

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	77/78 (1921)
Heft:	17
Artikel:	Theoretische Erörterungen zur Wassermessmethode von N.R. Gibson
Autor:	Dubs, Robert
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-37339

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mauerwerksmassen, 10 000 t eiserner Ueberbauten. Zur Zeit der höchsten Kraftentfaltung, im Sommer 1916, waren gleichzeitig im Betrieb: 44 Eimerketten- und Löffel-Bagger, 190 Baulokomotiven und 4500 Förderwagen, und es wurden 12 000 Arbeitskräfte, zum grössten Teil belgischer Nationalität, beschäftigt.

Der früheste Arbeitsbeginn der Unternehmungen fiel auf Mitte März 1915, der späteste auf Anfang Juni 1916. Im Mittel kann gesagt werden, dass die Arbeiten nicht vor August 1915 auf der ganzen Strecke in Fluss kamen. Vertraglich wurden die Unternehmer bei hohen Konventionalstrafen auf eine Fertigstellung der Unterbauarbeiten auf den 15. Dezember 1916 verpflichtet. Die Einhaltung dieses Termins war aber trotz aller Anstrengungen nicht möglich. Aber schon Ende Januar 1917 stand das Planum wenigstens für das eine durchgehende Geleise auf der ganzen Strecke zur Verfügung und am 16. Februar 1917, also nach etwa 18 1/2 Monaten Bauzeit, fuhr der erste fahrplanmässige Zug von Tongern nach Aachen. Einen Monat später konnte bis auf das Teilstück Bitsingen-Visé, das durch die Schüttung der hohen Dämme im Maastal zurückgeblieben war, und bis auf die zweite Röhre des Vörstunnels, der zweigleisige Betrieb aufgenommen werden. Das Teilstück Bitsingen-Visé war Mitte Mai, der zweite Vörstunnel Ende Dezember 1917 ebenfalls zur Aufnahme des zweigleisigen Betriebes bereit, der am 6. Januar 1918 auf der ganzen Strecke durchgehend einsetzte.

Durch die Verkehrsverhältnisse schon seit Jahren ein dringendes Bedürfnis, durch den Krieg aber erst zu spontaner Durchführung gebracht, zeigt dieser Bahnbau, in welchem Masse es mit straffer Bauorganisation nach dem heutigen Stand der Technik möglich ist, unter Ausschaltung allzu grosser Rücksichten auf die Wirtschaftlichkeit einerseits, dagegen unter bedeutenden Erschwernissen durch Kriegsverhältnisse anderseits, die Bauzeit grosser Bahnbaute auf ein Mindestmass zu beschränken.

Theoretische Erörterungen zur Wassermessmethode von N. R. Gibson.

Zu dem unter diesem Titel auf Seite 41 dieses Bandes (23. Juli 1921) erhielten wir von Ingenieur Karl I. Karlsson in Stockholm die folgende Zuschrift:

Auf den Aufsatz des Herrn Oberingenieur Dubs erlaube ich mir hiermit gegen seine Erörterungen über die Wassermessmethode Gibson folgendes einzuwenden:

Die Gibson'sche Messmethode kann nur auf den schon von Bauersfeld in seiner klassischen Arbeit: „Die automatische Regulierung der Turbinen“ dargestellten Satz begründet sein, der besagt, dass, um eine Änderung der Wassergeschwindigkeit in der Rohrleitung herbeizuführen, das Zeitintegral der auftretenden Druckänderung einen ganz bestimmten, allein von dem Geschwindigkeitsunterschied abhängigen Wert haben muss. Die Formel dafür schreibt er:

$$v_0 - v_1 = \frac{g}{\gamma L} \int_0^{t_1} (p - p_0) dt = \frac{g}{\gamma L} \cdot F \quad (1)$$

wo F die schraffierte Fläche der seiner Arbeit entnommenen Abb. 1 ist. Die Weise in der sich die Schlussbewegung vollzieht, ist vollständig willkürlich und, wie wir sehen werden, auch die Schlusszeit.

Die obige Formel ist unter Vernachlässigung der Elastizität des Wassers und der Rohrwand abgeleitet. Gleich nach beendigter Bewegung des Abschlussorgans würde dann der Druck plötzlich auf den normalen Wert abfallen und damit eine natürliche Abgrenzung der Integralfläche ergeben. Im wirklichen Falle kann von der Elastizität nicht abgesehen werden. Druckschwingungen treten ein, die mit positiven und

negativen, gleich grossen Amplituden verlaufen. Abbildung 2, mit einem gewöhnlichen Indikator mit rundlaufender Trommel aufgenommen, veranschaulicht diese Schwingungen. Der Satz vom Zeitintegral gibt immer in jedem Zeitpunkt den Geschwindigkeitsunterschied, der folglich Schwingungen um den der Endstellung des Abschlussorgans entsprechenden Beharrungswert vollzieht.

