Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **85/86 (1925)**

Heft 6

PDF erstellt am: **19.03.2024**

**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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

INHALT; Zur Berechnung von Wasserschlössern. — Die Erweiterung der Seewasserversorgung in Kreuzlingen am Bodensee. — Technische Entwicklung der durchgehenden Bremsung langer Güterzüge. — Neue Wege zur wirtschaftlichen Verwertung der Kohle. — Wettbewerb zur Umgestaltung der Verbindung Rathausgasse-Vordere Vorstadt in Aarau. — Ueber die Entwicklung des Betonstrassenbaues. — Miscellanea: Die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebs auf der Chicago, Milwaukee and St. Paul Railway. Hydraulik-Tagung in Göttingen. Neuartige Schalenkuppel aus Eisenbeton. Elektrische Rangierlokomotiven der österreichischen Bundesbahnen. Die Sternwarte zu Greenwich. Ausfuhr elektrischer Energie. Eidgen. Technische Hochschule. Ueberbrückung des Hudson-River in New York. Schweizerischer Geometerverein. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Sektion Bern des S. I. A. S. T. S.

Band 86. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 6

# Zur Berechnung von Wasserschlössern.

Von Prof. Dr. E. BRAUN, Stuttgart.

Die Berechnung der Spiegelbewegung in Wasserschlössern bei Aenderung des Betriebszustandes der Anlage ist für alle Fälle möglich; die Rechnung ist jedoch etwas umständlich und es liegt für den projektierenden Ingenieur, der verschiedene Bauformen wirtschaftlich vergleichen muss, das Bedürfnis vor, rasch die, verschiedenen Annahmen entsprechenden Wasserschloss-Querschnitte zu bestimmen. Dies kann durch das in Abbildung 3 gegebene einfache Kurvenbild leicht erreicht werden. Zu seiner Erläuterung sei das Folgende bemerkt. Sachlage und Bezeichnungen sind aus Abbildung 1 zu ersehen. Gegeben ist der Stollen, der Druckhöhenverlust $h_w$ bei der Stollengeschwindigkeit $c_0$ der Vollast und das Nutzgefälle $H_e$. Für die Bemessung des Wasserschloss-Querschnitts ist massgebend der zeitliche Verlauf der in Abbildung 2 dargestellten Linien der Spiegellage. Einerseits interessiert die grösste Ueberschreitung $\Delta_1$ des Ruhespiegels bei verschiedenen Entlastungsgraden auf Leerlauf, andererseits die Senkung $\Delta_2$ unter den der Volllast entsprechenden Betriebspiegel bei plötzlichen Belastungen auf Vollast.

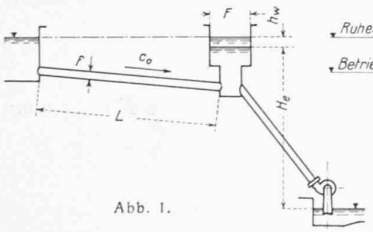



Abb. 1.

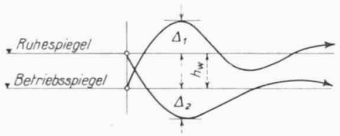



Abb. 2.

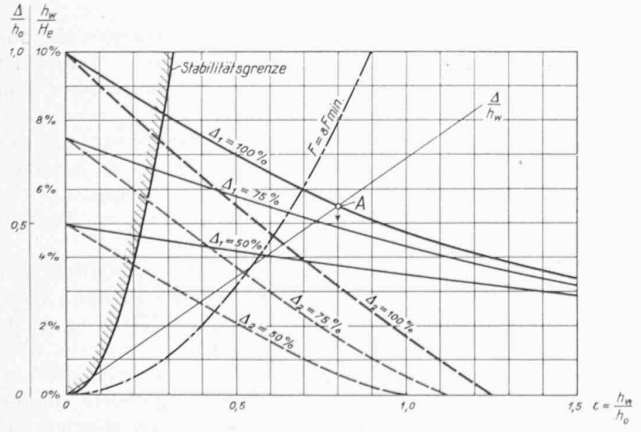



Abb. 3.

Ist die Grösse des Wasserschlosses gegeben, so ist bekanntlich der Spiegelanstieg bei Vollentlastung bei Vernachlässigung der Reibung

$$h_0 = \sqrt{\frac{L \cdot f}{g \cdot F}} \cdot c_0$$

Die Werte $\frac{\Delta}{h_0}$ sind bestimmt durch $\frac{h_w}{h_0} = \varepsilon$ und den verhältnismässigen Betrag der Belastungsänderung. Praktisch ist gegeben das der Berechnung zu Grunde zu legende $\Delta$ und $h_w$, während gesucht wird $h_0$, das durch den Querschnitt $F$ bestimmt ist.

