Zeitschrift: Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 6 (1913-1914)

Heft: 20

Artikel: Exakte und angenäherte Formeln zur Wasserschlossberechnung

Autor: Strickler, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920735

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: 23.07.2025

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

SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT

OFFIZIELLES ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN WASSERWIRTSCHAFTSVERBANDES

ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAUTECHNIK, WASSERKRAFTNUTZUNG, SCHIFFAHRT .·. ALLGEMEINES PUBLIKATIONSMITTEL DES NORDOSTSCHWEIZERISCHEN VERBANDES FÜR DIE SCHIFFAHRT RHEIN-BODENSEE

HERAUSGEGEBEN VON DR O. WETTSTEIN UNTER MITWIRKUNG VON a. PROF. HILGARD IN ZÜRICH UND ING. GELPKE IN BASEL

Erscheint monatlich zweimal, je am 10. und 25.
Abonnementspreis Fr. 15.— jährlich, Fr. 7.50 halbjährlich
Deutschland Mk. 14.— und 7.—, Österreich Kr. 16.— und 8.—
Inserate 35 Cts. die 4 mal gespaltene Petitzeile
Erste und letzte Seite 50 Cts. ro Bei Wiederholungen Rabatt

Verantwortlich für die Redaktion:
Dr. OSCAR WETTSTEIN u. Ing. A. HÄRRY, beide in ZÜRICH
Verlag und Druck der Genossenschaft „Züricher Post“
in Zürich I, Steinmühle, Sihlstrasse 42
Telephon 3201 .·. .·. Telegramm-Adresse: Wasserwirtschaft Zürich

№ 20 ZÜRICH, 25. Juli 1914 VI. Jahrgang

Inhaltsverzeichnis:

Exakte und angenäherte Formeln zur Wasserschlossberechnung. — Der erste Schweizer. Schiffahrtstag, 16. Juni 1914 im Kongreßsaal der Schweizerischen Landesausstellung in Bern. — Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband. — Wasserbau und Flusskorrektionen. — Wasserkraftausnutzung. — Schiffahrt und Kanalbauten. — Patentwesen.

Exakte und angenäherte Formeln zur Wasserschlossberechnung

von Dipl.-Ing. A. Strickler.

Seit dem Erscheinen der grundlegenden Arbeiten über das Gebiet der Wasserschlossberechnung[1][2]) hat die Literatur über diese Probleme noch eine beträchtliche Bereicherung erfahren. Das Wesen der Vorgänge im Wasserschloss ist dem Ingenieur jetzt mehr oder weniger bekannt; es handelt sich um gedämpfte Schwingungen. Die den Techniker vor allem interessierenden Grössen der Amplituden, d. h. der maximale Niveauanstieg bei Entlastung resp. Abfall bei Belastung lassen sich nur durch Auflösung transzendenter Gleichungen ermitteln. Der projektierende Ingenieur muss bei der Behandlung eines Projektes immer eine ganze Reihe von möglichen Lösungen betrachten, von denen er dann die am günstigsten erscheinende einer weitern Detailbearbeitung zu Grunde zu legen hat. Für eine solche Berechnung von mehreren Varianten verlangt er unbedingt, dass sich die gesuchten Grössen auf einfache Weise mit Hülfe von Rechenschieberformeln ermitteln lassen.

In folgendem sollen nun solche Formeln entwickelt, mit bereits bekannten Näherungsmethoden verglichen und ihre Abweichungen von den exakten Werten untersucht werden.

Es werde ausgegangen von einigen grundlegenden Formeln, die in der Arbeit „Wasserschlossprobleme“ von Prof. Dr. Prásil abgeleitet wurden, und es sollen die gleichen Voraussetzungen gemacht werden:

1. Der Stollen ist als Druckstollen gedacht; das Wasserschloss sei nicht mit Ueberfall versehen.
2. Das Niveau an der Wasserfassung ist als konstant angenommen.
3. Die Massenwirkung im Wasserschloss ist so klein, dass sie gegenüber derjenigen im Stollen vernachlässigt werden kann.
4. Der Stollenquerschnitt ist auf der ganzen Länge konstant.
5. Die Schliess- resp. Oeffnungszeit der Rohrleitung ist gegenüber der Periode der Spiegelschwankung so klein, dass sie = O gesetzt werden kann (plötzliches Öffnen oder Schliessen).

