

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 71 (1953)  
**Heft:** 23: Stahlbau-Sonderheft

**Artikel:** Sektor-Haken- und Sektor-Klappen-Schützen  
**Autor:** Kollbrunner, Curt F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-60566>

### **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:** 15.03.2025

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

biegung und die Schwingungsdämpfung im Rahmen bleiben sollten. In der letztgenannten Hinsicht wies jedoch die Grossausführung etwas abweichende Eigenschaften auf. Das liegt anscheinend daran, dass der Anschluss der Tritte an die Wangen sich beim Modell nicht in gleicher Weise verwirklichen liess, wie er dann später bei der Fabrikation der Treppe zur Ausführung gelangte. Die Verbundwirkung der Stufen ist daher kleiner, als auf Grund der Modellversuche angenommen wurde, die Schwingungen der Treppe halten sich jedoch noch in erträglichen Grenzen und sind bei normalem Begehen kaum bemerkbar.

Besondere Aufmerksamkeit wurde der Lösung des Problems der Trittschalldämpfung gewidmet. Die Tritte sind ringsherum mit 5 mm dickem Gummi bezogen, der an den Auftrittskanten auf 7 mm verstärkt ist (Bild 3). Es handelt sich hierbei um einen Gummibelag, der in einer Pressform unter hohem Druck hergestellt wird. Die auf diese Weise fabrizierten Treppenbeläge sind nicht nur infolge der grösseren Materialdichte widerstandsfähiger gegen mechanische Beanspruchungen, sondern sie sind auch viel weniger schmutzempfindlich. Die Formstücke bedingen jedoch, dass für das Belegen die Tritte ausgebaut werden mussten. Aus diesem Grunde sind die Tritte mit je zwei Passschrauben an den Wangen befestigt. Zur Abdämpfung des Körperschalles wurde der Hohlraum der Tritte fest mit Mineralwolle ausgestopft. Durch die getroffenen Massnahmen konnten die sonst bei Stahltreppen auftretenden Schallwirkungen praktisch vollkommen vermieden werden.

Der unterste Lauf weist einen Zentriwinkel von 194° auf (Bild 5), der zweite Lauf einen solchen von 122°, die nächsten drei Läufe haben den gleichen Zentriwinkel von 111° (Bild 1). Die Treppe vom 5. bis zum 6. Stock ist gerade ausgeführt. Die Stockwerkshöhen betragen 5,2 m, 3,67 m und für die obersten drei Läufe je 3,15 m. Untersuchungen über die Beschränkung der Durchsichtsmöglichkeit von unten nach oben ergaben



Bild 5. Erster Lauf

Photo Ad. Gmünder, Aarburg

einen Mindestüberstand der einzelnen Tritte von 180 mm. Die Hinterkante jedes Trittes ist parallel zur Vorderkante des nächsthöheren, womit eine rechteckige Durchsichtfläche erzielt wurde. Der Radius der äusseren Wange beträgt 3,75 m.

Als Geländer sind in bestimmten, grösseren Abständen Vierkantpfosten bündig mit der Wange aufgeschweisst. Die Zwischenräume sind durch in Bohrungen gesteckte, blank verchromte Rundstäbe ausgefüllt, die innen und aussen einen Abstand von rd. 17,5 cm haben. Der Handlauf besteht aus schwarz-eloxiertem Leichtmetall mit rechteckigem Querschnitt (Bild 2).

Die Wangen sind mit einem hellen, leuchtenden, zinnoberroten Kunstharzlack überzogen, der Gummibelag der Tritte ist schwarz mit einer feinen, grauweissen Marmorierung. Die Farben erhöhen die leichte, luftige Raumwirkung der gesamten Anlage und sie tragen dazu bei, dem Treppenhaus eine charakteristische Note zu geben.