Im Kurvenbild Abbildung 3 sind aufgetragen als horizontale Abszisse $\varepsilon = \frac{h_w}{h_0}$, als vertikale Ordinate die Werte $\frac{\Delta}{h_w}$ und zwar $\frac{\Delta_1}{h_w}$ für plötzliche Entlastungen von 100 %, 75 % und 50 % auf Leerlauf, und $\frac{\Delta_2}{h_w}$ für plötzliche Belastungen von 100 %, 75 % und 50 % auf Vollast. Will man unter Zugrundelegung einer dieser Fälle, die praktisch ausreichend sein dürften, $h_0$ bestimmen, so hat man nur durch den Ursprung $O$ eine Gerade zu ziehen, die gegen die Abszissenaxe die Neigung $\frac{\Delta}{h_w}$ hat. Ihr Schnitt mit der betreffenden $\frac{\Delta}{h_0}$-Kurve liefert die Abszisse $\frac{h_w}{h_0} = \varepsilon$ und damit $h_0$. Der Querschnitt $F$ bestimmt sich dann aus

$$F = f \cdot \frac{L \cdot {c_0}^2}{g \cdot {h_w}^2} \cdot \varepsilon^2$$

Man liest ferner auf der zur Abszisse $\varepsilon$ gehörigen Ordinate auch die, den andern eingezeichneten Belastungsänderungen entsprechenden Werte $\Delta_1$, $\Delta_2$ ab und übersieht damit sofort die Grösse der Spiegelschwankungen in diesen Fällen. In der Abb. 3 ist als Beispiel die Ursprungsgerade für den Wert $\frac{\Delta_1}{h_w}$ (für 100 %) = 0,69 eingetragen, die $\varepsilon = 0{,}8$ liefert.

Bekanntlich ist zur Vermeidung wachsender oder stehender Schwingungen, die durch die selbsttätige Regelung der Anlage angeregt werden können, ein gewisser Mindestquerschnitt $F_{min}$ des Wasserschlosses erforderlich. Die Stabilitätsbedingung lässt sich in folgender Weise darstellen. Es muss sein

$$h_w \geqq \frac{\psi}{2} \cdot \frac{{h_0}^2}{H_e}, \text{ wo nun } {h_0}^2 = \frac{L \cdot f}{g \cdot F_{min}} \cdot {c_0}^2$$

und $\psi$ ein von den Turbinen-Eigenschaften abhängiger Koeffizient ist, der bei Francisturbinen gleich 2, bei Hochdruck-Freistrahlturbinen gleich 1 bis 1,5 gesetzt werden darf. Schreibt man für den erstgenannten Fall die Stabilitätsbedingung in der Form

$$\varepsilon_g^2 = \frac{{h_w}^2}{{h_0}^2} \geqq \frac{h_w}{H_e}$$

so lässt sich $\varepsilon_g$ einfach in das Kurvenbild einzeichnen, wenn man auf der vertikalen Ordinate einen zweiten Massstab $\frac{h_w}{H_e}$ anlegt. Die links der Stabilitätsgrenze liegenden Werte $\varepsilon < \varepsilon_g$ scheiden damit aus.

Eine gute Regel für die Bemessung des Querschnittes $F$ ist, ihn gleich dem 7- bis 8-fachen Querschnitt $F_{min}$ zu machen. Die strichpunktierte Linie rechts der Stabilitätsgrenze entspricht dem Werte $F = 8\,F_{min.}$ Geht man von diesem Querschnitt aus, so ergibt das bekannte $\frac{h_w}{H_e}$ sofort das zur Berechnung von $F$ erforderliche $\varepsilon$ und gleichzeitig alle Werte $\Delta_1$ und $\Delta_2$, sodass man sofort einen Ueberblick über die vorkommenden Ueberschreitungen des Ruhe- und Betriebsspiegels erhält.

Die Kurven in Abbildung 3 sind nach dem von mir in der „S. B. Z." Band 77, Seite 117 (12. März 1921) entwickelten Verfahren berechnet (vergl. auch „Z. f. d. g. Turbinenwesen" 1920, S. 145). Sind die Wasserschloss-Querschnitte festgelegt, so wird man meist die wichtigsten Betriebsfälle nach einem der bekannten graphischen oder rechnerischen Verfahren genau verfolgen können und gewinnt damit eine Prüfung der Grundlagen der Kurvenbilder der Abbildung 3.

Beispiel: Es sei $L = 4000$ m; $f = 8$ m²; $c_0 = 2{,}5$ m/sek, $h_w = 6{,}20$ m. Bei 100 % Entlastung soll der Ruhespiegel um höchstens 5 m überschritten werden, bei 75 % plötzlicher Belastung soll der Betriebspiegel um höchstens 3 m unter den normalen sinken. Das Wasserschloss soll nach dem Kammersystem gebaut werden und der Steigschacht