A. Für plötzliches Schliessen und konstanten Wasserschlossquerschnitt fand Herr Prof. Prásil die Gleichung: [S. B. Z. 1908, pag. 334]

$$\frac{W_n^2 S^2}{\lambda^2} + 1 = \frac{X}{\lambda} + e^{-\frac{X}{\lambda}} \qquad 1)$$

wo x die maximale Niveauerhebung über Anfangshöhe bedeutet, ferner

$$S^2 = \frac{L f}{2g F}, \qquad \frac{1}{\lambda} = \zeta \frac{F}{Rf}, \qquad h_w = \zeta \frac{L}{R} \frac{W_n^2}{2g}$$

[Bezeichnungen s. Fig. 1].

[1]) „Wasserschlossprobleme“, von Prof. Dr. F. Prásil, „Schweizerische Bauzeitung“ 1908.

[2]) „Allgemeine Theorie“ über die veränderliche Bewegung des Wassers in Leitungen, von Allievi-Dubs (Springer, Berlin, 1909).

Die Widerstandshöhe h_w ist dabei als quadratische Funktion der Geschwindigkeit W_n eingeführt.

Ferner gilt als „Arbeitsbilanz„ [S. B. Z. 1908, pag. 277]

$$\frac{M W_n^2}{2} + G h_w = G X_s + A_w \qquad 2)$$

Führt man den Wert $h_o^2 = 2 S^2 W_n^2 = W_n^2 \frac{L f}{g F}$ ein, und beachtet die Werte für $\frac{1}{\lambda}$ und h_w, so kann Gleichung 1) umgeformt werden in:

$$2\left(\frac{h_w}{h_o}\right)^2 + 1 = 2\left(\frac{x}{h_o}\right)\left(\frac{h_w}{h_o}\right) + e^{-2\left(\frac{x}{h_o}\right)\left(\frac{h_w}{h_o}\right)} \qquad 3)$$

der mittleren Widerstandshöhe während des 1. Hubes zu derjenigen im vorhergehenden Beharrungszustand angibt. Löst man nun diese in x quadratische Gleichung auf, setzt wieder $W_n^2 \frac{L}{g} \cdot \frac{f}{F} = h_o^2$, so ergibt sich:

$$x = \sqrt{h_o^2 + (n h_w)^2} + n h_w \qquad 4)$$

wobei $n = 1 - m$.

Durch Division mit h_o erhält man:

$$\left(\frac{x}{h_o}\right) = \sqrt{1 + \left(n \frac{h_w}{h_o}\right)^2} + n \frac{h_w}{h_o} \qquad 5)$$

