Mittheilungen aus dem Laboratorium für theoretische Maschinenlehre am eidgenössischen Polytechnikum

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

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **3/4 (1884)**

Heft 2

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-11899

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Mittheilungen aus dem Laboratorium für theoretische Maschinenlehre am eidgenössischen Polytechnikum. Von A. Fliegner. — Der Neubau der technischen Hochschule in Berlin. — Bundesgesetz über das Rechnungswesen der Eisenbahngesellschaften. — Miscellanea: Versuche über Zapfenreibung. Von C. Wetter. Kreuzschwellen-Oberbau. Hydraulische Kraftleitung. Gefrierverfahren. Arlbergbahn. Morgue in Berlin. Der päpstliche Palast in Avignon. Strassenbahnen in Amerika. Eine Hochbahn in Neu-Orleans. Eine neue Methode der Herstellung von Tiefsee-Leuchtthürmen. — Necrologie: † J. J. Schönholzer. † Francesco de Sanctis. † Jean Baptiste Cicéron Le Sueur. — Correspondenz. — Concurrenzen: Concurrenz zur Einreichung von Planskizzen für eine Kirche in St. Gallen. — Vereinsnachrichten.

Mittheilungen aus dem Laboratorium für theoretische Maschinenlehre am eidgenössischen Polytechnikum.

1. Versuche über den Rohrreibungscoefficienten.

Den Druckhöhenverlust des Wassers in einer geschlossenen Leitung berechnet man gewöhnlich nach der Formel

$$h = \lambda \frac{l}{d} \frac{w^2}{2g}.$$

Darin bedeuten:

λ den Rohrreibungscoefficienten,

l, d Länge und Durchmesser des Rohres,

w die Geschwindigkeit des Wassers.

Für λ gibt *Weisbach* einen Ausdruck von der Form $\lambda = \alpha + \beta/\sqrt{w}$, oder mit den Constanten nach der Berechnung *Zeuner's*

$$\lambda = 0{,}014\,312 + \frac{0{,}010\,327}{\sqrt{w}}.$$

Die Versuche, aus denen diese Constanten berechnet sind, wurden an Röhren von sehr verschiedenen Durchmessern angestellt. Die engeren Rohre waren aber stets aus Glas, Messing oder Zink. In den folgenden Tabellen sind nun die Ergebnisse mitgetheilt, die ich mit zwei *gezogenen schmiedeeisernen galvanisirten Röhren* erhalten habe, wie solche von der hiesigen Wasserversorgung für die Hausleitungen benutzt werden.

Da die Oberflächen dieser Rohre ziemlich rauh sind, so habe ich ihren mittleren Durchmesser dadurch bestimmt, dass ich eine bekannte Rohrlänge l mit einem abgemessenen Wasservolumen V füllte. Dann war der mittlere Querschnitt $F = \frac{V}{l}$. Der Druckhöhenverlust ist durch Piëzometer ermittelt, die am Rohre selbst angebracht waren, so dass der Verlust beim Eintritt in das Rohr ausser Betracht fiel. Da ich aber auch mit sehr hohen Pressungen gearbeitet habe, so musste ich Quecksilber-Piëzometer anwenden. Natürlich werden dadurch die Ergebnisse für die kleinsten Geschwindigkeiten unsicherer. Bei dem weiteren Rohre von 20,5 *mm* Durchmesser ist der Druck an drei verschiedenen Stellen direct gemessen worden (in der Berechnung sind nur die beiden äussersten berücksichtigt), während bei dem engeren von 11,6 *mm* Durchmesser nur der Druck am Anfang und gleich der Druck*verlust* auf der ganzen Länge des Rohres beobachtet ist. Verschiedene Geschwindigkeiten bei demselben Anfangsdruck wurden durch verschieden starke Verengungen des äussersten Rohrquerschnittes erreicht. Zur Wassermessung diente ein sehr sorgfältig aus abgehobelten Gussplatten zusammengesetzter Aichkasten. Die Ausflusszeiten sind mit einer Uhr beobachtet, die Fünftel von Secunden mit Sicherheit zu bestimmen gestattet.

