

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 2 (1936)

Artikel: Stahlwasserbau und Modellversuche

Autor: Becher, Th.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-2873>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 21.12.2024

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

VIIb 1

Stahlwasserbau und Modellversuche.

Constructions hydrauliques en acier et essais sur modèles.

Steel in Hydraulic Engineering, and Model Experiments.

Dr. Ing. e. h. Th. Becher,
Direktor der M.A.N., Werk Gustavsburg.

Im Referat von Herrn Ministerialrat *Burkowitz* wie auch in allen Diskussionsbeiträgen zum Thema „Stahl im Wasserbau — Bewegliche Anlagen“ ist von den hydrodynamischen Wirkungen, von Schwingungserscheinungen u. ä. die Rede. Ich möchte deshalb den Abschnitt herausgreifen, der sich mit der Gestaltung von Stahlwasserbauten auf Grund von Modellversuchen zur Erforschung der hydrodynamischen Einwirkungen befaßt.

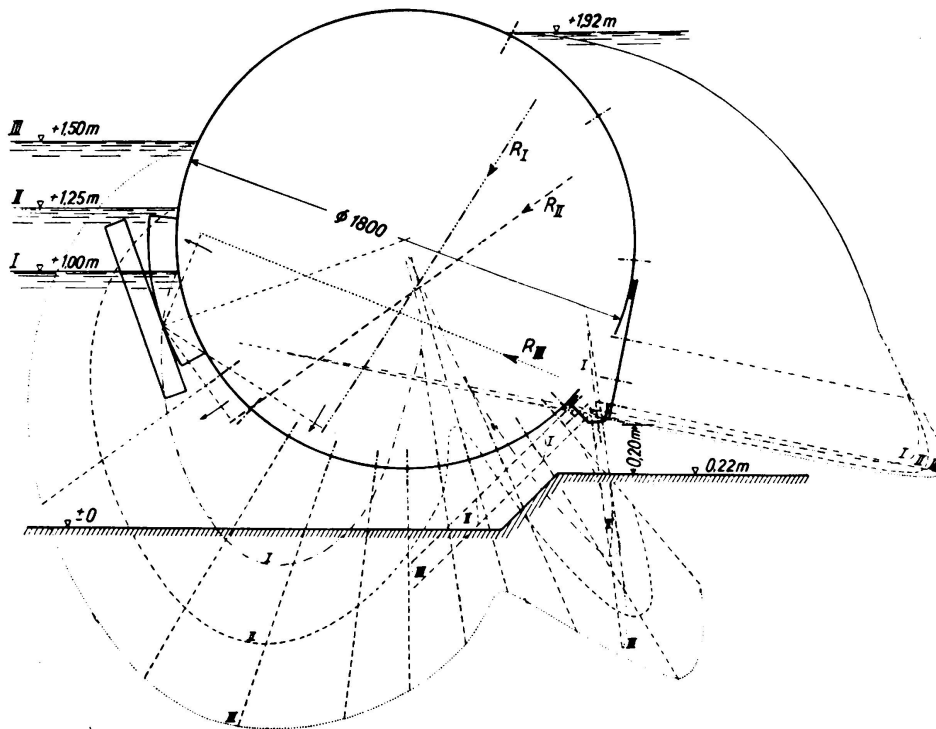


Fig. 1.

Man kam zu einem Studium dieser Erscheinungen zuerst durch das Auftreten gewisser Kinderkrankheiten, die durch nachträgliche Modellversuche geklärt werden mußten. Das zweite Stadium war dann, daß man für die nach normalen Grundsätzen entworfenen Konstruktionen die auftretenden Kräfte zur

Dimensionierung des Verschlusskörpers und der Huborgane durch Modellversuche ermittelte. Daraus entwickelte sich dann schnell die nächste Stufe, daß man mit dem Modellversuch Formen zu entwickeln suchte, die möglichst günstige hydrodynamische Wirkungen haben. Ich möchte Ihnen dies an einigen Beispielen erläutern:

Unter den ersten Walzenwehren befanden sich einige, die nur aus dem Tragzylinder und einem ganz geringen Ansatz für den Sohlenbalken bestanden. Eine

