Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 51/52 (1908)
Heft: 24

Artikel: Wasserschlossprobleme
Autor: Prášil, Franz
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-27537

„Béha's Hotel et de la Paix" in Lugano.

Architekt *Giuseppe Bordonzotti* in Lugano.

Abb. 5. Ansicht des Hotels von Südosten.

geschoss wurden die Zimmer für das Dienstpersonal vorgesehen. Im Ganzen stehen 57 Gastzimmer mit 85 Betten zur Verfügung.

Die Gesamtkosten der Anlage beziffern sich zu rund 610 000 Fr., wovon 270 000 Fr. für den Ankauf des Grundstückes mit der Villa, 180 000 Fr. eigentliche Baukosten und 160 000 Fr. Kosten der Innenausstattung. Die Bauarbeiten wurden von Angelo Corsini in Lugano ausgeführt, die Installation aller sanitären Anlagen vom Hause Lehmann in Zürich und die Heizungsanlage von der Firma Belli in Mailand.

Wasserschlossprobleme.

Von Prof. Dr. *Franz Prášil.*

(Fortsetzung.)

Spezial-Fall d: Ueberfallseinbauten.

Um die Niveauerhebung im Wasserschloss zu verhindern, bringt man entweder in demselben oder im Stollen Ueberfälle an. Es ist nun von Interesse, zu bestimmen, in welcher Höhe und mit welchem Abflussvermögen ein solcher Ueberfall angelegt werden muss, damit ein bestimmtes Niveau nicht überschritten wird.

Der Fall wird untersucht unter folgenden Annahmen: Der Ueberfall ist im Wasserschloss selbst eingebaut (Abb. 8); die Ueberfallskante liegt im Abstand von $e\,m$ vom Niveau NN[1]). Positiv ist e zu nehmen, wenn die Ueberfallskante über dem Niveau NN, negativ im entgegengesetzten Fall. Der Ueberfall hat die Breite b; es wird der Abfluss von $Q\,m^3/Sek.$ plötzlich ganz gehemmt.

Es sind auch hier mehrere Bewegungsperioden in Betracht zu ziehen: Nach erfolgter Absperrung wird zuerst das Niveau im Wasserschloss bis zur Höhe der Ueberfallskante in einer Weise steigen, wie dieselbe durch den Fall a beschrieben ist; von dieser Stellung ab wird zuerst weiteres Steigen, jedoch mit Ueberlauf über den Ueberfall eintreten bis zu einem höchsten Niveau, dann Sinken bis zum Niveau der Ueberfallskante; in dem Moment hört der Abfluss auf; die Bewegung nimmt wieder die Form des Falles a an und behält dieselbe bei, wenn bei einer weitern Hebung das Niveau des Ueberfalles nicht mehr erreicht wird. Andernfalls wiederholt sich dem Wesen nach die frühere Erscheinung oder es bleibt konstant Ueberlauf bestehen, je nach der Lage der Ueberfallskante gegen das Niveau NN.

Für die erste Phase gelten hiernach die Gleichungen

$$z = A\,e^{-\frac{t}{2T_0}} \sin\left(\beta + \frac{t}{\mathfrak{T}}\right)$$

$$v = \frac{A}{T}\,e^{-\frac{t}{2T_0}} \sin\left(\gamma - \beta - \frac{t}{\mathfrak{T}}\right) \text{ mit } \operatorname{tg}\gamma = \frac{2T_0}{\mathfrak{T}}$$

Die Integrationskonstanten A und β ergeben sich aus den Bedingungen $t = 0$; $z = -h_{wn}$; $v = c_n$. Der Endwert von z ist in dieser Bewegungsperiode gleich $e\,m$; es bestimmt sich hiermit die Zeit t_e, welche für die Hebung bis zu diesem Niveau nötig ist und daraus mit Hilfe der zweiten Gleichung die Endgeschwindigkeit v_e.

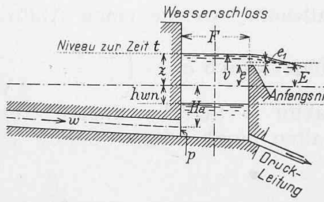

Abb. 8.