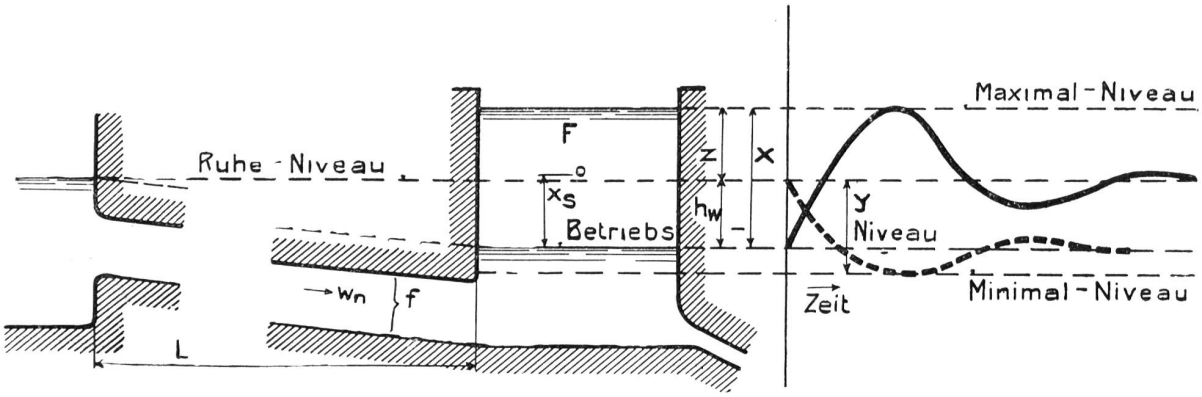

Fig. 1

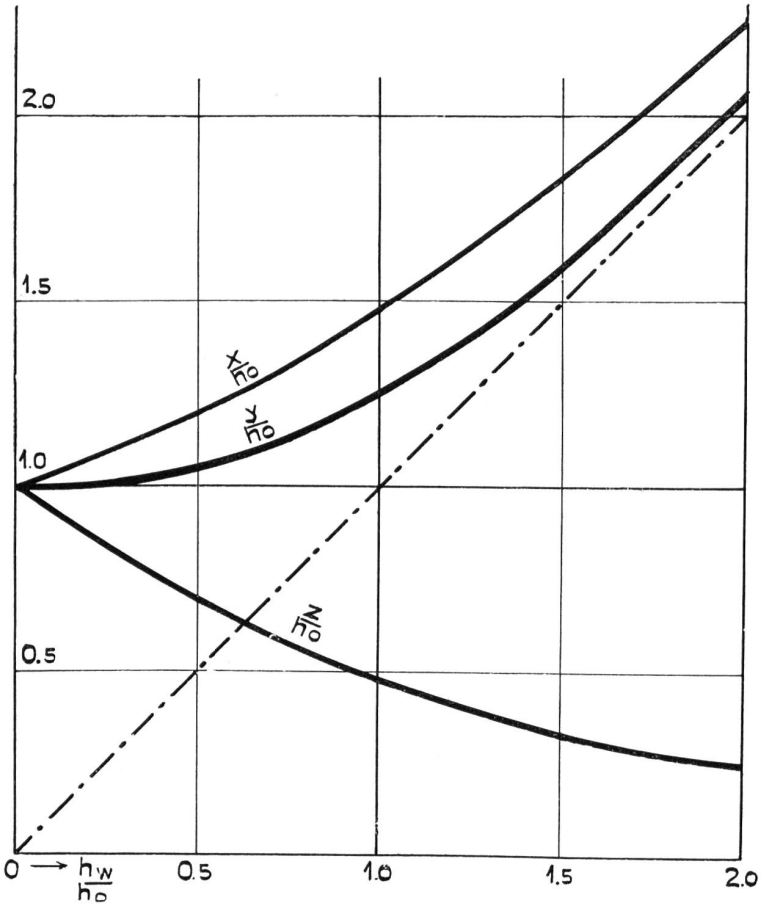

Fig. 2

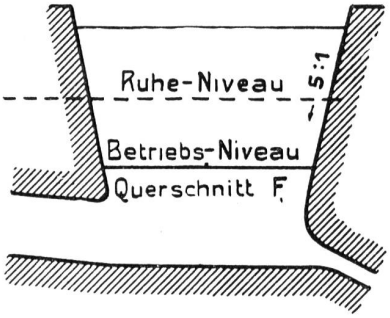

Fig. 4

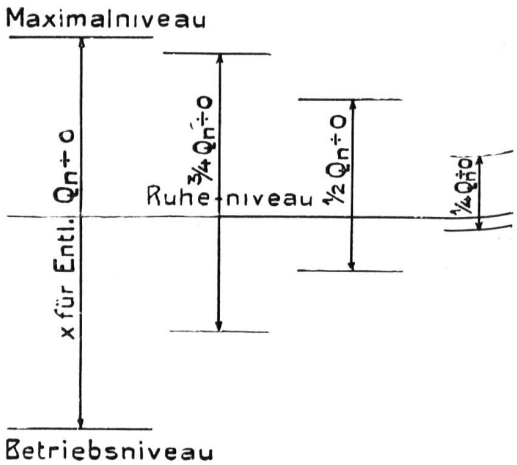

Fig. 6

Gleichung 2) kann auch geschrieben werden:

$$\frac{f L \gamma W_n^2}{2g} + F x \gamma h_w = \frac{F x^2 \gamma}{2} + F x \gamma (m h_w)$$

wobei m das vorläufig noch unbekannte Verhältnis

In Gleichungen 3) und 5) kommen alles nur Verhältniswerte vor:

$$\frac{h_w}{h_o}, \quad \frac{x}{h_o}, \quad n$$

Die Grösse $\frac{h_w}{h_o} = W_n \frac{\zeta}{R} \sqrt{\frac{F\,L}{f\,g}}$ kann als „Charakteristik" des Systemes Stollen-Wasserschloss bezeichnet werden.

