

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 53/54 (1909)
Heft: 5

Artikel: Beitrag zur Bemessung des Inhalts von Wasserschlossern
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-28088>

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: 04.04.2026

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

INHALT: Basler Familienhäuser. — Beitrag zur Bemessung des Inhalts von Wasserschlossern. — Neue Schützenkonstruktionen. — «Unsere Heimstätten, wie sie waren und wurden.» — Ueber Kräfte in der Ebene und im Raum. — Miscellanea: Gordon-Bennet-Wettfliegen 1909. Bund schweizerischer Architekten. Nationalbankgebäude in Bern. Die Kathedrale

von Toledo. Einführung einer durchgehenden Güterzugsbremse. — Korrespondenz. — Konkurrenzen: Neue katholische Pfarrkirche in Uerdingen am Niederrhein. — Berichtigung. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung. Tafel IV: Basler Familienhäuser; Haus Schützenmattstrasse 61.

Bd. 53.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauester Quellenangabe gestattet

Nr. 5.

Basler Familienhäuser.

(Mit Tafel IV.)

IV.

In Fortsetzung der auf den Seiten 175, 250 und 278 des Bandes LII begonnenen Folge von Einfamilienhäusern, die durch einheimische Architekten in Basel daselbst in den letzten Jahren erbaut wurden, bringen wir in dieser Nummer das von Architekt Emil Faesch an der Schützenmattstrasse 61 umgebaute Wohnhaus zur Darstellung.

Zur Bauaufgabe führte die Frage, ob die etwas sonderbare Raumeinteilung des in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts gebauten Hauses (dessen Grundriss die Abbildung 1 zeigt) ohne komplizierte Eingriffe eine zweckmässige Lösung der vom Bauherrn gestellten Aufgabe zulassen würde. Die günstigen Konstruktionsverhältnisse des bestehenden Hauses (4 m Geschosshöhe, gutes Mauerwerk und tiefe gewölbte Keller) verlockten einerseits zu deren Ausnutzung, andererseits liess der prächtige alte Baumbestand der zugehörigen Anlage es wünschenswert erscheinen, die gegebene Lage des Gebäudes auch für den Neubau beizubehalten.

In welcher Weise der Architekt es verstanden hat, diesen Bedingungen Rechnung zu tragen, bzw. das Vorhandene für seine Zwecke zu nützen, zeigt die Vergleichung der beiden Grundrisse in den Abbildungen 1 und 2. Durch Verlegen des Haupteinganges und des Treppenhauses in den nördlichen Erweiterungstrakt konnten zusammenhängende, um eine zentrale Halle gruppierte Wohnräume auf Ost-, Süd- und Westseite gewonnen werden, während der Neubau den Haupteingang, die Haupttreppe und alle Nebenräume, wie Küche, Office, Nähzimmer nebst den weiteren Schlafzimmern und Mägdekammern mit geringern Stockwerkshöhen aufzunehmen hatte.

Die aus der zentralen Halle aufsteigende Haupttreppe führt nur vom Erdgeschoss bis in den ersten Stock und eine über dem Haupteingang angeordnete Nebentreppe verbindet die obere Stockwerke unter einander.

Ausser dem nördlichen Erweiterungstrakt sind Neuanlagen: der Erker und der Turmaufbau (Tafel IV) auf der vordern, der Schützenmattstrasse zugewendeten Seite, die Loggien, Terrassen und die Veranda auf der nach dem Garten gerichteten Rückseite (Abbildung 2 und 3), sowie der ganze Dachstock; ebenso der gesamte Innenausbau mit sämtlichen Installationen und die Zentralheizungseinrichtung.

Die durchaus neue Gartenanlage wurde dem alten Baumbestand angepasst. Ausser diesem ist als letzter



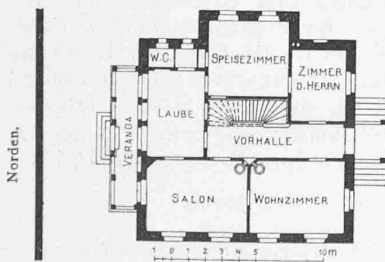
Abb. 3. Gartenfassade des Hauses Schützenmattstrasse 61.

