Zeitschrift: Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 7 (1914-1915)

Heft: 22-23

Artikel: Die Muotakorrektion : eine Entgegnung [Schluss]

Autor: Schaub, Otto

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920076

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: 26.07.2025

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

SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT

OFFIZIELLES ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN WASSERWIRTSCHAFTSVERBANDES

ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAUTECHNIK, WASSERKRAFTNUTZUNG, SCHIFFAHRT .·. ALLGEMEINES PUBLIKATIONSMITTEL DES NORDOSTSCHWEIZERISCHEN VERBANDES FÜR DIE SCHIFFAHRT RHEIN-BODENSEE

GEGRÜNDET VON DR O. WETTSTEIN UNTER MITWIRKUNG VON a. PROF. HILGARD IN ZÜRICH UND ING. GELPKE IN BASEL

Erscheint monatlich zweimal, je am 10. und 25.
Abonnementspreis Fr. 15.— jährlich, Fr. 7.50 halbjährlich
Deutschland Mk. 14.— und 7.—, Österreich Kr. 16.— und 8.—
Inserate 35 Cts. die 4 mal gespaltene Petitzeile
Erste und letzte Seite 50 Cts. ro Bei Wiederholungen Rabatt

Verantwortlich für die Redaktion: Ing. A. HÄRRY, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, in ZÜRICH
Telephon 9718 .·. .·. .·. Telegramm-Adresse: Wasserverband Zürich
Verlag und Druck der Genossenschaft „Züricher Post"
Administration in Zürich 1, Peterstrasse 10
Telephon 3201 .·. .·. Telegramm-Adresse: Wasserwirtschaft Zürich

№ 22/23 ZÜRICH, 10. September 1915 VII. Jahrgang

Inhaltsverzeichnis:

Die Muotakorrektion. Eine Entgegnung (Schluss). — Schiffbarmachung der Aare, Strecke Koblenz-Olten. — Wasserwirtschaft und Wasserbauten in der Schweiz im Jahre 1914. — Zum Problem der deutschen Rheinmündung. — Das Projekt eines Mailänder Handels- und Industriehafens. — Schweizer. Wasserwirtschaftsverband. — Schiffahrtsverbände. — Wasserkraftausnutzung. — Geschäftliche Mitteilungen. — Zeitschriftenschau. —

Die Muotakorrektion.

Eine Entgegnung.

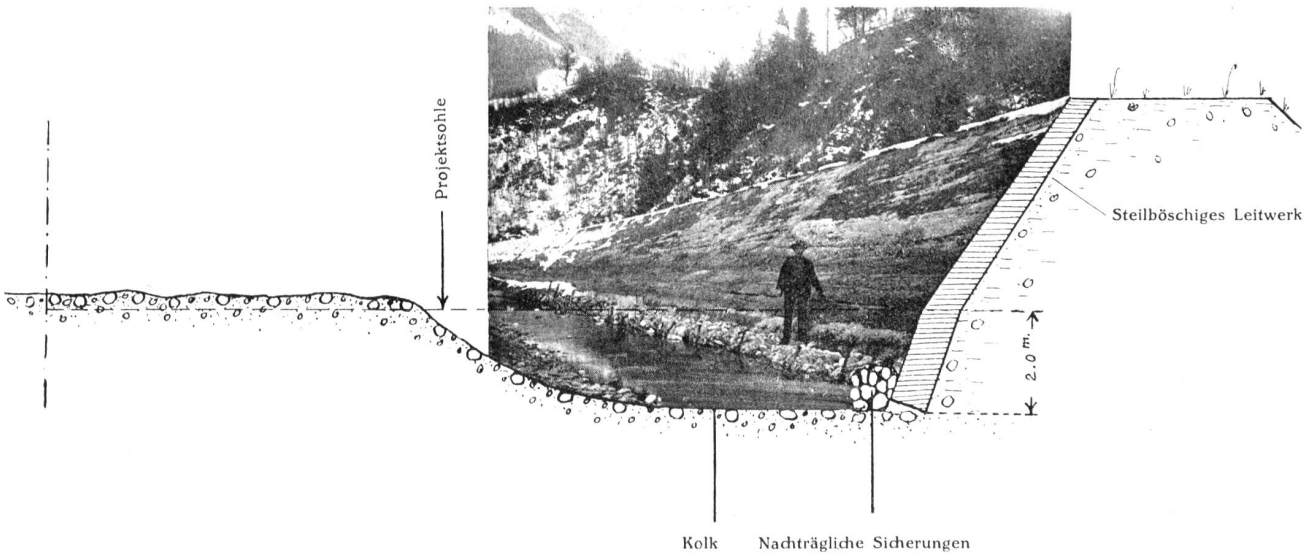
Von OTTO SCHAUB, Kantonsingenieur, Schwyz.