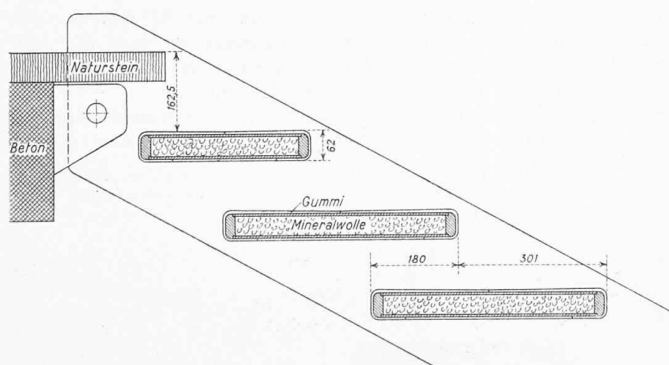


Bild 3. Schnitt durch die Tritte, 1:15

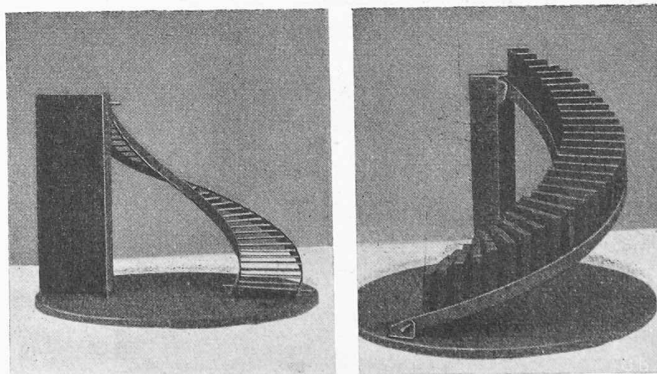


Bild 4. Modell des untersten Laufes, links unbelastet, rechts belastet

## Sektor-Haken- und Sektor-Klappen-Schützen

Von Ing. CURT F. KOLLBRUNNER, Dr. sc. techn., Direktor der AG. Conrad Zschokke, Stahlbau, Döttingen

DK 627.432.5

### I. Einleitung

Seit der Jahrhundertwende hat die Konstruktion der Wehrverschlüsse grosse Fortschritte gemacht. Der Stahlwasserbau, als schwierigstes Gebiet des Stahlbaues, hat sich dank grosszügiger Untersuchungen auf theoretischem und praktischem Gebiet stark entwickelt und vervollkommenet. Vom Bau der einfachsten Schützen bis zu den heutigen Wehrabschlüssen war ein langer Weg, ein Weg mit vielen Rückschlägen und Hindernissen, ein Weg voller Arbeit und nie versagender

Initiative, ein Weg, der schliesslich durch die Ausführung der modernsten Schöpfungen der Technik gekennzeichnet ist. Selbstverständlich ist auch dieser Weg heute noch nicht abgeschlossen, denn wo wären wir, wenn schon heute auch für die Zukunft vorgesorgt wäre? Weiterforschung, Weiterentwicklung und Weiteranpassung an die gegebenen Verhältnisse sind unser Ziel, ein Ziel, das nie ganz erreicht werden kann, denn jede Kraftwerkanlage ist anders als die andern, muss neu studiert und neu erforscht werden.