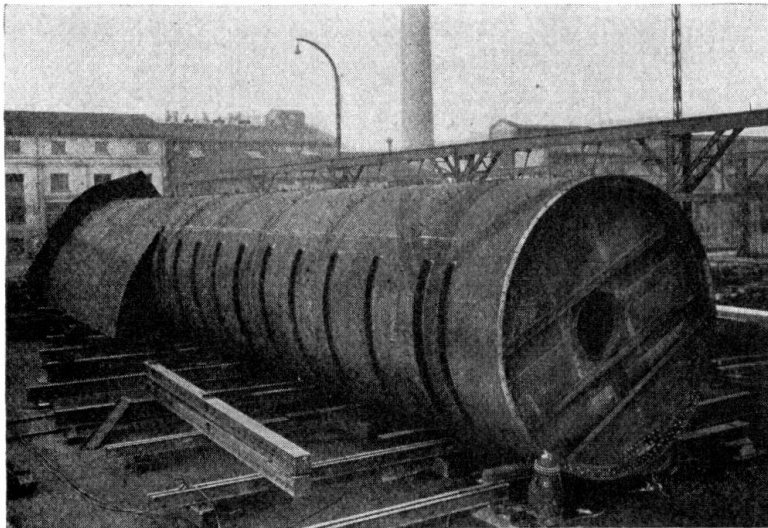


Fig. 2.

von diesen geriet eines Tages in eine lebhaft hüpfende Bewegung, durch die es schließlich zu einer Zerstörung des ganzen Windenhauses und zum Auspringen der Walze aus ihren Führungen kam. Da man sich diese Erscheinung, abgesehen von einem groben Betriebsfehler, nicht recht zu erklären vermochte, wurden Modellversuche angestellt (Fig. 1). Diese ergaben, daß durch eine derartige Form der Walze

und der Wehrschwelle der Schußstrahl in heftig wechselnde Druckbedingungen gerät und daher auf die Walze wechselnd Druck- und Saugwirkungen ausübt. in der Folge wurden deshalb alle Walzen mit einem größeren Schnabelansatz ausgeführt (Fig. 2). Auch wurde auf dem Versuchswege das günstigste Verhältnis des Walzendurchmessers bzw. der Schnabelhöhe ermittelt.

An den Doppelschützen einer großen Wehranlage war für die Oberschützen eine Abdeckung vorgesehen, über die der Überfallstrahl bei abgesenkter Ober- tafel hinwegschießt. Die Abdeckung (Fig. 3) bestand, wie die Figur links zeigt, aus einer gradlinigen, nach Unterwasser zu geneigten Holzwand. Nach jedem Hochwasser waren diese Überfallwände teilweise zerstört und mußten erneuert werden. Die Holz- wand wurde durch eine eiserne ersetzt. Vor deren Herstel- lung wurden jedoch Versuche im Maß-

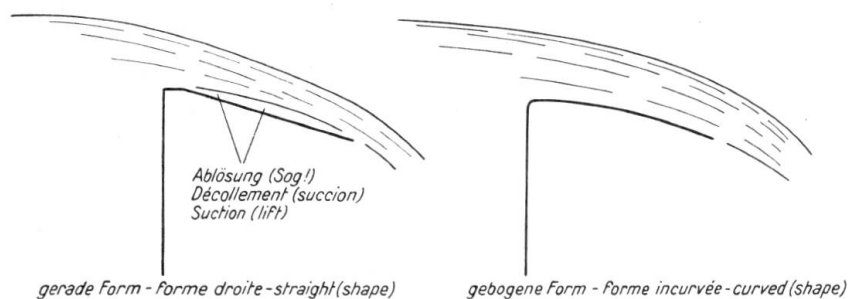


Fig. 3.

stab 1:5 über die Formung der Bleche gemacht und eine gekrümmte Form ermittelt, wie sie rechts zu erkennen ist. Die ursprüngliche schräge Form zeigte nämlich einen ganz unregelmäßigen Druckverlauf und zahlreiche Sogstellen. Beides jedoch, Unregelmäßigkeiten im Druckverlauf und Sogwirkungen, ist im

Wehrbau äußerst unangenehm und kann Anlaß zu Schwingungen und Zerstörungen geben. Der gefundene, endgültige Überfallrücken dagegen zeigt einen harmonischen Druckverlauf und keinerlei Sogstellen. Gleichzeitig aber zeigten sich bei den neuen Überfallrücken zwei weitere bedeutsame Verbesserungen. Die

