Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **87/88 (1926)**

Heft 3

PDF erstellt am: **24.05.2024**

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: Die Bekämpfung der Sohlen-Auskolkung bei Wehren durch Zahnschwellen. — Nochmals von Axialität und Raumgefühl. — Wettbewerb für ein Progymnasium in Thun. — Weitere Aussichten für die Verwendung der Dampfturbine als Lokomotivantrieb. — Miscellanea: Ausfuhr elektrischer Energie. Unterwassertunnel Liverpool-Birkenhead. Ueber die Geschiebe-Bewegung in S-förmig gekrümmten Fluss-Läufen. Neue Nilsperren Akademie der Studierenden der E. T. H. — Konkurrenzen: Leuchtplakatsäule. — Korrespondenz. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizer Ing.- u. Arch.-Verein. Basler Ing.- u. Arch.-Verein.

Band 87. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 3

Die Bekämpfung der Sohlen-Auskolkung bei Wehren durch Zahnschwellen.

Von Prof. Dr. Ing. *Th. Rehbock*, Karlsruhe.[1])

Beim Absturz über Wehre und beim Durchfluss unter Staukörpern nimmt das Wasser grosse Geschwindigkeiten an, die sich aus der Absturzhöhe z näherungsweise zu $\sqrt{2g \cdot z}$ berechnen. Das Wasser ruft dabei schwere Angriffe auf die Flussohle und die anschliessenden Ufer hervor. Aufgabe des Ingenieurs ist es, dafür zu sorgen, dass die auftretenden grossen Geschwindigkeiten des Wassers, die schon bei kleinen Absturzhöhen z die Wellengeschwindigkeit $\sqrt{g \cdot t}$ im Flussbett von der Tiefe t übersteigen, auf einer möglichst kurzen Lauflänge so stark abgebremst werden, dass die mittlere Abflussgeschwindigkeit wieder unter die Wellengeschwindigkeit sinkt.

Zur Erreichung dieses Zieles werden vielfach unterhalb der Wasserabstürze vertiefte Sturzbecken, Schwellen und andere Abflusshindernisse angebracht, die dazu dienen sollen, die Bewegungsenergie des Wassers durch Reibung zu vernichten. Diese Vorrichtungen haben aber den Nachteil, dass sie erhebliche Kosten verursachen, einer starken Abnutzung unterliegen und die Abwanderung der von den Wasserläufen mitgeführten Sinkstoffe erschweren. Sie können in den meisten Fällen entbehrt werden, da die Beobachtung zeigt, dass selbst auf einem ebenen Sturzbett ohne jede Aufbauten sogar bei hohen Gefällen die Vernichtung der beim Absturz des Wassers erzeugten kinetischen Energie schnell erfolgt, da das Wasser sich selbst einen Energievernichter von grosser Wirksamkeit zu schaffen vermag. Dieser Energievernichter, der alle künstlichen Energievernichter an Wirksamkeit weit übertrifft, ist eine sich auf dem Wasserstrom bildende Wasserwalze, eine sogenannte Deckwalze, die stets von selbst entsteht, wenn das anschliessende Flussbett kein übermässiges Gefälle besitzt[2]). Nur wenn das Gefälle des Flussbettes unterhalb des Wehres so stark ist, dass das Wasser schon im unbeeinflussten Bett schiessend abfliesst, oder wenn der Wasserspiegel sich doch dicht an der Grenzlage befindet, unterbleibt auf einem ebenen Sturzbett die Bildung einer Deckwalze. In diesem Fall muss durch die Anbringung eines vertieften Sturzbeckens, das, um die Durchleitung der Sinkstoffe nicht zu stören, zweckmässig eine muldenförmige Gestalt ohne scharfe Kanten erhält, eine Deckwalze künstlich erzeugt werden, wie es bei dem Sihl-Ueberfall in der Stadt Zürich, in dem die linksufrige Zürichseebahn unter dem reissenden Sihlfluss unterführt wird, auf Grund von Modellversuchen im Karlsruher Flussbaulaboratorium geschehen ist.[3])

Die Deckwalzen entziehen dem unter ihnen durchfliessenden Wasser grosse Mengen mechanischer Energie, indem sie diese durch Reibung in Wärmeenergie verwandeln, die für das Flussbett unschädlich ist.

Die durch die Deckwalzen ausgeübte Energievernichtung ist eine so vollkommene, dass der Wasserstrom stets mit weniger als Wellengeschwindigkeit ($u < \sqrt{g \cdot t}$) — d. h. strömend — aus den Deckwalzen hervorfliesst, selbst wenn er am Fuss des Wehres beim Eintritt unter die Deckwalze mit einer die Wellengeschwindigkeit übersteigenden Geschwindigkeit — d. h. schiessend — fliesst. Auf die Wirkung solcher Deckwalzen ist auch die oft sehr bedeutende Energievernichtung bei Wasserfällen zurückzuführen, durch die zum Beispiel beim Niagarafall dauernd rund 5 Millionen PS in Wärme umgesetzt werden.