(Schluss.)

III. Kolkungen.

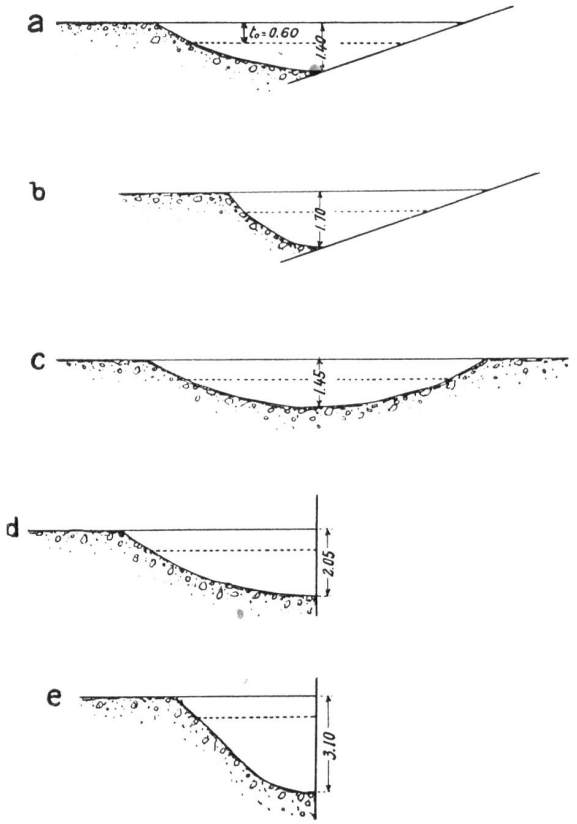
Eine öfters beobachtete Tatsache ist, dass flachliegende Ufermauern weniger Kolkungen unterworfen sind als Steilufer. An der Muota selbst ist dies mehrfach zu konstatieren. Es kann diese Tatsache teilweise in den vorangegangenen Ableitungen für flachliegende Leitwerke ihre Begründung finden. Zur weitern Begründung dieser Erscheinung sollen nachstehende Untersuchungen dienen. Anregung zur Vornahme näherer Untersuchungen gaben uns auffallende langgezogene Kolke längs steilen Leitwerken, welche sich trotz des Umstandes, dass die Geschiebezufuhr aus dem obern Sammelgebiet gegenwärtig noch eine abnormal grosse ist und sich diese später stark reduzieren dürfte, mit grosser Hartnäckigkeit festhalten (Abb. 8).

Vergleichende Berechnungen zwischen flachen und steilen Leitwerken ergeben folgende Resultate:



Die Muotakorrektion. (Eine Entgegnung.) Abb. 8.

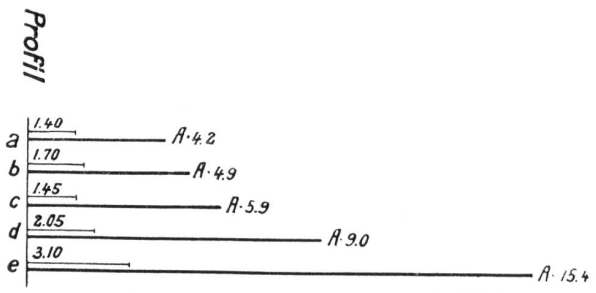
Abb. 6, a und b stellen die Querschnitte langgezogener Kolke längs einem flachen Leitwerk dar; unter gleichen Böschungsverhältnissen im anliegenden Geschiebebett sind d und e die Kolke längs einem



Die Muotakorrektion. (Eine Entgegnung.) Abb. 6.

steilböschigen Uferleitwerk. b und e seien gegenüber a und d stärker vorgeschrittene Kolkungen. c bedeutet eine Rinne mit gleichen Böschungsverhältnissen wie a und d innerhalb dem Flussbett, ohne Anlehnung an ein Uferleitwerk.

Für eine durchfliessende Wassermasse von zirka 30 m^3/sek. bestimmen sich die Wassertiefen und die Geschiebemassen, welche die Kolke bei J = 1,0 % und t_0 = 60 cm zu schleppen imstande sind, wie in Abb. 7 angegeben. Die graphisch dargestellten Zahlenwerte stellen die berechneten Werte $[U . (t_0 + 2 . a)]$ dar. $x . (1000 J)^2 = A$ ist in allen Beispielen konstant.