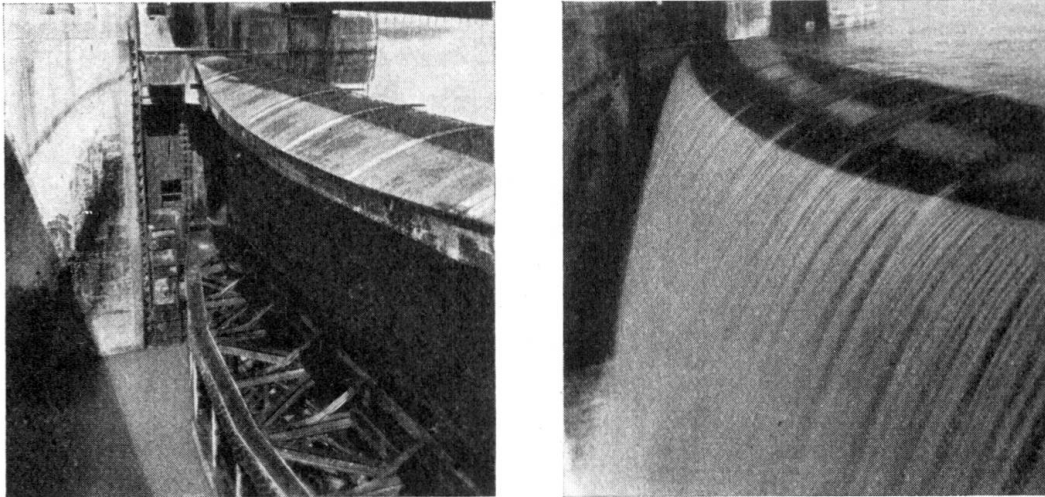


Fig. 4.

Wasserauflast auf die Überfallwand ging von 82 t (alte Form) auf 38 t (neue Form) zurück, wodurch eine Verkleinerung der Hubkraft eintritt. Die Überfalleistung dagegen steigt um 20 %. Man kann also mit Hilfe eines hydraulisch gut geformten Überfallrückens an Wehrlänge einsparen. Fig. 4 zeigt die konstruktive Durchbildung einer der M.A.N.-Hackenschützen von Ryburg-Schwörstadt mit dem Überfallrücken der oberen Schütze. Diese Schützen gestatten bei 12,5 m Gesamthöhe eine Absenkung der Oberschützen um 4,5 m. Sie müssen also sehr sorgfältig gerade auf dynamische Wirkung untersucht werden.

Ein anderes Problem waren Schwingungen von Schützen bei Unterströmung mit geringer Spaltöffnung an der Sohle, die mit dem Größerwerden der Stauhöhen gelegentlich zu Störungen führten. Untersuchungen zeigten bald, daß die Gestaltung des Sohlen-

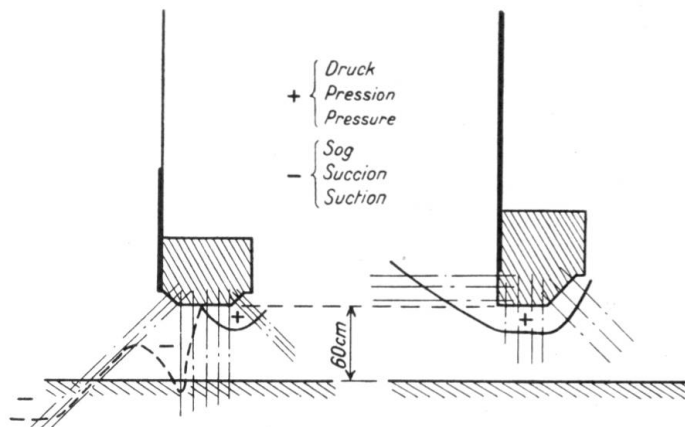


Fig. 5.

holzbalkens die Ursache dieser Schwingungen bildet und man diesem Übel durch entsprechende Ausbildung abhelfen kann (Fig. 5). Auch hier kommt es darauf an, eine positive und stabile Drucklinie zu erhalten.

Bei anderen Wehren wieder, und zwar sowohl Schützen wie Klappen treten Schwingungen bei Überströmungen auf, besonders bei geringer Überfallhöhe. Zunächst wurde auf dem Versuchswege eine ausreichende Belüftung des Raumes

zwischen Schütze und Überfallstrahl sichergestellt. Das half jedoch nicht immer. Es zeigte sich, daß der dünne, zusammenhängende, überfallende Strahl gegen jeden Impuls sehr empfindlich ist, und daher schon an sich zu Schwingungen neigt. Die Versuche zeigten aber weiterhin, daß diese Empfindlichkeit des Wasserstrahles nachläßt, wenn man seinen Zusammenhang auf die ganze Länge