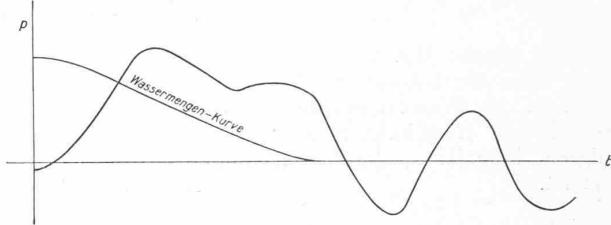


Abb. 2.

Die genaue Auswertung des Zeit-Druck-Diagrammes erfolgt mit Hilfe der Allieischen Grundgleichungen. Auf der Zeitlinie werden abgetragen die Werte

$$t = 0 \quad \theta \quad 2\theta \quad 3\theta \quad 4\theta \quad \text{usw.}$$

und die Drucksteigerungen

$$\Delta y = 0 \quad \Delta y_1 \quad \Delta y_2 \quad \Delta y_3 \quad \Delta y_4 \quad \text{usw.}$$

dem Diagramm abgenommen, dann werden berechnet

$$f = 0 \quad 0 \quad \Delta y_1 \quad \Delta y_1 + \Delta y_2 \quad \Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 \quad \text{usw.}$$

$$F = 0 \quad \Delta y_1 \quad \Delta y_1 + \Delta y_2 \quad \Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 \quad \Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 + \Delta y_4 \quad \text{usw.}$$

$$F + f = 0 \quad \Delta y_1 \quad 2(\Delta y_1 + \Delta y_2) \quad 2(\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3) \quad 2(\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 + \Delta y_4) \quad \text{usw.}$$

und

$$v_0 - v_1 = \frac{g}{a} \left[2(\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 + \dots + \Delta y_{n-1}) + \Delta y_n \right] \quad (2)$$

Diese Formel ist exakt, von der Reibung und der Wasserspiegelschwankungen im Wasserschloss abgesehen.

Wenn die Schlusszeit gegenüber dem Wert θ nicht zu klein ist, kann sehr genau das rechte Glied geschrieben werden

$$\frac{g}{a} \cdot \frac{1}{\theta} \cdot 2 \cdot \left[\text{Diagrammfläche} \right]_0^{\theta}$$

$$\text{oder, da } \theta = \frac{2L}{a}, \quad \frac{g}{L} \cdot F$$

oder die Formel von Bauersfeld.

Die Genauigkeit der Messmethode hängt folglich nur von der Genauigkeit ab, mit der sich der Wert von L und die Diagrammfläche ermitteln lassen. Bei grosser Länge relativ zum Durchmesser kann der Wert von L direkt gemessen werden. Bei kurzen Rohrleitungen wäre man darauf hingewiesen θ zu messen, a zu berechnen oder auch, nötigenfalls, zu messen, und daraus $L = \frac{1}{2} \theta a$ zu bestimmen oder die Formel (2) direkt auszuwerten. Für diese indirekte Bestimmung der Konstanten der Rohrleitung (auf die jedoch hier nicht weiter eingegangen werden soll) findet man eine klare und erschöpfende Anleitung im Werke von Camichel, Eydoux und Gariel: „Etude théorique et expérimentale des coups de bâlier“. Es soll hier nur erwähnt werden, dass im Falle, wo die Rohrleitung in einem Turbinenkessel einmündet, die Druckwelle bei der Reflexion so verzerrt werden kann, dass die Methode scheitert. Man umgeht diese Schwierigkeit durch die ebenfalls von Gibson angegebene Methode der Messung in zwei Querschnitten der Leitung, die auf einem genau messbaren Abstand von einander liegen. Wird dann a zuerst berechnet, so folgt $\theta' = \frac{l}{a}$ wo l der Abstand der beiden Messpunkte ist. Die zu den Zeitpunkten $0, \theta', 2\theta', 3\theta', \dots$ in den beiden Diagrammen gemessenen Drucksteigerungen seien $0, \Delta y'_1, \Delta y'_2, \Delta y'_3$ usw. bzw. $0, 0, \Delta y''_2, \Delta y''_3, \Delta y''_4$ usw.

