Kolkungen und Sicherheitsarbeiten am Stauwehr Augst-Wyhlen

Autor(en): **Fröhlich, R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 26

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-40143

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: Kolkungen und Sicherungsarbeiten am Stauwehr Augst-Wyhlen. — Die Fahrleitungen der Sihltalbahn und der Uetlibergbahn. — Bedeutung technischer Neuerungen und ihres Rechtschutzes für die schweizer. Wirtschaft. — Wettbewerb für eine Turnhalle und ein Verwaltungs-Gebäude in Ennetbaden. — Miscellanea: Schweizerischer Technikerverband. Schweizerisches Starkstrom-Inspektorat. Die Erwärmung und Abkühlung einfacher, geometrischer Körper. Einführung der modernen Betriebsorganisation in der Schweiz. Verminderung der Schlüpfrigkeit von Gehwegen aus Beton ohne weitere Abdeckschicht. Die Sektion Ostschweiz des Schweizer. Rhone-Rhein-Schiffahrtverbandes. — Konkurrenzen: Saalanbau zum Volkshaus am Helvetiaplatz in Zürich. Neubau für die orthopädische Anstalt in Lausanne. Wettbewerb für den Bahnhof Genf-Cornavin der S. B. B. — Nekrologie: Giovanni Rusca. Fr. Wehrli. — Literatur. — Eidgen. Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft Ehemaliger Studierender der E. T. H. S. T. S. Inhaltverzeichnis zu Band 85.

Band 85. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. **Nr. 26**

Kolkungen und Sicherungsarbeiten am Stauwehr Augst-Wyhlen.

Von Ing. E. FRÖHLICH, Basel.

Am Stauwehr Augst-Wyhlen, das im Jahrgang 1913 der „Schweizer Bauzeitung“ eingehend beschrieben ist, sind in den ersten Betriebsjahren namhafte Kolke entstanden. Im Oberwasser wurde zwar lediglich der über dem Fels (Hauptmuschelkalk) liegende Kies abgeschwemmt, die Felsoberfläche selbst aber nicht angegriffen. Im Unterwasser dagegen vermochte der Fels der Gewalt des Wassers nicht Stand zu halten. Es hat sich hier ein grosser Kolk gebildet, dessen Ausdehnung aus dem Flussquerschnitt der Abbildungen 1 und 2 auf Seiten 332 und 333 (senkrecht breit schraffierte Fläche) und aus den Wehrquerschnitten der Abbildungen 3 und 4 deutlich ersichtlich ist. Die Kolktiefe ist hinter den Landöfnungen am kleinsten und hinter den Mittelöffnungen am grössten. Diese Erscheinung hängt offenbar zusammen mit der Querschnittsausbildung der Wehrschwelle, d. h. mit den Höhenunterschieden zwischen Wehrkrone und Sturzboden, die ebenfalls von den Landöffnungen gegen die Wehrmitte zunehmen. Hinter den Landöffnungen reichen die Kolke 1 bis 2 m, hinter den Mittelöffnungen 7 bis 8 m tief unter die ursprüngliche Felsoberfläche hinab. Dabei ist zu bemerken, dass in den landwärtigen Oeffnungen 1 bis 3 und 7 bis 10 der mit Granitquadern abgedeckte Sturzboden in der Höhenlage an die ursprüngliche Felsoberfläche anschloss, in den Mittelöffnungen 4 bis 6 dagegen 2 bis 3 m unter der Felsoberfläche lag, sodass der Kolk hinter diesen Mittelöffnungen noch rund 5 m unter die Oberkante des Sturzbodens reicht. Die alljährlich bei Niederwasser vorgenommenen Lotungen haben gezeigt, dass die Kolkungen in der Hauptsache schon im Laufe des ersten Betriebsjahres (1913) entstanden sind, im zweiten und dritten Betriebsjahr sich noch um weniges vertieft haben und dann bis zum Beginn der nachstehend beschriebenen Sohlensicherungsarbeiten annähernd gleich geblieben sind. Selbst das ausserordentliche Hochwasser vom Dezember 1918 mit einem Wasserstand von 4,73 m am Basler Pegel vermochte die Flussohle nicht mehr wesentlich zu verändern.

Da hinter den Wehröffnungen 2 und 3 die Kolke schon frühzeitig bis auf die Schneide der untern Schwellencaissons, in den Schwellen 4 und 5 sogar noch 1 bis 2 m tiefer hinabreichten, musste in Aussicht genommen werden, den Fuss des Wehres in geeigneter Weise zu schützen. Der Ausbruch des Krieges verzögerte indessen die Ausführung. Erst im Frühjahr 1916 wurde zur Erlangung von Projekten und Uebernahmsofferten eine beschränkte Konkurrenz in die Wege geleitet, die im Prinzip folgende drei Ausführungsvorschläge zeitigte:

1. Verlängerung des bestehenden Sturzbodens durch Einbau eines mehr oder weniger langen Mauerwerkskörpers (Abbildungen 5 bis 8 auf den folgenden Seiten, Typen A und B).

2. Einbau einer Sperre, entweder in die Dammbalkennuten der Wehrpfeiler eingespannt, oder aber auf einem selbständigen Fundament an das Wehr angeschlossen (Abbildungen 5 bis 8, Typen C und D).

3. Aenderung des Wehrquerschnittes durch Aufmauerung des Sturzbodens bis auf die Höhe der Wehrkrone (Abb. 5 bis 8, Typ E), eine Arbeit, die im Schutze der Dammbalken gänzlich im Trockenen hätte ausgeführt werden können.

Auf Anregung von Ingenieur E. Gutzwiller, Direktor der mit in Konkurrenz gezogenen Firma Buss A.-G. in Basel, entschloss sich die Bauherrschaft, die Wirkung der verschiedenen Vorschläge auf die Abflussverhältnisse und die Kolkbildung durch Modellversuche zu prüfen. Leider besass aber damals und besitzt auch heute die Schweiz ein eigenes Flussbaulaboratorium noch nicht. Durch das Entgegenkommen des damaligen Direktors des Gas- und Wasserwerks Basel und Schöpfers des Kraftwerks Augst,

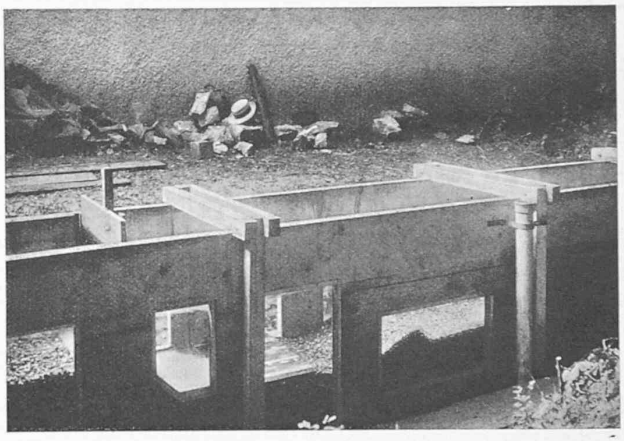


Abb. 9. Behelfs-Versuchsgerinne mit seitlichen Fenstern zur Untersuchung von Wehrmodellen im Masstab 1 : 25.

