

Versuche über das Ausströmen von Luft durch konisch divergente Rohre

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **31/32 (1898)**

Heft 11

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-20741>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Versuche über das Ausströmen von Luft durch konisch divergente Rohre. II. — Wettbewerb für ein neues Stadttheater in Bern. III. (Schluss.) — Miscellanea: Anhalten einer Lokomotive durch Gegenampf. Der II. internationale Kongress für gewerblichen Rechtsschutz. Volksabstimmung über den Eisenbahn-Rückkauf. Ein neues Verfahren zur Erzeugung von elektrischem Glühlicht. Schutz des Strassenpflasters neben

Schienen. Die Elektrizität auf der Pariser Weltausstellung 1900. Das metrische System in Russland. — Nekrologie: † Gottlieb Streit. — Literatur: Petite encyclopédie pratique du bâtiment. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung. XXIX. Adressverzeichnis.

Hiezu eine Tafel: Wettbewerb für ein neues Stadttheater in Bern.

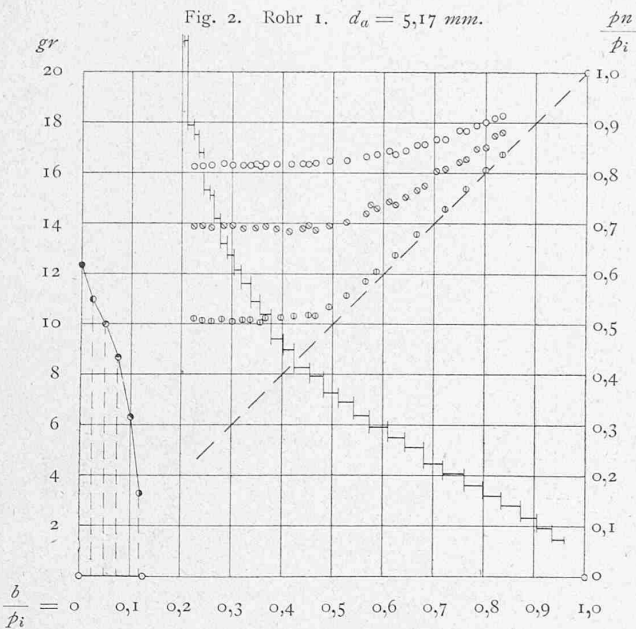
Versuche über das Ausströmen von Luft durch konisch divergente Rohre.

Von Prof. A. Fliegner.

II.

Ich gehe jetzt dazu über, die einzelnen Fälle an Hand der Figuren zu besprechen.

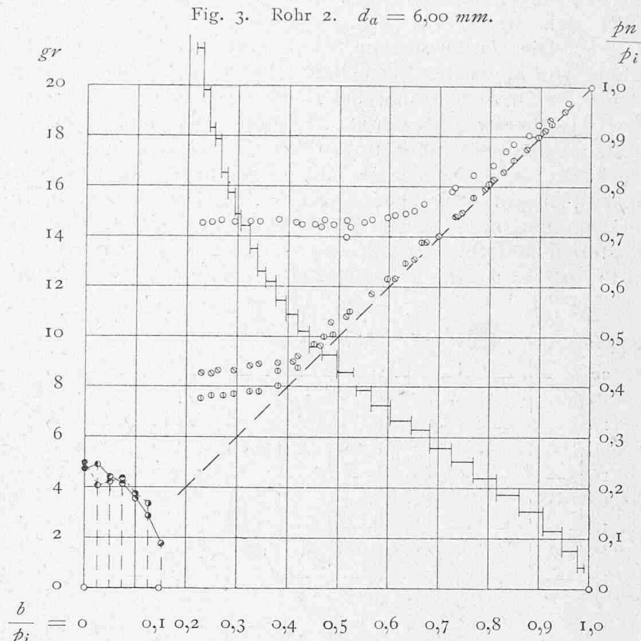
Fig. 2 stellt die Ergebnisse dar, die mit Rohr 1, $d_a = 5,17 \text{ mm}$, also mit einem *cylindrischen* Rohre gefunden worden sind. Hier bleibt der Druck auf der ganzen Länge des Rohres grösser, als der Atmosphärendruck; er nimmt aber bei grösserem Ueberdrucke nicht, wie in einer geschlossenen Rohrleitung, gleichförmig mit der Länge ab, sondern auf der äusseren Hälfte fast doppelt so rasch, als auf der inneren. Bei kleinerem Ueberdrucke wird dagegen die Druckabnahme gleichförmiger. Zu der Kurve der Ausflussmengen ist nichts Besonderes zu bemerken. Die Punktreihe in der linken unteren Ecke giebt die An-