Dann wird zur Zeit $t = 2n\theta'$

$$F' + f' = 2 [\Delta y'_2 + \Delta y'_4 + \Delta y'_6 + \dots + \Delta y'_{2n-2}] + \Delta y'_{2n} - 2 [\Delta y''_3 + \Delta y''_5 + \Delta y''_7 + \dots + \Delta y''_{2n-1}]$$

und zur Zeit $t = (2n+1)\theta'$

$$F'' + f'' = 2 [\Delta y'_2 + \Delta y'_4 + \Delta y'_6 + \dots + \Delta y'_{2n}] - 2 [\Delta y''_3 + \Delta y''_5 + \Delta y''_7 + \dots + \Delta y''_{2n-1}] - \Delta y''_{2n+1}$$

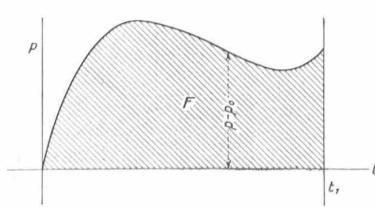


Abb. 1.

Diese Ausdrücke können nicht exakt auf die Flächeninhalte der Diagramme zurückgeführt werden; es bleiben immer „Ecken“ übrig, die allerdings sehr klein sind.

Wenn die Rohrleitung abgestuft ist, ergibt die Bauersfeld'sche Ableitung ohne weiteres, dass in der Formel (1) statt L einzusetzen ist:

$$l_1 + l_2 \frac{A_1}{A_2} + l_3 \frac{A_1}{A_3} + \dots + l_n \frac{A_1}{A_n} = A_1 \sum_i^n \frac{l_i}{A_i}$$

Ich glaube durch das oben Angeführte gezeigt zu haben, dass die Gibson'sche Methode einen grossen Fortschritt in der Wassermessungstechnik bedeuten kann und dass sie die Bemühungen aller an solchen Arbeiten beteiligten Ingenieure, darüber Klarheit zu schaffen, wohl wert ist.

Karl I. Karlsson.

*

Oberingenieur R. Dubs äussert sich zu diesen Einwendungen von Ingenieur Karlsson wie folgt:

Auf obige Einsendung des Herrn Ing. Karlsson bemerke ich, dass mir die Arbeit von Dr. Bauersfeld sowohl, wie auch das Werk von Camichel, Eydoux und Gariel (s. Schweiz. Bauzeitung 1920) sehr wohl bekannt sind. Die von Herrn Karlsson benutzten Beziehungen sind jedoch zur Durchführung einer kritischen Würdigung der Genauigkeit der Gibson-Methode nicht geeignet, da in ihnen nur der Flächeninhalt des Druck-Zeit-Diagrammes für die Berechnung der Wassermenge in Erscheinung tritt, wobei die Genauigkeit der Ordinaten des Druckdiagramms nicht geprüft werden kann. Die Absicht meiner „Theoretischen Erörterung“ war auch zu zeigen, welchen Einflüssen die Ordinate der Druckkurve unterworfen ist, und es ist ohne weiteres klar, dass damit auch der Flächeninhalt des Druck-Zeit-Diagrammes beeinflusst wird. Im Uebrigen ist hier zu bemerken, dass ohne auf, die Formeln von Bauersfeld zurückgreifen zu müssen, auch auf Grund des Satzes von der Erhaltung der Energie leicht eine Beziehung zwischen der lebendigen Kraft $\left(\frac{m \cdot c^2}{2}\right)$ des Rohrinhaltes und der Fläche des Druck-Zeit-Diagrammes aufgestellt werden kann.

Es ist allgemein, d. h. unabhängig vom Schliessgesetz:

$$\frac{\frac{m \cdot c^2}{2}}{2} = \frac{r}{2} = \gamma \cdot Q_0 \cdot y_0 \int_0^r \sqrt{\frac{y}{y_0}} \left(\frac{y}{y_0} - 1 \right) dt,$$

worin m die Masse des sich in Bewegung befindenden Wassers der Rohrleitung und c dessen Geschwindigkeit bedeuten.¹⁾ Das Integral rechts stellt im Prinzip den Inhalt der Fläche des Druck-Zeit-Diagrammes dar. Infolge der in den „Theoretischen Erörterungen“ erwähnten Einflüsse der

¹⁾ Siehe Ernst Braun „Druckschwankungen in Rohrleitungen“ Seite 46, sowie Robert Dubs und Victor Bataillard „Allgemeine Theorie über die veränderliche Bewegung des Wassers in Leitungen“, S. 38.

Elastizitäten werden aber auch bei Anwendung obiger Beziehung die mitgeteilten Fehlerquellen nicht ausgeschaltet.

Mit den übrigen Ausführungen von Ing. Karlsson gehe ich einig, bin jedoch der Meinung, dass die Neuheit einer Idee nicht notwendigerweise ein Zeugnis für ihre Güte ist.

Robert Dubs.