Dr. Paul Miescher, wurde es möglich, wenigstens behelfsmässig eine Anzahl Versuche im städtischen Grundwasserpumpwerk in den Langen Erlen zur Ausführung zu bringen. An dem dortigen Wassermesskanal wurde der in obiger Abb. 9 dargestellte 5,0 m lange, 0,74 m breite und 1,20 m hohe, seitlich mit Glasfenstern versehene Holzkasten angeschlossen, der gestattete, das Modell einer Wehröffnung im Masstab 1 : 25 einzubauen. Ein Gemisch von Kiessand mit 50 % Körnern von 16 bis 8 mm, 30 % von 8 bis 4 mm und 20 % unter 4 mm Durchmesser bildete den Flussgrund. Wie am Wehr wurde auch im Modell der Oberwasserspiegel auf konstanter Höhe gehalten, während Unterwasserspiegel, Gefälle und Abflussmenge varierten. Die Wassertiefe über der Wehrkrone betrug im Oberwasser etwa 36 cm, das Gefälle 10 bis 24 cm, die Schützenöffnung 4, 8, 12 und 16 cm und die Durchflussmenge bis 173 l/sek. Die Versuchsergebnisse mit dem Modell der Wehrschwelle 5, soweit sie sich durch Messung und Zeichnung festhalten liessen, sind in den Abbildungen 5 bis 7, oberste Reihe, dargestellt und können wie folgt zusammengefasst werden:

A. Im allgemeinen, unabhängig von der Wehrform.
(Vergleiche die nebeneinander angeordneten Kolkbilder bei gleicher Wehrform, aber verschiedener Höhe der Schützenöffnung und entsprechend verschiedenen Durchflussmengen.)

1. Erhebliche Kolkungen stellten sich nur ein im Unterwasser, im Oberwasser dagegen nicht.

2. Bei konstanten äussern Verhältnissen hörte die Kolkbildung auf, nachdem der Kolk eine bestimmte Grösse erreicht hatte.

3. Die Kolkungen waren um so grösser, je höher die Schütze gehoben wurde, je grösser also die Ausflussmenge in der Zeiteinheit war.

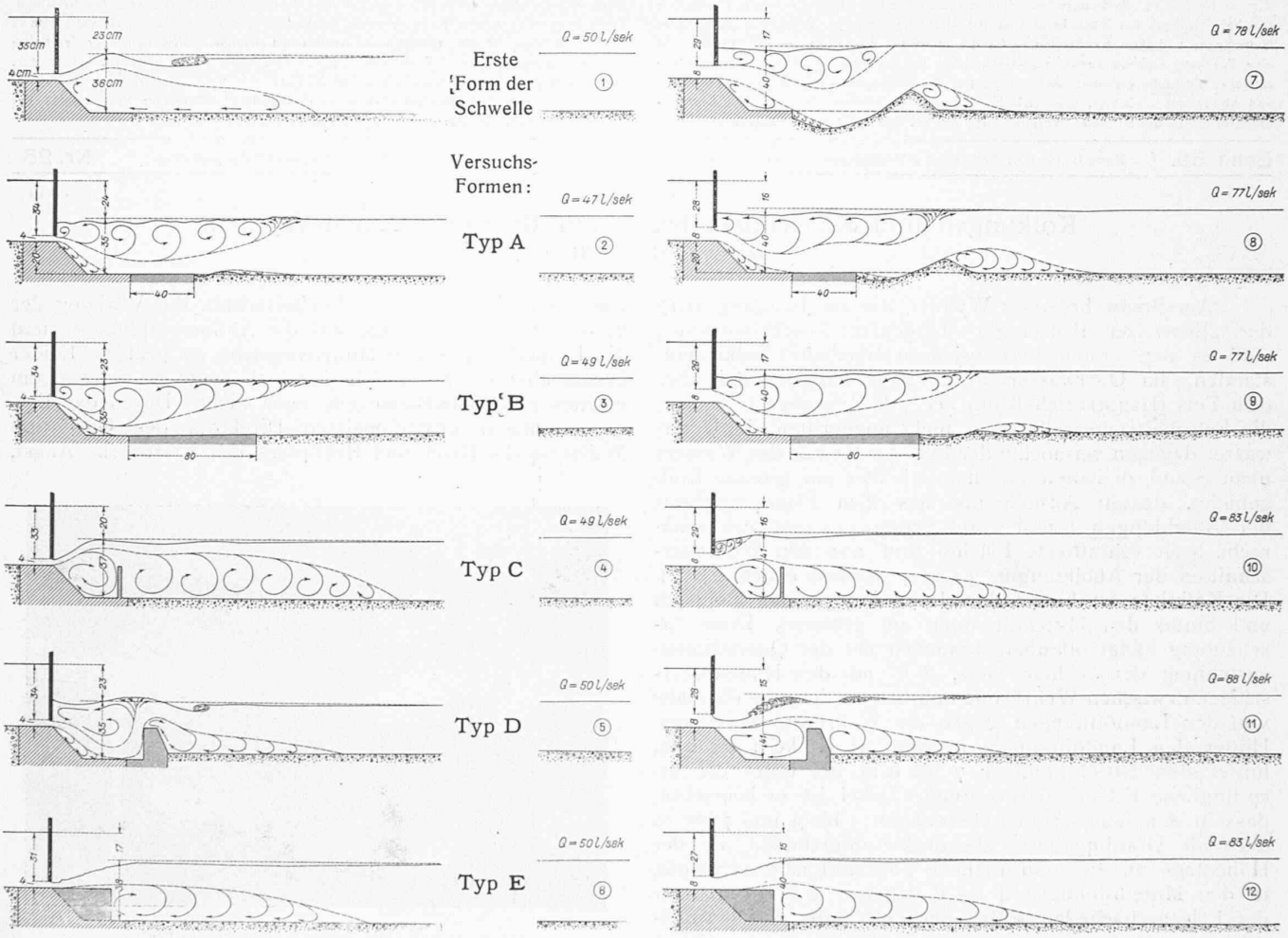


Abb. 5. Versuche Nr. 1 bis 6 mit 4 cm Schützenöffnung.

Abb. 6. Versuche Nr. 7 bis 12 mit 8 cm Schützenöffnung.

B. *Im besonderen, je nach der Wehrform.*
(Vergleiche die untereinander angeordneten Kolkbilder verschiedener Wehrformen, Typen A bis E, bei jeweils konstanter Schützenöffnung.)

1. Die Grösse des Kolkes nahm mit zunehmender Länge des Sturzbodens ab.

2. Der Einbau einer Sperre verminderte in erheblichem Masse die Kolkbildung.

3. Die Aenderung der Wehrform durch Heben des Sturzbodens bis auf die Höhe der Wehrkrone (Verbreiterung der Wehrkrone) verminderte die Kolkbildung ebenfalls in erheblicher Weise.