Die Muotakorrektion. (Eine Entgegnung.) Abb. 7.

Ein Kolk kann umso eher durch ein geschiebeführendes H. W. aufgefüllt und ausgeebnet werden, je kleiner seine Geschiebeschleppfähigkeit G bei gleichbleibender durchfliessender Wassermasse ist, anderseits wird er umso länger erhalten bleiben, je grösser bei gleichbleibender Wassermasse die Geschiebemasse ist, welche er zu transportieren vermag, ganz abgesehen davon, dass bei zunehmender Tiefe eines Kolkes auch schwereres Geschiebe bewegt werden kann.

Vertieft sich ein Kolk an einem flachen Leitwerk von a auf b, so wird seine Transportfähigkeit nur ganz unwesentlich erhöht, von A. 4,2 auf A. 4,9. Bei senkrechtem Ufer dagegen vermag der eintiefende Kolk seine Transportfähigkeit von A. 9,0 auf A. 15,4 zu erhöhen. Damit eine Wassermasse von 30 m^3/sek. einen Kolk nach Abb. e einzudecken vermag, muss sie mit einer zirka 3,14 mal grösseren Geschiebemasse beladen sein, als dies notwendig ist zur Eindeckung eines Kolkes nach Abb. b. Dieser ganz bedeutende Unterschied erklärt ohne weiteres die eingangs erwähnte Tatsache.

Weiter bietet die Berechnung das wertvolle Resultat, dass unter gleichen Verhältnissen eine Wassermenge Q in einer Rinne innerhalb des Flussbettes ohne Anlehnung an ein Leitwerk (Abb. c) eine grössere Geschiebemasse transportieren kann, die Rinne also besser bestehen kann als in Anlehnung an ein flachböschiges Ufer. Die Transportfähigkeiten verhalten sich wie 5,9 : 4,2. Diese bedeutende Differenz lässt erkennen, dass Kolke längs einem flachen Leitwerk ohne Bestand sind und sich solche günstiger im Flussgeschiebe zu halten vermögen. Ganz umgekehrt ist das Verhältnis bei Vergleichung der Abb. c und d. Der Kolk längs dem steilen Leitwerk vermag eine grössere Geschiebemasse zu schleppen als eine Rinne im Flussgeschiebe, und zwar ist das Verhältnis 5,9 : 9,0, die Kolke werden sich also vorzugsweise längs den Leitwerken ausbilden, umsomehr, als sie ihre Widerstandsfähigkeit gegen Ausebnung mit zunehmender Vertiefung noch erhöhen.

Man darf sich in gewissem Sinne so ausdrücken, dass die Steilufer die Kolkungen anziehen, die Flachufer sie abstossen.

Eine Berücksichtigung dieser Tatsachen bei Aufstellung eines Korrektionswerkes ist sehr notwendig, wenn man bedenkt, zu welch teuren Unterfangungs- und Sicherungsarbeiten die Kolkungen führen. Die Erkenntnis, dass ein flacher Böschungsfuss weniger zu Kolkungen Anlass gibt, hat auch dazu geführt, dass in einem Nachbarkanton Leitwerke mit stark verflachtem Fusse vorzugsweise zum Ausbau gelangen.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass das flachböschige Flussgerinne bei Gebirgsflüssen gegenüber dem steilböschigen eine Reihe ganz bedeutender Vorteile besitzt, welche in qualitativer Hinsicht ein Korrektionswerk in günstigster Weise beeinflussen können und welche auch auf die Kosten und den spätern Unterhalt derart einwirken, dass sie volle Aufmerksamkeit und Berücksichtigung verdienen. Eine

Heranziehung aller dem Ingenieur zur Verfügung stehenden Theorien und die Aufstellung weitgehender theoretischer Erwägungen ist aber gerade dann umso empfehlenswerter, wenn ein rascher Baubetrieb ein richtiges Erkennen und eine Anpassung des Werkes an den sich ändernden Flusscharakter ohnedies unmöglich machen.

B. Das Sporrensystem.

Zur Normalisierung des Flusses in seinem mittleren Teilgebiet (II. Sektion) brachte Herr Gubelmann den Ausbau eines Verbauungswerkes in Vorschlag, das eine Egalisierung des durch das Hochwasser 1910 verursachten verwilderten Laufes unter Rückdrängung des Flusses in sein ursprüngliches Bett, die Unterbindung weiterer Geschiebeablagerungen und die Vertiefung der Sohle bewirken sollte.