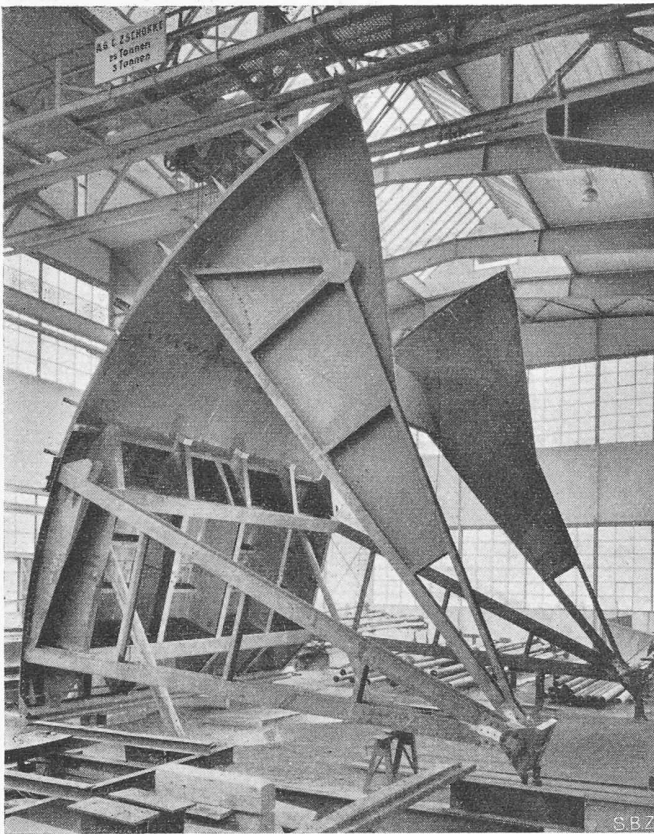


Bild 1. Sektor-Haken-Schützen der Hochwasserentlastungsanlage des Kraftwerkes Rossens in der Werkstatt der AG. Conrad Zschokke, Döttingen

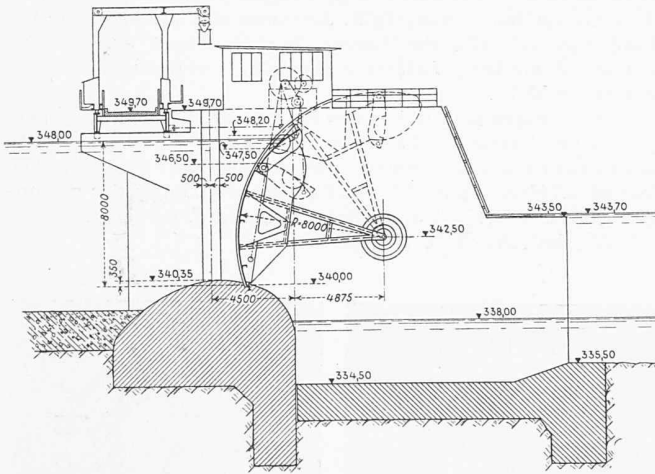


Bild 2. Querschnitt 1:400 durch die Sektor-Klappen-Schützen des Kraftwerkes Wildegg-Brugg

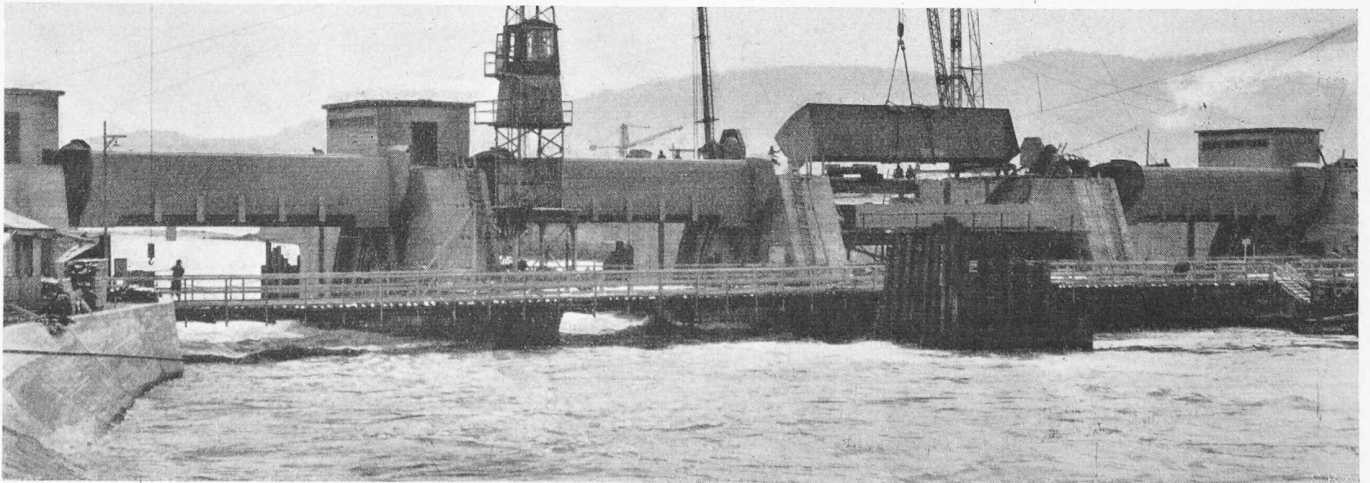


Bild 3. Aare-Stauwehr des Kraftwerkes Wildegg-Brugg; Unterwasserseite, Montage des trapezförmigen Kastenträgers

