

# Zeitkurven im Strömungsfeld eines Leitapparates

Autor(en): **Prášil, Franz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **81/82 (1923)**

Heft 25

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-39030>

## **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.

### 2. Analytische Hydrodynamik.

Als praktisches Grundproblem kann die Frage nach der örtlichen und zeitlichen Geschwindigkeits- und Pressungs-Verteilung in einem Kanal von gegebener Form und gegebener Bewegung bezeichnet werden. Die direkte analytische Lösung dieses Problems erfordert in den weitaus meisten Fällen einen für die Praxis unbrauchbaren Aufwand schwierigster mathematischer Methoden; hingegen ist es leichter, analytische Ausdrücke für theoretisch mögliche Strömungsformen zu finden und hieraus brauchbare Kanal- oder Körperformen für bestimmte Zwecke abzuleiten. Die so erhaltenen Saugrohrformen, d. h. die hyperbolische Form und die Manschettensform wurden im Vortrag unter Vorweisung entsprechender Zeichnungen, Diagrammen, Formeln und Rechnungstabellen behandelt.

Als weitere Beispiele der Anwendung der analytischen Hydrodynamik wurden die rein zweidimensionalen Theorien von *Kucharski* „Strömungen einer reibungsfreien Flüssigkeit bei Rotation fester Körper“<sup>1)</sup> und von *Bauersfeld* „Die Grundlagen zur Berechnung schnelllaufender Kreisräder“<sup>2)</sup> besprochen; die erste bezieht sich auf Zellenräder, die zweite auf Flügelräder; schliesslich wurden als Uebergang zu den Beispielen der experimentellen Hydrodynamik Ergebnisse der Promotionsarbeit von Dipl. Ingenieur E. T. H. *Oertli* „Untersuchung der Wasserströmung durch ein rotierendes Kreisrad“<sup>3)</sup> unter Vorweisung einschlägiger Abbildungen besprochen und einzelne zweidimensionale Strömungsformen auf Grundlage der Theorie der konformen Abbildungen geometrisch gezeichnet oder in schon fertigen Bildern vorgewiesen, wie z. B. die Störung einer einfachen Strömung durch eine Quelle, die Strömung von Quelle zu Senke, die einfache Strömung um einen Kreiszyylinder, die mit Zirkulation verbundene einfache Strömung um einen Kreiszyylinder u. a. m.

### 3. Experimentelle Hydrodynamik.

Die auf reine zweidimensionale Formen umgerechneten Saugrohrströmungen, sowie die eben erwähnten abstrakten Beispiele wurden nun im Experiment vorgeführt, indem unter Anwendung entweder von durch Düsen in die bewegte Flüssigkeit eingeführte Lösung von Kaliumpermanganat oder durch Einstreuen von kleinen Körnern dieses Stoffes kontinuierliche Farbbänder erzeugt wurden, die umso mehr exakte, sich theoretischen Bildern nähernde Strombilder ergeben, je dünner die Stromschicht ist, also je mehr die Strömung den Charakter einer Laminarströmung besitzt. Es wurden weiter auch die Strömungsercheinungen an einem Ueberfall, die Erzeugung von Zirkulation durch Reibung an einem rotierenden Zylinder, die Strömung durch eine Drosselklappe bei verschiedenen Durchflussgeschwindigkeiten und diejenige durch einen Leitapparat vorgeführt.

### 4. Statistische Hydrodynamik.

Zur Erläuterung der unter diesem Namen zusammengefassten Methoden wurden folgende Beispiele vorgeführt:

1. Die Nebeneinanderstellung der in einem bestimmten Querschnitt des Messkanals der hydraulischen Abteilung durch Messung mit fünf verschiedenen hydrometrischen Flügeln bei möglichst unverändert gehaltenem Wasserdurchfluss und durch Isotachen dargestellten Geschwindigkeitsverteilung; diese Nebeneinanderstellung kann die Grundlage bilden für die Beurteilung der Empfindlichkeit und Stabilität der verschiedenen Flügelkonstruktionen.

2. Die Darstellung der Werte der Durchflusswiderstände an der Drosselklappe der Niederdruckturbinen der hydraulischen Abteilung in Abhängigkeit von der Klappenstellung und Durchflussmenge.