Zeuge der ehemaligen Anlage die zwar solide aber nicht mehr neuzeitliche Einfriedigung (Tafel IV) stehen geblieben; sie soll im Frühling d. J. durch ein neues, ebenfalls nach Zeichnung von Architekt E. Faesch gefertigtes Gitter ersetzt werden.

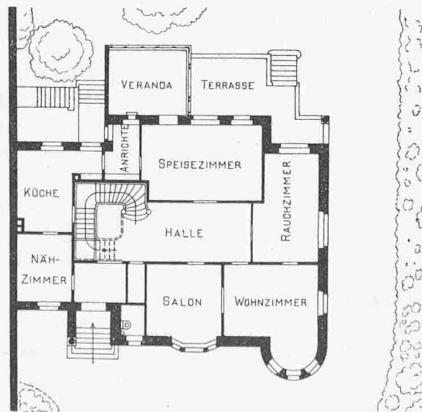
Beitrag zur Bemessung des Inhalts von Wasserschlossern.

Wasserschlosser müssen so bemessen sein, dass der Wasserspiegel darin auch bei den grössten Schwankungen im Betrieb der Wasserkraftanlage, also bei den grössten und schroffsten Aenderungen in der Entnahme von Wasser aus denselben, in keine allzu grossen und allzu stürmischen Schwingungen gerät. Unter keinen Umständen aber darf sich ein Wasserschloss bei sehr rascher und grosser Steigerung des Wasserverbrauchs der Turbinen entleeren, weil sonst in die Turbinenleitung Luft eintreten und Stösse und Zerstörungen veranlassen kann. Andererseits sollte bei jäher und starker Verminderung des Wasserverbrauchs eine plötzliche mächtige Ueberflutung des Schlosses oder, falls man durch Erhöhung des Behälters das Ueberlaufen des Was-

Abb. 1 und 2. Erdgeschossgrundrisse des in den 50er Jahren erbauten und des in den Jahren 1905/06 umgebauten Hauses.



Masstab 1 : 400.



sers vermeiden will, zu starkes Ansteigen des Wasserspiegels über den Spiegel des Stausees ausgeschlossen sein.

Zur Erfüllung dieser Bedingungen muss die Wasserspiegelfläche im Schloss ausreichend bemessen und die Tiefe des Schlosses so bestimmt werden, dass bei der grössten Senkung des Wasserspiegels der Boden des Schlosses noch genügend tief unter dem Spiegel liegt. Die Lage des Bodens unter dem tiefsten vorkommenden Wasserstand ist überdies bedingt durch die Forderung, dass die Stollenmündung im Schloss von Wasser ganz bedeckt bleiben muss.

Die Schwankungen im Wasserspiegel fallen besonders gross aus bei längeren Druckstollen, in denen eine grosse Wassermasse beschleunigt oder verzögert werden muss, sobald der Beharrungszustand durch plötzlich veränderte Wasserentnahme gestört wird.

Im Nachfolgenden ist dieser Fall ins Auge gefasst. Vorausgesetzt ist also, dass ein grosser Stausee, dessen Wasserspiegel während kürzerer Zeiträume als unveränderlich angesehen werden kann, durch einen sehr langen Druckstollen mit einem Wasserschloss verbunden sei. Es ist angenommen, dass man für den Verlauf einer Betriebsperiode die Aenderungen des Wasserbedarfs der Turbinenanlage ermittelt habe. Mithin kenne man auch die grösste plötzliche Aenderung des Wasserverbrauchs, die überhaupt auftritt und der Berechnung des Wasserschlosses zugrunde gelegt werden muss. Es sei ferner angenommen, dass vor dieser Veränderung im ganzen System Beharrungszustand mit unveränderlichem Wasserverbrauch von $Q_1 \text{ m}^3/\text{Sek.}$ bestehe und dass die Veränderung eingeleitet werde durch plötzliche Vergrösserung des Wasserverbrauchs von $Q_1 \text{ m}^3/\text{Sek.}$ auf $Q_2 \text{ m}^3/\text{Sek.}$, welcher von da ab gleichbleibende Betrag dem zu erreichenden neuen Beharrungszustand entsprechen soll. Diese letztere Annahme eines unveränderlichen Q_2 wird bei grösseren Gefällen zulässig sein, wo der Einfluss der Spiegelschwankungen im Schloss auf den Gang der Turbinen unwesentlich ist. Unter diesen Voraussetzungen soll der Verlauf der Wasserspiegelschwankungen ermittelt werden.