Wenn auch heute noch kein abschliessendes Urteil abgegeben werden kann, darf man doch als modernste Schützentypen die Sektor-Haken- und die Sektor-Klappen-Schützen bezeichnen. Wegen der Kreisform der Stauwand geht der resultierende Wasserdruck, auch bei unterströmter Schütze, durch die Drehaxe, so dass beim Heben der Schütze in der Hauptsache nur ein Teil ihres Eigengewichtes überwunden werden muss; wird doch ein Teil des Eigengewichtes auf die Lager abgegeben. Da keine gleitende oder rollende Reibung zu überwinden ist, verbleibt nur noch die Reibung der Lagerzapfen, die jedoch wegen des grossen Hebelarmes zwischen Lageraxe und Aufhängung klein ist. Die relativ geringen Hubkräfte benötigen kleine Motoren, die bei Flusskraftwerken in Windwerkshäuschen auf den Pfeilern untergebracht werden. Da die Pfeiler nur noch Nischen für die Dammbalken, jedoch keine Schütznischen mehr besitzen, wird die Wasserströmung günstig beeinflusst.

Die gewölbte Form der Stauwand gestattet die Wahl eines dünneren Bleches als bei den ebenen Schützen. Die günstige hydrostatische und hydrodynamische Form erzeugt keine Schwingungen. Die Reibungs- und Abnutzungskräfte werden durch die Wahl von nur zwei Drehlagern mit dichter Schmierung erheblich vermindert; der Betrieb wird dadurch verbilligt. Die Schmierstellen sind bei den gut zugänglichen Drehlagern wesentlich einfacher zu bedienen als bei den Laufrädern und Laufwagen der Rollenschützen.

Die modernsten Schützen weisen gute Strömungsverhältnisse bei Ueberfall und Unterströmen auf, sind von der Luftseite, d. h. von Unterwasser, gut zugänglich, besitzen heizbare, robuste, über Wasser liegende Dreh- und Auflagerpunkte und sind meist mit den modernen Gummidichtungen versehen.

## II. Sektor-Haken-Schütze

Die Sektor-Haken-Schütze ist eine Doppelschütze, bestehend aus einer unteren, normalen Sektorschütze und einer oberen Sektorschütze mit Ueberfallblech, d. h. mit hakenförmigem Querschnitt. Die untere Schütze besitzt zwei, die obere einen Hauptträger. Diese bilden mit den Jochstielen zusammen zweiastige Rahmen mit sehr steifen Riegeln. Die untere Schütze stützt sich mit je zwei Jochstielen auf zwei Drehlager mit gemeinsamer Achse, während sich die obere Schütze, welche vor der unteren abgesenkt werden kann, einerseits mit je einem Jochstiel auf diese Drehlager, andererseits mittels Rollen, die am unteren, kastenförmigen Ende der Schütze befestigt sind, auf die untere Schütze abstützt.

Die Form des hydraulisch günstig konstruierten Ueberfallbleches wird so gewählt, dass keine Teile der Schützen bei Ueberströmung durch den Wasserstrahl getroffen werden und die Wasserauflast, ohne dass dabei am Ueberfallblech unerwünschte Unterdrücke entstehen, ein Minimum wird. Die Ueberfallform ergibt infolge der Drehung der Schütze in jeder Stellung nur eine minimale Wasserauflast, so dass die Aufzugskräfte entsprechend klein ausfallen. Seitlich wird der Ueberfallstrahl durch Blechschilder geführt.