In die Tabellen ist aufgenommen:

die Geschwindigkeit des Wassers im Rohre w,

die Druckhöhe H am Anfang des Rohres in Metern, Wassersäule und

der sich ergebende Rohrreibungscoefficient λ.

Zur Vergleichung des Verlaufes der beobachteten Widerstände mit den sonstigen Annahmen sind für einige abgerundete Werthe von w die nach der oben angegebenen Formel berechneten Werthe von λ eingeschaltet. Bei diesen fehlt die Angabe von H. Es sind *sämmtliche* Versuche in die Tabellen aufgenommen, mit Ausnahme einiger weniger bei ganz kleinen Geschwindigkeiten, bei denen an den benutzten Quecksilbermanometern kein Druckhöhenverlust mehr messbar war.

Die Versuche zeigen nun, dass der Rohrreibungscoefficient bei den untersuchten Rohren *grösser* ist, als nach den *Zeuner'schen* Constanten zu erwarten gewesen wäre. Es ist aber auch eine Abweichung in dem Sinne vorhanden, dass λ mit zunehmender Geschwindigkeit *langsamer* abnimmt, als nach der Formel. Man würde mit einem verhältnissmässig kleineren Coefficienten des zweiten Gliedes wahrscheinlich bessere Uebereinstimmung im ganzen Verlaufe der Curve $\lambda = f(w)$ herstellen können. Ich habe eine Nachrechnung unterlassen, weil mir die Anzahl der Versuche dazu doch nicht hinreichend erscheint.

Beobachtete Rohrreibungs-Coefficienten bei gezogenen eisernen galvanisirten Rohren.

$d = 20{,}5$ *mm*						$d = 11{,}6$ *mm*					
w	H	λ	w	H	λ	w	H	λ	w	H	λ
0,1	—	0,0470	1,741	17,7	0,0347	0,396	16,9	0,0571	1,288	12,8	0,0445
0,112	11,7	0,1170	1,75	—	0,0221	0,4	—	0,0306	1,342	12,0	0,0447
0,176	14,4	0,0668	1,796	11,3	0,0315	0,467	21,2	0,0558	1,418	44,5	0,0444
0,2	—	0,0374	1,844	29,0	0,0349	0,5	—	0,0289	1,5	—	0,0227
0,231	17,8	0,0487	1,873	14,4	0,0344	0,519	22,2	0,0498	1,515	18,4	0,0444
0,275	21,1	0,1056*	2,0	—	0,0216	0,535	10,9	0,0496	1,767	15,5	0,0389*
0,281	11,7	0,0389	2,065	20,8	0,0342	0,574	15,3	0,0502	1,796	15,7	0,0440
0,321	25,2	0,0260*	2,303	23,6	0,0354	0,6	—	0,0276	1,935	14,3	0,0428
0,4	—	0,0306	2,410	15,4	0,0336	0,609	29,2	0,0509	1,968	24,4	0,0439
0,441	14,4	0,0426	2,421	15,5	0,0333	0,612	10,3	0,0513	2,0	—	0,0216
0,569	17,7	0,0504	2,472	17,7	0,0339	0,650	29,1	0,0468	2,272	29,4	0,0434
0,6	—	0,0276	2,5	—	0,0208	0,658	36,8	0,0493	2,329	17,0	0,0387*
0,683	21,1	0,0486	2,588	27,2	0,0338	0,661	10,6	0,0512	2,355	19,6	0,0422
0,755	13,1	0,0376	2,827	30,8	0,0346	0,7	—	0,0267	2,445	16,8	0,0414
0,8	—	0,0259	2,983	21,2	0,0332	0,712	10,6	0,0364*	2,5	—	0,0208
0,812	25,8	0,0407	3,0	—	0,0203	0,725	37,4	0,0490	2,648	36,4	0,0426
0,858	11,8	0,0378	3,460	25,0	0,0327	0,743	44,5	0,0472	2,852	24,3	0,0420
1,0	—	0,0246	3,582	22,0	0,0336	0,8	—	0,0259	2,900	21,1	0,0398*
1,020	15,8	0,0370	3,660	22,8	0,0334	0,803	12,2	0,0467	3,0	—	0,0203
1,130	11,5	0,0374	3,923	29,3	0,0326	0,825	45,0	0,0475	3,055	45,1	0,0417
1,170	10,9	0,0341	4,0	—	0,0195	0,858	22,3	0,0468	3,064	20,9	0,0416
1,227	11,2	0,0374	4,268	32,9	0,0323	1,0	—	0,0246	3,311	29,3	0,0415
1,25	—	0,0235	4,455	28,9	0,0322	1,061	29,1	0,0459	3,637	27,3	0,0403*
1,271	19,0	0,0359	4,494	29,2	0,0328	1,081	14,2	0,0461	3,739	26,3	0,0414
1,323	14,4	0,0354	4,931	21,9	0,0318	1,235	36,2	0,0452	3,831	35,6	0,0411
1,5	—	0,0227	5,0	—	0,0187	1,25	—	0,0235	4,0	—	0,0195
1,513	22,6	0,0365	6,962	33,9	0,0315	1,284	12,2	0,0361*			
1,734	26,8	0,0352	7,0	—	0,0182						