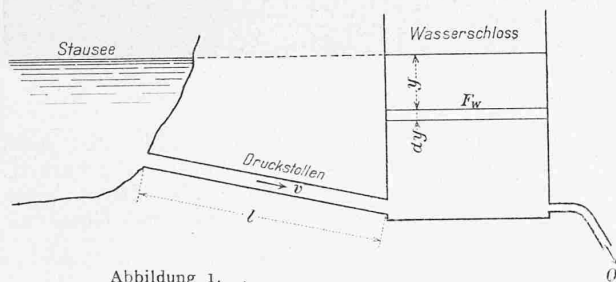


Abbildung 1.

Bezeichnungen (siehe Abbildung 1):

(Einheiten: Meter, Sekunden, Kilogramm)

- F_s gleichbleibender kreisförmiger Querschnitt des Druckstollens;
- d Durchmesser und l Länge des Druckstollens;
- F_w in allen Höhen gleich grosse Wasserspiegelfläche des Wasserschlosses;
- v_1 mittlere Wassergeschwindigkeit im Druckstollen während des ersten Beharrungszustandes;
- v mittlere Wassergeschwindigkeit im Druckstollen während des Uebergangs vom einen Beharrungszustand in den andern;
- v_2 mittlere Wassergeschwindigkeit im Druckstollen während des zweiten Beharrungszustandes;
- τ Zeit;
- m Masse des Wassers im Stollen;
- $g = 9,81 \text{ m}$ Beschleunigung der Schwere;
- $h = \beta_1 \cdot v^2$ Druckhöhe, die zur Erzeugung der Geschwindigkeit v und zur Ueberwindung der Reibung im Stollen erforderlich ist;
- y Wasserstand im Schloss, positiv gerechnet vom Spiegel im Stausee nach abwärts;
- p Gewicht von 1 m^3 Wasser.

Sieht man ab von der Geschwindigkeit des Wassers im Schloss selbst, so ergibt sich die Beziehung zwischen y und τ wie folgt: Zunächst muss jederzeit die den Turbinen zufließende Wassermenge gleich sein der Summe aus derjenigen Menge, die aus dem Stausee durch den Stollen zugeflossen ist und derjenigen Menge, um die der Wasserinhalt des Schlosses sich vermindert hat. Hat sich während der Zeit $d\tau$ der Spiegel im Schloss um dy gesenkt, so muss also sein

$$Q_2 \cdot d\tau = F_w \cdot dy + F_s \cdot v \cdot d\tau \quad (1)$$

Ferner ist die Beschleunigung, welche die Wassermasse im Stollen infolge der Senkung des Wasserspiegels im Schloss erfährt, gleich $\frac{dv}{d\tau} = \frac{P}{m}$, wenn P die beschleunigende Kraft bedeutet.

$$\text{Es ist aber } P = p \cdot F_s (y - h)$$

$$m = \frac{p \cdot F_s \cdot l}{g}; \text{ somit}$$

$$\frac{dv}{d\tau} = \frac{g}{l} (y - h) \text{ oder}$$

$$dv = \frac{g}{l} (y - \beta_1 \cdot v^2) \cdot d\tau \quad (2)$$

Die Elimination von v aus (1) und (2) liefert die Differentialgleichung, welche die gesuchte Beziehung zwischen y und τ darstellt. Sie lautet:

$$\frac{d^2 y}{d\tau^2} + p \cdot \frac{dy}{d\tau} - q \cdot \left(\frac{dy}{d\tau}\right)^2 + r \cdot y - s = 0 \quad (3)$$

worin $p = 2 \beta_1 \cdot \frac{g}{l} \cdot \frac{Q_2}{F_s}$, $q = \beta \cdot \frac{g}{l} \cdot \frac{F_w}{F_s}$

$r = \frac{g}{l} \cdot \frac{F_s}{F_w}$ und $s = \beta \cdot \frac{g}{l} \cdot \frac{Q_2^2}{F_w \cdot F_s}$

Die Integration der Gleichung (3) bietet selbst unter der gemachten Voraussetzung eines unveränderlichen Q_2 Schwierigkeiten. Allem Anschein nach dürfte sich, falls die Integration in geschlossener Form überhaupt möglich sein sollte, ein Ausdruck für y ergeben, mit dessen Hilfe die fragliche Grösse F_w sich kaum bequemer und rascher ermitteln lässt, als mit Hilfe des gewöhnlichen Näherungsverfahrens.