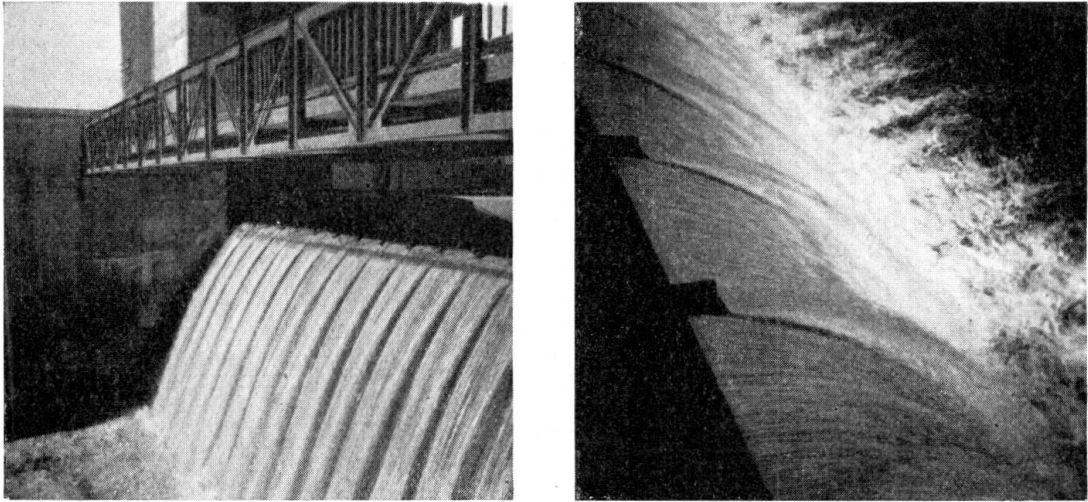


Fig. 6.

stört, also den Strahl gewissermaßen wellt oder zerschneidet (Fig. 6). Das wurde dann durch Anbringen von schwalbenschwanzförmigen Blechstreifen an der Überfallkante des Wehrkörpers bewirkt. An der Figur sieht man den Überfallstrahl einer Schütze nach Einbau des Strahlzerschneiders oder Strahlstörers.

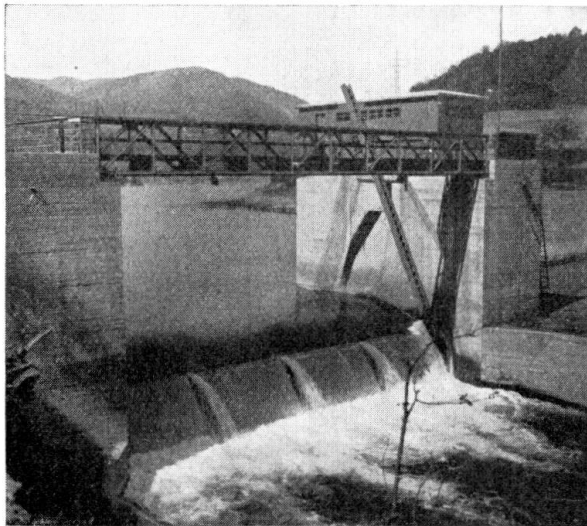


Fig. 7.

Auch bei den M.A.N.-Fischbauchklappen, deren Hauptmerkmal der einseitige Antrieb ist (Fig. 7) sind solche Strahlstörer eingebaut. Das Beispiel zeigt die Klappe der Wehranlage Heimbach von $18,0 \times 4,0$ m.

Bei Klappenwehren zeigte sich außerdem, daß beim Ansteigen des Unterwassers bei umgelegter Klappe wechselnde Kräfte auf die Klappe in ihrer tiefsten Lage ausgeübt werden und diese dabei leicht zu Schwingungen angeregt wird. Es kam also darauf an, den Klappenkörper so zu formen, daß in allen Fällen durch

Eigengewicht und Wasserauflast ein positives Moment — also im Sinne des Umlegens — auf den Wehrkörper ausgeübt wird. Dadurch wird dieser dann festgehalten (Fig. 8). Auf dem Schaubild zeigt die von links nach rechts unten verlaufende Kurve das Drehmoment aus Wasserdruck in den verschiedenen Klappenlagen. Der kleine unter der Abszisse liegende negative Teil wird durch

das stets im positiven Sinne wirkende Eigengewichtsmoment ohne weiteres ausgeglichen. Die Aufgabe war nur durch zahlreiche Druckmessungen im Versuchsstand zu lösen. Ja, es ist sogar notwendig, wenn man exakt arbeiten will, für jedes neue Wehr auch neue Versuche zu machen, da die Form des festen Wehrkörpers, die Form des Sturzbettes, die Höhe des Unterwassers und die mögliche Überströmungshöhe ja jedesmal andere sind und das Ergebnis beeinflussen. Durch diese Versuche wird auch jeweils das durch den Klappenkörper zu übertragende Drehmoment aus dem Wasserdruck, sowie die erforderliche Hubkraft des Windwerkes genau bestimmt. Auch eine Eichung der Anlage wird dabei meist vorgenommen, d. h. die in jeder Lage des Verschlusses abfließende Wassermenge gemessen.