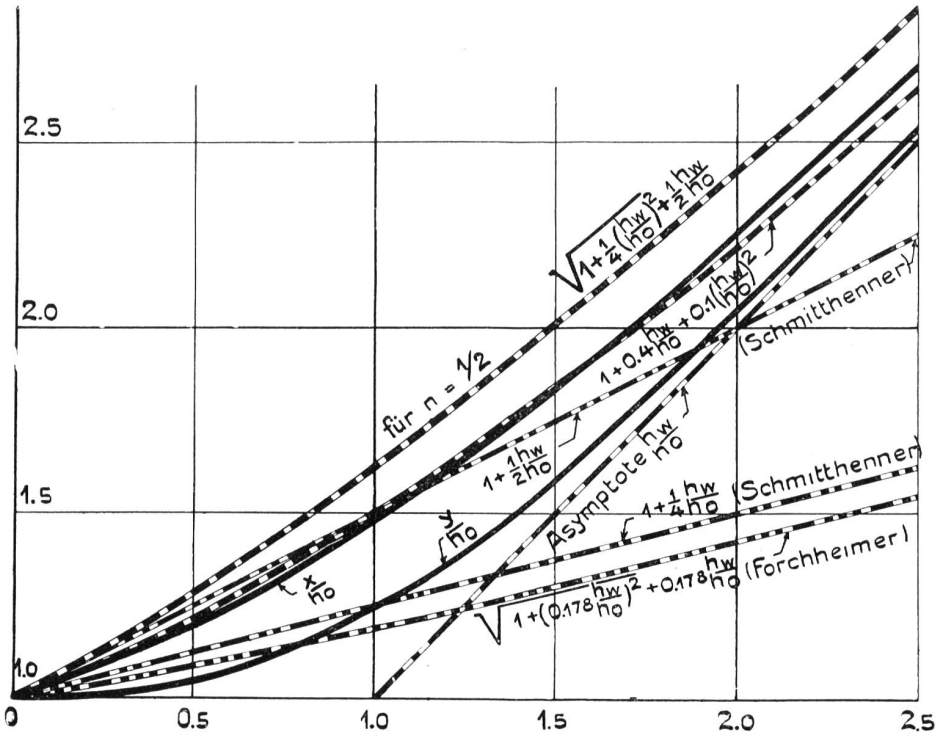

Fig. 3

In Zahlen-Tabelle I sind für verschiedene Werte von $\frac{h_w}{h_o}$ die zugehörigen Wertepaare von $\frac{x}{h_o}$ und n (aus Gleichungen 3 und 5) zusammengestellt und in Fig. 2 als Kurven aufgetragen.

Tabelle I

$\frac{h_w}{h_o} =$	0,1	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
$\frac{x}{h_o} =$	1,03	1,09	1,20	1,32	1,48	1,83	2,25
n =	0,30	0,35	0,37	0,385	0,405	0,43	0,45
m =	0,70	0,65	0,63	0,615	0,595	0,57	0,55
$\frac{Z}{h_o} = \frac{x}{h_o} - \frac{h_w}{h_o} =$	0,93	0,84	0,70	0,57	0,48	0,33	0,25

Aus der Zahlentabelle sowie aus den Kurven lässt sich erkennen, das die Grösse $\frac{\chi}{h_o}$ dem Wert $\frac{h_w}{h_o}$ asymptotisch zustrebt, und dass m im Grenzfall zu 0,50 wird.

Das Verhältnis m der mittleren Widerstandshöhe während des 1. Hubes zu derjenigen im vorherigen Beharrungszustand ist also kein konstantes.

Grenzfälle: (s. Fig. 2)

1. $\frac{h_w}{h_o} = 0$ stellt den idealen Fall der Reibungslosigkeit dar, d. h. $\frac{x}{h_o} = 1$, oder $x = h_o$.

