

GESUNDHEITS-INGENIEUR.

ZEITSCHRIFT

FÜR DIE

GESAMTE STÄDTEHYGIENE.

Organ der Prüfungsanstalt für Heizungs- und Lüftungsanlagen
der Kgl. Techn. Hochschule Berlin und Organ der Versammlung be-
hördlicher Ingenieure des Maschinen- und Heizungswesens.

Herausgegeben von

Geb. Regierungsrat v. BOEHMER, Geb. Regierungsrat Harder,
Berlin-Lichtenfelde. Prof. Dr. W. H. W.

Prof. Dr. DUNBAR, Geb. Reg.-rat Prof. P. COEKATER,
Direktor des Städtischen Hygienischen Instituts zu Hamburg, Direktor Untersuchungsanstalt (lsg. und gewerb.) Zwecke der Stadt Berlin.

Professor Dr. techn. K. BRABBEK, Vorsteher der Prüfungsanstalt für Heiz- und Lüftungsanlagen
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 Geb. Regierungsrat v. BOEHMER, Berlin-Lichtenfelde 3, Hans-Sachs-Straße 3.

ABONNEMENTS nehmen die Expedition München, alle Buchhandlungen 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.— bei direkter Zustellung vom Verlag.

ANZEIGEN werden unter Bezugnahme von 1 Pf. für die vierseitigen Seiten oder deren Raum angenommen. Für Illustrationen auf dem Umschlag den beiden Seiten vor und nach dem redaktionellen Text, sowie in dem auf farbigem Papier gedruckten mittleren Inseratenteil beträgt der Preis 40 Pf. für die Petitionen. Bei Wiederholungen wird entsprechend steigender Rabatt gewährt. Stellengesuch werden bei doppelter Aufgabe mit 20 Pf. pro Zeile berechnet.

BELÄGEN, von denen zuvor ein Probe-Exemplar einzusenden ist, werden nach Vereinbarung belegt.

ZUSCHRIFTEN, welche Abonnements oder des Inseratenteil betreffen, sind zu richten an die unterschichte Verlagsbuchhandlung.

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

Inhalt:

von Groß-Berlin. S. 471. — Heizung. Rohrleitungsberechnungen bei Warmwasserheizungen. S. 472. — Desinfektion. Über den Methylenblau-Test. Formaleid-Wasser. S. 473. — Den verschiedenen Entfernungsmittelverfahren. S. 474. — Verschiedene Elektrische Kesselsicherheit für Schulhäuser. S. 472. Baumwollene Fensterscheiben für Schulhäuser. S. 472. Ingenieurzeichnung. S. 473. Bücherei. Die Patentrente. S. 473. Die Maßnahmen der Feuerwehrkräfte als Faktoren der Leistungsfähigkeit in unseren Großstädten. S. 473. Fortschritte auf dem Gebiete der Architektur. S. 473. Neue Bücher, auch Abhandlungen in anderen Zeitschriften. S. 474. Patentanmeldungen und -erteilungen. S. 475. Patentschriften-Auszüge. S. 476. Brief- und Fragekasten. S. 478.

Originalabhandlungen und -Mitteilungen.

Der Taschenbergtunnel der Stadtentwässerung Nordhausen. Von Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Schubert, Stadtbaumeister in Gera-R.

Nachdruck unserer Original-Abhandlungen und -Mitteilungen verboten!

Original-Abhandlungen und -Mitteilungen.

Der Taschenbergtunnel der Stadtentwässerung Nordhausen.

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

Bei der jetzt nahezu vollendeten Ausführung der Stadtentwässerung von Nordhausen nach dem Entwurf des Stadtbaumeisters Regierungsbaumeister Geißler machte sich die Durchtunnelung des sog. Taschenbergs auf nahezu 400 m erforderlich. Obwohl Tunnel im städtischen Tiefbau keine Seltenheit mehr sind, dürften doch einige Angaben über den in diesem Falle ausgeführten Entwässerungsstollen von Wert sein, da er beim Entwurf und während der Ausführung eigenartige Schwierigkeiten aufwies.