Bei den zum erstenmal hergestellten Sektor-Haken-Schützen für das Kraftwerk Ruppertswil-Auenstein<sup>1)</sup> wur-

<sup>1)</sup> C. F. Kollbrunner und J. L. Perrenoud: Die Sektor-Haken-Schützen des Kraftwerkes Ruppertswil-Auenstein. SBZ, Band 123, Nr. 23, S. 275\*, 1944.



den die parallelgurtigen Fachwerkhauptträger genietet. Die Vertikalspanten sind vollwandig und zum Teil geschweisst. Alle Schützenkonstruktionen bestehen aus einfachen, gut zugänglichen Profilen. Die Hubketten sind bei beiden Schützen an tiefliegenden Aufhängungen befestigt und schmiegen sich, durch besondere Schienen geführt, den Schützen an. Jede Schütze wird durch ihr eigenes Windwerk unabhängig von der anderen bewegt, so dass alle möglichen Kombinationen zwischen Ueberströmen und Unterströmen möglich sind. Die Mechanismen sind dabei so gegeneinander verriegelt, dass die Höchstlage nicht überfahren werden kann.

Für die Hochwasserentlastungsanlage des Kraftwerkes Rossens wurde ebenfalls eine Sektor-Haken-Schütze (Bild 1) und zwar mit einer lichten Weite von 8 m und einer Höhe von 8 m ausgeführt<sup>2)</sup>. Die Schützen stützen sich hier auf zwei Nocken, die an die Seitenwände des Einlaufstollens betoniert sind. Die Windwerke sind auf einer kleinen Brücke über dem Stolleneinlauf angeordnet und in einem Schutzhäuschen untergebracht, das sich an die über dem Stolleneinlauf ansteigende Felswand anlehnt. Durch den Wegfall der Schütznischen entstanden glatte, wirbelfreie Abflussverhältnisse. Damit keine unerwünschten Unterdrücke entstehen, die leicht Anlass zu Schwingungen geben, und damit die Wasserauflast klein bleibt, wurde die Form des Ueberfallbleches nach *Craeger-Escande*<sup>3)</sup> bestimmt. Die Wasserauflast für verschiedene Wasserrhöhen wurde nach der Methode von *Prasil* ermittelt. Die seitlichen Blechschilde wurden so ausgeführt, dass sie bei einer Absenkung der oberen Schütze von 3,0 m nicht überströmt werden können. Da diese Seitenschilde von den Pfeilern etwas entfernt sind, wurde auf eine hydraulisch günstige Ausrundung ihrer vorderen Kante besonderes Gewicht gelegt. Dadurch erreichte man, ohne besondere Lüftungsschächte im Pfeiler und Widerlager, eine gute Belüftung des Ueberfallstrahles.

### III. Sektor-Klappen-Schütze

Die Sektor-Klappen-Schütze ist eine Sektorschütze, deren Stauwand im Oberteil durch eine aufgesetzte, bewegliche Klappe verlängert ist. Dadurch werden die Vorteile der Sektorschütze mit denjenigen der zweiteiligen Schützen vereinigt, d. h. durch teilweises Heben des ganzen Schützenpaketes mit abgesenkter Klappe kann ein kombiniertes Ueber- und Unterströmen erreicht werden. Die Sektorschütze kann entweder gleich wie die untere Schütze der Sektor-Haken-Schütze, d. h. mit zwei Hauptträgern ausgebildet werden, oder es kann der Hauptträger des Sektors als vollwandiger Dreigurträger (kastenförmiger Trapezträger) konstruiert werden.

Die vier Wehröffnungen des Kraftwerkes Wildegg-Brugg<sup>4)</sup> besitzen Sektor-Klappen-Schützen mit lichten Weiten von 15 m und einer Stauhöhe von 8,20 m (Bilder 2 und 3). Die Schützen haben eine glatte, vollwandige Konstruktion, so dass kein Eis haften bleibt, und sind mit Dichtungen ausgerüstet, welche in allen Schützenstellungen gut abschliessen,

C. F. Kollbrunner: Die Sektor-Haken-Schütze des Kraftwerkes Rapperswil-Auenstein. «Mitteilungen über Forschung und Konstruktion im Stahlbau», Heft Nr. 3, Januar 1946. Verlag Leemann, Zürich.

C. F. Kollbrunner: Les vannes de toute dernière construction en Suisse. La vanne-secteur-double de l'Usine Hydroélectrique Rapperswil-Auenstein. «La Houille Blanche», No. 1, 1947.

