Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 65 (1947)
Heft: 39

Artikel: Betonverkleidung von Fluss-Böschungen
Autor: Zuppinger, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-55954

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: 07.01.2026

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

Da der Nenner gleich der relativen Drehzahlabweichung φ und der Zähler gleich $\Delta M/M_0$ sind, gilt:

$$e_s \varphi = \frac{\Delta M}{M_0}$$

Ferner ist $M_0 \omega_0$ die Beharrungsleistung, also wenn man den Belastungsgrad z_0 bezogen auf die Vollast P_{max} einführt

$$M_0 \omega_0 = z_0 P_{max}$$

In (17) eingesetzt wird

(19) $$\Delta P_s = (e_{sg} \varphi - e_{st} \varphi) z_0 P_{max} = z_0 e_s \varphi P_{max}$$

wobei

(20) *Gesamte Selbstreglungskonstante* $e_s = e_{sg} - e_{st}$

Turbinen mässiger Schnelläufigkeit erreichen bei rd. 100 % Uebertouren die Durchbrenndrehzahl, bei der das Drehmoment 0, also die Drehmomentänderung gegen Vollast — 100 % wird. Die Selbstreglungskonstante ist dann gemäss Tabelle 3 $e_{st} \backsim -1$. Für die genaue Bestimmung von e_{st} bei Teillast ist die Tangente im Teillastpunkt massgebend. Schnelläufer haben höhere Durchbrenndrehzahlen, sodass der Nenner in Formel (18) grösser und z. B. $e_{st} \sim -0{,}6$ wird.

Für motorische Netzbelastung mit konstantem Drehmoment wird der Zähler in Formel (18) Null und damit $e_{sg} = 0$. Ist das Netz mit rein Ohmschen Widerständen belastet und auf konstante Spannung geregelt, so bleibt die Leistung unabhängig von der Drehzahl (Frequenz) konstant. Dies bedeutet, dass jedes % Zunahme der Drehzahl 1 % Abnahme des Drehmoments bewirkt, also $e_{sg} = -1$. Ist dagegen die Spannung nicht reguliert, so ist die Selbstreglungs-Konstante je nach der Abhängigkeit der Spannung von der Frequenz grösser als 1. Wenn die Erregermaschine mit dem Generator gekuppelt ist, kann die Selbstreglungskonstante Werte von $e_{sg} = +4$ erreichen.

Aus Gleichung (14), (15), (16), (19) wird

$$\frac{dA}{dt} = \gamma Q_{max} H_s T_a \dot{\varphi} = \gamma Q H - \gamma Q_0 H_s - z_0 e_s \varphi P_{max}$$

Dabei ist

$$\gamma Q H = \gamma Q (H_s + h) = \gamma Q H_s \left(1 + \frac{h}{H_s}\right) =$$
$$= \gamma Q H_s (1 + \varphi_h)$$
$$\frac{dA}{dt} = \gamma Q H_s + \gamma Q H_s \varphi_h - \gamma Q_0 H_s - z_0 e_s \varphi \gamma Q_{max} H_s$$

Da Q den Momentanwert der Wassermenge darstellt und Q_0 den Beharrungswert, ist die Abweichung von der Beharrung $Q - Q_0 = \Delta Q$. Damit wird:

$$\frac{dA}{dt} = \gamma \Delta Q H + \gamma Q H_s \varphi_h - z_0 \varphi e_s \gamma Q_{max} H_s =$$
$$= T_a \gamma Q_{max} H_s \dot{\varphi}$$
$$\frac{\Delta Q}{Q_{max}} + \frac{Q}{Q_{max}} \varphi_h - z_0 e_s \varphi = T_a \dot{\varphi}$$