Wenngleich es möglich gewesen wäre, das Kanalnetz so anzurunden, daß eine Durchstechung des Taschenbergs vermieden wurde, stimmten doch die städtischen Körperschaften dafür, den Sammler durch den Taschenberg hindurchzuführen. Es geschah hauptsächlich deswegen, weil es durch den Stollenbau möglich wurde, die Kanäle der engen, stark gekrümmten Hauptverkehrsstraße wesentlich zu entlasten. Kam man doch in diesem Falle in der wichtigsten Geschäftsstraße mit Rohrkanälen aus, während man sonst Haubenprofile hätte mauen müssen, deren Ausführung viel Zeit gekostet und Widerwärtigkeiten verursacht hätte.

Die Stadt entwässet nach dem Trennsystem. Es waren also zwei vollständig getrennte Leitungen durch den Berg hindurchzulegen, ein Regenwasserkanal für 3864 sl und ein Brauchwasserkanal für 60,2 sl. Dies geschah in der Weise, daß nur das Regenrohr im eigentlichen Tunnelbetrieb ausgeführt wurde, während das sonst seitlich unter dem Regenwasserkanal liegende Brauchwasserrohr auf der Tunnelstrecke in den Regenwasserkanal eingebettet wurde, wie es Fig. 1 darstellt.

Sache einer statischen Untersuchung war es, dem nach Vorstehendem hinsichtlich seiner Fläche festgesetzten Profil noch die Form zu geben, welche die zu erwartenden Bergdrücke 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 Druckverhältnissen 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 jeweiligen Drücken anpassen ließe. Das zur Ausführung gelangte Tunnelprofil ist das Ergebnis einer statischen Untersuchung, die folgende Annahmen zugrunde lagen:

1. Die Krümmung einer Stützlinie steht in direktem Verhältnis zur Größe der senkrecht gegen sie gerichteten Außenkräfte.

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 Wasserdruk 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 Wölbringens wurde zu $1\frac{1}{2}$ Stein = 38 cm bestimmt. Nach der oben erwähnten statischen Untersuchung ermittelte sich eine größte Kraft von 8,5 t, mithin eine mittlere Spannung von $\frac{8,5}{38} = 2,25$ kg/qcm, so daß die Stützlinie die gefährdete Fuge schon ziemlich weit außerhalb des Kerns schneiden konnte, ohne daß gefährliche Spannungen auftreten. Wenn man die innere Wölblinie als Parabel annimmt, so verhalten sich die Wölbstärken

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{l^2 f_2}{l^2 + f_1}$$

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 genügten also bei weitem, zumal der Tunnel mit Rücksicht auf die bei 3864 sl sich einstellende Geschwindigkeit von 2,20 m/Sek. in bestem Klinkermauerwerk ausgeführt wurde, für das die zulässige Beanspruchung höher angesetzt werden kann als für Bruchsteinmauerwerk.

Über Grundriß und Längsprofil des Bauwerkes gibt Fig. 2 Aufschluß. Der Anfang des Tunnels kam an eine Straßenkreuzung zu liegen, wo die beiden Straßengräben bereits etwa 8 m Tiefe erreichten. Das Ende bestimmte sich aus einem Kostenvergleich, in dem die Tiefe, bei der die Kosten der offenen Baugruben 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 Abstürzen nach dem Tunnel abfiel. Fig. 3 zeigt einen der beiden Schächte.