In der nun beginnenden zweiten Bewegungsperiode findet Abfluss über den Ueberfall statt; es ist mithin entsprechend der bekannten Ueberfallsformel: $q = \frac{2}{3}\mu b \cdot h\sqrt{2gh}$ zu setzen, wobei $h = z - e$ die Ueberfallshöhe bedeutet, und ergibt sich hiemit die Relation:

$$\frac{q}{F} = c = \frac{2}{3}\,\mu \cdot \frac{b}{F}\,\sqrt{2g}\;h^{\frac{3}{2}}$$

Die Einführung dieser Formel und ihrer Ableitung in die Hauptgleichung C würde zu einer Differential-

[1]) Die hier vorübergehend eingeführte Bezeichnung e ist nicht zu verwechseln mit der sonstigen Bedeutung von e als Basis der natürlichen Logarithmen.

gleichung höheren als des ersten Grades führen, deren Integration eventuell durch Reihenentwicklung erfolgen könnte; es lässt sich jedoch eine für die praktische Verwendung bequemere und dabei genügend genaue Resultate ergebende Vereinfachung durch folgende Ueberlegung herbeiführen:

Trägt man für verschiedene Werte von h die für die Breite b gerechneten Ueberfallsmengen in einem rechtwinkligen Koordinatensystem auf, in welchem in der Abszisse die Werte von h, in den Ordinaten die Werte von q gemessen werden (Abb. 9), so erhält man eine parabolische Kurve, die die Abszissenachse im Ursprung berührt. Durch den Endwert v_e der Geschwindigkeit des Wasserspiegels am Ende der ersten Bewegungsperiode, ist im Verein mit F eine sekundliche Wassermenge $F v_e$ bestimmt, die jedenfalls grösser ist, als der Maximalwert der während der zweiten Bewegungsphase über den Ueberfall fliessenden sekundlichen Ueberfallsmengen. Zieht man nun in dem Punkt der Ueberfallsmengen-Kurve, die den $F \cdot v_e$ entspricht, die Tangente und beschreibt die Wirksamkeit des Ueberfalls in erster Annäherung derart, dass man innerhalb der Ueberfallshöhen, die dem Schnittpunkte der Tangente mit der Abszissenachse entsprechen, die Ueberfallsmenge gleich o setzt, also gleichsam das Niveau der Ueberfallskante um diesen Betrag höher legt und von dieser Lage ab die Ueberfallsmenge entsprechend der Tangente proportional der Höhe über diesem neuen Niveau der Ueberfallskante nimmt, so erhält man eine lineare Gleichung für die Bemessung der Ueberfallsmenge, wodurch auch die Differentialgleichung für die Bestimmung der Niveauhebungen linear wird. Die aus diesen Gleichungen sich ergebenden Resultate sind natürlich nur angenäherte; da die Ueberfallsmengen zu klein eingesetzt werden, so werden die gerechneten Werte von z diejenigen der Wirklichkeit übersteigen; für die Praxis wird diese erste Annäherung zumeist bereits genügen; es unterliegt jedoch keiner Schwierigkeit, die Resultate der ersten Näherungsrechnung für eine zweite Rechnung zu benützen, indem man für dieselbe die Tangente an demjenigen Punkt der Ueberfallskurve zieht, der dem durch die erste Rechnung gefundenen Maximalwert der Niveauhebung entspricht und damit die Rechnung in gleicher Weise wie früher wiederholt. Man kann diese zweite Näherung bereits in der ersten Rechnung berücksichtigen, wenn man statt dem den Punkt in der Kurve bestimmenden Wert einen etwas kleineren Wert, etwa $\xi F v_e$ mit $\xi = 0{,}7$ bis 0,8 einführt. Letzteres Verfahren wird im Folgenden berücksichtigt werden.