Für kleine Abweichung ist annähernd Q/Q_{max} der Belastungsgrad z bezogen auf die Wassermenge. Mit $\Delta Q/Q_{max} = \mu_h$ wird

$$\underset{\text{Wassermenge}}{\mu_h} + \underset{\text{Druckstoss}}{z \varphi_h} - \underset{\text{Selbstreglung}}{z_0 e_s \varphi} = \underset{\text{Schwungmassen}}{T_a \dot{\varphi}}$$

Man sieht, dass die Schwungmassen um die Druckstossenergie $z \varphi_h$ mehr aufzunehmen haben, als der Wasserenergie entspricht, während die Selbstreglung die Druckstossenergie zu kompensieren sucht. Die Wassermenge μ_h selbst ist aber darüber hinaus nach Formel (12) um $0{,}5 z \varphi_h$ grösser als der Servomotorstellung μ entspricht, so dass der Druckstoss insgesamt mit $1{,}5 z \varphi_h$ wirkt. Damit wird:

(21) $$\underset{\text{Schwungmassen}}{T_a \dot{\varphi}} = \underset{\text{Servomotor}}{\mu} + \underset{\text{Druckstoss}}{1{,}5 z \varphi_h} - \underset{\text{Selbstreglung}}{z_0 e_s \varphi}$$

Die Selbstreglung ist in so hohem Masse befähigt, den Druckstoss zu kompensieren, weil ihre Wirkung wie die des Druckstosses mit steigender Belastung z zunimmt.

In erster Annäherung kann man hier den Belastungsgrad z_0, bezogen auf die erzeugte Maschinenleistung, dem Belastungsgrad z, bezogen auf die verbrauchte Wassermenge gleichsetzen.

Tabelle 3. Grössenordnungen der Selbstreglungskonstanten

	e_{sg}	e_{st}	$e_s = e_{sg} - e_{st}$
Turbine			
im Allgemeinen . . .	—	etwa — 1	—
Schnelläufer	—	bis — 0,6	—
Generator			
Netzbelastung:			
rein motorisch (Drehmoment konstant)	0		+ 1
nur Ohmsche Widerstände			
mit Spannungsregler	— 1		0
ohne Spannungsreglung	+ 1 bis + 4		2 bis 5
Pariser Netz [1]) . . .	0,5 bis 1,5		1,5 bis 2,5

[1]) Nach *Nasse*, brieflich mitgeteilt.

Der physikalische Grund, warum sich die Trägheit der Wassermassen viel nachteiliger auswirkt als die Trägheit eines Servomotors liegt darin, dass der Servomotor seine Antriebsenergie von aussen zugeführt erhält, während bei der *Trägheit der Wassermassen der Reglerkreis die Druckstossenergie selbst aufbringen muss.*

Nach Tabelle 3 können alle Werte zwischen 0 und z. B. 5 auftreten. Bei Schnelläufern ($e_{st} = -0{,}6$) kann bei reiner Widerstandslast mit konstanter Spannung ($e_{sg} = -1$) die Selbstreglung sogar negativ werden ($e_s = -1 + 0{,}6 = -0{,}4$). Daraus geht hervor, dass in kritischen Fällen keine Selbstreglung auftritt. Umgekehrt hat die Hilfe der Selbstreglung dazu geführt, dass man praktisch oft mit Reglerkonstanten ausgekommen ist, die in Fällen fehlender Selbstreglung gänzlich ungenügend sind.

Aus Gleichung (21) lässt sich φ_h berechnen und in Formel (13) einsetzen. Das ergibt die Gleichung für die

(22) $$\begin{cases} \textit{Massenbeschleunigung mit Wassermassen und Selbstreglung} \\ 0{,}5 z T_a T_l \ddot{\varphi} + T_a \dot{\varphi} + z T_l \dot{\mu} + 0{,}5 z z_0 T_l e_s \dot{\varphi} + \\ + z_0 e_s \varphi - \mu = 0 \end{cases}$$