Zwischen diesen beiden »Absturzschanzen« wurden noch zwei andere vorgesehen, eines-

teils um für die Bauausführung möglichst viele Angriffspunkte zu erhalten, andernteils aus folgendem Grunde: Da 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 Wasserspiegelhöhe ein, sodaß der Tunnel bei einem plötzlichen Regen für einen Kanalarbeiter schon

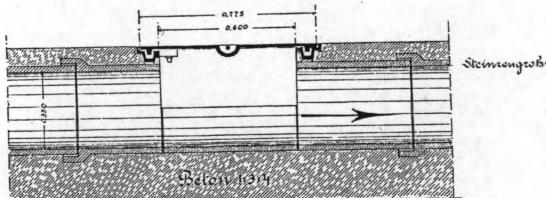
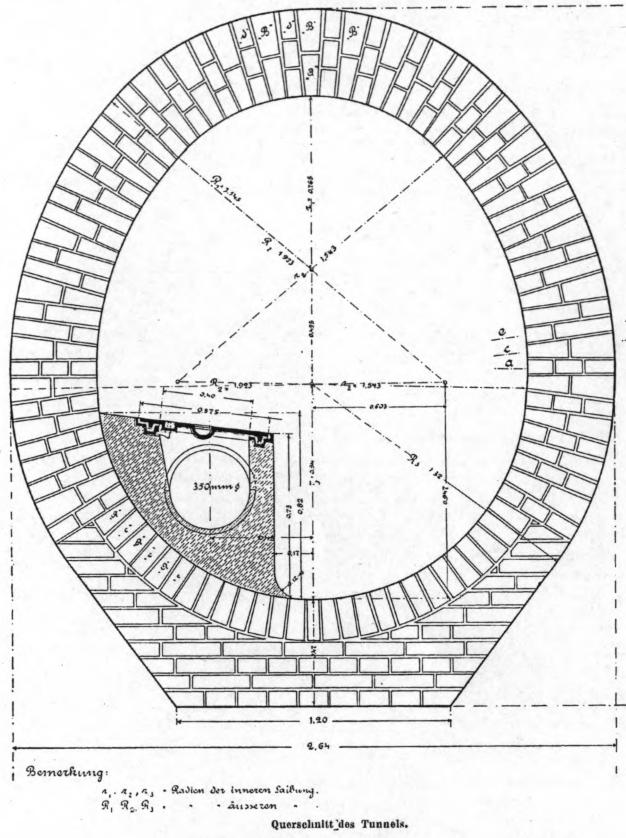
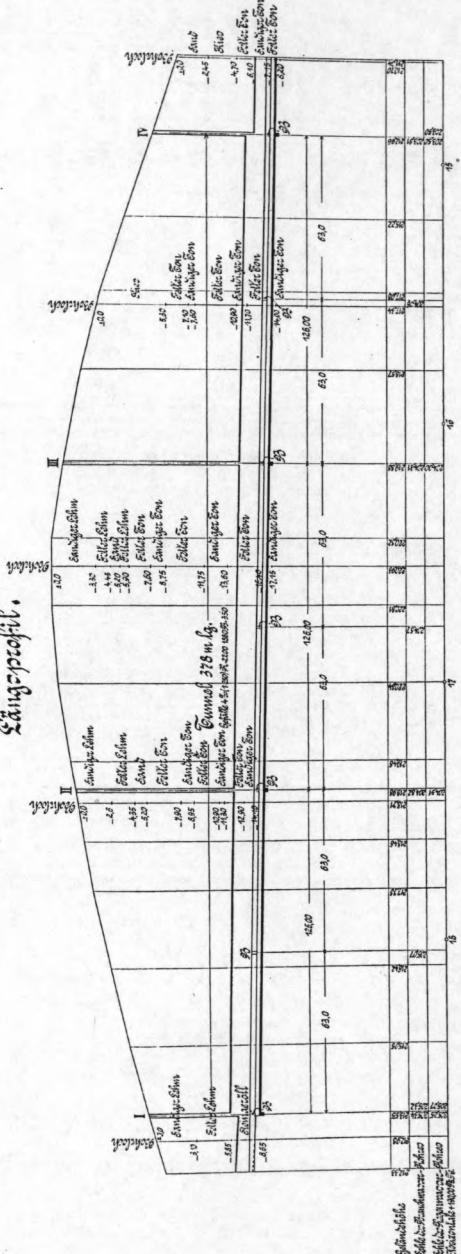


Fig. 1. Längsschnitt durch die Bedienungsöffnung des Brauchwasserrohrs.