So sehr auch diese Absicht anerkannt und befürwortet werden kann, so wenig können wir uns befreunden mit dem Mittel zur Erreichung des genannten Zwecks, mit dem Sporrensystem.

Das Sporrensystem ist eine Korrektionsmassnahme, die nur im Flachland vorteilhaft zur Anwendung kommen kann, während es sich für die Gebirgsflussregulierung im allgemeinen nicht eignet. Diese Erfahrung ist durchaus keine neuzeitliche, so haben zum Beispiel seinerzeit die ungünstigen Resultate der Sporren (Buhnen) bei Gebirgsflussregulierungen den Wasserbauer Freiherr von Gumppenberg veranlasst, auf andere Korrektionsmethoden überzugehen, welchen Bestrebungen die nach ihm benannten Senkwalzen ihre Entstehung verdanken.

Während bei den mittelst Buhnen gesicherten Flachlandflüssen die Ufersicherung und die Verlandung der Buhnenfelder in vorzüglicher Weise vonstatten geht, bleiben diese Wirkungen bei Gebirgsflüssen aus. Dagegen treten eine Reihe ungünstiger Faktoren auf, unter anderm die fortwährende Zerstörung der Sporrenanlagen infolge Kolkbildungen, die Ungleichmässigkeit in der Ausbildung des Längenprofils des Flusses und die Tendenz zur Serpentinierung.

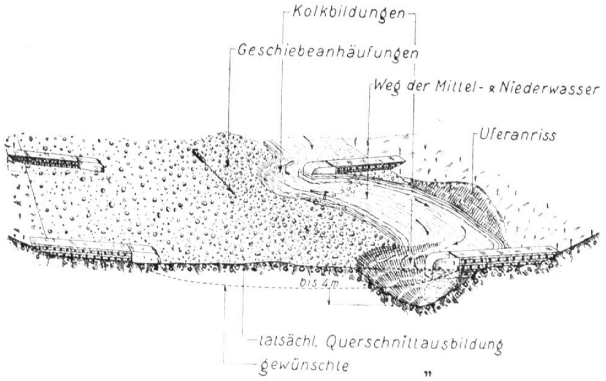
Es kann ganz allgemein der Grundsatz aufgestellt werden, dass mit der Zunahme des Flussgefälles, der transportierten Geschiebemasse und der Korngrösse des Geschiebes eines Flusslaufes das Sporrensystem als Korrektionsmassnahme an Zweckmässigkeit einbüsst.

Bei der Muota sind alle genannten ungünstigen Faktoren, nämlich ein sehr grosses Gefälle (10 bis 13 ‰), grosse Geschiebemassen und ein grosses Geschiebekorn vorhanden und es finden denn auch die Behauptungen betreffend Unzweckmässigkeit der Sporrenanlagen an diesem Flusse auf Grund der bisherigen Erfahrungen ihre volle Bestätigung. Die vermeintlichen Vorteile der armierten Betons als Baustoff für Sporren konnte nicht einmal auf die Unterhaltungskosten einen wesentlichen Einfluss ausüben, ganz abgesehen davon, dass der Charakter der Sporren in bezug auf die Flussbettbildung selbstverständlich damit nicht beeinflusst werden konnte.

Unser schon im Jahre 1913 an den hoh. Regierungsrat erstattete Gutachten, in dem die Nachteile und die Unzweckmässigkeit des Sporrensystems an der Muota hervorgeboben worden sind, findet eine völlige Bestätigung in dem kürzlich erschienenen Werk „Hydraulik" von P. Forchheimer, 1914.

Forchheimer schreibt, dass bei zu grossem Gefälle des Flusses die Wasserspiegeldifferenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Sporrenfeldern schädliche Werte annehmen könne. Dass dies bei der Muota zutrifft, erkennt man an zahlreichen Beispielen. Die Schädlichkeit macht sich dahin fühlbar, dass der ganze Höhenunterschied zweier aufeinanderfolgender Felder (50 bis 60 cm) auf eine verhältnismässig kurze Strecke zwischen den Köpfen des trennenden Sporrenpaares zum Ausgleich kommt, was einen Wassersturz mit Wirbelbildung bedingt, wodurch starke Kolkbildungen an den Sporrenköpfen entstehen.