derung des Druckes in einem Strahlradius im Abstände von $e = 1,3 \text{ mm}$ vor dem Rohre, gemessen bei konstantem innerem Drucke von im Mittel $p_i = 952,16 \text{ mm Hg}$ und einem Barometerstande von $b = 719,74 \text{ mm}$. Dargestellt sind die Quotienten $(p-b)/p_i$ und zwar im zehnfachen Massstabe der Werte von $p_0/p_i, p_1/p_i, p_2/p_i$ im übrigen Teile der Figur. Dabei giebt das voll ausgezogene Kreis'chen auf der vertikalen Koordinatenachse den Ueberdruck im Mittelpunkt des Strahles, die übrigen verschiedenartig halb ausgefüllten Kreis'chen den Ueberdruck in dem aus der Figur ersichtlichen Abstände von der Mitte.

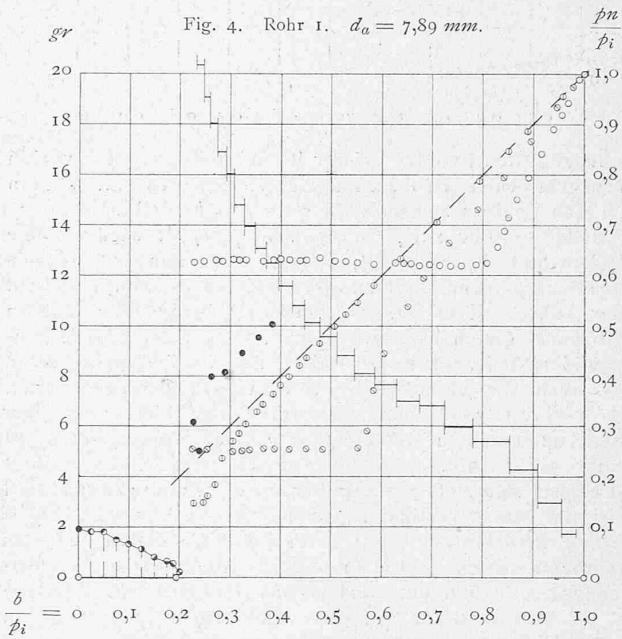
Fig. 3, Rohr 2, $d_a = 6,00 \text{ mm}$. p_0, p_1, p_2 sind gegen vorhin kleiner geworden. p_1 und p_2 unterscheiden sich nur noch wenig von einander; bei grösserem Ueberdrucke bleibt aber noch $p_1 > p_2$, bei kleinerem dagegen gestatten die Versuchsergebnisse wegen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler kein sicheres Urtheil mehr darüber, welche dieser beiden Pressungen die grössere ist. Doch bleiben beide stets grösser, als der Atmosphärendruck. Als Folge der überall kleineren Pressungen wird die Ausflussmenge hier überall grösser, als vorhin. Der Ueberdruck im Strahlquerschnitte

ist hier zweimal gemessen worden, im Abstände von $e = 1,5 \text{ mm}$ vor dem Rohre bei $p_i = 875,09 \text{ mm}$ und $b = 726,5 \text{ mm}$, dargestellt durch die mit ausgezogenen Linien verbundenen Punkte, und bei $e = 0, p_i = 868,44 \text{ mm}$, $b = 726,67 \text{ mm}$, dargestellt durch die mit gestrichelten



