelröhre zwischen je zwei Schächten befindlichen Luftmenge von 370 cbm bei einem Sturzregen schnell Ausgang zu verschaffen, wurden sämtliche Schachtdeckel mit reichlichen Lüftungsschlitzen, Schacht II und III mit einem besonderen Lüftungsquerschnitt von 70 cm Durchmesser innerhalb der Wendeltreppen (Fig. 4), die Wendelstufen selbst mit einer Aussparung in der Setzstufe und die Kuppeln der Schächte mit einem besonderen Lüftungsrost versehen.

Die Absteckung geschah, indem die Achse zunächst oberirdisch mit Hilfe des Theodoliten festgelegt und unwandelbar durch Marken in der Straßenoberfläche festgelegt war, welche durch Kappen von Unterflur-Hydranten geschützt wurden. Bei jedem Schacht befanden sich zwei solche Marken, von denen die eine etwa 12 m davor, die andere

Fig. 4. Treppenschacht II.

etwa 12 m dahinter lag. Nachdem die Schächte bis auf die vorgeschrittene Tiefe abgeteuft waren, wurde ein Draht genau über die beiden Marken gespannt. Von diesem aus hängte man zwei Lote auf die Sohle des Schachtes hinab, die so weit voneinander entfernt waren, als es die Absteifung des Schachtes zuließ. Ihre Spitzen bestimmten auf der Sohle die Achse des Tunnels, welche dort durch zwei Marken auf kräftigen Betonpfeilern festgelegt wurde. Die Verlängerung der Achse nach dem Stollen hinein geschah nachts mit Hilfe des Theodoliten und von Lotfäden, die durch Azetylenlampen scharf beleuchtet wurden. Ein Fehler trat nicht auf. Die Höhe der Sohle über Normalnull wurde, nachdem die Schächte abgeteuft waren, mit Hilfe von geprüften Meß- und Nivellierlatten bestimmt.

Der Bauvorgang, das Wichtigste und Eigenartigste des ganzen Bauwerks, gestaltet sich insofern abwechslungsreich, als die ursprünglich der Ausschreibung zugrunde gelegte Methode bei der stellenweise großen Standfestigkeit des Gebirges mehrfach fallen gelassen wurde und eine leichtere billigere Ausführungsweise an ihre Stelle trat. Auf die beiden hauptsächlichsten Bauweisen sei hier noch kurz eingegangen.

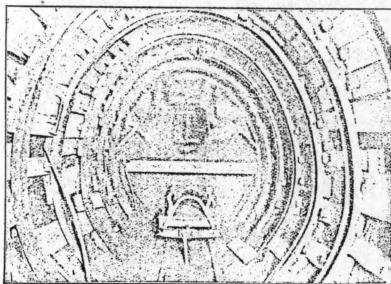


Fig. 5. Durchschlag zwischen Schacht III und IV.

Die vom städtischen Bauamte vorgesehene Absteifung ist in Fig. 5 dargestellt. Nachdem der Vortriebschacht bis auf die Sohle abgeteuft und ausgesteift war, erfolgte der Ausbruch vor Ort mit Hilfe von Notstößen und Notstempeln. Das Gebirge wurde mittels Türstockrahmen aus Eisenbahnschienen abgesteift und die das Gebirge unmittelbar tragenden Pfähle verblieben hinter der Mauerung. Dieser Bauvorgang war genau zeichnerisch festgelegt und dem Vertrage beigegeben. Einzelheiten waren hierbei nur soweit vorgeschrieben, als Änderungen nicht zu erwarten waren.