C. F. Kollbrunner: La vanne-secteur-double. «L'Ossature Métallique», No. 2, Février 1948, S. 55.

2) C. F. Kollbrunner: L'évacuateur de crues de l'usine hydroélectrique de Rossens avec vanne-secteur-double. «La Houille Blanche», No. 4, 1950, p. 421.

3) C. F. Kollbrunner und W. Wyss: Anwendung der Potentialtheorie im Stahlwasserbau. Berechnung des Ueberfallbleches von Hakenschützen. «Mitteilungen über Forschung und Konstruktion im Stahlbau», Heft Nr. 6, Juni 1947. Verlag Leemann, Zürich.

4) C. F. Kollbrunner: Bewegliche Wehrverschlüsse des Kraftwerkes Wildegg-Brugg. «Stahlbau-Bericht» Nr. 10, Oktober 1952 (VSB, Zürich).

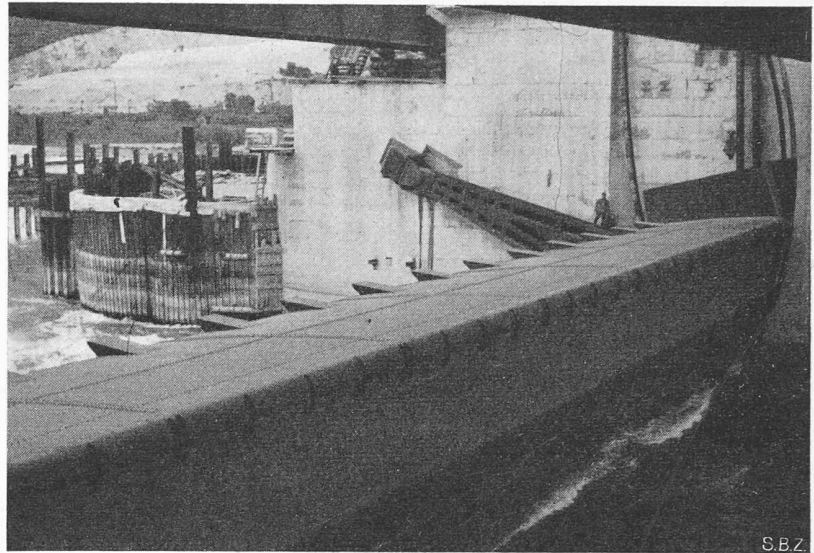


Bild 4. Sektor-Klappen-Schütze von 45 m lichter Weite und 9,45 m Stauhöhe des Rhone-Kraftwerkes Donzère-Mondragon, Klappe abgesenkt

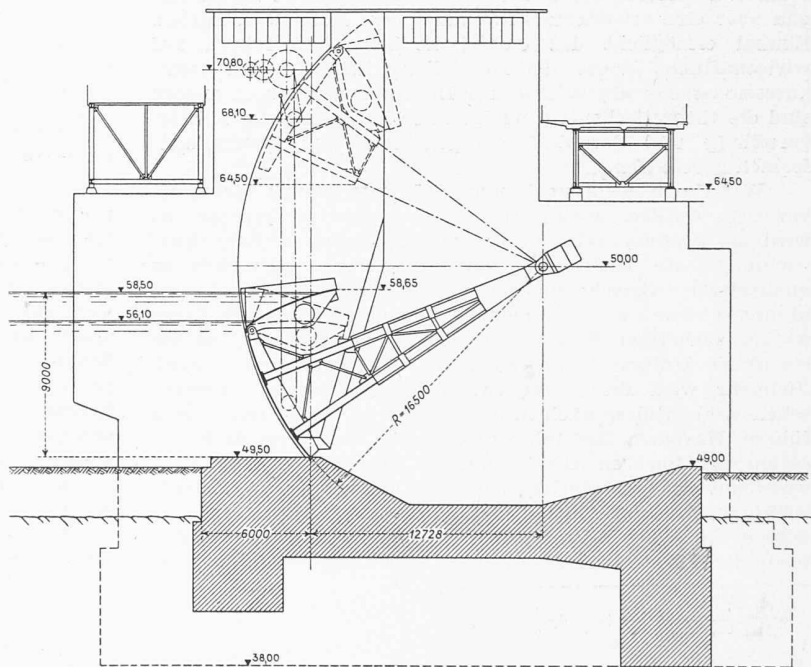


Bild 5. Querschnitt 1: 400 durch die Sektor-Klappen-Schützen des Kraftwerkes Donzère-Mondragon

möglichst wenig Spritzwasser durchlassen und von der Luftseite her auch unter Wasserdruck bei Vollstau einreguliert werden können. Zudem ist eine praktische Reguliermöglichkeit der Dichtungsführungen vorhanden.