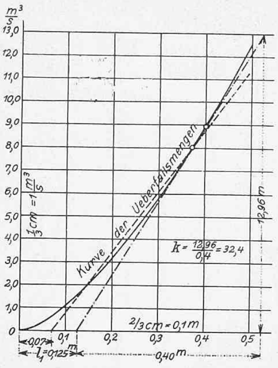

Abb. 9.

Die Ueberfallshöhe, welche einen Abfluss von $\xi F v_e$ ergibt, wird bestimmt durch $h_\xi = \left(\frac{3}{2}\,\frac{\xi}{\mu}\cdot\frac{v_e F}{b\sqrt{2g}}\right)^{\frac{2}{3}}$. Der Proportionalitätsfaktor k für die lineare Veränderlichkeit von q ist zu erhalten durch Differentiation von q nach k, also durch

$$k = \frac{dq}{dh} = |: h = h_\xi :| = \mu\, b \sqrt{2g}\, h_\xi^{\frac{1}{2}} = \sqrt[3]{\frac{3}{2}\,\mu^2 b^2\, 2\, g\, \xi\, v_e F}$$

k hat die Dimension $l^2\, t^{-1}$; der Abszissenwert e_1, um den das Niveau der Ueberfallskante höher anzunehmen ist, ergibt sich aus

$$e_1 = h_\xi - \frac{\xi v_e F}{k}; \quad e_1 = \sqrt[3]{\frac{19}{12}}\left(\frac{\xi v_e F}{\mu b\sqrt{2g}}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Im übrigen sind diese Werte am leichtesten graphisch aus der Kurve der Ueberfallsmengen zu bestimmen.

Ist nun e_1 und hiemit die Höhe der *ideellen* Ueberfallskante über das Niveau NN, d. i. $E = e + e_1$ bestimmt, so ist die Berechnung der ersten Bewegungsperiode bis auf die Niveauhöhe E zu erweitern; man erhält aus den früher angegebenen Formeln $z_\varepsilon = E$ und v_ε; dies sind nun die Anfangswerte der zweiten Bewegungsphase, von deren Beginn an man wieder am besten die Zeit neu misst; es wird $c = \frac{q}{F} = \frac{k}{F}(z - E)$. Damit folgt: $\frac{dc}{dt} = \frac{k}{F}\frac{dz}{dt}$ und die Gleichung C erhält die Form

$$\frac{d^2 z}{dt^2} + \left(\frac{1}{T_0} + \frac{k}{F}\right)\frac{dz}{dt} + \left(\frac{1}{T^2} + \frac{k}{F T_0}\right) z - E\,\frac{k}{F T_0} = 0.$$

Führt man $y = z + m = z + \dfrac{E}{\frac{F T_0}{k T^2} + 1}$ und zur Abkürzung

$\frac{1}{T_0} + \frac{k}{F} = \frac{1}{T_1}$; $\frac{1}{T^2} + \frac{k}{F T_0} = \frac{1}{T_2^2}$ ein, so erhält man

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{1}{T_1}\frac{dy}{dt} + \frac{y}{T_2^2} = 0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad C^d$$

Entsprechend den Erörterungen bezüglich der Form des allgemeinen Integrals dieser Differenzialgleichung ist zu untersuchen, ob die Differenz $\frac{1}{\mathfrak{T}_1^2} = \frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{(2\,T_1)^2}$ positiv, null oder negativ ist. Man erhält durch Einsetzen der Werte von $\frac{1}{T_1}$ und $\frac{1}{T_2^2}$

$$\frac{1}{\mathfrak{T}_1^2} = \frac{1}{\mathfrak{T}^2} + \frac{k}{2F}\left(\frac{1}{T_0} - \frac{k}{2F}\right)$$

mit Hilfe welcher Formel man die angedeuteten Untersuchungen durchführen und dann die entsprechende Form des allgemeinen Integrals in Verwendung nehmen kann.