Dieser Bauvorgang, der, wie oben erwähnt, in der Hauptsache für die Ausschreibung festgelegt war, kam zum Teil nicht zur Durchführung. Vielmehr wurde hauptsächlich einer anderen Methode der Vorzug gegeben, die die bauausführende Firma Hermann Knöchel in Halle a. S. zum Vorschlag brachte. Da das Gebirge sich zum großen Teile standfester erwies, als ursprünglich angenommen, so gestaltete sich die Aussteifung des Stollens einfacher. Die Ent fernung der Türstockrahmen wurde, im Lichten gemessen, zu 1 m festgesetzt, so daß die Firstpfähle 1,30 m lang wurden. Die seitlichen Wände wurden nur streckenweise, wo Schwitzwasser zutage trat oder Sandern angetroffen wurden, sorgfältig mit Pfählen abgesteift. Die Türstockrahmen waren einfach rechteckig und bestanden in First und an der Seite aus starken Rundhölzern, welche auf Sohleschwellen ruhten, deren Oberkante in Unterkante Tunnelmauerwerk lag. Von einem Türstockrahmen zum andern führten hölzerne Latten, die eine gegenseitige Verschiebung der Rahmen verhinderten. Der Vortrieb geschah nun derartig, daß zunächst ein Türstockrahmen aufgestellt und gegen das Gebirge verkeilt wurde. Hierauf wurden, nachdem zunächst

nur in der First der Boden entfernt war, die Firstpfähle angesteckt und gut verkeilt. Bis die vorgesehene Entfernung der Türstockrahmen erreicht war, wurden die Pfähle nachgeschoben und in ihrer Lage durch einen Notstempel gesichert. Nachdem sie auf die vorgeschrittene Länge vorgetrieben waren, folgte der Ausbruch nach der Sohle zu, bis die Schwelle des nächsten Türstockrahmens verlegt, der Rahmen selbst aufgestellt und verkeilt werden konnte.

Beide Methoden, sowohl die der Ausschreibung zugrunde gelegte wie die von der Unternehmerfirma vorgeschlagene, wechselten je nach Gebirgsart und den Feuchtigkeitsverhältnissen miteinander ab. Teilweise machten sich aber auch bedeutende Abänderungen nötig, besonders als plötzlich und unvermutet Grundwasser auftrat. Auf diese näher einzugehen, würde zu weit führen, hier blieb es dem Geschieck und der Umsicht der örtlichen Bauleitung vorbehalten, die geeigneten Maßnahmen zu treffen.

Bericht des Ausschusses zur Aufstellung von Regeln bei der Benutzung von Staurohren (Pitot-Rohren).

Erstattet auf der Jahresversammlung der American Society of Heating and Ventilating Engineers im Januar 1914.

Aus dem Englischen übersetzt von Dipl.-Ing. Otto Ginsberg.

Ihr Ausschuss erstattet den folgenden Bericht:

Bezüglich der Theorie des Staurohres und der Ableitung der Formeln sei verwiesen auf das Journal of the American Society of Mechanical Engineers, Bd. 34, Nr. 9, vom September 1912, »Measurement of Air in Fan Work« von Chas. H. Tread, sowie auf die Erörterung in Bd. 35, Nr. 2, vom 1. Februar 1913 und Bd. 35, Nr. 9, vom September 1913, »Pitot Tube for Gas Measurements« von W. C. Rowse. Auf einen Bericht des Sonderausschusses zur Aufstellung von Regeln für die Ausführung von Versuchen, Bd. 34, Nr. 11, vom November 1912, S. 1830 bis 1832. Power, Bd. 37, Nr. 5, S. 156, »Use of Pitot Tube in Air Measurements« von Frank L. Busey.

Messungen von Drucken von 25 mm oder weniger sollen mit einem Ellison-Differential-Druckmesser vorgenommen werden, welches eine Teilung von wenigstens $\frac{1}{4}$ mm (ein Hundertstel Zoll) hat und sorgfältig geeicht ist. Messungen über 25 mm sind entweder mit einem Ellison-Manometer oder mit einem U-Rohr auszuführen, dessen Teilung wenigstens 2,5 mm (ein Zehntel Zoll) groß ist. Sehr große Sorgfalt ist auf die vollständige Dichtigkeit der Verbindungen, besonders auf der Seite des statischen Druckes, zu verwenden. Ein geringer Druckverlust an dieser Stelle wird Veranlassung zu hohen Ablesungen für den Geschwindigkeitsdruck geben und auf diese Weise zu große Geschwindigkeiten anzeigen.