Die Einbauten der Sperren einerseits und der verbreiterten Wehrkrone anderseits ergaben hinsichtlich der kolkverhindernden Wirkung ähnlich gute Resultate. Bei den Versuchen mit Sperre trat in allen untersuchten Fällen, mit Ausnahme des Versuches 5 (bei dem sich eine Deckwalze bildete), in dem durch Wehrrücken, Sturzboden und Sperre gebildeten Becken eine Grundwalze auf. Diese bewirkte, ähnlich wie die verbreiterte Wehrkrone, dass der Ausflusstrahl nicht wie bei der bisherigen Wehrform direkt am Wehrfuss, sondern erst viel weiter flussabwärts auf den Flussgrund aufschlug, wodurch die Kolkbildung vermindert und, wo sie noch auftrat, soweit flussabwärts verschoben wurde, dass der Wehrfuss gänzlich ausserhalb der Gefahrzone lag. Nachteilig erschien bei den Typen mit Sperren und mit verbreiterter Wehrkrone der Umstand, dass der Ausflusstrahl bis weit unterhalb des Wehres hohe Wellen aufwarf, eine Erscheinung, die sich an den Seitenwänden

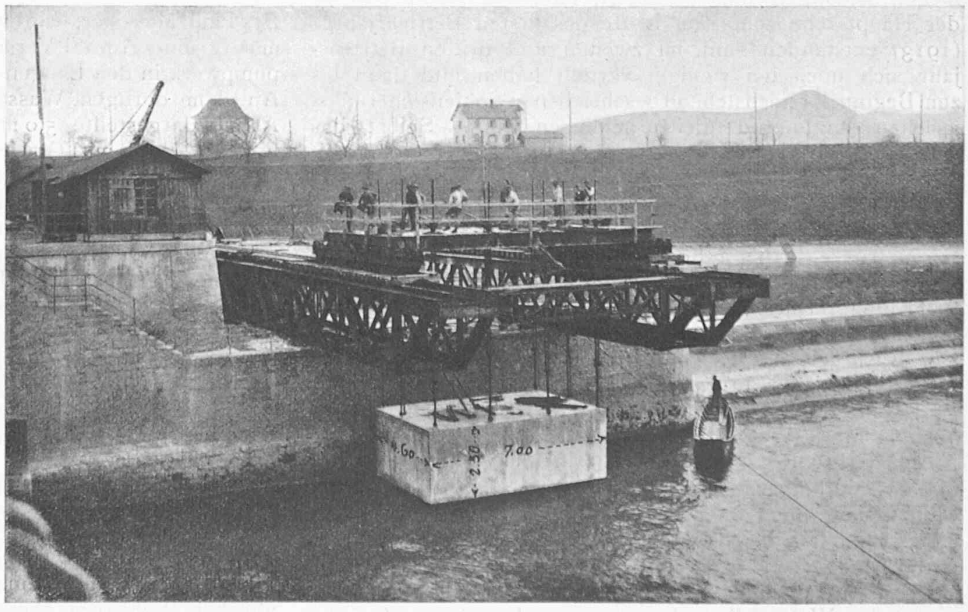


Abb. 10. Ablassen des Eisenbeton-Hohlblocks Nr. 8 (20. März 1920).

Modell-Versuche im Masstab 1 : 25

mit ursprünglicher Schwellenform (oberste Horizontalreihe) und Verstärkungstypen A bis E (untere Horizontalreihen). Masstab der Zeichnung 1 : 40 (= 1 : 1000 der Wirklichkeit).

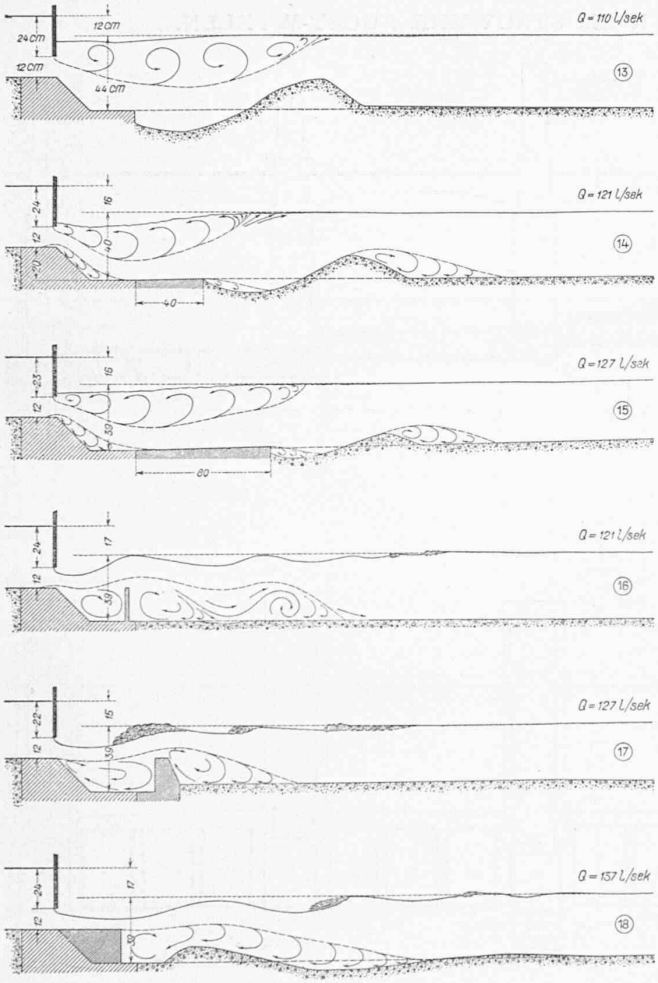


Abb. 7. Versuche Nr. 13 bis 18 mit 12 cm Schützenöffnung.

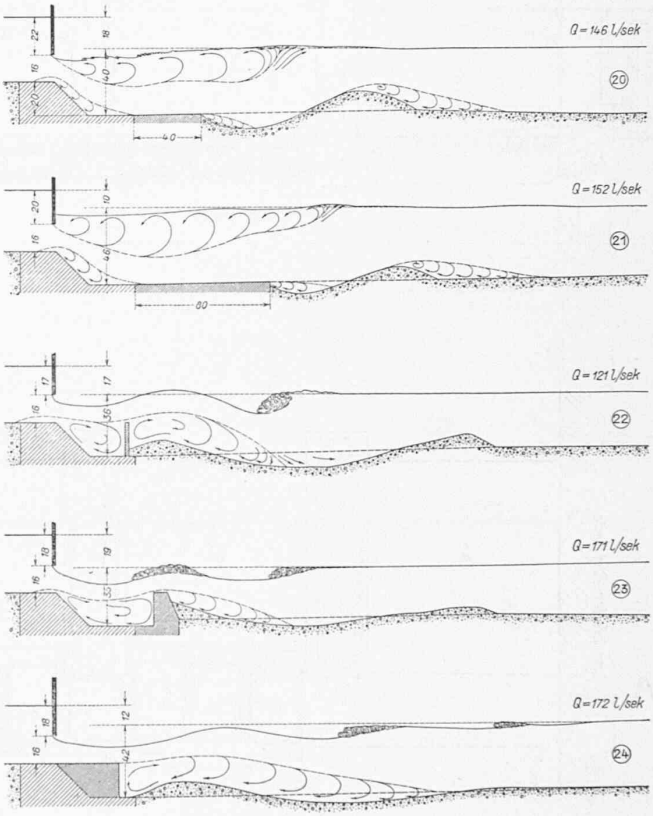


Abb. 8. Versuche Nr. 20 bis 24 mit 18 cm Schützenöffnung.