In Nachfolgendem ist der letztere Weg eingeschlagen, indem statt der Differentiale dy , dv und $d\tau$ endliche Differenzen Δy , Δv und $\Delta \tau$ in die Gleichungen (1) und (2) eingeführt und die höhern Differenzen vernachlässigt wurden.

Man erhält: $\Delta y = \left(\frac{Q_2}{F_w} - \frac{F_s}{F_w} \cdot v\right) \cdot \Delta \tau \quad (4)$

und $\Delta v = \frac{g}{l} (y - \beta_1 \cdot v^2) \cdot \Delta \tau \quad (5)$

Eine unmittelbare Bestimmung von F_w und der Tiefe des Wasserschlosses ist auf diese Art nicht möglich. Man wird im gegebenen Fall für F_w einen vorläufigen Wert annehmen und durch schrittweise Ausrechnung der y mit Hilfe von (4) und (5) untersuchen, wie die grösste Senkung des Spiegels ausfällt.¹⁾ Da diese grösste Senkung unter den gemachten Voraussetzungen die erste ist nach Störung des ersten Beharrungszustandes und da die weitem Schwankungen wegen ihres geringen Betrages nicht in Betracht kommen, so wird wohl in den meisten Fällen die Rechnung rasch durchgeführt sein. Je nach dem Ergebnis wird man F_w so lang ändern, bis den gestellten Anforderungen Genüge geleistet ist.

Zur Veranschaulichung der Lösungen, zu denen man in bestimmten Fällen gelangt, sind nachstehend drei Beispiele durchgerechnet und die Ergebnisse bildlich dargestellt. Für das erste Beispiel ist der Gang der Rechnung, soweit diese für die Ermittlung der ersten grössten Spiegelschwankung erforderlich ist, durch eine Tabelle erläutert.

Erstes Beispiel. Annahmen: $d = 4 \text{ m}$, $l = 4000 \text{ m}$, $F_s = 12,57 \text{ m}^2$, $F_w = 50 \cdot F_s = 628,32 \text{ m}^2$,

$$\beta_1 = \frac{1}{2g} + \frac{\zeta}{2g} \cdot \frac{4l}{d} = 0,76208.$$

¹⁾ Anmerkung. Bei den Berechnungen der unten folgenden Beispiele wurde ein Péraux-Schieber von 0,50 m Länge von Tavernier-Gravet in Paris verwendet.



Basler Familienhäuser.

Haus Schützenmattstrasse 61. — Strassenfassade.

Erbaut von Architekt *Emil Fatsch* in Basel.

Seite / page

58 (3)

leer / vide /
blank

Tabelle (Beispiel 1).