Die Ablesungen sollen an einer Stelle vorgenommen werden, wo das Rohr gerade und die Strömung nicht behindert ist. Das ist hauptsächlich wenigstens um zehn Rohrdurchmesser vom Ventilatoraustritt, von einer Rohrbiegung oder einer Querschnittsänderung in der Leitung der Fall. Diese Forderung ist in vielen Anlagen schwer zu erfüllen, und wo sie nicht durchgesetzt werden kann, sollte das Mittel einer möglichst großen Anzahl von Ablesungen an einem Punkte, welcher von dem Austritt oder der Störung soweit wie möglich entfernt ist, genommen werden. Die Ablesungen sollen in einer Ebene, die senkrecht zur Strömung liegt, gemacht werden, und das Rohr soll dabei in der Richtung des Luftstromes stehen.

Druckmessungen können mit einem Staurohr nicht an der Austrittsfläche eines Luftauslasses gemacht werden, wie das mit Anemometern geschieht, aber durch Einführung des Rohres in den Kanal an der Krümmung am Austritt, mit der Spitze des Rohres in den Luftstrom, so wie dies in Fig. 1 gezeigt ist, kann die Leitung gekreuzt werden, unmittelbar ehe sie den Austritt erreicht.

Am schwierigsten ist die genaue Ablesung des statischen Druckes in einem Luftstrom. Die bewährte Form einer Meßvorrichtung für statischen Druck nach Fig. 2 wird zur Untersuchung von Ventilatoren empfohlen. Es sollen acht oder mehr saubere Löcher von 0,5 mm Durchmesser, die gleiche Anzahl auf jeder Seite des Rohres, das einen lichten Durchmesser von 6 mm und eine Wandstärke von 3/4 mm besitzt, vorhanden sein. Die bewährteste Ausführung des Staurohres vereinigt die beschriebene Art des statischen Druckmessers mit

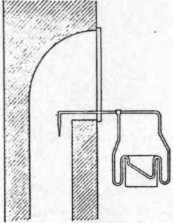


Fig. 1. Benutzungsart des Staurohres vor einer Luftausströmung.

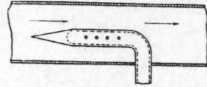


Fig. 2. Messung von statischem Druck.

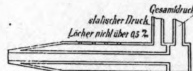


Fig. 3. Staurohr.

einem hineingesteckten Rohr, wie in Fig. 3 gezeigt, wodurch der gesamte, der statische oder der Geschwindigkeitsdruck abgelesen werden kann.

Bei der Messung über einen rechteckigen Kanal kann der Querschnitt in eine Anzahl kleinerer Rechtecke zerlegt werden und je eine Ablesung in dem Mittelpunkt jedes kleinen Rechtecks gemacht werden.

Ein rundes Rohr soll in wenigstens drei konzentrische Ringe auf je 30 cm Durchmesser von gleichem Flächeninhalt geteilt werden und vier Ablesungen auf einem Kreise durch den Querschnittsmittelpunkt jedes Ringes gemacht werden. Die Ablesungen sollen auf der horizontalen und vertikalen Achse des Rohres genommen werden, wie dies in Fig. 4 gezeigt ist. Die Entfernung dieser Punkte von dem Mittelpunkt ist in der folgenden Tabelle 1 gegeben, welche diese Entfernung in Prozenten des Rohrdurchmessers angibt. Um genaue Ergebnisse zu erhalten, sollte ein kleines Rohr in verhältnismäßig mehr Ringe zerlegt werden als ein solches mit großem Durchmesser, da das Verhältnis der Reibungsfläche zum Querschnitt größer ist und daher der statische Druck im Vergleich zum Gesamtdruck steigt und somit den Geschwindigkeitsdruck verringert.

Tabelle 1.

Entfernung der Meßpunkte vom Rohrmittelpunkt in Prozenten des Rohrdurchmessers.

Zahl der Ringe von denen die Zahl der Ablesungen	Erste Ablesung	Zweite Ablesung	Dritte Ablesung	Vierte Ablesung	Fünfte Ablesung	Sechste Ablesung	Siebente Ablesung	Achte Ablesung
3	12	20,4	35,3	45,5				
4	16	17,7	30,5	39,4	46,6			
5	20	15,5	27,2	35,3	41,7	47,4		
6	24	14,5	25,0	32,3	38,2	43,3	47,9	
7	28	13,4	23,1	29,9	35,3	40,1	44,3	48,2
8	32	12,5	21,6	28,0	33,2	37,6	41,5	45,1
								48,4

Die zugehörigen Geschwindigkeiten für jede dieser Ablesungen sind zu bestimmen und das Mittel aus allen Geschwindigkeiten zu nehmen, um die Luftmenge zu berechnen. Da die Geschwindigkeit sich mit der Quadratwurzel aus dem Druck ändert, können genaue Ergebnisse nicht erzielt werden, wenn man das Mittel aus den Druckab-

lesungen nimmt und die zugehörige Geschwindigkeit als den Durchschnitt ansieht.