Der Hauptträger des Sektors ist als vollwandiger Dreigurträger ausgebildet. Er besitzt an beiden Enden je ein verschliessbares Mannloch. Die oberwasserseitige Wand des Dreigurträgers bildet zugleich einen Teil der Stauwand. Letztere ist nach unten und oben verlängert, so dass sich für den Sektor allein eine Stauhöhe von 6,5 m ergibt. Die Blechhautverlängerungen stützen sich auf Vertikalspanten, welche rd. alle 2 m angeordnet sind und sich mit den Hauptvertikalaussteifungen im Innern des Dreigurträgers decken. Der untere Rand der Blechhaut wird durch den Schwellendichtungsträger abgeschlossen, an welchem die aus einem robusten, verstellbaren Gummiprofil bestehende Schwellendichtung befestigt ist. Der obere Blechrand ist durch einen Horizontalträger abgeschlossen, auf welchem in Abständen von rd. 2 m die Klappenlager sitzen. Die Sektor-Schütze ist nach oben durch Seitenschilde verlängert, zwischen welchen sich die Klappe bewegt. Das Haupttragelement der Klappe besteht aus einem halbkreisförmigen Rohr, welches von neun Querspannen, die auf dem Sektor gelagert sind, umschlossen wird.

Die sechs Wehröffnungen (5×31,50 m und 1×45 m) des Kraftwerkes Donzère-Mondragon besitzen ebenfalls Sektor-Klappen-Schützen mit einer ursprünglichen Stauhöhe von 9,15 m, die im Jahre 1952 auf 9,45 m erhöht wurde (Bilder 4 und 5). Die Sektor-Klappen-Schütze für die Schiffsöffnungsöffnung von 45 m lichter Weite ist die grösste solche Schütze, die bis jetzt ausgeführt wurde. Der Druck auf dem Drehpunkt beträgt auf jeder Seite 1090 t. Das Gesamtgewicht der Schütze beläuft sich auf rd. 460 t. Die Lagerdrücke werden durch Stahlgusskastenträger aufgenommen, welche in den Pfeilern einbetoniert sind.

### Torsionssteife Hohlträger aus Stahl

Von Oberingenieur ERNST AMSTUTZ, Wartmann & Cie. AG., Zweigbüro Zürich DK 624.014.2.074

Es ist seit langem bekannt, dass Träger mit geschlossenem Hohlquerschnitt eine aussergewöhnlich grosse Festigkeit und Steifigkeit gegen verwindende Beanspruchung aufweisen. Bisher wurden solche Hohlträger im Stahlbau in Einzelfällen angewandt, wo die Verhältnisse dazu zwangen, sonst aber haben die Konstrukteure sich eher geschaut, andere, bewährte Bauformen aufzugeben.

Die Entwicklung der Stahlbauweise in den letzten Jahrzehnten in praktischer und theoretischer Hinsicht begünstigt nun aber eine erweiterte Anwendung von Hohlquerschnitten. Einmal ermöglicht das elektrische Schweissverfahren auf wirtschaftliche Weise die Herstellung luftdicht und damit korrosionssicher abgeschlossener Hohlräume, und zum andern sind die theoretischen Grundlagen zur Erfassung der Kräfteverteilung und der Verformungen beliebiger Querschnittformen geschaffen.