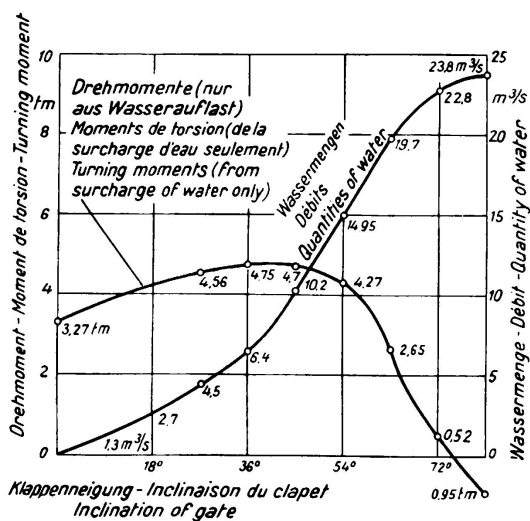


Fig. 8.

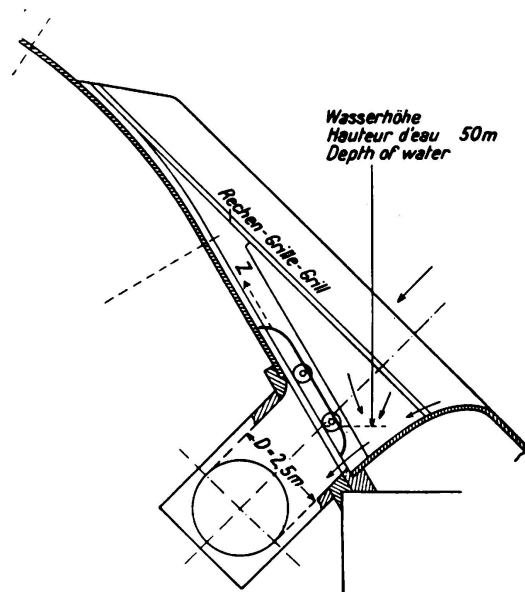


Fig. 9.

Eine besonders schwierige Aufgabe ist die Gestaltung von Tiefschützen (Fig. 9). Hier hat die M.A.N. mit Hilfe ihres Laboratoriums in den letzten Jahren erfolgreich neue Lösungen ermöglicht. Dabei mußte auch schon im Laboratorium mit recht erheblichen Drücken gearbeitet werden, damit eine Übertragung auf die Wirklichkeit möglich ist. Dieses Bild (Fig. 10) zeigt Ihnen die Tiefschütze der Odertalsperre im Harz, die rd. 50 m Wasserdruck ausgesetzt ist. Da diese Schütze unter vollem Wasserdruck durch ihr eigenes Gewicht in die Schließlage gehen soll, waren sehr umfangreiche Versuche über die Formung sowohl der Schütze wie auch des Gesamtbauwerks notwendig.

Gerade der Kampf gegen die Schwingungen, die Berücksichtigung der Wirkungen des bewegten Wassers, hat aber auch noch andere Einflüsse auf die Konstruktion. Nicht nur die äußere Gestaltung, sondern auch die Dimensionierung muß darauf Rücksicht nehmen. Man sollte dem fließenden Wasser stets eine gewisse Masse entgegensetzen. Ich halte es deshalb für bedenklich, die bewegten Massen der Wehrverschlüsse durch besonders ausgeklügelte Konstruktionen oder durch Verwendung besonders hochwertigen Materials herabzudrücken. Selbst eine preisliche Minderaufwendung sollte dazu nicht verleiten, ebensowenig wie die Ersparnis an Kraftstrom bei der Bewegung der Ver-

schlüsse. Gerade das Letztere ist bei den selten bewegten *Wehranlagen* ohne jede Bedeutung, während das auch bezüglich der Massen Gesagte für Schleusen und Hebewerke keine oder geringere Gültigkeit hat. Die Wahl von St. 52 er-