τ	Δy	y	Δv	v	τ	Δy	y	Δv	v	τ	Δy	y	Δv	v
Min., Sek.	m	m	m	m	Min., Sek.	m	m	m	m	Min., Sek.	m	m	m	m
0	+0,6000	0,0000	0,0000	0,0000	2,10	+0,3896	6,9910	+0,1507	1,0521	4,10	+0,0533	9,6958	+0,0983	2,7337
10	0,6000	0,6000	+0,0147	0,0000	20	0,3594	7,3806	0,1540	1,2028	20	+0,0336	9,7491	0,0894	2,8320
20	0,5971	1,2000	0,0294	0,0147	30	0,3286	7,7400	0,1554	1,3568	30	+0,0157	9,7827	0,0806	2,9214
30	0,5912	1,7971	0,0441	0,0441	40	0,2976	8,0686	0,1551	1,5122	40	-0,0004	9,7984	0,0721	3,0020
40	0,5824	2,3883	0,0585	0,0882	50	0,2665	8,3662	0,1533	1,6673	50	-0,0148	9,7980	0,0639	3,0741
50	0,5707	2,9707	0,0724	0,1467	3,00	0,2359	8,6327	0,1499	1,8206	5,00	-0,0276	9,7832	0,0561	3,1380
1,00	0,5562	3,5414	0,0859	0,2191	10	0,2059	8,8686	0,1449	1,9705	10	-0,0388	9,7556	0,0488	3,1941
10	0,5392	4,0976	0,0988	0,3050	20	0,1769	9,0745	0,1390	2,1154	20	-0,0486	9,7168	0,0421	3,2429
20	0,5192	4,6366	0,1107	0,4038	30	0,1491	9,2514	0,1320	2,2544	30	-0,0570	9,6682	0,0358	3,2850
30	0,4971	5,1558	0,1215	0,5145	40	0,1227	9,4005	0,1242	2,3864	40	-0,0642	9,6112	0,0299	3,3208
40	0,4728	5,6529	0,1311	0,6360	50	0,0979	9,5232	0,1159	2,5106	50	-0,0701	9,5470	0,0246	3,3507
50	0,4466	6,1257	0,1392	0,7671	4,00	0,0747	9,6211	0,1072	2,6265	6,00	-0,0751	9,4769	0,0198	3,3753
2,00	0,4187	6,5723	0,1458	0,9063										

In Ermangelung von Versuchsergebnissen über die Reibung des Wassers in Druckstollen ist ein angenäherter Wert für ζ abgeleitet aus der Bazinschen Formel, wo in dem Ausdruck $k = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{Vr}}$ für $\gamma = 0,16$ (glatte Wände)

gesetzt wurde. Lässt man unter den angeführten Umständen die Anwendung der Bazinschen Formel auf Druckstollen zu, so ergibt sich, mit dem Profilradius $r = \frac{d}{4} = 1$, $\zeta = \frac{2g}{k^2}$

Der Wasserspiegel senkt sich demnach während des Uebergangs um $9,80 - 6,86 = 2,94 m$ unter den Spiegel im zweiten Beharrungszustand. Die später folgenden Schwankungen werden sehr viel schwächer. Der Wasserspiegel gelangt asymptotisch in die Lage beim neuen Beharrungszustand.

2. Beispiel. Es sind alle Abmessungen wie im ersten Beispiel beibehalten. Jedoch ist angenommen, dass im ersten Beharrungszustand $v_1 = 1 m$, also $Q_1 = 12,57 m^3/Sek.$ betrage.

Es ist wieder $v_2 = 3 m$, also $Q_2 = 37,70 m^3/Sek.$ gewählt.

Die Lage des Wasserspiegels im ersten Beharrungszustand ergibt sich zu

$$h_1 = \beta_1 \cdot v_1^2 = 0,762 m.$$

Von diesem Ausgangspunkt ist die Rechnung durchgeführt. Der tiefste Stand mit $y_{max} = 7,886 m$ wird erreicht bei $\tau = 6 Min.$

3. Beispiel. Um den Einfluss einer Verkleinerung der Wasserspiegelfläche im Schloss grell zu beleuchten, ist hier $F_w = 20 \cdot F_s$, also sehr klein, gewählt, während alle übrigen Verhältnisse wie im ersten Beispiel beibehalten wurden. Die beiden Gleichungen (4) und (5) lauten in diesem Fall mit $\Delta\tau = 10 Sek.$

$$\Delta y = 1,5 - \frac{1}{2} \cdot v$$

$$\Delta v = 0,024525 \cdot y - 0,01869 \cdot v^2$$

Die Rechnung wurde durchgeführt bis zur vierten Sekunde mit $\Delta\tau = 0,1 Sek.$, von da ab bis zur 90. Sekunde mit $\Delta\tau = 1 Sek.$ und erst von hier ab mit $\Delta\tau = 10 Sek.$ Die Ergebnisse werden dadurch etwas genauer. Doch ist der Unterschied gegenüber der Rechnung durchweg mit $\Delta\tau = 10 Sek.$ praktisch nicht von Belang. Man erhält im letztern Fall etwas grössere Beträge für die y , rechnet also etwas sicherer. Im ersten Beispiel würde sich bei gleicher Rechnungsweise wie im dritten Beispiel $y_{max} = 9,668 m$, also $13 cm$ kleiner als mit durchweg $\Delta\tau = 10 Sek.$ ergeben.