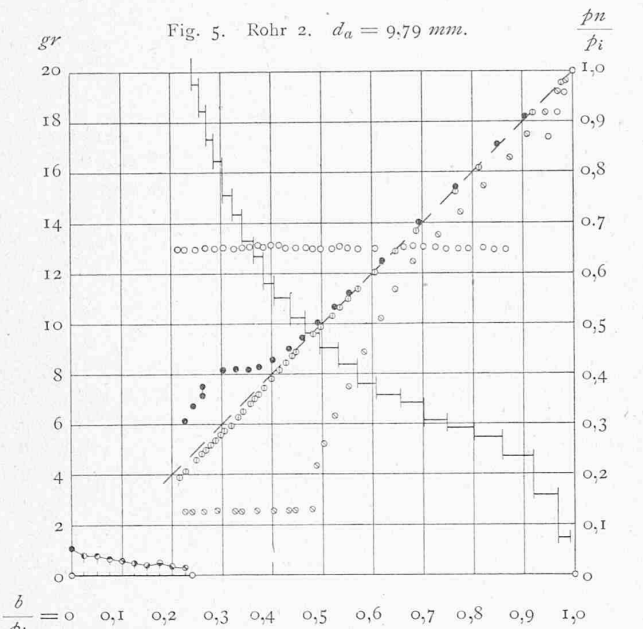
Linien verbundenen Punkte. Die letzte Punktreihe enthält offenbar in der Nähe der Strahlmitte grössere Beobachtungsfehler; denkt man diese ausgeglichen, so ergiebt sich der Ueberdruck bei $e = 0$ etwas grösser, als bei $e = 1,5 \text{ mm}$.

Fig. 4, Rohr 1, $d_a = 7,89 \text{ mm}$. Hier verlaufen die



Pressungen p_0, p_1 und p_2 ganz anders, als bisher. p_0 ist wieder kleiner geworden, der Quotient p_0/p_i bleibt aber bis etwa $b/p_i = 0,8$ angenähert konstant, wobei schliesslich $p_0 < b$ wird. Die in der Figur deutlich erkennbare Abnahme hinter $b/p_i \approx 0,6$ bin ich geneigt, auf Rechnung

von Beobachtungsfehlern zu schreiben; in dieser Gegend musste das Manometer für p_0 gewechselt werden, weil dort ein Saugen begonnen hatte. Von $b/p_i \approx 0,8$ an fängt p_0 an zu steigen, bleibt aber doch bis zum Ende kleiner als der Atmosphärendruck. p_1 ist anfangs, bis $b/p_i \approx 0,56$, auch konstant, zuerst mit Ueberdruck, dann mit starkem Saugen. Darauf nimmt p_1 absolut zu, um weiter den horizontalen Ast der Kurve p_0 zu schneiden. p_2 ist von Anfang an $< b$ und bleibt es auch auf der ganzen Strecke; die Punktreihe p_2/p_i scheint bei grossem Ueberdrucke auch ein horizontales Stück zu besitzen. Während also am Anfange die Pressungen in dem Verhältnis stehen $p_0 > p_1 > b > p_2$, kehrt sich dieses Verhältnis schliesslich um in $p_0 < p_1 < p_2 < b$. Die Ausflussmenge ist infolge der weiteren Abnahme von p_0 wieder gewachsen. Im ausgetretenen Strahle wurde die Druckänderung bei $e = 1,5 \text{ mm}$, $p_i = 802,63 \text{ mm}$, $b = 718,41 \text{ mm}$ beobachtet. Es hat sich dabei in einem Abstände von der Strahlmitte, grösser als $1/2 d_a$, noch ein Ueberdruck ergeben, weil sich der Strahl, der so wie so schon divergent austritt, aussen noch mehr ausbreitet. Dagegen habe ich vor der Mündung mit der Morphium-Nadel nirgends ein Saugen feststellen können. Hier habe ich auch p in der Strahlmitte für $e = 1,5 \text{ mm}$ bei grösserem Ueberdrucke beobachtet,



die ausgefüllten Punkte. Unter Berücksichtigung der vorhin hervorgehobenen Beobachtungsschwierigkeiten muss man doch den Schluss ziehen, dass stets $p > b$ bleibt.