Die Geschwindigkeit kann aus dem Geschwindigkeitsdruck berechnet werden mittels der Formel

$$v = 4,43 \cdot \sqrt{\frac{p}{\gamma}}$$

worin

v die Geschwindigkeit in m/Sek.,

p der Druck in mm WS,

γ das Gewicht der Luft in kg pro cbm unter den jeweiligen Bedingungen bezüglich Temperatur, Luftdruck und Feuchtigkeit ist.

Bei trockener Luft von 20° C und einem Barometerstand von 760 mm Quecksilbersäule wird γ = 1,21 und damit

$$v = 4,04 \cdot \sqrt{p}$$

Bei gesättigter Luft von 20° C und 760 mm Barometerstand ist γ = 1,18 und

$$v = 4,08 \cdot \sqrt{p}$$

Werden nur angenäherte Werte verlangt, so kann man bei runden Rohren den Geschwindigkeitsdruck in der Mitte des Rohres mit 0,81 oder die Geschwindigkeit mit 0,91 multiplizieren.

Für rechteckige Kanäle kann keine derartige Zahl gegeben werden, welche mit annähernder Genauigkeit für die ver-

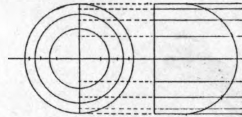


Fig. 4. Art der Bestreichung des Rohrquerschnittes.

schiedenartigen Verhältnisse der Breite und Höhe des Querschnittes von rechteckigen Leitungen zutrifft.

Tabelle 2 gibt die zu verschiedenen Geschwindigkeitsdrücken bei trockener Luft gehörigen Geschwindigkeiten.

Tabelle 2.

Luftgeschwindigkeiten bei trockener Luft und verschiedenen Temperaturen.

Druck in mm WS	Temperaturen in °C								
	10	20	30	40	50	75	100	150	200
2	5,60	5,70	5,81	5,91	5,99	6,22	6,45	6,85	7,25
4	7,92	8,06	8,22	8,36	8,49	8,80	9,13	9,71	10,25
6	9,74	9,91	10,1	10,3	10,4	10,8	11,2	11,9	12,6
8	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,4	12,9	13,7	14,5
10	12,5	12,7	13,0	13,2	13,4	13,9	14,4	15,3	16,2
15	15,4	15,6	15,9	16,2	16,4	17,1	17,7	18,8	19,9
20	17,8	18,1	18,4	18,8	19,0	19,7	20,5	21,7	23,0
30	21,7	22,1	22,5	22,9	23,2	24,1	25,0	26,6	28,1
40	25,0	25,4	26,0	26,4	26,8	27,8	28,8	30,6	32,4
50	28,0	27,7	29,0	29,6	30,0	31,1	32,3	34,3	36,3
75	34,2	34,9	35,6	36,2	36,7	38,0	39,5	42,1	44,4
100	39,6	40,4	41,1	41,9	42,5	44,0	45,8	48,5	51,4
125	44,4	45,0	45,9	46,8	47,4	49,2	51,0	54,3	57,4
150	48,5	49,3	50,3	51,2	51,9	53,9	55,9	59,3	62,8
200	56,0	57,0	58,1	59,1	59,9	62,2	64,5	68,5	72,5

Ihr Ausschuß empfiehlt das Staurohr als einfaches und bequemes Instrument zur Messung von Luft oder Gasen, welches, mit der nötigen Sorgfalt und Genauigkeit bei der Ablesung gehandhabt, Ergebnisse mit Fehlern von weniger als 1 1/2% liefert bei Geschwindigkeiten von 0,025 m an.

Ergebenst unterbreitet

J. I. Lyle, Vorsitzender.