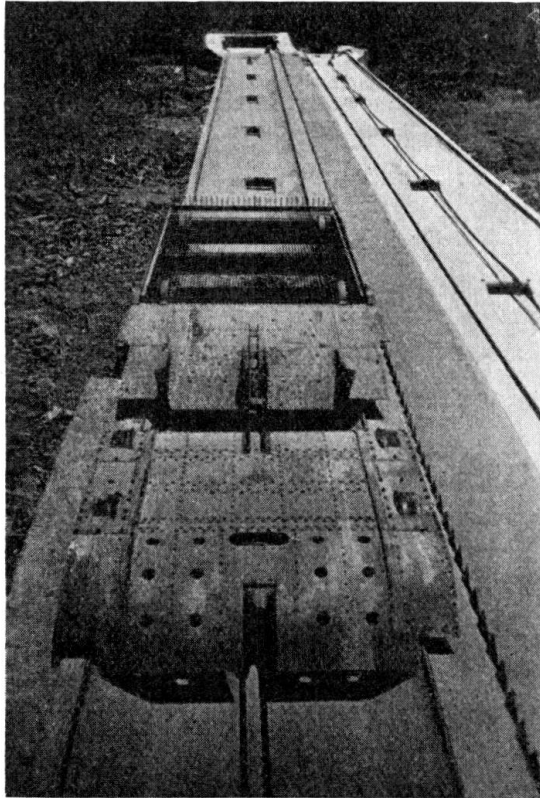


Fig. 10.

scheint nicht sehr geeignet im Wehrbau, obgleich gelegentlich zwingende Gründe dazu vorliegen können. Denn die Elastizität und damit die Neigung zu Schwingungen wird bei Bauwerken mit diesem Material größer. Die zulässigen Beanspruchungen sollten auch mit Rücksicht auf Corrosion nicht so hoch gewählt werden wie im übrigen Stahlbau, man sollte z. B. im Stahlwasserbau St. 37 nicht über 1200 kg/qcm beanspruchen.

Als Abschluß möchte ich zum weiteren Beweis der Größe, die die Bauwerke des Stahlwasserbaues annehmen können, einige Bilder aus der Werkstatt und von fertigen Wehranlagen zeigen. Von den zahlreichen großen Wehren der Main- und Neckarkanalisation zwei Beispiele: Zuerst eine Schütze mit Dreigurtragssystem und aufgesetzter Fischbauchklappe für die Anlage Faulbach in Main während des Zusammenbaues (Fig. 11).

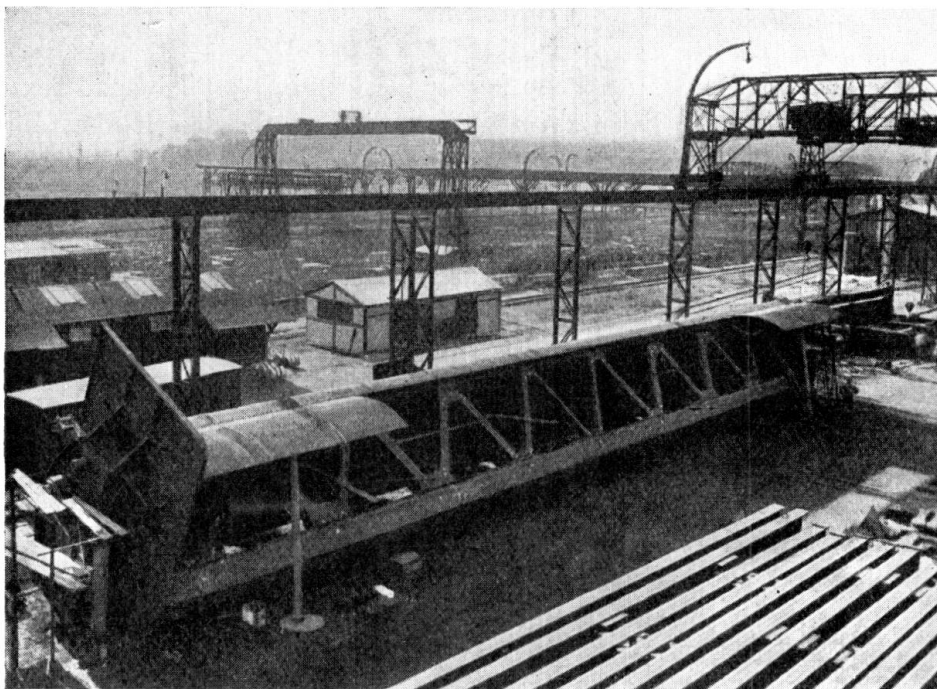


Fig. 11.