Fig. 5, Rohr 2, $d_a = 9,79 \text{ mm}$. p_0/p_i ist wieder lange Zeit konstant, bis fast $b/p_i = 0,9$. Dagegen hat es sich hier etwas grösser ergeben, als vorhin. Das kann vielleicht daher rühren, dass die Abrundungen bei beiden Rohren nicht ganz gleich ausgefallen sind, was verschiedene Eintrittswiderstände zur Folge haben muss. Vielleicht haben aber auch die Manometer etwas verschieden gearbeitet. p_1/p_i verläuft wesentlich wie vorhin, nur bleibt auf dem ganzen untersuchten Gebiete $p_1 < b$. Das Saugen bei p_2 ist kleiner als vorhin. p ist so weit als möglich beobachtet und es hat sich stets $> b$ ergeben. Der 3. und 4. Punkt sind dabei mit einem vertikalen Striche verbunden. Sie gehören derselben Beobachtung an; beim unteren Stande ist das Manometer stehen geblieben und im Augenblicke der Aufzeichnung plötzlich um rund 50 mm Hg gestiegen. Ich sehe das als Beweis dafür an, dass und warum p anfangs zu niedrig beobachtet werden musste. Die Ausflussmenge ist bis etwa $b/p_i = 0,8$ von der vorigen nicht wesentlich verschieden, nachher aber unverkennbar grösser, weil p_0/p_i länger konstant bleibt. Die Druckverteilung im Strahle aussen ist gemessen bei $e = 1,5 \text{ mm}$, $p_i = 800,93 \text{ mm}$, $b = 728,0 \text{ mm}$.

Fig. 6. Rohr 1. $d_a = 11,80 \text{ mm}$.

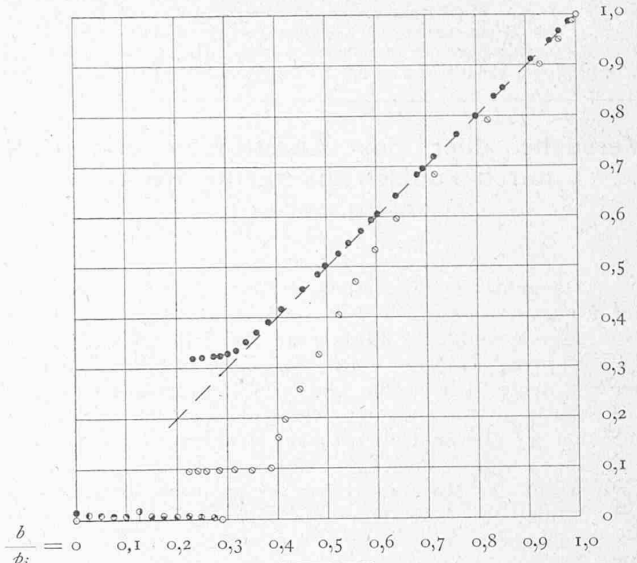


Fig. 7. Rohr 1. $d_a = 11,80 \text{ mm}$.

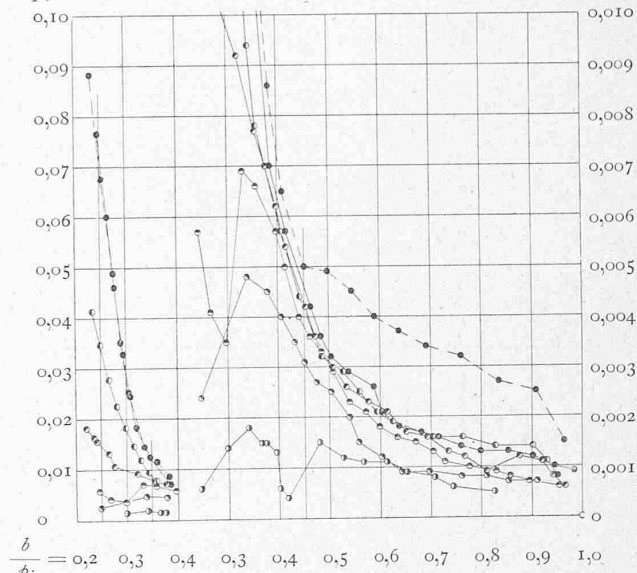


Fig. 7 a.