3. Die Nebeneinanderstellung der Charakteristiken von ausgeführten Turbinen verschiedener Schnellläufigkeit zur

<sup>1)</sup> Verlag von Oldenbourg, München-Berlin, 1918.

<sup>2)</sup> Z. V. D. I. Jahrgang 1922, Hefte 19 und 21.

<sup>3)</sup> Erschienen im Verlag von Rascher & Cie., Zürich. Ein Auszug dieser bemerkenswerten Arbeit wird im nächsten Band erscheinen. Red.

Kennzeichnung der mit dem Anwachsen der Schnellläufigkeit verbundenen Aenderung des Wirkungsgrades und Wasserverbrauchs im ganzen Arbeitsbereich der Turbine.

\*

In diesen Vorträgen konnten naturgemäss die einschlägigen Theorien nicht entwickelt und mathematisch diskutiert, sondern nur ein Ueberblick über die derzeit in Behandlung stehenden Probleme gegeben, immerhin aber darauf hingewiesen werden, dass noch ein reiches Feld für wissenschaftliche Forschung und für Anpassung der Ergebnisse derselben an die Bedürfnisse der Technik offen steht; in diesem Sinn ist zu hoffen, dass auch dieser Beitrag dem Zwecke des ganzen Kurses entsprochen hat.

### Zeitkurven im Strömungsfeld eines Leitapparates.

Unter den gelegentlich der Vorträge im diesjährigen Hochschulkurs im Maschinenlaboratorium am 4. Oktober vorgeführten Versuchen (vergl. das vorstehend abgedruckte Referat), wurde die Erstellung des Bildes einer Durchflussströmung durch einen Leitapparat mit zwölf Schaufeln nach dem Verfahren von Hele Shaw vorgeführt. Dieses Verfahren ist durch die beistehende Abbildung 1 dargestellt; die Strömung erfolgt von innen nach aussen zwischen einer weissen Bodenplatte und einer geschliffenen Glasplatte mit  $\frac{1}{2}$  mm Abstand. Die Distanzhaltung der Platten erfolgt durch die aus dünnem Kautschuk geschnittenen Schaufelprofile. Durch Einführung von Farbstoff in das strömende Wasser wird die Strömung sichtbar gemacht; zu dem Zweck sind in der untern Platte, in einem Kreis von 8 cm Durchmesser um das Zentrum, 64 Löcher gleichmässig verteilt angeordnet, durch die mit Kaliumpermanganat gefärbtes Wasser dem aus dem Zentrum kommenden Wasser zuströmt.<sup>1)</sup> Diese Methode der

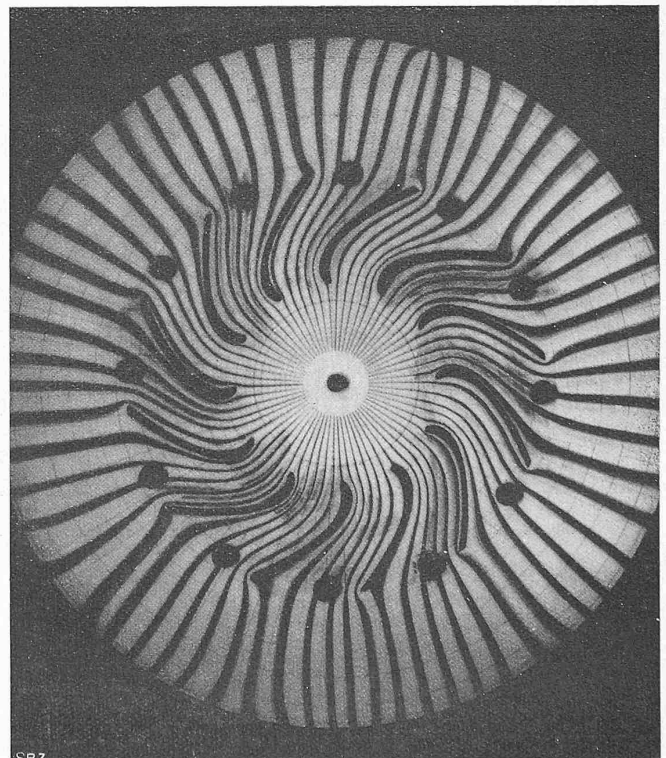


Abbildung 1.