* Diese beiden Versuche folgten sich unmittelbar, und wurde der Aichkasten dazwischen nicht entleert. Der Wasserstand in demselben scheint unrichtig abgelesen zu sein.

* Alle diese Versuche gehören derselben Reihe mit der gleichen vorderen Oeffnung an. Sie zeigen, abweichend von allen übrigen Reihen, im Wesentlichen eine Zunahme von λ mit wachsendem w. Der Grund dieser Abweichung lässt sich nicht mehr bestimmen. Vielleicht befand sich in den Verbindungsrohren nach dem Manometer anfänglich eine Luftblase, die bei höherem Drucke schliesslich vom Wasser absorbirt wurde.

Von grossem Einflusse zeigt sich der *Durchmesser* der Leitung. Nimmt er ab, so wächst der Widerstand. Für $d = 20{,}5$ *mm* ist λ im Mittel und abgerundet etwa $1\frac{1}{2}$ mal, für $d = 11{,}6$ *mm* etwa 2 mal so gross, als der Werth der Formel. Ein so bedeutender Einfluss des Durchmessers lässt sich aus den sonstigen Versuchen nicht erkennen, ist aber hier leicht erklärlich aus der *grossen Rauhheit der Rohrwandungen*. Diese sind bei engeren Röhren verhältnissmässig grösser, verursachen also auch bedeutendere Querschnitts-

verengungen und Widerstände durch Contractionen und nachherige Wiederausbreitungen des bewegten Wasserstrahles. Es könnte nur durch umfassendere Versuche festgestellt werden, in welcher Art bei solchen Rohren der Durchmesser von Einfluss ist. Nach den vorliegenden Ergebnissen ist zu erwarten, dass eine Formel für λ von der Gestalt der *Weisbach'schen* brauchbar sein wird, nur wäre mindestens eine der Constanten eine Function des Rohrdurchmessers. Vielleicht würde auch eine Formel brauchbar sein, wie sie *Grashof*, Theoret. Maschinenlehre I, S. 604 unter No. 10 für Luftleitungen angibt.

Einstweilen muss man den *Weisbach-Zeuner'schen* Werth nehmen, aber je nach dem Rohrdurchmesser auf das $1\frac{1}{2}$ fache bis doppelte vergrössert; bei noch kleinerem Durchmesser müsste man ihn natürlich auch noch grösser annehmen. *A. Fliegner.*

Der Neubau der technischen Hochschule in Berlin.