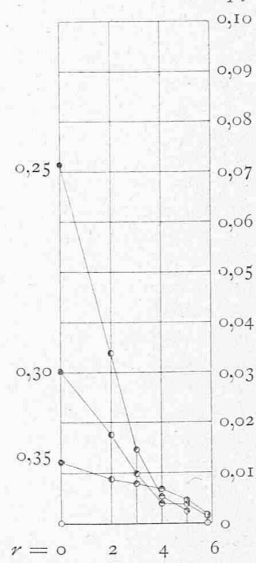
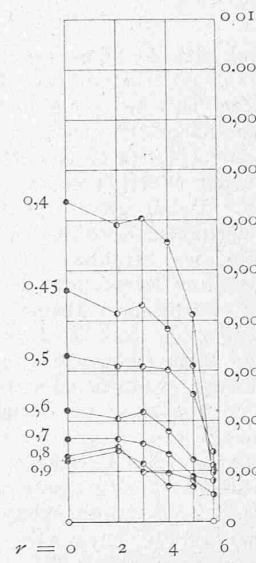


Fig. 7 b.



Rohr 1. $d_a = 11,80 \text{ mm}$.

Fig. 6 und 7, Rohr 1, $d_a = 11,80 \text{ mm}$. Bei dieser Erweiterung mussten die Versuche längere Zeit unterbrochen werden, und es ist das Rohr dann durch ein Versehen weiter ausgebohrt worden, ehe es vollständig erledigt war. Daher fehlen Versuche über die Ausflussmenge ganz, und von den Pressungen ist nur beobachtet p_1 , p und die Druckverteilung im Strahle bei $e = 1,5 \text{ mm}$. In Fig. 6 ist diese für den konstanten inneren Druck $p_i = 790,06 \text{ mm}$ und $b = 720,26 \text{ mm}$ angegeben. Der Ueberdruck ist aber schon so klein geworden, dass eine genaue Beobachtung nicht mehr möglich war. Ich habe daher diese Druckverteilung auch noch bei veränderlichem Drucke untersucht. Die Ergebnisse sind in Fig. 7 dargestellt und zwar in der Form

$$\frac{p-b}{p_i} = f\left(\frac{b}{p_i}\right)$$

die Ordinaten bei grossem Ueberdrucke im zehnfachen, bei kleinem im hundertfachen Masstabe der Abscissen. Die ersten Werte sind auch um 0,2 nach links verschoben eingezeichnet, damit die Figur deutlicher wird. Für den Ueberdruck in der Mitte des Strahles liegen zwei Versuchsreihen vor, die eine vor der Unterbrechung, deren Punkte durch gestrichelte Linien miteinander verbunden sind, die andere nachher, mit ausgezogenen Verbindungslinien. Die erste Punktreihe liegt, namentlich bei kleinem Ueberdrucke, entschieden zu hoch, warum, lässt sich jetzt nicht mehr entscheiden. Aus den übrigen Versuchen habe ich dann die Figuren 7a und 7b in folgender Weise hergeleitet: Ich habe die mit den verschiedenen Einstellungen der Nadel gefundenen Punktreihen durch einen Zug gerader Linien verbunden, also ohne jede Ausgleichung. Dann habe ich die Schnittpunkte dieser geraden Verbindungslinien mit folgenden Abscissen bestimmt: bei grösserem Ueberdrucke mit $b/p_i = 0,25, 0,30$ und $0,35$, bei kleinerem mit $b/p_i = 0,4, 0,45, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8$ und $0,9$. Diese Schnittpunkte habe ich dann, die ersten in Fig. 7a, die letzten in Fig. 7b auf die zugehörigen Abstände r von der Mitte des Strahles übertragen. Die so für die verschiedenen Werte von b/p_i erhaltenen Kurven:

$$\frac{p-b}{p_i} = f(r)$$

haben die gleiche Bedeutung, wie die linken, unteren Punktreihen der vorigen Figuren. Daher ist auch der Halbmesser des Endquerschnittes wie dort auf der horizontalen Achse von links an als dickere Linie eingezeichnet.