Der bildlichen Darstellung der Spiegelschwankungen (Abb. 2) sind für Beispiel 1 und 3 folgende Zeitintervalle zugrunde gelegt:

- von 0 bis 4 Sek. $\Delta\tau = 0,1 Sek.$
- „ 4 „ 90 „ $\Delta\tau = 1 „$
- „ 90 Sek. an $\Delta\tau = 10 „$

Für das zweite Beispiel ist durchweg $\Delta\tau = 10 Sek.$ genommen.

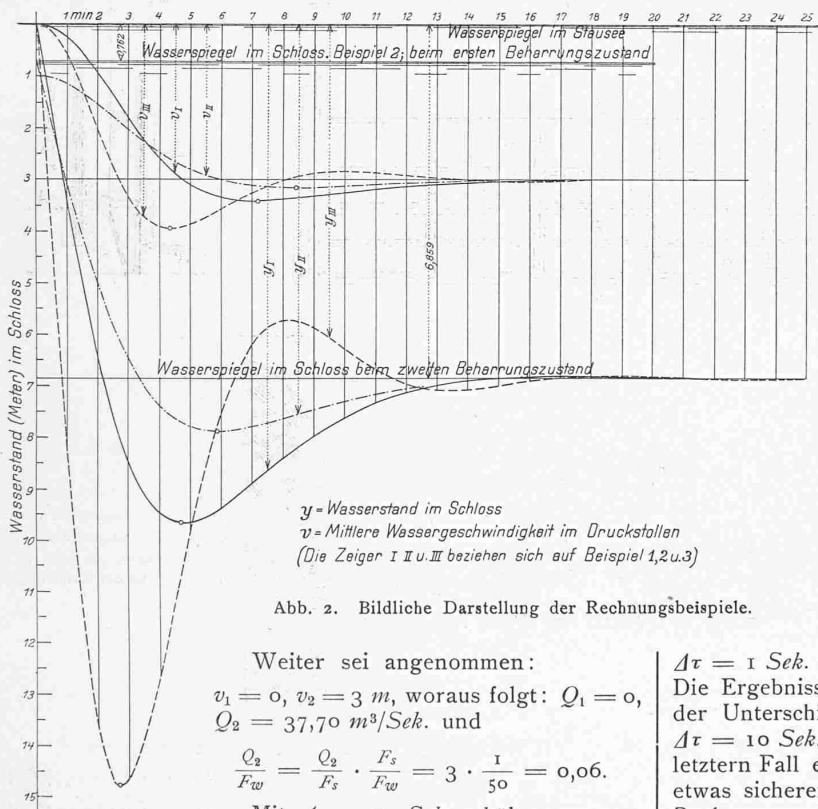


Abb. 2. Bildliche Darstellung der Rechnungsbeispiele.

Weiter sei angenommen:

$$v_1 = 0, v_2 = 3 m, \text{ woraus folgt: } Q_1 = 0, Q_2 = 37,70 m^3/Sek. \text{ und}$$

$$\frac{Q_2}{F_w} = \frac{Q_2}{F_s} \cdot \frac{F_s}{F_w} = 3 \cdot \frac{1}{50} = 0,06.$$

Mit $\Delta\tau = 10 Sek.$ erhält man:

$$\Delta y = 0,6 - 0,2 \cdot v$$

$$\Delta v = 0,024525 \cdot y - 0,01869 \cdot v^2$$

Mit diesen Werten ist die unten folgende Tabelle gerechnet. Es ergibt sich für y als erstes Maximum der Betrag $y_{max} = 9,7984 m$ für $\tau = 4 Min. 40 Sek.$ Dieser Wert ist entscheidend für die Frage, ob man die gewählten Abmessungen beibehalten will.

Die Höhenlage des Wasserspiegels im zweiten Beharrungszustand ergibt sich zu

$$h_2 = \beta_1 \cdot v_2^2 = 0,76208 \cdot 3^2 = 6,859 m.$$