Die Integrationskonstanten sind aus den Anfangswerten $t = 0$; $z_0 = E$; $v_0 = v_\varepsilon$, die Zeitdauer der zweiten Bewegungsperiode aus der Gleichung für z zu bestimmen; diese ist durch denjenigen Wert von t gegeben, für welchen z zuerst wieder gleich E wird. Tritt dies im Falle aperiodischer Bewegung, z. B. wenn die Ueberfallskante unter dem Niveau NN liegt, nicht mehr ein, so wird die Dauer der zweiten Bewegungsperiode nur mehr durch eine etwa neu eintretende Abflussweise beschränkt; andernfalls ergeben die Endwerte der zweiten Bewegungsperiode die Anfangswerte für eine weitere Periode, die dann wie die erste zu behandeln ist.

Das Rechnungsverfahren wird sich am deutlichsten aus einem Beispiel ergeben:

Es sei im Wasserschloss der frühern Beispiele ein Ueberfall von $b = 20{,}0\ m$ Ueberfallsbreite eingebaut, dessen Ueberfallskante im Niveau NN liegt, sodass also bei dieser Annahme $e = 0$ ist; der Abfluss von $Q = 15{,}0\ m^3/Sek.$ werde plötzlich gehemmt.

Es ergibt sich dann aus den Resultaten des Falles a:

$$z_e = 0; \quad t_e = 106''; \quad v_e = +\,0{,}0229\ m/Sek.$$

Der Geschwindigkeit v_e entspricht eine Strömung im Wasserschloss zur Zeit t_e von $q_e = 0{,}0229 \times 500 = 11{,}45\ m^3/Sek.$

Bei $20\ m$ Ueberfallsbreite und $\mu = 0{,}6$ erhält man aus der Ueberfallsformel

$$q\ m^3/Sek. = 35{,}44\, h\sqrt{h}$$

und mithin für

$$\xi\, q_e = |: \xi = 0{,}7 :| = 8{,}015\ m^3/Sek.$$

eine Ueberfallshöhe $h_\xi = 0{,}372\ m$ und einen Proportionalitätsfaktor $k = \frac{3}{2}\,35{,}44\, h_\xi^{\frac{1}{2}} = 32{,}4\ m^2/Sek.$[1]) und hiermit als Abstand der ideellen Ueberfallskante wegen $e = 0$ vom Niveau NN mit $E = +\,0{,}125$ und hiermit aus den Resultaten des Falles a für $z = E$,

$$v_\varepsilon = +\,0{,}0223\ m/Sek.$$

Um nun zu untersuchen, welche Integralformel zu verwenden ist, hat man

$$\frac{1}{\mathfrak{T}_1} = \frac{1}{\mathfrak{T}^2} + \frac{k}{2F}\left(\frac{1}{T_0^2} - \frac{k}{2F}\right) = -\frac{1}{34{,}6^2}$$

[1]) Man könnte auch, wie aus Abbildung 9 ersichtlich, statt der Tangente eine Sekante als Ersatz für die Ueberfallskurve nehmen, etwa mit $e_1 = 0{,}07$ und $k = 27{,}00$.

|: es wird mithin $\frac{1}{\mathfrak{T}_2^2} = -\frac{1}{\mathfrak{T}_1^2} = \frac{1}{(2\,T_1)^2} - \frac{1}{T_2^2}$ positiv :|, woraus hervorgeht, dass die dritte Form des allgemeinen Integrales also $y = \left(A_1\, e^{+\frac{t}{\mathfrak{T}_2}} + A_2\, e^{-\frac{t}{\mathfrak{T}_2}}\right) e^{-\frac{t}{2\,T_0}}$ zu nehmen ist.

Man erhält ferner $m = \frac{E}{\frac{F\,T_0}{k\,T^2} + 1} = 0{,}108\ m$

$T_1 = 14{,}3''$; $T_2 = 51''$; $\mathfrak{T}_2 = 34{,}6''$ und hiemit

$$z = -0{,}108 + \left[A_1\, e^{+\frac{t}{34{,}6}} + A_2\, e^{-\frac{t}{34{,}6}}\right] e^{-\frac{t}{28{,}6}}$$