Um den Reglerkreis zu schliessen, ist nun festzustellen, welche Steuergleichung, d. h. welche Beziehung zwischen Servomotor μ und Drehzahl φ, bei den verschiedenen Reglerarten gelten. Da die permanente Statik bei allen Reglerarten stabilisierend wirkt, aber im kritischen Fall, dem die Regler zu genügen haben, diese Hilfe fehlt oder sehr klein ist, wird in allen Fällen der Isodromregler untersucht, bei dem die permanente Statik Null ist. (Fortsetzung folgt)

Literaturverzeichnis

[1] Stodola A.: Ueber die Regulierung von Turbinen SBZ 1893, Bd. 22, S. 113*, 121*, 126*, 134*.
[2] Tolle M.: Regelung der Kraftmaschinen, Springer 1921.
[3] Stein Th.: Regelung und Ausgleich in Dampfanlagen, Springer 1926.
[4] Stein Th.: Selbstregelung, ein neues Gesetz der Regeltechnik. Z. VDI 1928, Nr. 6, S. 165.
[5] Stein Th.: Systematik der Reglerarten, «Escher-Wyss-Mitteilungen» 1940, S. 56.
[6] Gantenbein A. und Hirt M.: Der neue elektrische Drehzahlregler Oerlikon-Escher Wyss. SEV-Bulletin 1941, Nr. 14.
[7] Moser J.: 100 Jahre Wasserturbinen «Escher-Wyss-Mitteilungen» 1942, S. 101.
[8] Lüthi A.: Reglerschwingungen und schiefwinklige Vektordiagramme. SBZ 1942, Bd. 119, No. 15, Seite 171—174*.
[9] Gaden D: Considérations sur le problème de la stabilité, Lausanne 1945.
[10] Alméras P.: Influence de l'inertie de l'eau sur la stabilité d'un groupe hydro-électrique. La houille blanche 1946, S. 81, 131, 189, 407.
[11] Stein Th.: Vereinfachte Primärregelung der Uebergabeleistung. SEV-Bulletin 1946, No. 3.
[12] Stein Th.: Drehzahlregelung von Flugzeug-Triebwerken. SBZ 1946, Bd. 127, S. 295*, 309*, 323*.

Betonverkleidung von Fluss-Böschungen DK 627.417

Der Schutz der Böschungen grosser Flüsse gegen Erosion erfordert den örtlichen Verhältnissen gut angepasste Mittel. Wie sehr die anzuwendenden Methoden in ständiger Entwicklung begriffen sind, wird einem recht bewusst beim Studium der reich bebilderten Veröffentlichung von Ing. Haas in der April- und Mai-Nummer von «Concrete»

betr. die Böschungs-Verkleidungen am untern Mississippi. Es sind darin zahlreiche Methoden der Böschungsverkleidung über und unter Wasser beschrieben, die von der Mississippi River Commission studiert, probeweise versucht, wieder verlassen oder weiter entwickelt und in grossem Ausmasse angewandt wurden. Die zu behandelnde Fluss-Strecke hat eine Länge von rund 1100 km, mit Böschungshöhen von 21 bis 45 m, bei einer Wassergeschwindigkeit von 1,5 bis 3,6 m/s. Wichtige Anforderungen an die Böschungsverkleidung sind, dass sie möglichst solid, schmiegsam und wenig durchlässig und bis zur Flussohle reichend sein soll.