Entstehen aber Kolke, so zieht sich das Nieder- und Mittelwasser vorzugsweise diesen Vertiefungen entlang. Das Wasser schlägt hiebei einen Weg ein, wie er in Abb. 9 veranschaulicht ist.



Die Muotakorrektion. (Eine Entgegnung.) Abb. 9.

Bei Mittelwasser findet fast der ganze Gefällsunterschied zweier Sporrenfelder seinen Ausgleich beim Sporren und zwar sind Höhenunterschiede von 30 bis 50 cm der Wasserspiegel unmittelbar oberhalb und unmittelbar unterhalb eines Sporrens häufig. Die Folge der bedeutenden Wasserspiegeldifferenz ist eine ganz beträchtliche Zunahme der Wassergeschwindigkeit,

7) $$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \text{bis } 3 \text{ m.}$$

Diese grosse Wassergeschwindigkeit führt zur Aufwühlung enorm tiefer Löcher entlang den Sporren und es können bei den Sporrenköpfen Kolke von 4 m Tiefe gemessen werden.

Weiter macht Forchheimer auf die starke Wirbelbildung und deren Schädlichkeit aufmerksam. Die Wirbel, welche eine stehende Achse besitzen, vermögen auf dem Grund eine saugende Wirkung auszuüben und tragen somit zur Austiefung der Kolke wesentlich bei.

Es lassen sich starke Wirbelbildungen bei jedem einzelnen Sporren verfolgen, besonders deutlich erkennbar in Abbildung 10. Dieses Bild lässt auch den unkorrekten Weg des Mittelwassers, den Wassersturz, beziehungsweise die grosse Geschwindigkeit des Wassers beim Sporrenkopf und die ungünstigen Einflüsse auf den Sporrenkörper erkennen.

Einen weitern Grund zur abschlägigen Beurteilung der Sporren bei Gebirgsflüssen erblickt Forchheimer in dem zu grossen Korn des Geschiebematerials, indem der Geschiebetrieb bei zunehmender Wassermenge im Flussquerschnitt durch ein Buhnenpaar in ungünstiger Weise zunehme, was ausgedrückt wird in der Formel

$$J \cdot t \cdot (J \cdot t - J_0 \cdot t_0); \quad J \cdot t = x \cdot J_0 \cdot t_0;$$

$$8) \qquad x^2 \cdot (x^2 - 1) \cdot (J_0 \cdot t_0)^2$$

wobei J und t das Gefälle und die Wassertiefe bei Hochwasser und J_0 und t_0 das Gefälle und die Wassertiefe bedeuten, bei denen das Geschiebe in Bewegung gerät. Steigert sich also bei Hochwasser $J_0 \cdot t_0$ auf $J \cdot t = x \cdot J_0 \cdot t_0$, so wächst der Geschiebetrieb proportional mit $x^2 \cdot (x^2 - 1) \cdot (J_0 \cdot t_0)^2$, also bei gleichem Steigerungsverhältnis x um so mehr, je grösser $J_0 \cdot t_0$, das heisst, je grösser das Geschiebekorn ist. Der nachteilige Einfluss der durch die Sporren veranlassten Zusammendrängung der Stromfäden auf die regelmässige Sohlenausbildung bei ansteigendem Wasserstand ist also bei grobem Schotter erheblicher als bei feinem Geschiebe.

Ausser dem groben Geschiebe vermag auch eine zu grosse Geschiebemasse auf die Flußschlauchbildung nachteilig einzuwirken, nämlich dadurch, dass die Hochwasser im Moment ihrer Abnahme die mitgeschleppten Geschiebemassen in den Sporrenfeldern infolge ihrer Ausbreitung nicht mehr weiterzuschleppen vermögen, was zu Ablagerungen beziehungsweise Anhäufungen führt. Dadurch erfahren die Mittel- und Niederwasser eine seitliche Verdrängung, wie dies in Abbildung 9 dargestellt und auch in Abbildung 10 ersichtlich ist. Infolge des grossen Gefälles und der hieraus resultierenden grossen Wassergeschwindigkeit, welche wiederum grosse Kräftewirkungen und Wirbelbildungen auszulösen vermag, sind sodann auch schon die Mittelwasser bei ihrer ungünstigen Wegleitung imstande, auf die Sporren zerstörend einzuwirken und die mächtigen Kolke offen zu halten, beziehungsweise zu vergrössern.