3. Die Drücke in der First, in der Sohle und in den Seitenwänden 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,

Querschnittsprofil.



Längenplan.

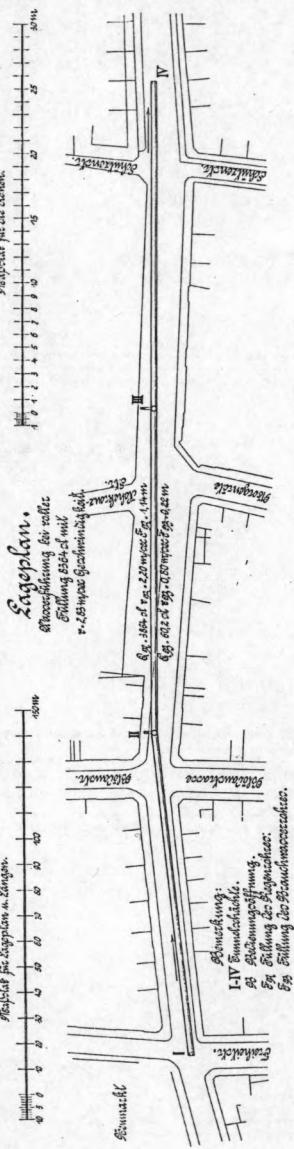
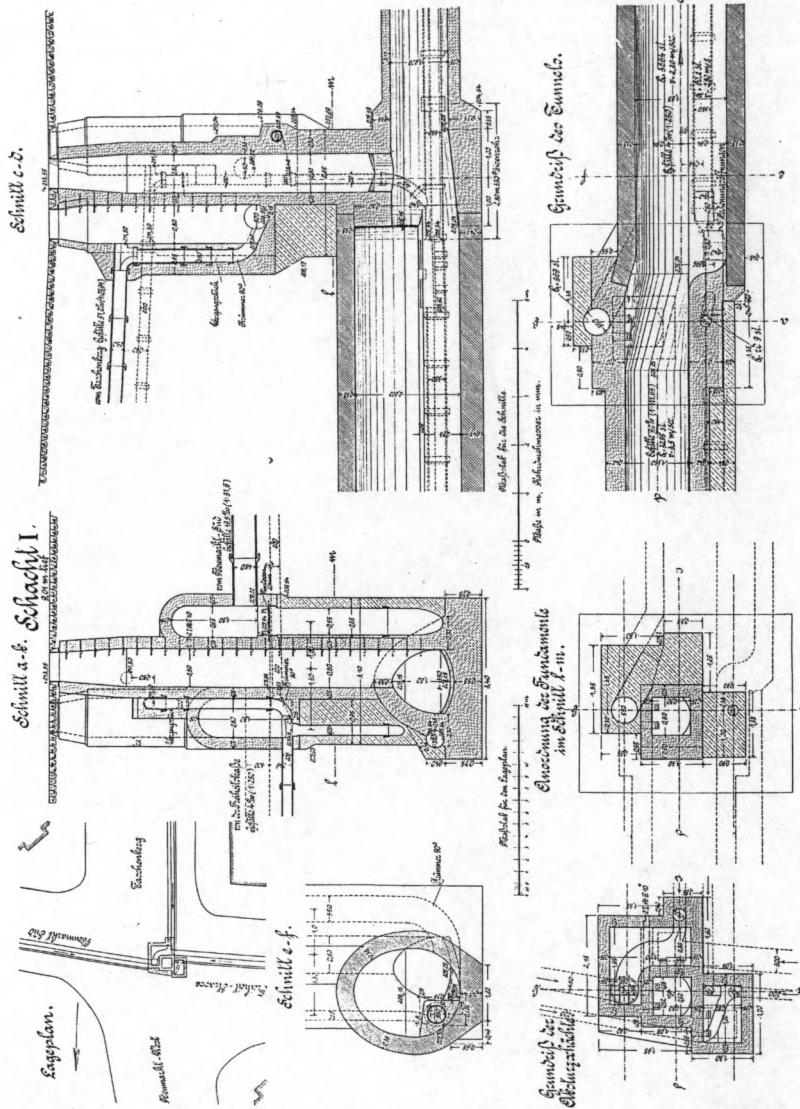