$$= -0{,}108 + A_1\, e^{-\frac{t}{165}} + A_2\, e^{-\frac{t}{15{,}65}}$$

$$v = \frac{dz}{dt} = -\frac{A_1}{165}\, e^{-\frac{t}{165}} - \frac{A_2}{15{,}65}\, e^{-\frac{t}{15{,}65}}, \text{ und für } t = 0:$$

$$+0{,}125 = -\ 0{,}108 + A_1 + A_2;\ +0{,}0223 = \frac{A_1}{165} - \frac{A_2}{15{,}65}$$

woraus folgt $A_1 = +0{,}645$; $A_2 = -0{,}412$

$$z = -\ 0{,}108 + 0{,}645\, e^{-\frac{t}{165}} - 0{,}412\, e^{-\frac{t}{15{,}65}}$$

$$v = -\ 0{,}0039\, e^{-\frac{t}{165}} + 0{,}0262\, e^{-\frac{t}{15{,}65}}.$$

und hiemit folgende Tabelle:

$t =$	0	50″	100″	150″	200″
$z =$	$+0{,}125\ m$	$+0{,}365\ m$	$+0{,}244\ m$	$+0{,}152\ m$	$+0{,}086\ m$
$v =$	$+0{,}0223\ m/Sek.$	$-0{,}0011\ m/Sek.$	$-0{,}0020\ m/Sek.$	$-0{,}0016\ m/Sek.$	$-0{,}0012\ m/Sek.$

Die Zeit der grössten Erhebung wird mit $v = 0$ bestimmt aus der Gleichung $0 = -\ 0{,}0039\, e^{-\frac{t_1}{165}} + 0{,}0262\, e^{-\frac{t_1}{15{,}65}}$

zu $t_1 = 17{,}3$ lg. nat. $6{,}72 = 17{,}3 + 1{,}905 = 33'$ und ergibt sich hieraus

$$z_{max} = -\,0{,}108 + 0{,}645\, e^{-\frac{33}{165}} - 0{,}412\, e^{-\frac{33}{15{,}65}} = +\,0{,}369\, m$$

Diesem Wasserstand entspricht eine Ueberfallsmenge von $7{,}75\ m^3/Sek.$ Für die Bestimmung der ideellen Ueberfallshöhe und des Proportionalitätsfaktors wurde die maximale Ueberfallsmenge mit $\xi = 0{,}7$ zu $\xi\, q_e = 8{,}015\ m^3/Sek.$ gerechnet und zeigt sich hiermit, dass die gemachte Annahme von $\xi = 0{,}7$ zulässig ist. Die Dauer der Ueberfallsperiode ergibt sich aus

$$0{,}125 = -\ 0{,}108 + 0{,}645\, e^{-\frac{t}{165}} - 0{,}412\, e^{-\frac{t}{15{,}65}}$$

zu $t_x = 167''$ und hiermit die Geschwindigkeit v_x, mit welcher der Wasserspiegel das ideelle Ueberfallsniveau erreicht

$$v_x = -\ 0{,}0039\, e^{-\frac{167}{165}} + 0{,}0262\, e^{-\frac{167}{15{,}65}} = -\ 0{,}0014\ m/Sek.$$

Mit diesen Anfangswerten kann nun die Bewegung in der dritten Periode bestimmt werden; wegen Annahme der Ueberfallskante in der Höhe des Niveaus NN wird sich der Ueberfallsvorgang noch weiter, aber mit kleineren Niveauschwankungen und Ueberfallsmengen wiederholen. Die Berechnung der totalen über den Ueberfall geflossenen Wassermenge ergibt sich leicht aus Abbildung 10 der Darstellung des eben beschriebenen Falles.

* * *

Wird der Ueberfall nicht in das Wasserschloss, sondern vor demselben eingebaut, so bedarf die Hauptgleichung einer Ergänzung.