Darstellung solcher Strömungen durch ruhende Kanäle hat bereits Dr. H. Oertli am gleichen Apparat verwendet und in

<sup>1)</sup> Die in den Abbildungen 1 und 2 sichtbaren schwarzen Punkte am äusseren Umfang des Leitapparates sind in der Glasplatte vorhandene Löcher, die für einen andern Versuch benötigt wurden, für die vorliegenden aber wieder zugemacht worden waren; sie sind somit wegzudenken.

seiner Promotionsarbeit „Untersuchung der Wasserbewegung durch ein rotierendes Kreisrad“ beschrieben. Gelegentlich der Vorführung am 4. Oktober wurde auch die Darstellung von Zeitkurven bei Strömung über einen Ueberfall in der ebenfalls von Oertli, zur Realisierung einer in der „Technischen Hydrodynamik“ von Dr. Franz

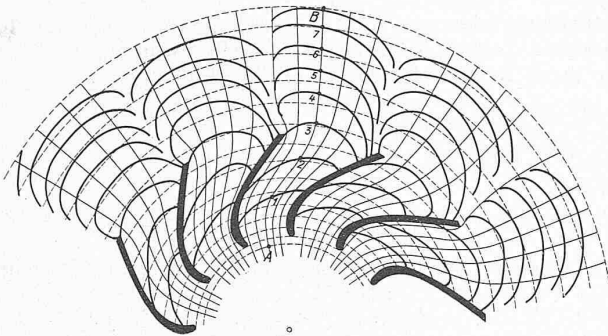


Abbildung 3.

Prášil, Seite 100 u. ff. beschrieben und theoretisch erörterten Idee, ersonnenen Anordnung gezeigt.

Die betreffende Stelle im genannten Buch lautet in redaktioneller Anpassung folgendermassen: „Ein Bild einer Strömung erhält man, wenn man sich zu einer bestimmten Zeit  $t = t_0$  im Strömungsgebiet eine Fläche abgegrenzt denkt und diese derart sich fortbewegen lässt, dass jeder ihrer Punkte in jeder seiner Lagen gerade diejenige Geschwindigkeit besitzt, die ihm vermöge der Geschwindigkeitsverteilung im Gebiet zukommt; es ergeben sich als geometrische Orte der Punkte nach gleichen Zeiten wieder Flächen, und diese werden durch einen Funktionsausdruck darstellbar sein, der die Ortskoordinaten als Variable, die

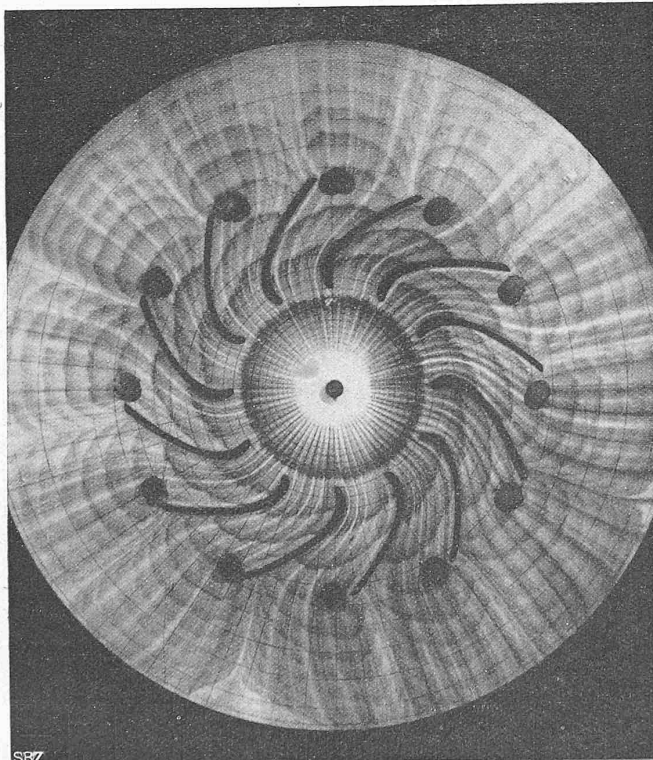


Abbildung 2.

Zeit  $t$  als Parameter enthält.“ Bei rein zweidimensionalen Strömungen werden diese Flächen Zylinderflächen sein, mit Erzeugenden senkrecht zur Strömungsebene und mit den Zeitkurven als Leitlinien.