$h_o = W_n \sqrt{\frac{L}{g} \cdot \frac{f}{F}}$ ist somit die Amplitude für diesen Idealfall. Diese Gleichung wurde schon von Ingenieur Dubs in der Form

$h_{max} = \frac{Q_n}{\sqrt{F.f}} \sqrt{\frac{L}{g}}$ abgeleitet.[1])

2. $\frac{h_w}{h_o} = \infty$, dann wird

$\frac{x}{h_o} = \frac{h_w}{h_o}$, od. $\mathbf{X = h_w}$

d. h. wir bekommen bei sehr starker Dämpfung, also grosser Widerstandshöhe, im Grenzfall den aperiodischen Uebergang auf das Ruheniveau.

B. Für plötzliches Öffnen gilt in analoger Weise die Kurve $\frac{y}{h_o}$ als Zusammenhang zwischen dem maximalen Niveauabfall y und der Charakteristik $\frac{h_w}{h_o}$. Diese Kurve wurde gefunden durch Rechnung einer Reihe von Beispielen nach der Methode von Ingenieur Pressel[2]). Die zu Gleichung 5) æquivalente Beziehung lautet:

$$\left(\frac{y}{h_o}\right) = \sqrt{1 + \left(m' \frac{h_w}{h_o}\right)^2} + m' \frac{h_w}{h_o} \qquad 5')$$

Tabelle II

$\frac{h_w}{h_o} =$	0,1	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
$\frac{y}{h_o} =$	~1,00	~1,01	1,04	1,13	1,25	1,59	2,05
m' =	~0,01	0,04	~0,08	~0,15	0,225	0,32	0,39

Die Absenkung y unter das Ruheniveau ist also geringer als der Anstieg x über das Betriebsniveau, was von der stärker dämpfenden Wirkung der Reibung im Falle der Belastung herkommt; dagegen gelten naturgemäss wieder dieselben Grenzwerte wie früher, d. h. Amplitude $h_o = W_n \sqrt{\frac{L}{g} \frac{f}{F}}$ für den Idealfall der Reibungslosigkeit, und aperiodischer Uebergang bei unendlich grosser Reibung.

C. Es soll nun an einem Beispiel gezeigt werden, wie mit Hülfe dieser $\frac{x}{h_o}$ und $\frac{y}{h_o}$ Kurven die Amplituden des Wasserspiegels in einfachster und raschester Weise gefunden werden.

L = 4000 m	f = 12,57 m²	F = 628,32 m²
W_n = 3 m/sek.	h_w = 6,86 m	

$$\mathbf{h_o} = W_n \sqrt{\frac{L}{g} \cdot \frac{f}{F}} = 3 \sqrt{\frac{4000 \,.\, 12{,}57}{9{,}81 \,.\, 628{,}32}} = \mathbf{8{,}55\ m}$$

$$\frac{h_w}{h_o} = \frac{6{,}86}{8{,}55} = \mathbf{0{,}803}$$

[1]) Allievi-Dubs, pag. 201.
[2]) Schweizerische Bauzeitung 1909, pag. 57.

Aus den Kurven in Fig. 2 ergeben sich die zugehörigen Werte von

$$\frac{Z}{h_o} = \sim 0{,}555 \text{ und } \frac{y}{h_o} = \sim 1{,}15, \quad \text{somit:}$$

$$\mathbf{Z} = 0{,}55 \,.\, 8{,}55 = \mathbf{4{,}74\ m}; \quad \mathbf{y} = 1{,}15 \,.\, 8{,}55 = \mathbf{9{,}83\ m}$$

D. Näherungsformeln.

Statt der genauen graphischen Zusammenhänge lassen sich auch einfache, analytische Näherungsbeziehungen aufstellen zwischen x, Z, y u. $\frac{h_w}{h_o}$. Je nach dem verlangten Genauigkeitsgrad und dem Geltungsbereich ergeben sich verschiedene Grade der Einfachheit.

a) Bei Entlastung gilt für

$$\frac{h_w}{h_o} < 4 \text{ (fast immer der Fall)}$$

annähernd:

$$\frac{x}{h_o} = 1 + 0{,}4\frac{h_w}{h_o} + 0{,}1\left(\frac{h_w}{h_o}\right)^2, \quad Z = h_o - 0{,}6\,h_w + 0{,}1\,h_w\frac{h_w}{h_o}$$

Die Abweichungen sind hiebei kleiner als 2,5%.

b) Für $\frac{h_w}{h_o} < 1$ ist $n \cong 0{,}4$.