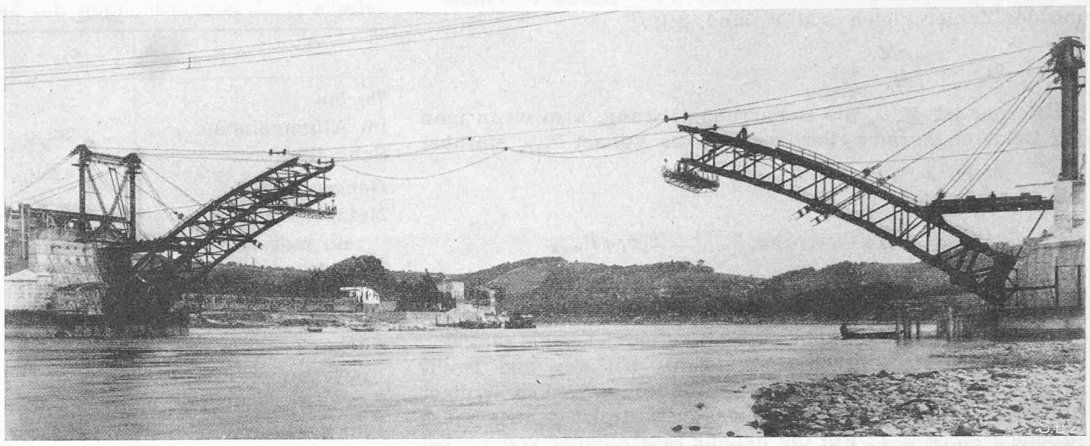

Bild 1. Montage des Gerüstbogens

Für die Unterwasser-Verkleidung, die etwa ¾ der Arbeit ausmacht, wurden zur Hauptsache folgende vier Methoden ausprobiert: 1. Monolithische Betonverkleidung, zur Hauptsache in Tafeln von 72 m × 3,6 m. Das Verfahren war zu teuer und wurde 1924 endgültig aufgegeben. 2. Gelenkige Betonmatratzen, jede Matratze aus 20 Platten von 116 cm Länge, 35 cm Breite und 7,5 cm Dicke, mit je 2 cm Abstand, durch Drähte zusammengehalten, die am Rande Schleifen aufweisen zur Verbindung mit der Nachbarmatratze. Das Verlegen erfolgt von Barken aus. Wegen Verrostung der Drähte entstanden anfangs oft Brüche. Mit Verbesserung der Drahtqualität nahm die Verwendbarkeit zu und das Verfahren bewährt sich jetzt gut. 3. Armierte Betonplatten von 300 × 150 × 7,5 cm wurden 1926 ausprobiert, werden aber nicht mehr verwendet. 4. Aufgerollte Betonmatratzen wurden erstmals 1943 versucht, 1946 in einem Notfall angewandt und befinden sich in einem aussichtsreichen Versuchsstadium, das natürlich mehrere Jahre dauert und die verschiedensten Bedingungen umfasst. Die jetzigen Matratzen sind 18 m × 7,2 m × 2,8 cm, in Gliedern von 7,2 × 10 cm, mit Fugen von 13 mm Weite oben und 8 mm Weite unten, mit Drahtgeflecht von 5 × 10 cm Maschenweite armiert, aufgerollt auf Holztrommeln von 43 cm Durchmesser, was aufgewickelt eine Rolle von 90 cm Durchmesser ergibt. Auf dem Verlegerboot werden so viele Einzeltrommeln auf eine Haupttrommel von 2,4 m ⌀ aufgewickelt, als die Böschungsschräge erfordert. Die Abrollung geschieht mit 3,6 m seitlicher Ueberlappung, sodass endgültig überall zwei Lagen vorhanden sind. Die vervollkommnete Ausführung scheint sich gut zu bewähren, denn sie ist recht schmiegsam und gleichzeitig wenig durchlässig gegen Ausschwemmungen von Sand.