Es sei entsprechend Abbildung 11 im Abstand L_1 vom Stolleneingang ein Schacht mit dem Querschnitt F_1 angeordnet, durch welchen Wasser aus dem Stollen zu einem Ueberfall gelangen kann, dessen *ideelle* Ueberfallskante wieder den Abstand E vom Niveau NN habe; in der Entfernung L_2 befinde sich das Wasserschloss mit dem Querschnitt F_2; im Beharrungszustand mit $Q_n\ m^3/Sek.$ Abfluss durch die Druckleitung wird sich im Ueberfallsschacht der Wasserspiegel um $h_{w1} = \nu_1\, w_n$, im Wasserschloss um $h_{w2} = (\nu_1 + \nu_2)\, w_n$ unter NN einstellen; w_n ist die der Durchflussmenge Q_n entsprechende Geschwindigkeit im Stollen vom Querschnitt f; ν_1 und ν_2 sind die den Längen L_1 und L_2 entsprechenden Widerstandskoeffizienten. Bei Abflussänderungen werden die Wasserspiegel im Schacht und Wasserschloss die Abstände z_1 und z_2 vom Niveau NN die Geschwindigkeiten w_1 und w_2 in den beiden Stollenteilen verschiedene Werte annehmen und zudem wird im Schacht von dem Moment an, als der Wasserspiegel in demselben die Ueberfallskante erreicht, Ueberfall eintreten. Es genügt, die Ableitung der Hauptgleichung für letztere Periode durchzuführen und für die erste Periode zu spezialisieren.

Der Einfachheit halber ist der Gang der Ableitung nur für den Fall plötzlicher totaler Absperrung beschrieben. Es ergeben sich für die beiden Stollenteile folgende Bewegungsgleichungen:

$$\frac{L_1}{g}\frac{dw_1}{dt} + z_1 + \nu_1\, w_1 = 0;\ \frac{L_2}{g}\frac{dw_2}{dt} + (z_2 - z_1 +)\,\nu_2\, w_2 = 0.$$

Die Kontinuitätsgleichungen ergeben sich aus der Ueberlegung, dass aus dem obern Stollen in den Schacht im Zeitelemente dt eine Wassermenge zufliessen muss, welche gleich ist der Summe von

1. der im untern Stollen in gleicher Zeit abfliessenden Wassermenge $f\, w_2\, dt$,
2. der gleichzeitigen Schachtauffüllung $F_1\, v_1\, dt$,
3. der gleichzeitigen Ueberfallsmenge $k\,(z_1 - E)\,dt$.

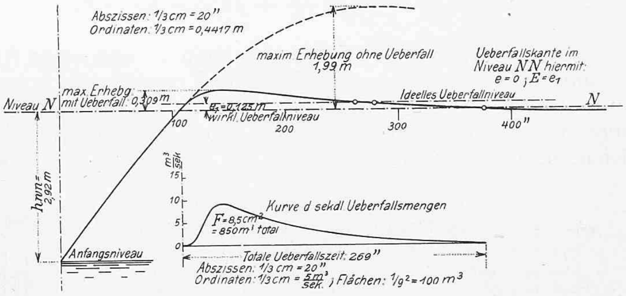

Abbildung 10.

Die im untern Stollen in der Zeit dt eintretende Wassermenge ist aber auch gleich der in derselben Zeit eintretenden Auffüllung $F_2\, v_2\, dt$ im Wasserschloss. Man hat also die beiden Kontinuitätsgleichungen

$$f\, w_1 = f\, w_2 + F_1\, v_1 + k\,(z_1 - E) \text{ und } f\, w_2 = F_2\, v_2.$$

Die Bewegungsgleichungen und die zweite Kontinuitätsgleichung gelten sowohl für die Zustände vor, wie nach Eintritt des Ueberlaufes am Ueberfall; die erste Kontinuitätsgleichung gilt mit $k = 0$ für die Perioden ohne Ueberlaufen.

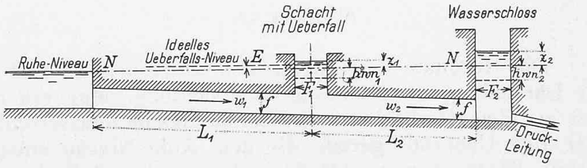

Abbildung 11.