Die ungleichmässigen lokalen Sohlenvertiefungen vor und neben den Sporrenköpfen können aber unmöglich zur Verbesserung des Flußschlauches dienen und dessen regelmässige Austiefung und regelmässige Gestaltung des Längenprofils veranlassen, ganz abgesehen davon, dass die unter der Wirkung des Wassers leidenden Sporren ausserordentlich hohe Unterhaltskosten verursachen. Sobald nämlich die Köpfe nach vorn einsinken, durch-

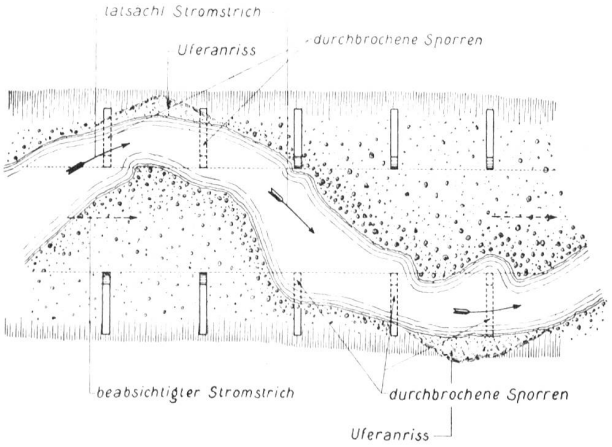
Die Muotakorrektion. (Eine Entgegnung.) Abb. 10.

Die Muotakorrektion. (Eine Entgegnung.) Abb. 11.

bricht das Wasser den Sporrenkörper, was zur sofortigen Zerstörung desselben führt. (Siehe Abbildungen 10 und 11.)

Der Rinne entlang den Sporren vermögen auch mittlere Hochwasser zu folgen und entgegen dem Zwecke der Anlage, der Ausbildung eines zwischen den Sporrenköpfen gleichmässig vertieften Flussgerinnes, sind die Sporren dazu geeignet, das Wasser gegen ein Ufer zu ziehen. Schliesslich hat man den Stromstrich da, wo man ihn nicht haben wollte, am zu sichernden Ufer.

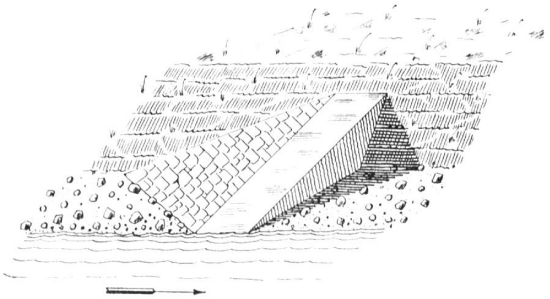
Berücksichtigt man ferner, dass sich das Bild, wie es Abbildung 9 zeigt, das eine Mal auf dem linken, das andere Mal auf dem rechten Ufer wiederholt, so erkennt man die Serpentinenbildung, der man mit der Korrektionsanlage gerade begegnen wollte. Abbildung 12 soll dies näher veranschaulichen. Sollen



Die Muotakorrektion. (Eine Entgegnung.) Abb. 12.

unter solchen Verhältnissen später definitive Parallelwerke ausgebaut werden, so finden sich viel ungünstigere Verhältnisse vor, als vor Beginn der Arbeiten.

Es wäre denkbar, dass die zu offensiv wirkenden Sporren etwas weniger nachteilige Wirkungen auszulösen vermöchten, wenn ihr Kopf bis in die Flusssohle versenkt wäre und der Sporrenkörper von diesem aus gegen die Wurzel ansteigen würde, wenn ihnen eine schiefe Ebene zur Verhinderung des Aufprallens des Wassers und besserer Wegleitung vorgelagert werden könnte gemäss Abb. 13, oder wenn



Die Muotakorrektion. (Eine Entgegnung.) Abb. 13.

eine Verbindung der Sporrenköpfe mittelst eines Steinwurfes oder einer Senkwalze (Drahtnetzwalze) hergestellt würde, so dass die Mittelwasser nicht mehr bis an die Sporrenwurzel gedrängt werden könnten und ihren Lauf in der eigentlichen Flussrinne suchen müssten.

Diese Vorschläge bedeuten aber in gewissem Sinne einen Übergang zum Paralleluferschutz. Dieser ist es, welcher für die II. Sektion zum Ausbau hätte kommen sollen.