Eine der bedeutendsten Bauten, welche die Bestimmung haben, dem höheren technischen Unterrichtswesen zu dienen, ist unstreitig das im Laufe des letzten Jahres vollendete Gebäude der technischen Hochschule zu Berlin. Dasselbe liegt beim Hyppodrom zwischen der Charlottenburger-Chaussee und der Churfürstenallee bei Charlottenburg. Der Neubau verdankt seine Entstehung einem im März 1876 gefassten Beschlusse, die Räume der königlichen Bau- und der Gewerbe-Academie in *einen* gemeinsamen Bau zu vereinigen. Der ungewöhnlich starke Besuch, dessen sich damals diese beiden bisher getrennten Lehranstalten erfreuten, machte die Beschaffung neuer Räumlichkeiten zur unabweisbaren Nothwendigkeit und führte zur sofortigen Anhandnahme des gemeinsamen Baues, der für eine Zahl von 2000 Studirenden ausreichen sollte. Die Planskizzen zu dem Gebäude wurden im Februar 1877 von dem damaligen Director der Bauacademie, Geh. Regierungsrath Lucae, entworfen, dem später auch die nachfolgende Entwurfsbearbeitung und die künstlerische Leitung der Bauausführung übertragen wurde, während Herr Baurath Stüve mit der Ausführung der Bauten unter eigener Verantwortung und der Leitung der Verwaltungsgeschäfte beauftragt wurde. Nach dem im November 1877 erfolgten Tode Lucae's trat an dessen Stelle der Geh. Regierungsrath Hitzig, welcher die Lucae'schen Skizzen unter Beibehaltung der Grundrissgestaltung einer Umarbeitung unterzog und die definitiven Baupläne feststellte

Auf dem überwiesenen Bauplatze von 760 *ha* Fläche sollte neben dem Hauptgebäude noch das chemische Laboratorium, sowie, hinter demselben, die technische Versuchsstation und das Kesselhaus Platz finden.

Das Hauptgebäude, dessen Hauptfaçade und Grundriss wir nebst diesen Mittheilungen einem Artikel von Herrn Baurath Stüve in Nr. 45, 46 und 48 des Centralblattes der Bauverwaltung entnehmen, hat vier Stockwerke. Die Gesammtlänge desselben beträgt 202,56 *m* und die Breite 52,21 *m*. Durch die Flügel und Vorsprünge vergrössert sich die Länge auf 227,82 *m* und die Breite auf 89,75 *m*. Der 13 *m* vor die Front vortretende Mittelbau enthält in der Mitte einen 22 *m* im Quadrat grossen, mit Glas überdeckten Mittelhof, an dessen Corridore sich zu beiden Seiten die Haupttreppen anschliessen. Die 4 offenen Höfe der Flügelbauten sind durch Einfahrten und Durchfahrten von den Seitenfronten aus zugänglich. Diese Höfe sind in allen Stockwerken von 3,5 *m* breiten Corridoren umgeben, welche den Zugang zu den 8 bis 9 *m* breiten Säälen an den Vorderfronten vermitteln. Letztere enthalten zumeist die Zeichensääle und die Sammlungsräume, während in den Zwischenbauten zwischen den Höfen die Hörsääle liegen, von denen die grossen 14,60 *m* lang und 13,30 *m* breit sind und 180 bis 200 Sitzplätze aufnehmen können. Im Mittelbau hingegen befinden sich die gemeinschaftlichen Räume, als: Eintrittshalle, Mittelhof und Aula, 26,65 *m* lang, 16,80 *m* breit; ausserdem Verwaltungsräume, einige Hörsääle und der Lesesaal der im rechtsseitigen Flügel angeordneten Bibliothek.

Die einzelnen Stockwerke haben von Fussboden zu Fussboden folgende Höhen: Sockelgeschoss 5,30 *m*, Erdgeschoss 6,25 *m*, I. Stock 6,50 *m*, II. Stock 5,80 *m*. In diesen 4 Stockwerken sind die Räume so vertheilt, dass im Sockelgeschoss ausser den Wohnungen für Haus-Inspector, Hausdiener, Pförtner u. s. w. noch Restaurationsraum für Studirende, Räume für Bildhauer-Ateliers, für die geodätische und physikalische Abtheilung und Laboratorien, für die Mineralien-Sammlung und einige Hörsääle Platz finden. Ein Theil dieses Untergeschosses ist zur Einrichtung eines Instituts für Präcisionsmechanik bestimmt. Die oberen 3 Stockwerke dienen für Zeichen- und Uebungssääle, Sammlungs-Räume, Hörsääle und Einzelzimmer der Professoren. Die im Sockelgeschoss unter dem Mittelhofe gelegenen Räume sind zur Anlage von Heizkammern verwendet.