Die Schütze hat 35,0 m Lichtweite und 6,7 m Gesamthöhe, wovon 1,60 m auf die Klappe entfallen. Von den Nekarwehren ist besonders die Anlage Heidelberg (Fig. 12) erwähnenswert, sowohl wegen der schönen hier so wichtigen Gesamtgestaltung im Stadtbild, wie auch wegen ihrer Abmessungen. Die drei Heidelberger Walzen haben bei nur 4,10 m Verschlusshöhe 40,0 m Lichtweite und sind um 0,60 m absenkbar.

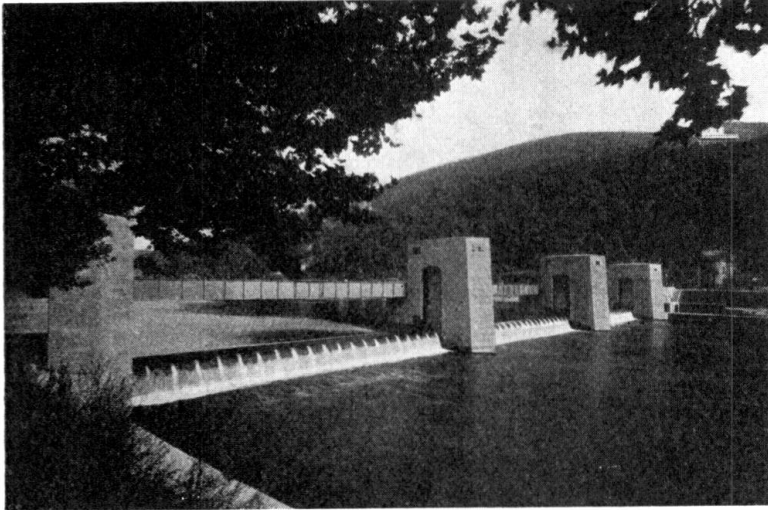


Fig. 12.

Als Beispiel eines Walzenwehres in aufgelöster Konstruktion zeige ich Ihnen die Wehranlage Solbergfoos in Norwegen (Fig. 13). Zuerst eine der drei Walzen im Werk beim Zusammenbau. Die aufgelöste Bauweise ist bei Walzenwehren wirtschaftlich, wenn größere Stauhöhen erreicht werden sollen, bei für Walzen geringen Lichtweiten. So hat die Anlage Solbergfoos drei Walzen von je 20,0 m Lichtweite und 8,75 m Verschlusshöhe (Fig. 14).

weise ist bei Walzenwehren wirtschaftlich, wenn größere Stauhöhen erreicht werden sollen, bei für Walzen geringen Lichtweiten. So hat die Anlage Solbergfoos drei Walzen von je 20,0 m Lichtweite und 8,75 m Verschlusshöhe (Fig. 14).