Dammschüttungen mit flachen Rasenböschungen und mit beweglichen Fussicherungen (Steinwurf oder Drahtnetzwalzen etc.), welche den eintretenden Sohlensenkungen folgen können, hätten keine höhern Erstellungskosten beansprucht als die Sporren. Zudem vermögen diese Leitwerke mit zunehmender Eintiefung der Sohle von selbst dem angrenzenden Lande eine grössere Sicherheit gegen Ueberschwemmung zu geben und können nach vollendeter Eintiefung leicht mit einem definitiven Schutz versehen werden. Da das Wasser parallel den Böschungen streicht, sind diese nur geringen Zerstörungskräften ausgesetzt im Gegensatze zu den vorspringenden Sporren.

Endlich ist noch zu berücksichtigen, dass bei einem solchen Ausbau das gesamte Korrektionswerk einen einheitlichen Charakter erhalten hätte, während heute in drei getrennten Strecken zwei grundverschiedene Korrektionsweisen sich ablösen.

Zur Illustration der Art und Weise der Verwendung des zur Verfügung gestandenen Baukredites soll noch eine Korrektionsbaute kurz Erwähnung finden. Es ist das der Geschiebesammler in der Balm, im obern Laufe der Muota, welcher der Zurückhaltung der Geschiebe dienen soll. (Vergl. die Abbildungen 3 bis 7 auf Seite 83 bis 87.)

In bezug auf die Geschiebefuhr schreibt Herr Gubelmann auf Seite 69 und 70 selbst, dass als Hauptquelle ausschliesslich die Starzlen, ein Nebenfluss der Muota, in Betracht komme, während im Oberlauf der Muota keine abnorme Geschiebeführung bestehe. Diese Äusserung steht im Gegensatze zu den getroffenen Anordnungen. Statt in erster Linie die mächtige Geschiebequelle, die Starzlen zu regulieren, damit die im Muotalaufe zu erstellenden Leitwerke weitmöglichst der infolge der Geschiebeunterbindung verursachten Änderung des Flusscharakters hätten angepasst werden können, beschleunigte man den Ausbau der oben erwähnten teuren, aber ganz bedeutungslosen Anlage.

Die Korrektionsarbeiten an der Muota mussten nunmehr infolge Erschöpfung des Baukredites von Fr. 2,600,000.— sistiert werden. An der Verbauung der Starzlen, für welche allein in obiger Summe ein Posten von Fr. 400,000.— enthalten war, ist heute, abgesehen von einer unbedeutenden Anlage, noch nichts getan worden.

Sieht man davon ab, dass die nachträgliche Starzlenverbauung auf die zu rasch erstellten teuren steilböschigen Leitwerke namentlich der I. Sektion

infolge Geschiebereduktion und der damit bedingten Sohlensenkungen schädigend einzuwirken vermag, so ist doch eine Verbauung der grossen Geschiebequelle mit Rücksicht auf die Verhältnisse in der II. und III. Sektion sehr wünschenswert und könnte mit dieser Verbauung ein immer störender Faktor beseitigt werden.

Heute, nach Erschöpfung des Baukredites kann aber an eine richtige Verbauung der Starzlen nicht mehr gedacht werden, indem die Beschaffung eines Kredites in der ursprünglichen Höhe absolut unmöglich ist. Der von Herrn Gubelmann auf Seite 67 ausgesprochene Gedanke, dass heute noch verschiedene Flusspartien zu verbauen seien, für welche weitere Kredite nachgesucht werden müssen, lässt sich nicht so leicht verwirklichen. Wir stehen also vor der Tatsache, dass integrierende Bestandteile der Gesamtkorrektion überhaupt nicht mehr ausgeführt werden können, während Nebensächlichkeiten ausgebaut sind.

Zusammenfassend können wir uns dahin aussprechen, dass die Muotakorrektion in technischer wie organisatorischer Hinsicht keine einwandfreie Lösung darstellt. Herr Gubelmann dürfte sich im Irrtum befinden, wenn er auf Seite 67 bemerkt, dass im allgemeinen für den Zusammenschluss der noch nicht durchwegs ausgeführten Bauwerke wesentliche Neuerungen sich nicht mehr ergeben werden.

Schiffbarmachung der Aare, Strecke Koblenz-Olten.

Technischer Bericht.

Im Auftrag des Schweiz. Studiensyndikats für die Schiffahrtsstrasse Rhone-Rhein verfasst von der Firma LOCHER & Co. in Zürich.

A. Allgemeine Verhältnisse.

Flussverhältnisse.