Aus der Arbeitsbilanz ergibt sich dann

$$F \cong f\frac{L}{(Z + h_w)\,(0{,}5\,Z + 0{,}1\,h_w)} \cdot \frac{W_n^2}{2g}$$

c) Für $\frac{h_w}{h_o} > 1$ gilt annähernd: $e^{-2\left(\frac{x}{h_o}\right)\left(\frac{h_w}{h_o}\right)} \sim 0$

somit folgt aus Gleichung 3):

$$\frac{x}{h_o} = \frac{h_w}{h_o} + \frac{1}{\frac{2\,h_w}{h_o}}; \qquad Z = \frac{1}{2}\cdot\frac{h_o^2}{h_w} = \frac{f}{F}\cdot\frac{R}{\zeta}$$

$$F = f\frac{L}{Z\,.\,h_w}\cdot\frac{W_n^2}{2g} = f\frac{R}{\zeta Z}$$

Die 2 letztern Formeln sind von bemerkenswerter Einfachheit; der Fehler in x ist kleiner als 2%.

d) Für $\frac{h_w}{h_o} < 1{,}5$ ergibt auch die Schmitthenner-Haller'sche Formel:

$$x = W_n\sqrt{\frac{L}{g}\cdot\frac{f}{F}} + \frac{h_w}{2} = h_o + \frac{h_w}{2}$$

ziemlich gute Resultate (s. Fig. 3); für $\frac{h_w}{h_o} > 1{,}5$ wird dagegen die Abweichung bedeutend.

Alle diese bisher betrachteten Näherungsformeln geben für $\frac{h_w}{h_o} = 1$ denselben Wert $\frac{\chi}{h_o} = 1{,}5$ (genauer Wert = 1,48).

e) Ist die verlangte Genauigkeit in χ nicht schärfer als ca. 10%, so gilt auch für jeden Wert von $\frac{h_w}{h_o}$, also für das ganze Gebiet, annähernd $n \sim 0{,}5$;

$$x = \sqrt{h_o^2 + \frac{h_w^2}{4}} + \frac{h_w}{2}; \qquad Z = \sqrt{h_o^2 + \frac{h_w^2}{4}} - \frac{h_w}{2}$$

(s. Fig. 3)

$$F = f\frac{L}{\frac{Z}{2}(Z + h_w)}\cdot\frac{W_n^2}{2g}$$

Für Ueberschlagsrechnungen, namentlich für die eingangs erwähnte Projektierung von mehreren Varianten dürfte letztere Form die bequemste sein, da der Geltungsbereich gar nicht erst untersucht werden muss.

f) Bei Belastung kann für $\frac{h_w}{h_o} < 2$ mit guter Annäherung gelten:

$$\frac{y}{h_o} = 1 + \frac{1}{4}\left(\frac{h_w}{h_o}\right)^2 \qquad y = h_o + 0{,}25\,h_w\frac{h_w}{h_o}$$

Für $\frac{h_w}{h_o} > 2$ ist $\mathbf{y \sim h_w}$. (aperiodisch)

g) Für $\frac{h_w}{h_o} < 1$ ergibt die Forchheimersche Formel:

$$y = \sqrt{h_o^2 + (0{,}178\,h_w)^2} + 0{,}178\,h_w \quad [1]$$

relativ kleine Fehler, während die Schmitthenner-Haller'sche Formel für Belastung:

$$y = h_o + \frac{h_w}{4}$$

grössere Abweichungen zeigt. (s. Fig. 3).

E. Veränderlicher Wasserschlossquerschnitt.

Für diesen Fall werden die exakten analytischen Beziehungen äusserst kompliziert. Es eignet sich daher besser die graphische Berechnungsmethode von Prof. Dr. Prásil. [S. B. Z. 1908, pag. 333.] Mit deren Hülfe sind eine ganze Reihe Beispiele durchgerechnet und danach die $\frac{x}{h_o}$ Kurven für Entlastung in Fig. 5 aufgetragen worden, h_o bedeutet in diesem Fall die ideelle Spiegelerhebung bei Reibungsfreiheit, und unter der weitern Voraussetzung, dass der Wasserschlossquerschnitt konstant sei = demjenigen im Anfangsniveau, F_1, sodass

$$h_o = W_n\sqrt{\frac{L}{g}\cdot\frac{L}{F_1}}.$$

Die Querschnittserweiterung nach oben ist so gedacht, dass die Fallinien der Wandungen gerade sind (s. Fig. 4).