Fig. 2. Längenschnitt und Längenplan.

13. Juni 1914.



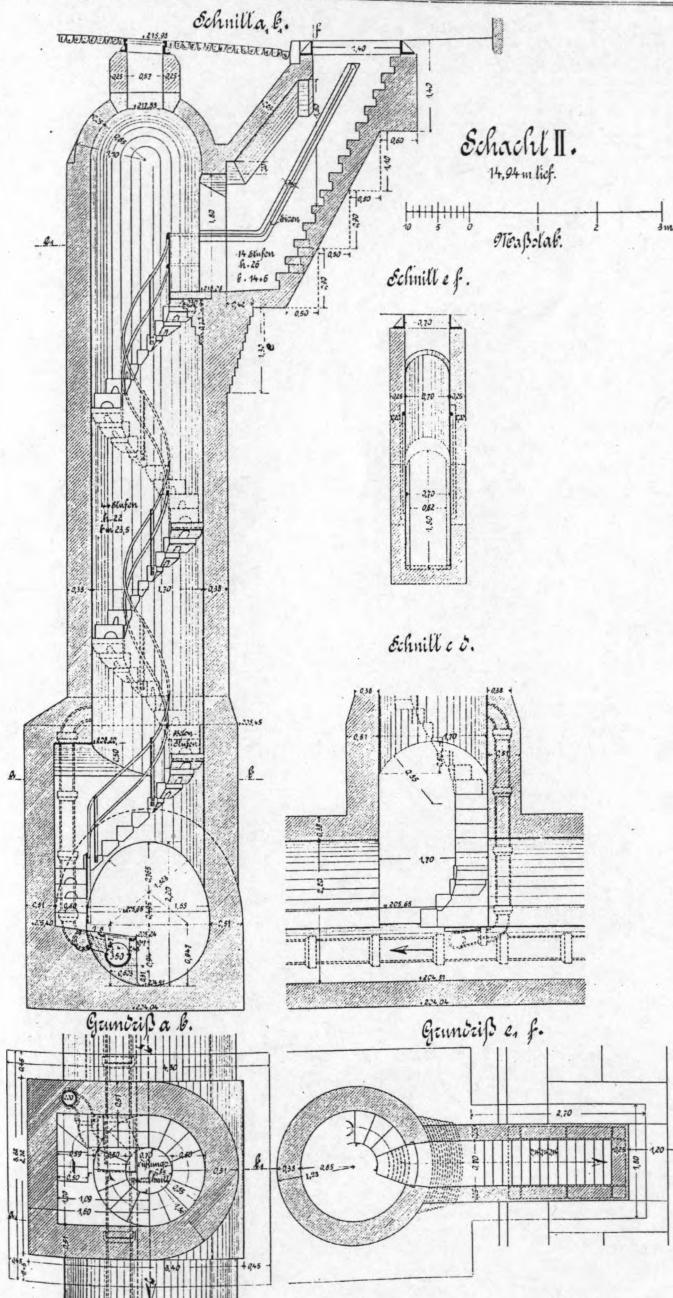


Fig. 4. Treppenschacht II.