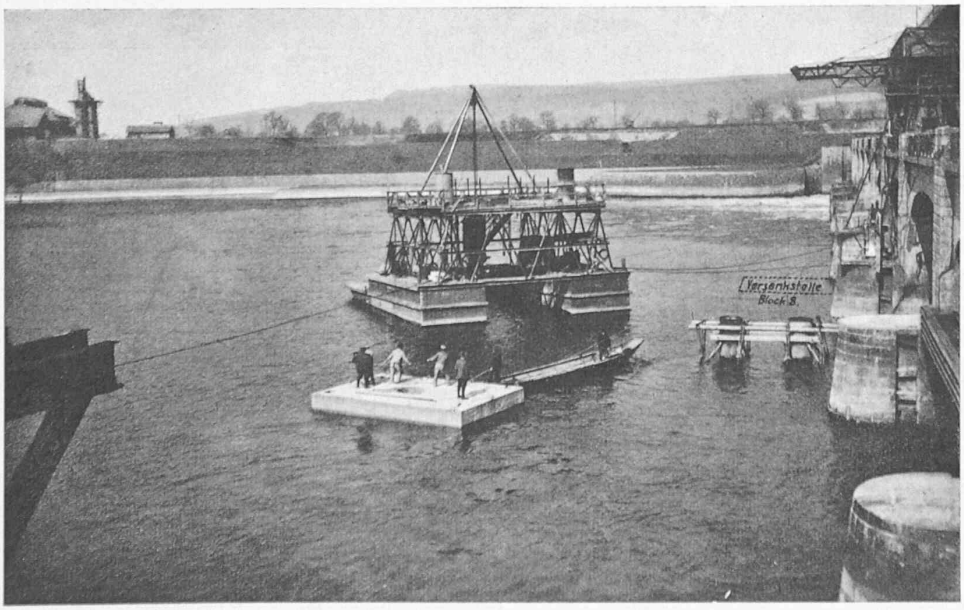


Abb. 11. Einfahren des Hohlblocks Nr. 8 (am 20. März 1920), Blick gegen das badische Ufer.

des Versuchskanals nicht auswirken konnte, in Wirklichkeit aber wahrscheinlich zu vermehrtem Uferunterhalt und insbesondere für die Schiffe zu einer Erschwerung der Einfahrt in die unterhalb des Wehres in den Rhein ausmündenden Ablaufkanäle geführt haben würde. Zudem vermochten diese Vorschläge deshalb nicht voll zu befriedigen, weil in den Formen C und D die Sperren offenbar einem starken Verschleiss ausgesetzt wären und im Typ C mit Sperre in der Dammbalkennut, sowie im Typ E mit verbreiterter Wehrkrone die bereits freigelegten Fundamente des Wehrfusses ungeschützt blieben. Wollte man den Wehrfuss decken, so kamen zur Ausführung nur noch die Typen für eine Verlängerung des Sturzbodens in Betracht, wobei die Bauweise und das Mass der Verlängerung noch zu bestimmen waren.

Inzwischen hatte das Schweizerische Departement des Innern, veranlasst durch das Gesuch der Kraftwerke Augst-Wyhlen um Zulassung einer zeitweiligen Erhöhung des Staues am Wehr um 0,5 m, die seither verstorbenen Ingenieure Prof Dr. Conrad Zschokke und Prof. G. Narutowicz mit der Prüfung der Fundations- und Standsicherheitsverhältnisse des Wehres beauftragt. Diese beiden Experten schlugen vor, hinter den durch die Kolkungen freigelegten Fundamenten der Wehrschwellen 2 bis 6 den Sturzboden um das Mass von 7,5 m zu verlängern durch Einbringen grosser Betonblöcke von 7,00 m Länge, 4,60 m Breite und 2,50 m Höhe, die als Hohlkörper am Lande gebaut, nach Erhärtung schwimmend an die Verwendungsstelle verbracht, dort auf

KOLKUNGEN UND SICHERUNGSARBEITEN AM STAUWEHR AUGST-WYHLEN.

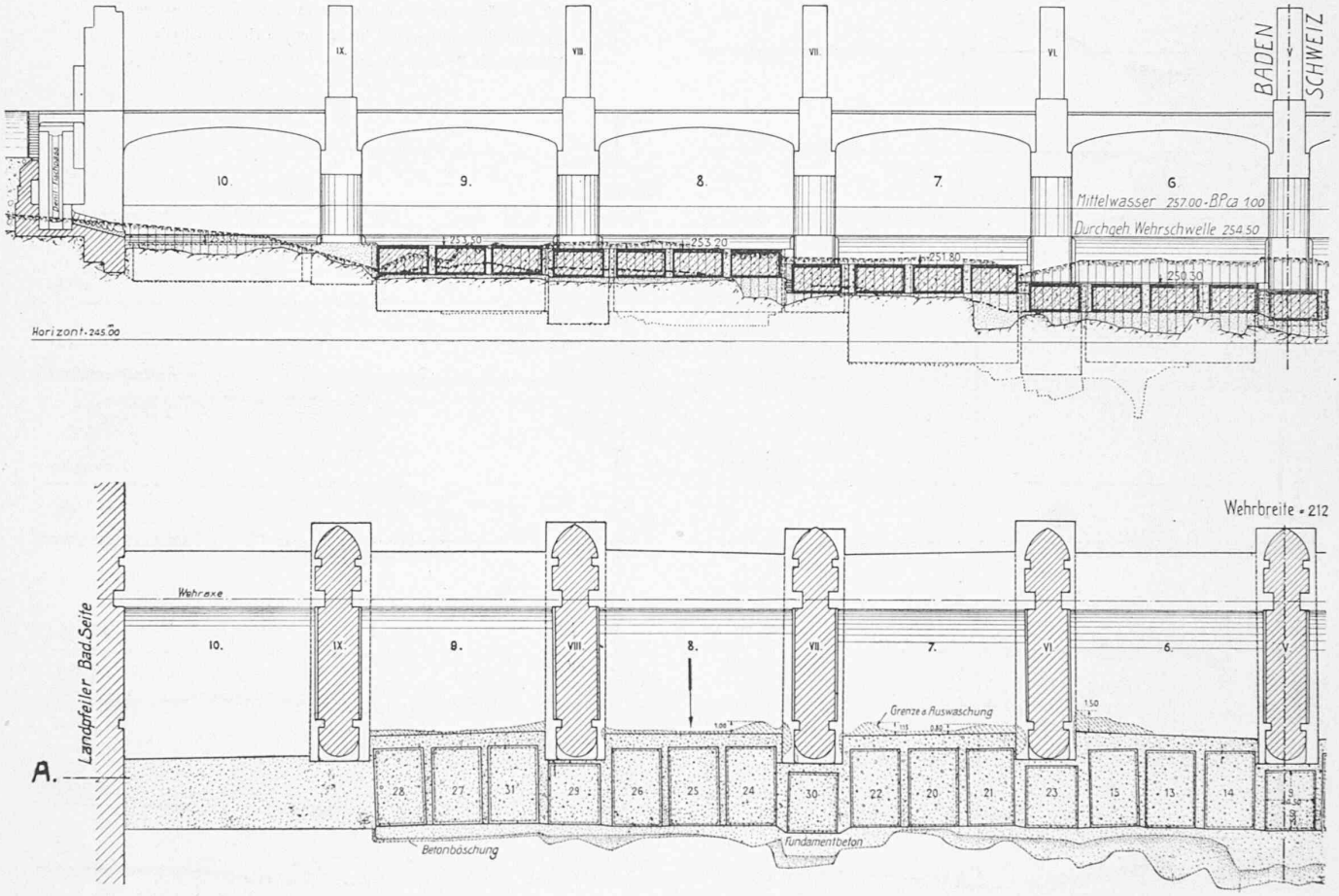


Abb. 1. Grund- und Aufriss (flussaufwärts betrachtet) der badischen Wehrhälfte mit den Kolken und Sicherungen. — Masstab 1 : 600.

ein mit Hülfe der Taucherglocke hergestelltes Betonfundament abgesenkt, unter der Taucherglocke mit Beton ausgefüllt und durch Ausbetonieren der Fugen zwischen den einzelnen Blöcken zu einem zusammenhängenden Betonkörper verbunden werden sollten.