Fig. 8 und 9, Rohr 2, $d_a = 13,70 \text{ mm}$. In Fig. 8 sind die Pressungen p_0, p_1, p_2 und p und die Ausflussmengen dargestellt. p_0/p_i und p_1/p_i sind kleiner geworden, als bisher, p_2 und p haben sich dem Atmosphärendrucke mehr genähert; bei kleinerem Ueberdrucke ist die Abweichung vom Atmosphärendrucke so klein geworden, dass sie in dem Masstabe der Figur nicht immer deutlich hervortritt, doch bleibt bis zum Ende $p > b > p_2$. In Figur 9 ist wieder der Verlauf der Druckverteilung im Strahle aussen dargestellt, aber nur bei kleinerem Ueberdrucke und im hundertfachen Masstabe der Abscissen. Hier sind auch zwei Versuchsreihen zu unterscheiden. Die durch gestrichelte Linien verbundenen Punkte sind im Abstände $e = 1,5 \text{ mm}$ beobachtet. Nach diesen Versuchen war die erste Morphinium-Nadel zerbrochen und musste durch eine neue ersetzt werden, bei der e nur $1,0 \text{ mm}$ betrug. Diese Punkte sind durch ausgezogene Linien verbunden. Sie liegen im allgemeinen höher als die vorigen, was seinen hauptsächlichsten Grund in der Druckänderung in der Längenrichtung des Strahles haben dürfte. Vielleicht ist aber auch eine etwas andere Beschaffenheit der Endfläche der Nadel mit daran Schuld. Aus Fig. 9 ist dann 9a hergeleitet, wie vorhin 7a, b aus 7. Hier ist wieder in einem Abstände $r > \frac{1}{2} d_a$ noch Ueberdruck festgestellt worden.

(Schluss folgt.)

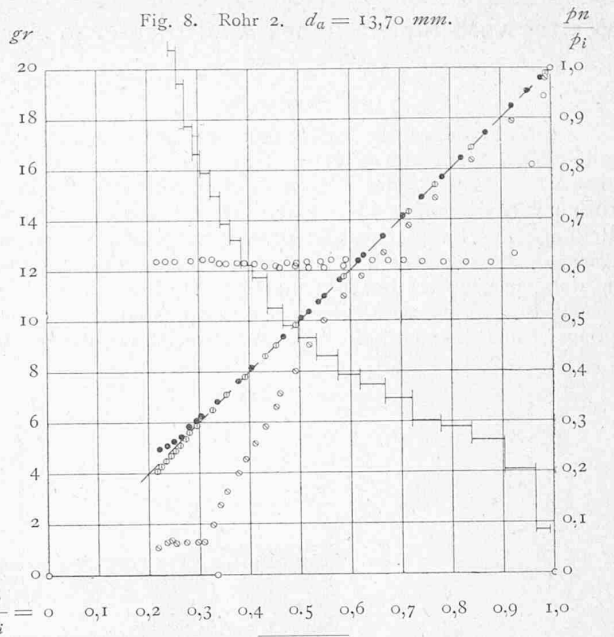


Fig. 9. Rohr 2. $d_a = 13,70 \text{ mm}$.

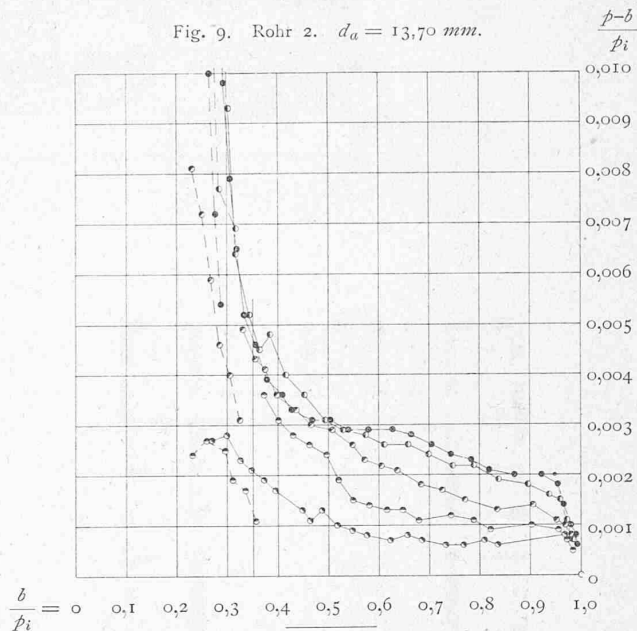


Fig. 9a. Rohr 2. $d_a = 13,70 \text{ mm}$.