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 Steigereisen wie Schacht I und IV, sondern mit freitragenden Wendeltreppenstufen aus Beton versehen.

Für die Entlüftung des Tunnels sowohl wie des in ihm ruhenden Brauchwasserrohrs 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 Absturzrohre die Luftzufluss 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 Schachttdeckel mit reichlichen Lüftungsschlitzten, Schacht II und III mit einem besonderen Lüftungsquerschnitt von 70 cm Durchmesser innerhalb der Wendeltreppen (Fig. 4), die Wendeltreppen 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

etwa 12 m dahinter lag. Nachdem die Schächte bis auf die vorschriftsmäßige 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 Betonpfählen festgelegt wurde. Die Verlängerung der Achse nach dem Stollen hinein geschah nachts mit Hilfe des Theodoliten und von Lotfläden, 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 Maß- und Nivellierlatten bestimmt.

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

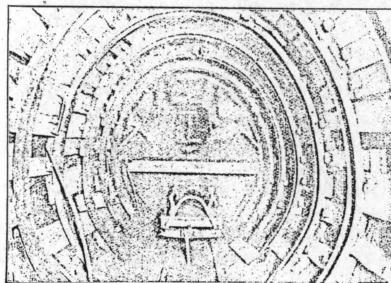


Fig. 5. Durchschlag zwischen Schacht III und IV.

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 Notsteifen 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 Entfernung der Türstockrahmen wurde, im Lichten gemessen, zu 1 m festgesetzt, so daß die Firstpfähle 1,30 m lang wurden. Die seitlichen Wände wurden nun streckenweise, wo Schwitzwasser zutage trat oder Sandaderen angetroffen wurden, sorgfältig mit Pfählen abgesteift. Die Türstockrahmen waren einfach rechteckig und bestanden im 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 vorschriftsmäßige Länge vorgetrieben waren, folgte der Ausbruch nach der Sohle zu, bis die Schwelle des nächsten Türstockrahmens vorlegte, 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 Geschick 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. Troutt, 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. Bussey.

Messungen von Drucken von 25 mm oder weniger sollten mit einem Ellison - Differential - Druckmesser vorgenommen werden, welches eine Teilung von wenigstens $\frac{1}{4}$ mm (ein Hundertstel Zoll) hat und sorgfältig gewichtet 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 Dichtheit 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 großen 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 Austrittsstelle eines Luftslasses 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 Drucks 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, einen lichten Durchmesser von 6 mm und eine Wandstärke von $\frac{1}{4}$ mm besitzt, vorhanden sein. Die bewährteste Ausführung des Staurohrs vereinigt die beschriebene Art des statischen Druckmessers mit

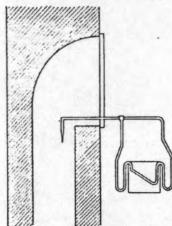


Fig. 1. Benutzungsart des Staurohrs vor einer Luftausströmung.

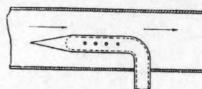


Fig. 2. Messung von statischem Druck.



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 Löcher von der äußeren (äußerste) zur inneren (innerste) Zählung	Zahl der Ablesungen	Zweite Ablesung	Dritte Ablesung	Vierte Ablesung	Fünfte Ablesung	Sexte 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

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 $\gamma = 1,21$ und damit

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

Bei gesättigter Luft von 20°C und 760 mm Barometerstand ist $\gamma = 1,18$ 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-

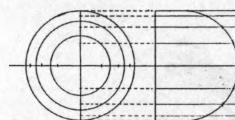


Fig. 4. Art der Bestreichung des Rohrquerschnitts.

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

Tabelle 2 gibt die zu verschiedenen Geschwindigkeitsdrucken 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	60	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 Ausschluß 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 1½% liefert bei Geschwindigkeiten von 0,025 m an.

Ergebnist unterbreitet

J. I. Lyle, Vorsitzender.