Dieser Vorschlag kam dann nach Beendigung des Krieges zur Ausführung, in Akkord durch die Unternehmung A.-G. Conrad Zschokke in Genf (vergl. Abb. 10 u. 11).

Man verhehlte sich nicht, dass mit der Verlängerung des Sturzbodens voraussichtlich auch die Kolkungen etwas weiter flussabwärts fortschreiten werden. Eine weitere Zunahme nach der Tiefe war aber nach den bisherigen Erfahrungen am Wehr und nach den Modellversuchen nicht mehr zu erwarten, sodass es unbedenklich erschien, die Fundamente des zu erstellenden Bauwerks im allgemeinen ohne grosse Aushubarbeiten direkt auf

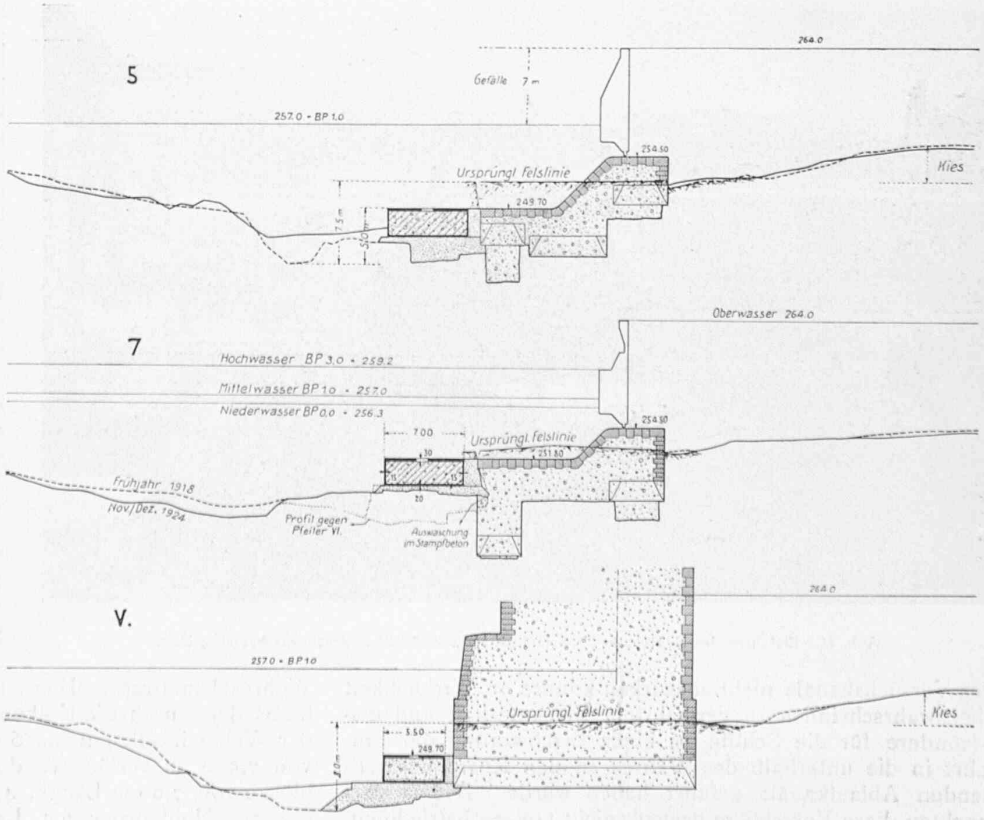
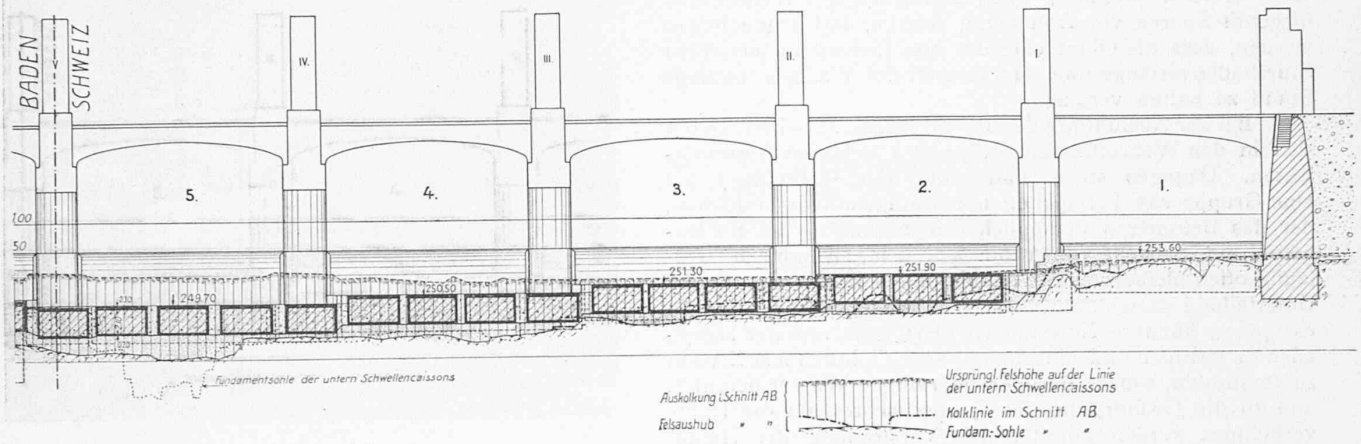


Abb. 3. Schnitte durch die gesicherten Oeffnungen 5 und 7 und durch Pfeiler V. — Masstab 1 : 600.

KOLKUNGEN UND SICHERUNGSARBEITEN AM STAUWEHR AUGST-WYHLEN



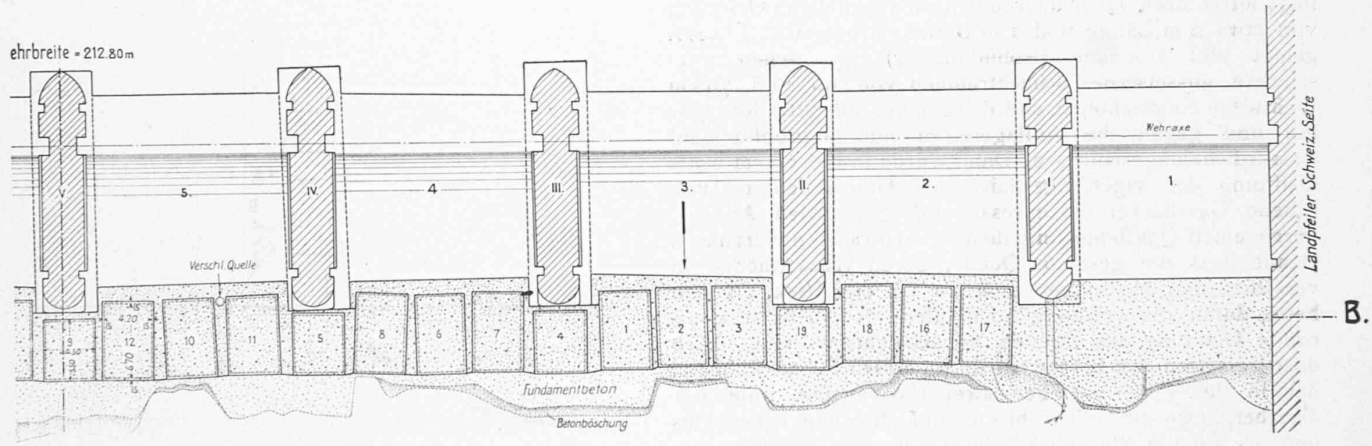


Abb. 2. Grund- und Aufriss (flussaufwärts betrachtet) der schweizerischen Wehrhälfte mit den Kolken und Sicherungen. — Masstab 1 : 600.