Der Wasserinhalt der diese gewaltige Arbeit leistenden Deckwalzen braucht dabei keineswegs übermässig gross zu sein. Für die Vernichtung der beim Absturz von der Höhe h erzeugten Energie genügt schon ein Wasserinhalt der Deckwalzen J, der zu rund

$$J = 3{,}8 \cdot Q \cdot \sqrt{\frac{h}{g}}$$

ermittelt wurde, worin Q die sekundliche Abflussmenge des Wasserlaufes und g die Erdbeschleunigung bedeuten.

Nach dieser empirisch abgeleiteten Formel würde zum Beispiel für die Wasserberuhigung unterhalb des Absturzes einer Wassermenge von 400 m³/sek um 6 m Höhe schon eine Deckwalze von rund 1200 m³ Inhalt genügen, d. h. eine Wasserwalze, die bei einer Wehrlänge von 60 m nur 20 m² Querschnittsgrösse zu besitzen braucht. Eine solche Deckwalze würde dazu ausreichen, dem Wasserstrom eine mechanische Energie $E = \frac{400 \cdot 1000 \cdot 6}{75} = 32\,000$ PS dauernd zu entziehen. Die Lauflänge, die zu dieser Energie-Entziehung erforderlich ist, übersteigt dabei 20 m nicht. Das Wasser fliesst demnach schon 20 m vom Wehrfuss entfernt wieder mit einer mittleren Geschwindigkeit ab, die etwa der normalen im unverbauten Flussbett entspricht.

Wenn trotzdem unterhalb von Wehren weithin sich erstreckende tiefe Auskolkungen der Flussohle auch noch unterhalb des stromabwärts gelegenen Endes der Deckwalzen entstehen, so ist das darauf zurückzuführen, dass infolge der Energie-Entziehung von der Oberfläche des Wasserstromes aus die Energieverteilung im Wasserstrom unterhalb der Deckwalzen eine andere ist als bei einer normalen Flusstrecke, bei der die Energie-Entziehung überwiegend durch die Reibung an der Flussohle von der Unterseite des Wasserstromes her erfolgt. Infolge der Energie-Entziehung durch die Reibung an der Flussohle liegen nämlich die kleinsten Wassergeschwindigkeiten im normalen ungestauten Strom, die hinter der mittleren Geschwindigkeit erheblich zurückbleiben, dicht über der Sohle. Die Angriffe des Wassers auf die Sohle sind daher nur gering, da nur die Sohlengeschwindigkeiten Auskolkungen hervorrufen. Ganz anders ist die Geschwindigkeitsverteilung stromabwärts von einer Deckwalze. Da die Energie-Entziehung durch die Deckwalzen diejenige durch die Sohlenreibung an Grösse weit übertrifft, befinden sich in einem durch eine Deckwalze beruhigten Wasserstrome die grössten Wassergeschwindigkeiten nicht in der Nähe der Oberfläche, sondern dicht über der Sohle. Die in diesem Falle die mittleren Geschwindigkeiten übertreffenden Sohlengeschwindigkeiten können selbst bei mittleren Geschwindigkeiten im ganzen Wasserstrom, die bei normalem Abfluss für die Sohle unschädlich sind, starke Sohlenangriffe hervorrufen. Die Befestigung des Flussbettes müsste, um diese Angriffe auf die Flussohle zu verhüten, demnach bis erheblich unterhalb des Endes der Deckwalzen so weit stromabwärts geführt werden, bis sich die normale Geschwindigkeitsverteilung im Wasserlauf wieder eingestellt hat. Da

[1]) Im Einverständnis mit dem auch in unseren Fachkreisen bestbekannten Verfasser bringen wir diesen seinen Beitrag zur „Festschrift zur Hundertjahrfeier der Techn. Hochschule Karlsruhe" hier zur Kenntnis unserer Leser, als einen interessanten Beitrag zur Lösung der Kolkfrage bei Stauwehren. Leider mussten wir ihn wegen Raummangel bis heute zurücklegen. Red.

[2]) Th. Rehbock: Betrachtungen über Abfluss, Stau und Walzenbildung bei fliessenden Gewässern. Berlin 1917. Julius Springer (S. 26 ff.) — [Vgl. ferner H. E. Gruner in „S. B. Z." vom 15 Nov. 1919. Red.]

[3]) Vgl. „S. B. Z.", Band 79, Seite 68 (vom 11. Febr. 1922) Red.