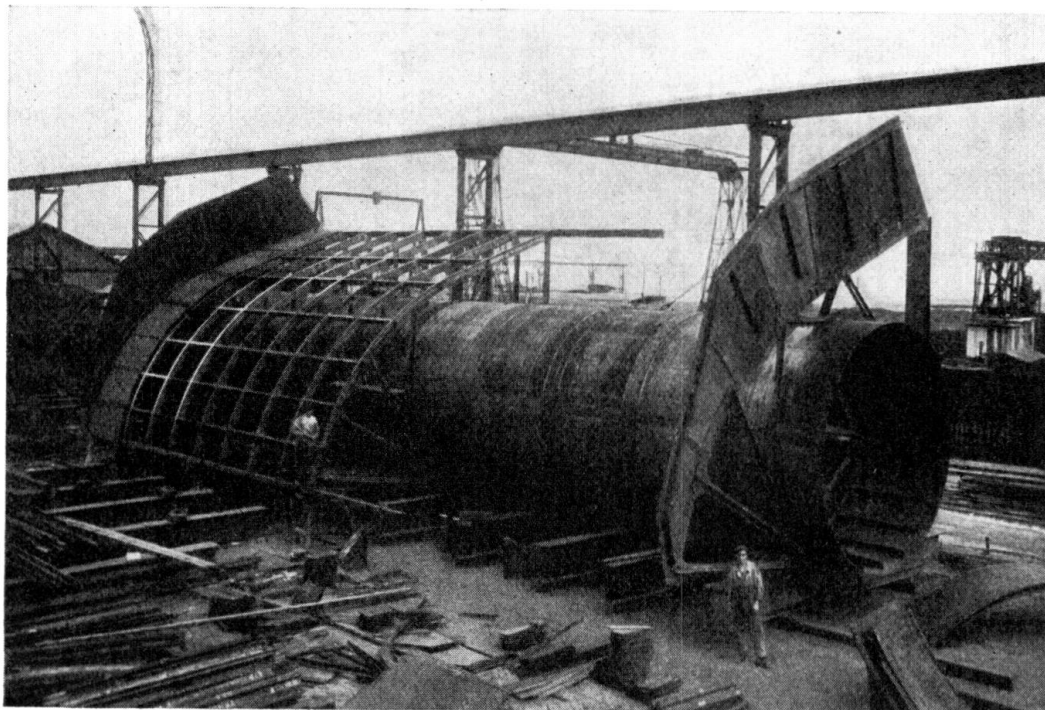


Fig. 13.

Von den großen Wehranlagen mit Doppelschützen bzw. Hakenschützen habe ich Ryburg-Schwörstadt bereits erwähnt. Mit M.A.N.-Doppelschützen ist auch

die große Wehranlage am Donau-Kachlet ausgerüstet, die mit sechs Schützen von 25 m Lichtweite und 11,5 m Höhe überhaupt eine der größten Anlagen der Welt ist. Zum Schluß sei noch die Anlage Pernegg in der Mur gezeigt

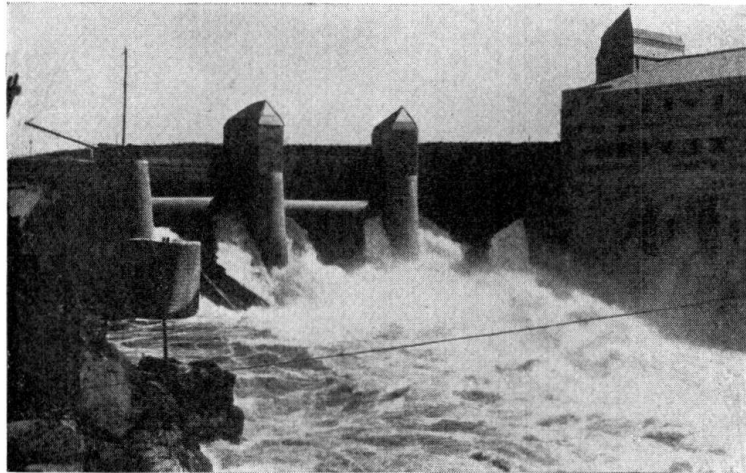


Fig. 14.

(Fig. 15), die auch ein gutes Beispiel der Einfügung moderner Stauanlagen in die Landschaft darstellt. Sie hat drei Doppelschützen von je 15,0 m auf 11,60 m. Die Absenkung bei diesen Doppelschützen beträgt in der Regel ein

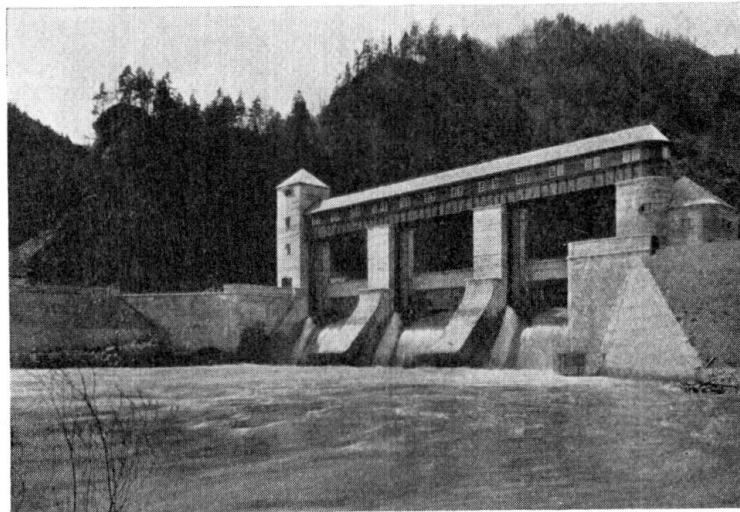


Fig. 15.

Viertel der Gesamthöhe, während die Hakenschützen sogar um ein Drittel der Verschlüsse abgesenkt werden können.