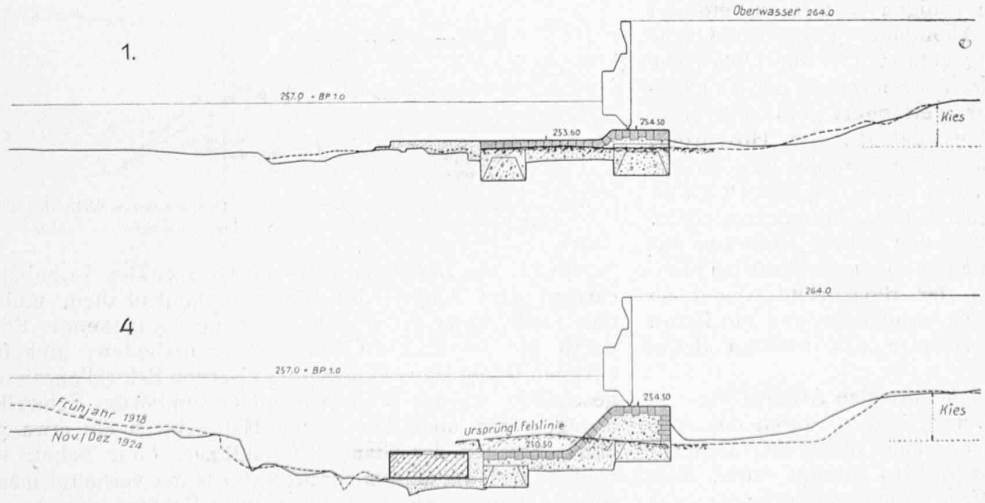


Abb. 4, Schnitte durch die gesicherten Wehröffnungen 1 und 4. — Masstab 1 : 600.

die blossliegende Felsoberfläche aufzusetzen. Der Fundamentbeton wurde unter der Taucherglocke eingebracht, zum grössern Teil unter Wasser, mit 350 kg Portlandzement, und nur zum kleinen Teil im Trockenen mit 200 kg Portlandzement pro m³ Beton. Die Hohlblöcke aus armiertem Beton mit 350 kg Portlandzement und 95 kg Eisen pro m³ Beton wurden zwischen zwei auf dem untern Vorkopf des Kraftwerkes Augst montierten eisernen Auslegerträgern hergestellt und mittels einer auf den Trägern laufenden Schiebebühne an Spindeln ins Wasser gelassen (Abb. 10), dann schwimmend in die bereit gestellte Schwimmbatterie eingezogen (Abb. 11), an dieser aufgehängt und über der planmässigen Versenkungstelle unten Belastung mit Wasser auf das Fundament abgesenkt. Nachdem jeweilen eine Serie von mehreren Blöcken versenkt war, wurden die Blöcke unter der Taucherglocke einzeln soweit ausgepumpt, als der Auftrieb es zuliess, und dann durch die in der Deckenmitte vorhandene Einsteigöffnung mit Beton ausgefüllt. Die Fugen zwischen den einzelnen Blöcken wurden nach Einschalung der flussabwärts offenen Seite mit Eisenbetonplatten sektionsweise unter Wasser ausbetoniert. Hinter jede Schwelle kamen drei Blöcke von 7,0 m Länge zu liegen und hinter jeden Pfeiler wurde ein Block von 5,5 m Länge versetzt (siehe Grundriss in Abb. 1 und 2). Böden und Seitenwände der Blöcke erhielten den statischen Anforderungen entsprechend 20 cm, bezw. 15 cm Dicke. Die Blockdecken dagegen, die dem Angriff des Ausflusstrahls ausgesetzt sind, wurden 30 cm stark gewählt und ausserdem, wie auch die oberste 30 cm starke Deckschicht der Fugen, aus einem Spezialbeton aus Rheinkies und grobkörnigem Quarzsand

hergestellt. Da die gespitzten Granitquader des bestehenden Sturzbodens, die unter der Taucherglocke genau untersucht werden konnten, nach zehnjährigem Wehrbetrieb nirgends Spuren von Abnützung zeigten, darf angenommen werden, dass die Oberfläche der aus Eisenbeton erstellten Sturzbodenverlängerung dem Angriff des Wassers ebenfalls Stand zu halten vermag.

Bei der Ausführung der beschriebenen Arbeiten zeigten sich in den Wehröffnungen 2, 3 und 4 keinerlei Schwierigkeiten. Dagegen stiess man hinter der Oeffnung 5 auf eine Gruppe von Felsspalten mit kräftigem Wasseraufstoss, der das Betonieren unmöglich machte, sodass im Sohlenbeton ein Schacht von rund 2 × 2 m Grundfläche vorläufig offen bleiben musste (Abbildungen 12 und 14). Durch Unterteilung dieses Schachtes mittels Spundwänden gelang es später, kleinere Nebenadern der Quelle von der Hauptader zu trennen und einzeln mit schnellbindendem Zement zu verstopfen, sodass darüber im ruhigen Wasser betoniert und so die Grundfläche des Quellschachtes auf die Hälfte verkleinert werden konnte. Die Verstopfung der Haupt-Quelle wurde nach Vorschlag der Bauunternehmung wie folgt ausgeführt. Quer über die noch verbliebene Oeffnung von etwa 2 m Länge und 1 m Breite wurden drei I-Eisen gelegt und verankert (Abbildung 14), dazwischen zwei schwere gusseiserne Schachtrahmen von 60 und 70 cm Lichtweite eingeschoben und diese gegen die Schachtränder hin und gegen die Auflagereisen mit Grenoblezement wasserdicht abgeschlossen. Dann wurde in die 60 cm weite Oeffnung der zugehörige mit einer Gummidichtung versehene Gussdeckel eingepresst und gegen den Auftrieb durch einen Querbügel mit dem Schachtrahmen verankert. Damit floss die gesamte Quelle, deren Wassermenge in verschiedenen Messungen sich zu rd. 600 l/sek ergeben hatte, durch die vorläufig noch offene 70 cm weite kreisrunde Oeffnung des zweiten Schachtrahmens aus. Nach dem Versetzen der Blöcke wurde in diesen Schachtrahmen, der in der Fuge zwischen zwei Blöcken lag, unter der Taucherglocke ein mit Führung und Dichtung versehenes und bis auf die Blockoberfläche reichendes Steigrohr eingesetzt. Die Quelle floss alsdann durch das Steigrohr aus und konnte durch einen über diesem montierten Holzkasten vorübergehend seitwärts abgeleitet werden, bis die Blockfuge im nunmehr vollständig ruhigen Wasser ausbetoniert und genügend erhärtet war. Abbildung 13 zeigt die Quelle unter Druckluft, wie sie fertig gefasst über die Oberfläche der Blöcke emporsteigt. Nach Entfernung der Taucherglocke wurde das Steigrohr verlängert und mit einer Luftschleuse versehen und es gelang, das Hosenrohr, aus dem das Wasser in mächtigem Strahle nun austrat (Abbildung 14), zu schliessen, das Wasser mittels Druckluft zurückzudrängen, in den Quellschacht hinunterzusteigen, die Felsspalten abzudichten und den ganzen Hohlraum bis auf Blockhöhe satt mit Beton auszufüllen. Schliesslich montierte man den Aufbau über der Blockfläche wieder ab und verschraubte das im Beton verbliebene und mit Beton ausgefüllte Rohrstück zum Schutze des frischen Beton noch mit einer Eisenplatte.