Die Aussenfronten des Hauptgebäudes haben auf einem Sockel von Granit eine Verblendung von Sandstein erhalten; die Hoffaçaden wurden, soweit sie glatte Flächen zeigen, mit Backsteinen verblendet, dabei sind jedoch die Gesimse, Fenstereinfassungen und architectonischen Glieder von Sandstein gebildet. Die Friese unter den Gesimsen und die Flächen der Bogenzwickel dieser Hoffaçaden sind mit Sgrafitto-Malerei geziert. Im Innern ist das Gebäude in allen wesentlichen Theilen massiv construirt. Die Corridore, Verkehrsräume und Treppenhäuser sind überwölbt. Die Nutzräume haben Balkendecken erhalten, und zwar liegen über jedem Hauptpfeiler schmiedeiserne Blechträger, welche als Unterzüge die parallel zu den Fronten gelegten Holzbalken tragen. Die Deckenbalken über dem obersten Geschoss ruhen auf den Hängewerksbindern des Daches auf.

Die Dächer des Gebäudes sind mit Wellenzink Nr. 13 eingedeckt.

Die Fussböden der Corridore sind mit Solenhofer Kalksteinfliesen, in zwei Farben gemustert, belegt, während im Mittelbau ein reicherer Belag mit Marmorplatten durchgeführt ist. Alle Treppen im Gebäude sind aus Granit hergestellt. Die Nutzräume haben Holzfussböden erhalten. Die Wände und Decken im Innern sind im Allgemeinen nur einfach behandelt unter sparsamer Verwendung von Stuckornamenten. Die eisernen Unterzüge sind verkleidet und verputzt. Nur die unteren Theile der Wände haben Oelfarbenanstrich erhalten; alle übrigen Decken- und Wandflächen sind mit Leimfarben gestrichen. Eine reichere architectonische Ausbildung und Ausstattung durch Stuckornamente und Malereien zeigen nur die Eintrittshalle, der Mittelhof, das Treppenhaus und die Aula. Im Mittelhofe, dessen Decke farbig und reich gemustert verglast ist, sind die zwischen den Bogenzwickeln liegenden Wandflächen durch ornamentale und figürliche Malereien belebt. Die Wandflächen der Aula sind mit Stuckmarmor bekleidet und die Bogenfelder daselbst mit Gemälden geschmückt.

Für die Heizung des Gebäudes wurde von vorneherein Dampfheizung mit der erforderlichen Lufterneuerung vorgesehen. Hiebei wurde der Grundgedanke festgehalten, dass am zweckmässigsten für Heizung und Lüftung des Gebäudes nur *eine* Centralstelle und zwar im Sockelgeschoss unter dem Fussboden des Glashofes im Mittelbau anzulegen und dieser die Luft mittelst einer ausserhalb des Gebäudes aufzustellenden Dampfmaschine durch Ventilatoren zuzuführen sei. Von dieser Centralstelle aus sollte dann die Zufuhrluft in Canälen unter den Corridoren des Sockelgeschosses den in den Scheidewänden aufsteigenden Zuflussröhren zugeleitet werden. Für die Abführung der verbrauchten Luft erwiesen sich besondere in den Abzugsröhren anzulegende Absaugevorkehrungen nicht erforderlich. Die zum Betriebe der Ventilatoren dienende Dampfmaschine ist in einem kleinen, 30 *m* vom Hauptgebäude entfernten Terassenbau untergebracht, von welchem aus die frische Luft eingesogen und in einem unterirdischen Canale den Luftheizkammern zugeführt wird.