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, lässt sich durch Erweiterung des Querschnittes nach oben die maximale Spiegelerhebung oft nur wenig reduzieren, und das Hubvolumen wird sogar vergrössert.

F. Weitere Fragen.

An Hand der Kurve $\frac{Z}{h_o}$ lässt sich leicht die Frage beantworten, ob die Entlastung von $Q = Q_n$ auf $Q = O$ wirklich die absolut grösste Erhebung liefert, oder ob unter Umständen bei Entlastung von $\epsilon\,Q_n$ auf O der Wasserspiegel noch höher steigt? $[0 < \epsilon < 1]$

Für diesen Fall ist

$$h_w' = \epsilon^2 h_w \quad \Big| \quad \frac{h_w'}{h_o'} = \epsilon\frac{h_w}{h_o}$$
$$h_o' = \epsilon\,h_o$$

Wenn z. B. $\epsilon = 0{,}5$, so muss $\frac{Z'}{h_o'} < 2\frac{Z_o}{h_o}$ sein, damit $Z' < Z$, oder für $\epsilon = 0{,}75$ muss $\frac{Z'}{h_o'} < \frac{1}{0{,}75}\frac{Z}{h_o}$ sein, was tatsächlich der Fall ist.

Für $\frac{h_w}{h_o} = 0{,}70$ ergibt sich die Darstellung in Fig. 6.

[1]) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1913, pag. 546.

Für einen gegebenen Stollen existiert kein Wasserschloss mit kleinstem Volumen, wie aus folgendem leicht ersichtlich:

$$h_{total} = y + Z \approx 2Z + h_w; \qquad Z \approx \sqrt{h_o^2 + \frac{h_w^2}{4}} - \frac{h_w}{2}$$

$$V \approx F(2Z + h_w) \approx F\left(2\sqrt{h_o^2 + \frac{h_w^2}{4}}\right) \approx 2\sqrt{W_n^2 \frac{L}{g} f.F + \frac{h_w^2}{4} \cdot F^2}$$

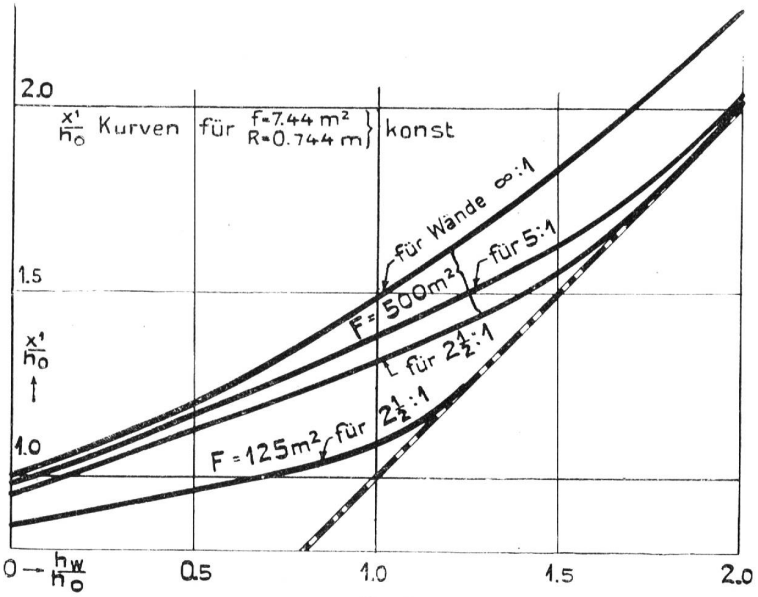

Fig. 5.

$\frac{dV}{dF} = O$ gesetzt, würde für F einen negativen Wert ergeben, dem jedoch keine physikalische Bedeutung zukommt.

Zusammenfassung.