Die Ueberwasser-Verkleidung hat sich in Analogie mit den Unterwasser-Methoden entwickelt. Zur Hauptsache werden angewandt: 1. Die unarmierte Betonverkleidung, 10 cm stark, mit Randverstärkung und 10 cm breiten Fugen alle 30 m, wobei unter den Fugen 60 cm breite Betonplatten liegen, mit Papierabdeckung. Wo Setzungen vorkommen, benötigt das Verfahren viel Unterhalt. 2. Gelenkige Betonverkleidung, auf 10 cm starke, ausgeglichene Kiesschicht verlegt. Die Erstellung ist im Gegensatz zum ersten Verfahren unabhängig vom Wetter und kann gleichzeitig mit der Unterwasser-Verkleidung ausgeführt werden; sie ist auch schmiegsamer, was sehr wichtig ist, denn die grösste Gefahr besteht für die Böschungen, wenn der Wasserspiegel rasch sinkt und nasse, schwere Dammschichten untenliegende gegen den Strom hin ausquetschen und die Verkleidungen zum Werfen bringen. Das Verfahren bedingt wohl etwas höhere Erstellungskosten, doch ist der Unterhalt wesentlich geringer. 3. Betonblöcke in den verschiedensten Grössen und Formen. Besonders bei Reparaturen sind kleine Betonblöcke von 35 × 28 × 15 cm beliebt, wobei 13 bis 26 Blöcke pro m² geschüttet werden.

A. Zuppinger.

Die neue Rhonebrücke bei Vienne (Isère)

Von Dipl. Ing. J. TRÜB, Corseaux s. Vevey DK 624.624 (44)

Anlässlich einer Reise im Spätherbst 1946 nach Frankreich bot sich die Gelegenheit, unter der Führung von Ing. Gex, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées in Lyon, der den schweizerischen Stahlbrückenbauern von ihrer Lieferung von sechs Pigeaud-Brücken nach Frankreich her bekannt ist, die neue, im Bau befindliche Eisenbeton-Strassenbrücke von Vienne zu besichtigen.

Die angewandte Bauweise ist sowohl für den Eisenbeton- als auch den Eisenbrückenbauer von Interesse.

Die neue, 12,02 m breite Brücke weist drei elliptisch geformte Bogen von 46,5, 108,0, 26,0 m Spannweite zwischen zwei Widerlagern und zwei Flusspfeilern auf (Bild 3).

Für die Erstellung des sehr flachen mittleren Eisenbetongewölbes von 108 m lichter Weite wird ein eiserner Dreigelenkgerüstbogen von etwa doppelt so grosser Pfeilhöhe verwendet, an dem die Schalung des Eisenbetonbogens angehängt wird. Der Gerüstbogen im Gewicht von 414 t besteht aus zwei doppelwandigen, genieteten Hauptträgern mit ge-

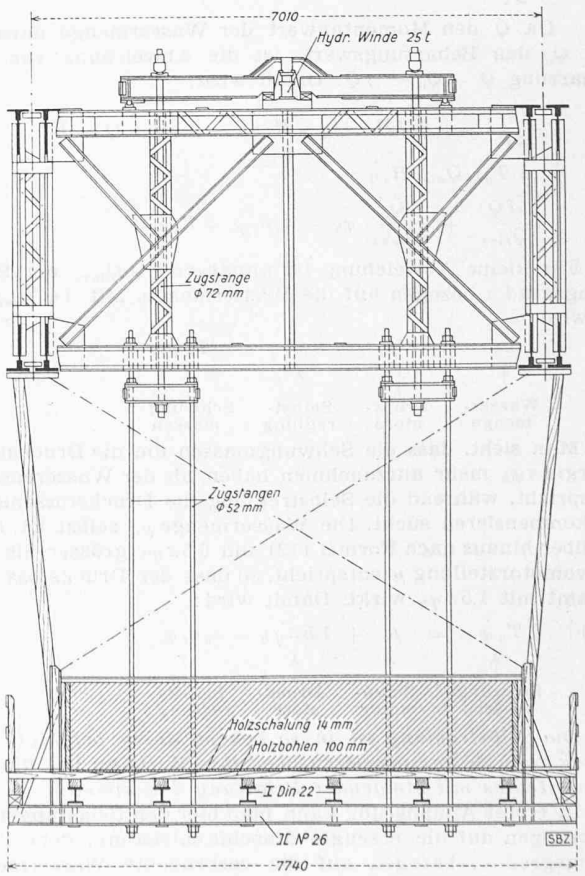

Bild 2. Querschnitt durch die Gerüstung