Die plötzliche Störung des normalen Arbeitsfortgangs hinter der Schwelle 5 (vergl. auch Abb. 3) durch das Auftreten dieser Wasserader war durchaus nicht überraschend, da sich schon beim Bau des Wehres gezeigt hatte, dass der Fels hier infolge einer Verwerfung zerklüftet ist, was seinerzeit zur Versenkung eines Mittelcaisson und zur Vertiefung der Fundation im obern und untern Schwellencaisson geführt hatte [1]).

Eine bisher nicht beobachtete Erscheinung trat auf bei den Arbeiten hinter der Schwelle 6. Hier war das Betonmauerwerk über dem Schwellencaisson, das aus der Mischung 1 : 3 : 6 besteht, zwischen der Felsoberfläche und der Granitabdeckung des Sturzbodens stellenweise stark angefressen. In den Wehröffnungen 2 bis 5 hatte man solche Erscheinungen nicht angetroffen. In der Oeffnung 2

[1]) Vgl. „S. B. Z.", Bd. 61, S. 187 bezw. 195 (12. April 1913) mit Handskizzen von Obering. F. Walty der A.-G. Conrad Zschokke. Red.

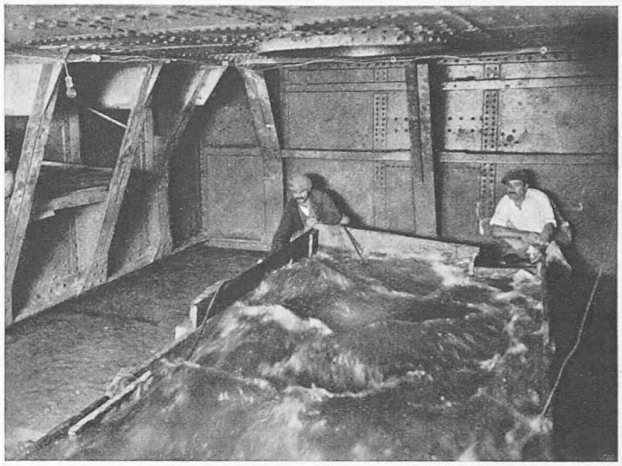


Abb. 12. Quelle in Schwelle 5, aus dem Schacht in Betonsohle austretend.

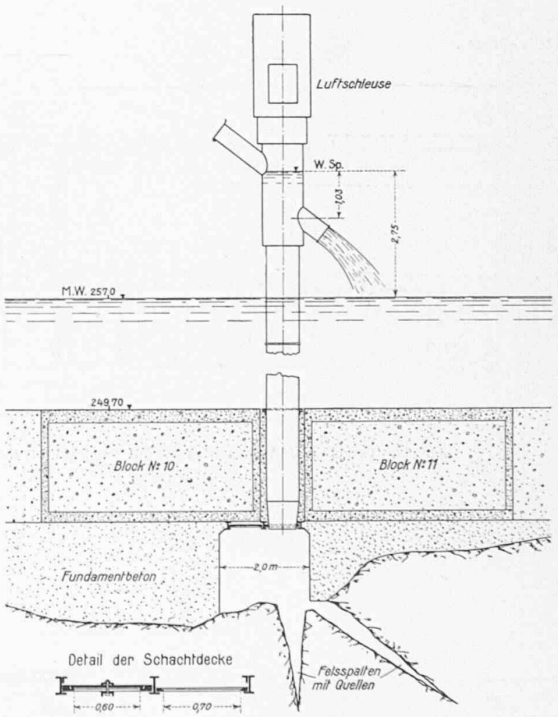


Abb 14. Schnitt quer zur Flussaxe durch die Quellspalten in Wehröffnung 5 und der Verschluss nach Vorschlag von Ing. F. Spengler. — 1 : 150.

vermochte die Längswand des dort versenkten Eisenbetoncaisson dem Angriff des Wassers standzuhalten, und in den Oeffnungen 3, 4 und 5 ist der aufgehende Beton durch die bis an die Quader des Sturzbodens hinaufreichenden festen Haussebleche der eisernen Schwellencaissons geschützt. In der rund 3 m tiefer fundierten Schwelle 6 dagegen war über dem festen Hausseblech ein etwa 3 m hoher Streifen des Stampfbetonaufbaues ohne Schutz verblieben und auf diesem Streifen wurde der verhältnismässig magere Beton durch die bei geöffneter Schütze entstehenden Walzen und Wirbel und den Anprall der mitgerissenen Felstrümmer beschädigt.

Diese unliebsame Entdeckung gab Veranlassung, auch die übrigen Oeffnungen, in denen bisher die Ausführung von Schutzarbeiten nicht vorgesehen war, durch den Taucher eingehend untersuchen zu lassen. Das Mauerwerk der Schwellen 1 und 10, das aus armierten Betoncaissons besteht, zeigte dabei keine Besonderheiten. Dagegen war in den Schwellen 7, 8 und 9, die ähnlich tief fundiert sind wie die Schwelle 6, ferner an den Pfeilern VI und VII, soweit sie nicht mit Granit verkleidet sind, das Stampfbetonmauerwerk in der in Abbildung 3, Oeffnung 7 dar-

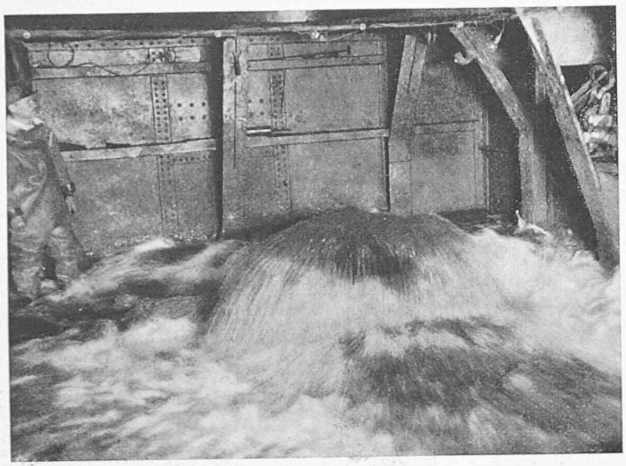


Abb. 13. Quelle in Schwelle 5 des Stauwehrs Augst-Wyhlen aus einem 70 cm weiten Eisenrohr auf Blockhöhe austretend (15. I. 1921). Die Aufnahmen zu Abb. 10 bis 13 sind von Ing. F. Spengler, Bauleiter der ausführenden Firma A.-G. Cd. Zschokke in Genf.