Wenn nun auch noch unsere Konstrukteure «torsionsbewusst» werden, wofür erfreuliche Anzeichen sprechen, so wird die Stahlbauweise in nächster Zeit eine weitere Entwicklungsstufe zu immer vollkommeneren Tragwerken in qualitativer, wirtschaftlicher und ästhetischer Hinsicht erklimmen, denn es ist ja nicht damit getan, dass bei Tragwerken bisheriger Konzeption die Torsionssteifigkeit in der statischen Untersuchung «auch noch berücksichtigt» wird. Vielmehr wird die konsequente Ausschöpfung der theoretischen Erkenntnisse auch in diesem Fall zu neuen Bauformen führen. Nachdem die Stahlbauweise vom Stabwerk als Realisation der linearen Abstraktion zur zweidimensionalen Vollwandbauweise fortschritt, ist die Richtung der Weiterentwicklung zur körperhaften dreidimensionalen Gestaltung gewiesen. Diese neuen Bauformen werden sich damit mehr und mehr den Formen der organischen Natur angleichen, die, wie

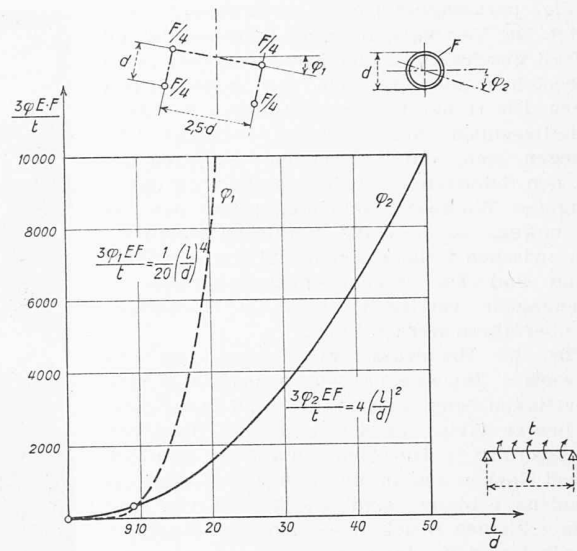


Bild 1. Die ausgezogene Linie dieses Diagrammes stellt den Verdrehwinkel eines Rohres infolge eines konstant verteilt angreifenden Torsionsmomentes  $t$  dar, die gestrichelte Linie denjenigen eines offenen Tragwerkes aus vier Fachwerkscheiben, wobei die Breite gleich dem 2,5fachen und die Höhe gleich dem einfachen Rohrdurchmesser angenommen und die Summe der Gurtquerschnitte gleich dem Rohrwandungsquerschnitt ist. Für grössere Spannweiten als der 9fache Rohrdurchmesser wird das Rohr mit rascher Progression steifer als das offene Tragwerk.

wir immer wieder feststellen, unsere technische Fortentwicklung bereits vorweggenommen hat.

Die Theorie der Torsion von Balken mit geschlossenen Hohlquerschnitten erweist, dass der Hauptwiderstand gegen Verdrehen von Schubspannungen herrührt, die den Hohlraum umfliessen [1]. Wohl treten im allgemeinen ausser diesem Schubfluss auch noch zusätzliche Schub- und Längsspannungen auf, die aber — ähnlich wie die Biegespannungen in steif angeschlossenen Fachwerkstäben — den Charakter von Nebenspannungen tragen und daher in den meisten Fällen ausser acht gelassen werden können. Bei ausgesprochen dynamisch beanspruchten Bauwerken ist allerdings die Anwendung einer verfeinerten Theorie angezeigt [2].

Mit genügend grossem Hohlraum-Querschnitt können sehr bedeutende Torsionsmomente übertragen werden, be-

Bilder 2 und 3. Dieses Projekt einer Strassenbrücke weist nur einen einzigen Hauptträger unter der Mitte der Fahrbahn auf. Zusammen mit der Betonfahrbahnplatte bildet er einen trapezförmigen Kasten, der befähigt ist, die Torsionsmomente aus einseitiger Belastung aufzunehmen. Die konsolartigen Querträger geben dem Brückenbild einen lebhaften Rhythmus. — Die Kosten des Oberbaues allein sind 7 % und die Kosten der ganzen Brücke 5 % kleiner als bei der günstigsten der untersuchten konventionellen Lösungen mit mehreren Hauptträgern.