Auf der Strecke Koblenz-Olten hat die Aare zwei bedeutende Zuflüsse, nämlich die Reuss und die Limmat, welche sich beide westlich Turgi rechtsseitig in dieselbe ergiessen. Alle andern sind Bäche von untergeordneter Bedeutung. Demnach teilt sich diese Flusstrecke in bezug auf die Wassermenge in zwei Hauptstrecken; nämlich die Strecke Olten-Turgi mit Wassermengen von $Q = 80—1135$ m³/sek. und die Strecke Turgi-Koblenz mit $Q = 110—3000$ m³/sek.

Auf der ganzen Strecke ist die Aare ziemlich stark Geschiebe führend und bildet zahlreiche Kiesbänke.

Die Aarestrecke Olten-Koblenz hat eine Länge von 53,8 km und ein totales W. Sp.-Gefälle von 77,30 m. Dies ergibt ein mittleres relatives W. Sp.-Gefälle von $J = \frac{77{,}30}{53800} = 1{,}44\,‰$, welches der Fluss ziemlich regelmässig einhält. Einzig oberhalb Brugg bei der Eisenbahnbrücke der Bötzberglinie weist eine kurze Flusstrecke von einigen hundert Metern ein maximales W. Sp.-Gefälle von zirka 3,2 ‰ auf. Dieses grosse mittlere W. Sp.-Gefälle von 1,44 ‰ hat für die Schiffahrt die sehr unangenehme Folge verhältnismässig grosser Wassergeschwindigkeiten, nämlich von $v = 0{,}80$ bis zu 3,50 m¹/sek. Andererseits hat das grosse Gefälle bereits zur Anlage mehrerer Kraftwerke geführt und eine Anzahl weiterer sind projektiert, so dass in Zukunft nur noch wenige Kilometer dieser Flusstrecke unausgenützt bleiben werden. Bestehende Werke sind: Olten-Gösgen (im Bau), Aarau, die Fabrikanlagen der Jura-Cement-Fabriken Aarau und Wildegg, die Beznau; projektierte und konzessionierte Kraftanlagen sind die Kraftwerke Rupperswil, Wildegg-Brugg und Gippingen. In unserem Projekte schlagen wir nebst den erwähnten Werken noch eine Kraftanlage Aarau-Biberstein an Stelle der jetzigen unrationellen und für die Schiffahrt untauglichen Anlage der Jura-Cement-Fabrik Aarau vor. Es ist als ziemlich sicher anzunehmen, dass diese Werke bereits erstellt sein werden vor der Verwirklichung der Grosschiffahrt, mit alleiniger Ausnahme vielleicht des Kraftwerkes Aarau-Biberstein. Durch den ständigen Konsum dieser Werke von zirka 100—400 m³/sek. Wasser wird die Aare bei kleineren Wasserständen nahezu trocken gelegt und die Schiffahrt würde während zirka fünf Monaten auf dem grössten Teil der Strecke verunmöglicht. Dafür stehen alle die Werkkanäle mit mehr als genügend Fahrbreite und Fahrtiefe der Schiffahrt ohne weiteres zur Verfügung; nur die Gefällsstufen bei den Maschinenhäusern sind auf Kosten der Schiffahrt jeweilen durch eingebaute Hubschleusen zu überwinden und die Stauwehre durch Schutzschleusen zu umgehen.

Wahl des Fahrweges.

Alle diese dargelegten Verhältnisse weisen zwingend auf die in unserem Projekt vorgesehene prinzipielle Lösung hin, nämlich: Möglichste Vermeidung der ungestauten Flusstrecken und Verlegung der Schiffahrt in die Werkkanäle mit Konzentrierung der Gefälle in die Stufen der Werke. Nach diesem Prinzip liegen nun laut unserem Projekt bei N. W. von total 50,0 km Fahrweglänge

in den Werkkanälen	30,2 km	oder 60 %
im gestauten Flusslauf . . .	16,4 „	„ 33 %
und in der ungestauten Aare bloss noch	3,4 „	„ 7 %

der Fahrweglänge. Von dem totalen Gefälle von 77,30 m sind nur 11,60 m, das heisst 13 % im natürlichen Wasserlauf des Flusses und der Kanäle zu überwinden, währenddem 65,70 m oder 87 % mittelst Hubschleusen in neun verschiedenen Stufen direkt überwunden wurden. Die Verlegung der Schiffahrt in die Werkkanäle bietet für dieselbe gewaltige Vorteile, indem einerseits die Sicherheit des Betriebes