Durch passende Umformung der Gleichungen für die Spiegelausschläge im Wasserschloss auf eine Form, wo nur Verhältniszahlen vorkommen, ist es möglich, eine exakte graphische Tabelle auszurechnen (Fig. 2), mit deren Hilfe man für jeden beliebigen Fall die Amplituden leicht mit Rechenschieberformeln berechnen kann.

■■

Der erste Schweizerische Schiffahrtstag, 16. Juni 1914, im Kongreßsaal der Schweizerischen Landes-Ausstellung in Bern.

Vortrag von Regierungs-Baumeister von Both
über die „Wirtschaftliche Begründung der Schiffahrt Strassburg-Bodensee."

(Schluss.)

Unter Berücksichtigung der bei der Schiffahrt noch entstehenden Nebenkosten ist nun durch eingehende Vergleichung der demnächstigen Wasserfrachten mit den Eisenbahnfrachten wenigstens für das wichtigste Massengut, die Kohle, das Einflussgebiet des demnächstigen Grosschiffahrtsweges Strassburg-Bodensee festgelegt. Als Ausgangspunkt ist dabei für die Betrachtung die immerhin ungünstige Annahme gemacht, als wenn schon jetzt alle in Betracht kommenden Güter bis Strassburg oder einem unterhalb gelegenen Hafen auf dem Wasserwege gelangten und dass lediglich von hier aus die Eisenbahnen benutzt werden müssten. In Wirklichkeit werden aber auch zahlreiche Güter auf dem neu erschlossenen Wasserweg übergehen, die jetzt unmittelbar ohne Benutzung des Rheins auf der Eisenbahn an ihren Bestimmungsort gelangen.

Die Grenze des Einflussgebiets beginnt auf badischer Seite oberhalb Kehl und zieht sich in nordsüdlicher Richtung anfänglich verhältnismässig dicht am Ufer hin, um sich bei Freiburg nach Osten hin zu erweitern bis nach Aulendorf in Württemberg und nördlich von Oberdorf bei Immenstadt in Bayern. Für höherwertige Güter erweitert das Gebiet sich noch wesentlich. So wird es beispielsweise voraussichtlich möglich sein, das über den Rhein kommende nach München, Memmingen oder Buchloe bestimmte Getreide über Lindau zu führen.

Das Einflussgebiet in Oesterreich erstreckt sich bis über Innsbruck hinaus und bis Dölsach auf der Strecke Franzensfeste-Klagenfurt. Im Elsass zieht sich die Grenze ähnlich wie in Baden verhältnismässig nahe am Rheinufer hin und erweitert sich nach Süden zu. Von Frankreich fällt ein Teil seines östlichen Gebiets dem Oberrhein zu. In der Schweiz und Oberitalien ist das Einflussgebiet nach Süden zu nur durch den Seeweg über Genua und Venedig begrenzt, während für gewisse Güter sich von Westen der Einfluss Frankreichs, von Osten der Oesterreichs geltend macht.

Die ausgeführten Frachtvergleichungen haben gezeigt, dass die meisten Güter, die aus der Gegend des Rheins auf dem jetzigen Eisenbahnwege nach der Schweiz und Italien gehen oder von dort kommen, später mit Vorteil den neuen Schiffahrtsweg aufsuchen können. Von besonderer Bedeutung für das Gesamtunternehmen ist es, dass die ganze Schweiz bis zum Kamm der Hochalpen dem Oberrhein zufällt. Einzelheiten darüber darf ich an dieser Stelle übergehen und will nur bemerken, dass, abgesehen von Italien, das gesamte Einflussgebiet des oberhalb Strassburg liegenden Rheins, für Kohle berechnet, 71,000 qkm umfasst, d. h. eine Fläche gleich einem Achtel des Deutschen Reiches, von denen 41,000 auf die Schweiz, 21,000 auf Oesterreich, 5000 auf Baden und der Rest auf Württemberg, Bayern und Elsass entfallen.

Durch sehr eingehende Ermittlungen ist nun festgestellt, welche Gütermengen nach dem Stande des Jahres 1910, sich dem Wasserwege zuwenden würden. Dabei ist mit besonderer Vorsicht vorgegangen. Es ist ausschliesslich der schon vorhandene Verkehr zugrunde gelegt und nur mit der seit längerer Zeit beobachteten jährlichen Steigerung gerechnet. Ganz