Man kann nun unter Berücksichtigung von $v_1 = \frac{dz_1}{dt}$ und $v_2 = \frac{dz_2}{dt}$ mit Hilfe der Kontinuitätsgleichungen die Geschwindigkeiten w_1 und w_2 und deren Ableitungen eliminieren, erhält dann zwei simultane Differentialgleichungen zweiter Ordnung, aus denen sich wieder z_1 und dessen Ableitungen leicht eliminieren lassen, womit für die Bestimmung von z_2 *eine lineare Differentialgleichung vierter Ordnung mit konstanten Koeffizienten entsteht.* Die Integration derselben bietet keine prinzipielle Schwierigkeit.

Um den Ueberfall besonders wirksam zu machen, wird derselbe auch so angeordnet, dass die Ueberfallskante unter das Niveau *NN* und zwar in einem Abstand zu liegen kommt, der gleich oder etwas kleiner ist als $h_{wn1} = v_1 w_n$; in diesem Fall wird nach eingetretener Absperrung sehr rasch Ueberlaufen am Ueberfall eintreten, dauernd erhalten bleiben und sich schliesslich ein konstanter Abfluss über den Ueberfall einstellen, wobei natürlich durch den obern Stollen soviel zufliesst, als über den Ueberfall abfliesst und der Wasserspiegel sowohl im Schacht, als im Wasserschloss ein *Ruhe-Niveau* in demjenigen Abstand unter dem Niveau *NN* einnimmt, der dem nötigen Rinngefälle für den Durchfluss durch den obern Stollen entspricht.

Sind hierbei F_1 und die Ueberfallsbreite gross genug, dass die vorhergehenden Schwankungen des Wasserspiegels im Schacht um das Ruhe-Niveau so klein gegen das Rinngefälle sind, dass die Veränderlichkeit des Zuflusses zum Schacht vernachlässigt werden kann, so vereinfacht sich das Problem, indem die erste Bewegungsgleichung entfällt und in der ersten Kontinuitätsgleichung $f w_1 =$ konstant $= q$ gesetzt werden kann.

Man erhält dann unter Berücksichtigung von

$$v_1 = \frac{dz_1}{dt} \text{ und } v_2 = \frac{dz_2}{dt}$$

aus der ersten Kontinuitätsgleichung

$$F_2 \frac{dz_2}{dt} + F_1 \frac{dz_1}{dt} + k\,(z_1 + E) = q$$

und es wird die zweite Bewegungsgleichung

$$\frac{L_2}{g} F_2 \frac{d^2 z_2}{dt^2} + r_2 F_2 \frac{dz_2}{dt} + f\,(z_2 - z_1) = 0.$$

Aus dieser zweiten Gleichung kann z_1 und seine Ableitung bestimmt und in die Gleichung I eingesetzt werden; man erhält für die Bestimmung von z_2 eine lineare Differentialgleichung dritter Ordnung, deren Integration wieder leicht durchführbar ist.

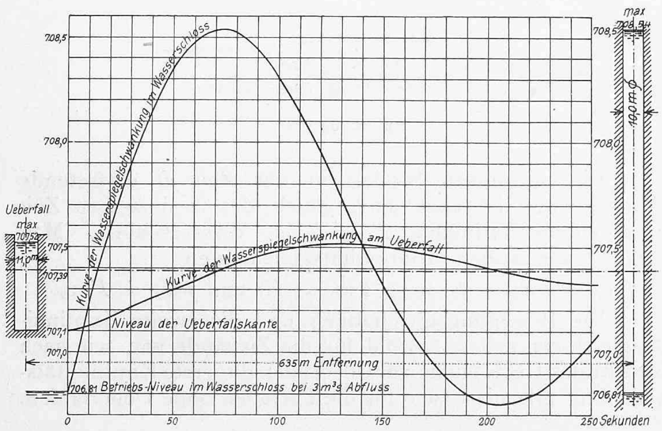

Abbildung 12.