gestellten Weise durchwegs angegriffen. Die Anfressungen, die auch im Grundriss in Abbildung 2 dargestellt sind, erwiesen sich in den einspringenden Ecken zwischen den Schwellen und den Pfeilervorsprüngen am grössten und nahmen gegen die Schwellenmitte hin ab. Sie erreichten eine grösste Tiefe von 1,5 m in Schwelle 6, 1,15 m in Schwelle 7, 1,0 m in Schwelle 8 und 0,8 m in Schwelle 9. Die Mindesttiefe je in Schwellenmitte betrug 10 bis 20 cm. Nach diesen Feststellungen entschlossen sich die Konzessionäre, die Schäden nicht weiter anstehen zu lassen, sondern in vorsorglicher Weise auch die Oeffnungen 7, 8 und 9 noch durch Vorlegen von Blöcken und Ausbetonieren der Fugen nach dem bisherigen Verfahren zu schützen und im Anschluss daran noch hinter den Oeffnungen 1 und 10, wo das Versetzen von Blöcken ohne erhebliche Aushubarbeiten nicht möglich gewesen wäre und auch nicht notwendig erschien, die Felsoberfläche durch eine bis auf Sturzbodenhöhe reichende, im Mittel etwa 1 m starke Betonschicht abzudecken. Mit diesen Arbeiten war das Wehr auf die ganze Flussbreite wieder vollständig in Ordnung gestellt.

Die Arbeiten im Wasser wurden nach Fertigstellung der Installationen und der Herstellung einer ersten Serie von fünf Blöcken im Herbst 1919 begonnen und im Herbst 1922 vollendet. Bei den höhern Wasserständen in den Sommermonaten konnte am Wehr nicht gearbeitet werden; während dieser Zeit wurden jeweilen am Lande Blöcke erstellt. Das geschilderte Arbeitsverfahren hat sich bewährt. Es besitzt den Vorteil, dass feste Gerüste im offenen Strom nicht erforderlich sind und dass grosse Teilstücke des Bauwerks mit aller Sorgfalt am Lande erstellt, und erhärtet versetzt werden können, was die Gefahr von Hochwasserschäden während der Bauausführung vermindert. Insgesamt sind rund 5400 m³ Beton eingebracht worden. Die Baukosten betrugen annähernd eine Million Franken oder, auf Vorkriegspreise umgerechnet, 8 bis 10 % der Gesamtkosten des Wehres. Die Bauleitung besorgte für die Kraftwerke der Schreibende, für die Unternehmung Ing. F. Spengler, dem auch die Bauaufnahmen zu verdanken sind.

In Abbildung 3 u. 4 sind neben dem gestrichelt dargestellten Sohlenzustand vor Beginn der Sohlensicherungsarbeiten im Jahre 1918 auch die zwei Jahre nach deren Fertigstellung im November/Dezember 1924 aufgenommenen Profile dargestellt. Der Vergleich beider Aufnahmen zeigt, dass die Kolkungen direkt am Wehrfuss nicht zugenommen haben, dass aber, wie zu erwarten war, weiter flussabwärts eine leichte Vertiefung der Flussohle eingetreten ist, was indessen für die Sicherheit des neuen Wehrfusses gänzlich ohne Belang ist.

*

Zum Schluss sei auch hier darauf hingewiesen, wie wünschbar und notwendig für die Schweiz die Erstellung eines *Wasserbau-Laboratoriums* ist, das, unserer Technischen Hochschule angegliedert, einerseits der Ausbildung der Studierenden dienen, anderseits aber auch der Praxis Gelegenheit bieten würde, die im praktischen Wasserbau auftretenden Probleme von Fall zu Fall durch genaue Modellversuche einwandfrei zu klären.

Die Fahrleitungen der Sihltalbahn und der Uetlibergbahn.

Von HERMANN LANG, Bern, Ingenieur der A.-G. Kummler & Matter, Aarau.

In den Jahren 1923 und 1924 sind zwei normalspurige Nebenbahnen, die in das Weichbild der Stadt Zürich eindringen, vom Dampfbetrieb zum elektrischen Betrieb übergegangen: Die Uetlibergbahn und die Sihltalbahn. Trotzdem beide Bahnen die Endstation Selnau und die Strecke Selnau-Giesshübel benutzen, entschlossen sie sich

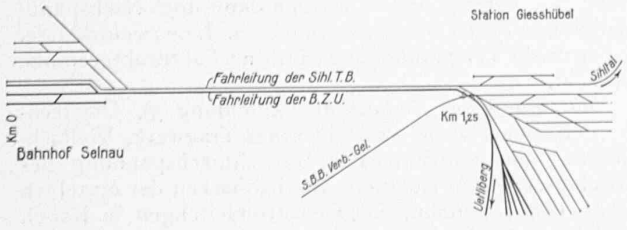


Abb. 1. Schema der Fahrleitungs-Führung beider Bahnen von Selnau bis Giesshübel.

zur Anwendung verschiedener Traktionsysteme. Dadurch wurden für die Fahrleitung aussergewöhnliche Verhältnisse geschaffen, die eine Erwähnung an dieser Stelle rechtfertigen. Es sollen nun zunächst die Gründe dargelegt werden, die zum erwähnten Entschlusse geführt haben.

Die *Uetlibergbahn* betrachtete die jetzt vollzogene Elektrifizierung nur als eine erste Etappe. Ihr Endziel ist der Uebergang auf Meterspur, Verbindung mit dem städtischen Strassenbahnnetz und Fahrt bis in das Innere der Stadt. Damit war für sie aber auch die Stromfrage erledigt: es konnte nur Gleichstrom in Frage kommen. Zudem wäre die Verwendung von hochgespanntem Wechselstrom wegen der grossen Gewichte der Triebfahrzeuge höchst unwirtschaftlich gewesen. Auch die Höhe der Baukosten spielte keine untergeordnete Rolle. Die Spannung beträgt 1200 V, ist also doppelt so hoch, als die Betriebspannung der Städtischen Strassenbahnen. Der geplante Uebergang zur Meterspur und die Mitbenutzung der städtischen Strassenbahngeleise wurde beim Bau der Wagen in weitgehendem Masse berücksichtigt. Die Energielieferung erfolgt durch das Städtische Elektrizitätswerk; der Speisepunkt befindet sich im Triemli, ein Reservespeisepunkt im Selnau.

Die *Sihltalbahn* steht im Giesshübel durch das Verbindungsgeleise Giesshübel-Wiedikon in direkter Verbindung mit dem Netze der S. B. B. und empfängt auf diesem Wege den grössten Teil ihrer Güter. Sie hat zudem direkte Geleiseverbindung mit dem Netze der S. B. B. auf ihrer Endstation Sihlbrugg. Für sie konnte deshalb nur das Traktionsystem der S. B. B. in Frage kommen, umsomehr, als ihr die S. B. B. ab ihrem Unterwerk Sihlbrugg bahnfertigen Strom zu günstigen Bedingungen anboten. Dieser Entscheid deckt sich auch mit der Wegleitung, die s. Z. das Eisenbahndepartement bei der Normierung der Betriebspannungen für elektrisch betriebene Bahnen aufgestellt hat. Der Umstand, dass die Uetlibergbahn in absehbarer Zeit nicht mehr nach Giesshübel und Selnau fahren wird, war für die Sihltalbahn