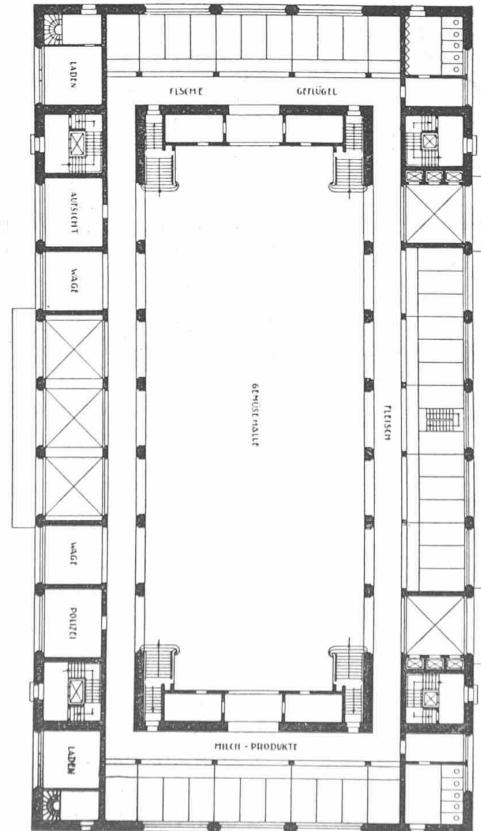
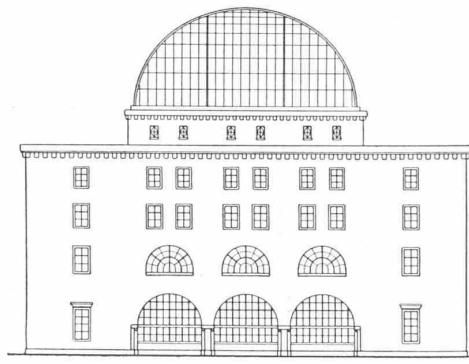
Diplom-Arbeiten an der Architektenschule der E. T. H.

(Schluss von Seite 194.)

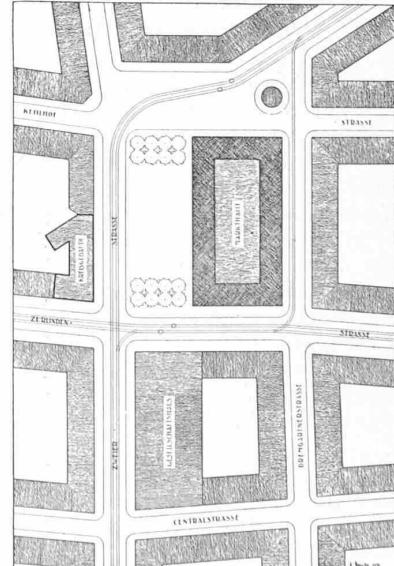
Anschliessend an die allgemeine Einführung in die Diplomarbeit durch die Redaktion in der letzten Nummer soll durch Abdruck einiger wichtiger Stellen aus dem Programm eine Charakterisierung der gestellten Aufgabe hier nachfolgen. Diese lautet im Titel: „Technische und baukünstlerische Ausgestaltung einiger wichtiger Verkehrspunkte im Kreis Wiedikon-Zürich.“ Zur Wahl gestellt waren ausser den Kreuzungen am „Birmensdorfer-Platz“, I und II im Planausschnitt von Seite 194, der neue Bahnhofplatz Wiedikon an der tiefzulegenden Seebahn, der Zweierplatz und der Helvetiaplatz.

„Die Diplomarbeit besteht in der Gestaltung eines genannten Platzes und in der Ausarbeitung eines an dem gewählten Platze liegenden oben genannten Gebäudes (Markthalle, Gesellschaftshaus, Warenhaus, Kirche, Schulhaus). — Von den der Aufgabe zugrunde gelegten „Allgemeinen Gesichtspunkten“ seien erwähnt:

„Die Hauptverkehrstrassen sind in genügender Breite und verkehrstechnisch einwandfrei zu führen. Wertvolle, bestehende Ge-



Entwurf zu einer Markthalle für Zürich-Wiedikon.
Grundriss und Seitenfassade. — Maßstab 1:600.
Daneben Lageplan 1:3000 (Situation II).
Aus der Diplom-Arbeit Nr. 3,



bäude sollen nur soweit entfernt werden, oder umgebaut werden, als für die gute Führung der Strassen und für die Gestaltung der Plätze unbedingt nötig ist. Änderungsvorschläge in den genehmigten Baulinien sind zugelassen. Die Neubauten sind wirtschaftlich auszunützen.“ —

Bis auf wenige Projektanten haben die meisten von ihnen die Aufgabe übernommen, eine Markt-