Die Resultate einer derartigen Untersuchung sind aus der Darstellung in Abbildung 12 ersichtlich. Man erkennt, dass zur Zeit des höchsten Wasserstandes im Wasserschloss über den Ueberfall gerade die dem Ruhe-Niveau entsprechende Wassermenge abläuft, während der Zeit des Absinkens im Wasserschloss jedoch die Ueberfallsmenge grösser ist und bleibt, bis das Niveau im Wasserschloss die tiefste Lage erreicht hat.

Die Grössen der Niveauschwankungen sind nicht nur von den Stollen-, Wasserschloss- und Ueberfallsdimensionen, sondern naturgemäss auch von der Grösse der Fläche *F* abhängig.

Die ausführliche Wiedergabe der ganzen Rechnung dieses Falles würde räumlich den Rahmen dieses Berichtes überschreiten.

(Schluss folgt.)

Eidgenössisches Polytechnikum in Zürich.

Statistische Uebersicht (Wintersemester 1908/1909).

Abteilungen des eidg. Polytechnikums.

I. Architektenschule	umfasst gegenwärtig	3 1/2 Jahreskurse
II. Ingenieurschule	» »	3 1/2 »
III. Mechanisch-technische Schule	» »	3 1/2 »
IV. Chemisch-technische Schule:		
a) Technische Sektion	» »	3 1/2 »
b) Pharmazeutische Sektion	» »	2 »
V[a]. Forstschule	» »	3 »
V[b]. Landwirtschaftliche Schule	» »	2 1/2 »
V[c]. Kulturingenieurschule	» »	2 1/2 »
VI. Fachlehrer-Abteilung:		
a) Mathemat.-physikal. Sektion	» »	4 »
b) Naturwissenschaftl. Sektion	» »	3 »
VII. Allgemeine philosophische und staatswirtschaftliche Abteilung.		
VIII. Militärwissenschaftliche Abteilung.		

I. Lehrkörper.

Professoren	63
Honorarprofessoren und Privatdozenten	43
Hülfslehrer und Assistenten	77
	183
Von den Honorarprofessoren und Privatdozenten sind zugleich als Hülfslehrer und Assistenten tätig	9
Gesamtzahl des Lehrerpersonals	174

II. Reguläre Studierende.

Abteilung	I	II	III	IV[a]	IV[b]	V[a]	V[b]	V[c]	VI[a]	VI[b]	Total
1. Jahreskurs	17	95	153	70	9	17	18	9	9	9	406
2. »	22	83	128	50	6	14	15	6	3	7	334
3. » . . .	16	78	133	46	—	10	21	8	7	11	330
4. »	14	64	107	55	—	—	—	—	10	—	250
Summa	69	320	521	221	15	41	54	23	29	27	1320
Auf Beginn des Studienjahres 1908/1909 wurden neu aufgenommen Studierende, welche eine Fachschule bereits absolviert hatten, liessen sich	15	88	143	65	10	15	16	8	11	6	377
neuerdings einschreiben	—	1	8	19	—	—	2	—	3	8	41
Studierende früherer Jahrg.	54	231	370	137	5	26	36	15	15	13	902
Summa	69	320	521	221	15	41	54	23	29	27	1320
Von den 377 Neu-Aufgenommenen hatten, gestützt auf die vorgelegten Ausweise über ihre Vorstudien, Prüfungserlass	11	78	109	51	10	15	7	6	8	4	299
Von den 299 ohne Prüfung Aufgenommenen wurden zum Studium zugelassen: *a*) auf Grund der Reifezeugnisse schweizerischer Kantonsschulen . . .	11	64	75	29	6	15	4	6	4	4	218
b) auf Grund der Reifezeugnisse ausländischer Mittelschulen (Deutschland, Oesterreich-Ungarn, Frankreich)	—	13	30	19	—	—	—	—	2	—	64
c) auf Grund der Ausweise anderweitiger Lehranstalten (landwirt. Schulen, Lehrerseminarien etc.) .	—	—	—	—	2	—	3	—	1	—	6
d) auf Grund der Zeugnisse über bereits betriebene Hochschulstudien . .	—	1	4	3	2	—	—	—	1	—	11
Summa	11	78	109	51	10	15	7	6	8	4	299