In jüngster Zeit hat nun Maschineningenieur O. Walter, derzeit Assistent an der hydraulischen Abteilung des

Maschinen-Laboratoriums der E. T. H., mit dem gleichen Leitapparat die Darstellung von Zeitkurven durchgeführt und photographisch fixiert, wie dies aus Abbildung 2 ersichtlich ist. Die Farbstoff-Zuführung erfolgte in gleichen Zeitintervallen, indem jedesmal, wenn das konzentrisch mit dem Lochkreis sich erweiternde Farbband an die Schaufelnherankam, die Farbzuführung eingeschaltet und sofort wieder abgeschaltet wurde; so entstanden Farbstreifen, deren äussere Umhüllungen als Zeitkurven zu betrachten sind; natürlich sind die Kurven mit denjenigen Unregelmässigkeiten behaftet, die durch die noch unvollkommene Technik des Versuches verursacht sind, doch lässt die Gleichmässigkeit der Kurven eine zweckdienliche Realisierbarkeit der Methode und die Möglichkeit deren Vervollkommnung erwarten.

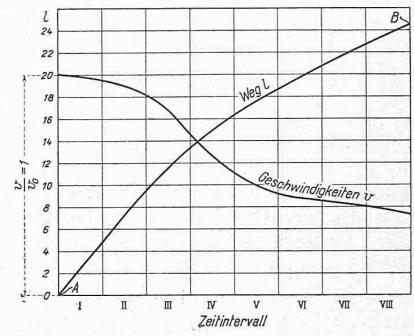


Abbildung 4.

Da gleichzeitig mit den Zeitkurven die Stromlinien sichtbar werden, so ist es möglich, an einer Figur mit ausgeglichenen Zeitkurven, wie z. B. Abbildung 3, die Abstände zwischen den Zeitkurven längs den Stromlinien zu messen und bei beobachtetem Zeitintervall die Geschwindigkeiten zu rechnen. (Siehe Abbildung 4.) Die Methode kann daher zur Ermittlung der Geschwindigkeitsverteilung und zu Aufschlüssen über die Art der Strömung führen. Im vorliegenden Fall sieht man z. B. deutlich den Einfluss der Rauigkeit der Schaufelwände und die Ausbildung von Wirbelschichten hinter den Schaufelenden. Die Methode kann für die Förderung der Erkenntnis über Flüssigkeitsströmungen dienlich sein.

Der vorliegende Bericht soll als Ergänzung des Referates über die hydrodynamischen Vorträge im Oktober dieses Jahres dienen.

Zürich, im November 1923. Prof. Dr. F. Prášil.

### Die Beseitigung der Resonanzgefahr.<sup>1)</sup>

Von Oberingenieur Heinrich Holzer, Nürnberg-Schwabach.

(Fortsetzung von Seite 316.)

#### III. Abstimmung der Massen und elastischen Längen auf Teilresonanz.

Ein drittes Mittel zur Behebung der Resonanzgefahr bildet die Abstimmung der Massen und elastischen Längen des schwingenden Systems auf Teilresonanz. An den meisten schwingenden Systemen sind eine oder mehrere Massen und elastische Längen in ziemlich weiten Grenzen der freien Wahl überlassen oder können unbeschadet des Zweckes in der Reihenfolge oder Anordnung geändert werden. Es gilt also, zur Beseitigung der Resonanzgefahr die Massen und Längen so zu bemessen und zu verteilen, dass mit der Eigenschwingung zugleich Teilschwingung auftritt. In diesem Falle sind also weder die Eigen- noch die Teilschwingungszahlen von vorneherein bekannt, was die Lösung der gestellten Aufgabe wesentlich zu erschweren scheint. Bekanntlich scheiden aber für die Teilschwingung alle jene freien, d. h. nicht von erregenden Momenten ergriffenen Massen aus, die in der gewählten Reihenfolge vor den Erregungen liegen, und da diese Wahl in der einen oder entgegengesetzten Richtung möglich ist, kann man jeweils die Teilschwingungszahlen für jene Richtung bestimmen, die nur bekannte Massen enthält. Im allgemeinen sind nämlich die Teilschwingungszahlen je nach der Massenfolge verschieden und das Wesen der Teilresonanz kann auch als eine Abgleichung der Teilschwin-