

# Das Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt

Autor(en): **Motor Columbus AG (Baden)**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **99/100 (1932)**

Heft 17

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-45483>

## **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.

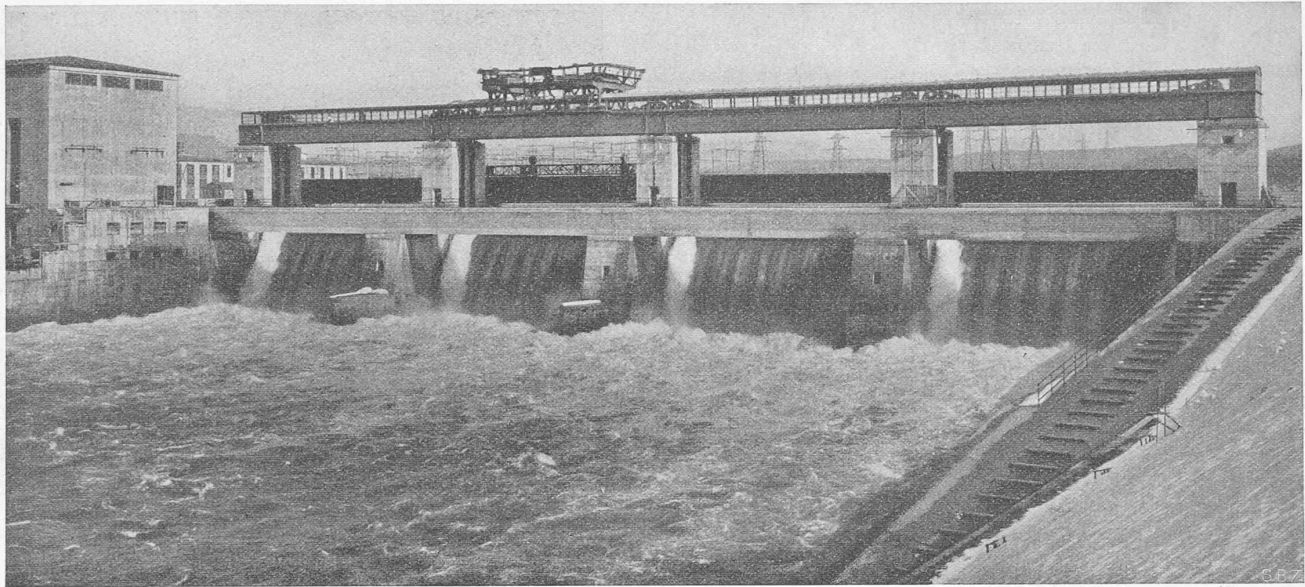


Abb. 8. Unterwasserseitige Ansicht des Stauwehrs, vom schweizerischen Ufer aus. Links das Maschinenhaus, rechts die Kahnrampe.

Stahlscheibe nach Abb. 1  $n = 3000$ ,  $\omega = 314$ . Aus  $\sigma_r = 0$  und  $\sigma_t = 1500$  als Innenspannung liefert die Nabe als Scheibe gleicher Dicke für  $x_1 = 3,6$ ,  $\sigma_r = 514$ ,  $\sigma_t = 970$ .

Konus I nach Abb. 1a:  $R = 9$   $R^2 \omega^2 = 7,99 \cdot 10^6$ . Zum Anfang  $t_1 = x_1/R = 0,4$  gehören die Koeffizienten

$$\left. \begin{array}{l} \alpha_r = 1,360 \quad \beta_r = 1,948 \quad \gamma_r = -1,440 \\ \alpha_t = 1,395 \quad \beta_t = 1,713 \quad \gamma_t = 3,150 \end{array} \right\} \text{(Tab. I).}$$

Die Anfangsspannungen  $\sigma_r = 514$   $\sigma_t = 970$  geben nach (12)

$$A_1 = 63,0 \quad B_1 = 137,2$$

Daraus mittels Determinanten nach Gl. (11)

$$k_1 = 46,05 \quad k_2 = 18,48$$

Mit diesen Konstanten am Konusende  $t_2 = 0,8$  und den dazugehörigen Koeffizienten

$$\left. \begin{array}{l} \alpha_r = 0,641 \quad \beta_r = 5,054 \quad \gamma_r = -0,136 \\ \alpha_t = 1,030 \quad \beta_t = 3,225 \quad \gamma_t = 1,189 \end{array} \right\}$$

folgen nach Gl. (7) bzw. Gl. (12) die Werte

$$A_2 = 230,3 \quad B_2 = 170,5$$

und daraus sofort die Endspannungen

$$\sigma_r = 1842 \quad \sigma_t = 1370$$

Für die  $\omega = 0$  Rechnung wird mit der Wahl  $\sigma_r = 0$   $\sigma_t = 1000$  als Nabenspannung für den selben Konus I die Anfangsspannung  $\sigma_r = 364$   $\sigma_t = 654$ . Mit den gleichen Koeffizienten für  $t_1$  wie oben

$$A_1 = \sigma_r = 364 \quad B_1 = \sigma_t = 654 \quad (13)$$

die Konuskonstanten

$$k_1' = 236,0 \quad k_2' = 79,0 \quad (11)$$

woraus sich seine Endspannungen sofort ergeben zu

$$\sigma_r = 1181 \quad \sigma_t = 856 \quad (10)$$

Für den Konus II folgt nach dem selben Schema:

1. Rechnung  $\omega = \omega$  Betrieb  $R_2^2 \omega^2 = 56,8 \cdot 10^6$

$$\text{Für } t_1 = 0,3 \quad A = 31,0 \quad B = 22,7$$

$$k_1 = 16,88 \quad k_2 = -0,074$$

Daraus für  $t_2 = 0,6$   $\sigma_r = 2690$   $\sigma_t = 2124$

2. Rechnung  $\omega = 0$

$$\text{Für } t_1 = 0,3 \quad A = \sigma_r = 1181 \quad B = \sigma_t = 856$$

$$k_1' = 642 \quad k_2' = -29,6$$

Daraus für  $t_2 = 0,6$   $\sigma_r = 1768$   $\sigma_t = 1325$

Ist nun die spezifische Randbeanspruchung durch die Schaufeln z. B.  $\sigma_r = 1800$  kg/cm<sup>2</sup>, so ermittelt sich in bekannter Weise nach Mises die Superpositionskonstante  $m$  aus

$$\sigma_{r, \text{eff}} = \sigma_r + m \sigma_r$$

mit den Zahlen des Beispiels zu  $m = \frac{1800 - 2690}{1768} = -0,504$ .

Für jeden Punkt der Scheibe gilt dann:

$$\sigma_{r, \text{eff}} = \sigma_{r, \omega} + m \sigma_{r, 0} \quad \sigma_{t, \text{eff}} = \sigma_{t, \omega} + m \sigma_{t, 0}$$

woraus sich aus den zwei Rechnungsgängen der wahre Spannungsverlauf der Scheibe ergibt (Abb. 1c).

## Das Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt.

Mitgeteilt von der MOTOR-COLUMBUS

A.-G. für elektrische Unternehmungen in Baden (Schweiz).

IV. DAS STAUWEHR.

(Forts. von Seite 202.)

### Baulicher Teil.

Das Stauwehr (Abb. 8 bis 12), ist ein Schützenwehr mit 111 m Breite zwischen den Endwiderlagern und vier Öffnungen von je 24 m lichter Weite bei vorläufig 12 m Schützenhöhe. Die feste Wehrschwelle liegt oberwasserseits ungefähr auf der Höhe der Felssohle des Flusses und geht dann in den um 2 m tiefer liegenden Sturzboden auf der Unterwasserseite über, der so eine ausreichende Wasserüberdeckung erhält. Die Wehrschützen sind so nahe wie zugänglich an die oberwasserseitige Flucht der Wehrschwelle herangerückt, um mit einer möglichst geringen Breite der kostspieligen Wehrschwelle auszukommen.

Durchgehende Betonsporne am oberen und untern Ende der Wehrschwelle, die an der Oberwasserseite auf 7 m und an der Unterwasserseite auf 10 m Tiefe in den Felsen eingreifen, schützen das Wehr gegen die Folgen von Sog im Oberwasser und von Kolkungen im Unterwasser; sie erschweren ausserdem ein Durchsickern von Wasser unter dem Wehr hindurch. Am untern Ende des Sturzbodens ist auf Grund der Modellversuche die schon erwähnte Rehbock'sche Zahnschwelle eingebaut, die das Entstehen schädlicher Kolke unmittelbar unterhalb der Wehrschwelle verhindern soll. Mit Rücksicht auf die nach den Modellversuchen zu erwartende Kolkauströmung sind die Ufermauern und der Trennpfeiler unterhalb des Wehres entsprechend tief gegründet worden.

Die Wehrpfeiler weisen eine Stärke von 5 m auf; mit Rücksicht auf eine gute Wasserführung sind die oberwasserseitigen Pfeilervorköpfe abgerundet, die unterwasserseitigen zugespitzt. Die untern, vom Geschiebe bestrichenen Teile der Pfeiler und der Widerlager, sowie die später nicht mehr zugänglichen, ausserhalb der oberwasserseitigen Notverschlüsse liegenden Pfeilervorköpfe und die Wehrschwelle mit dem Sturzboden sind mit Urner Granit verkleidet worden; auch die Zahnschwelle besteht aus diesem Material. Verschiedene Kanten und Flächen der Schützen- und Notverschlussschwellen, die dem Angriff von Wasserwirbeln stark ausgesetzt sind, wurden durch Eisenverkleidungen geschützt.

Wehrpfeiler und Wehrschwelle sind unter Annahme eines 80-prozentigen Auftriebes bemessen worden; die Wehrschwelle hat deshalb eine Bewehrung erhalten.

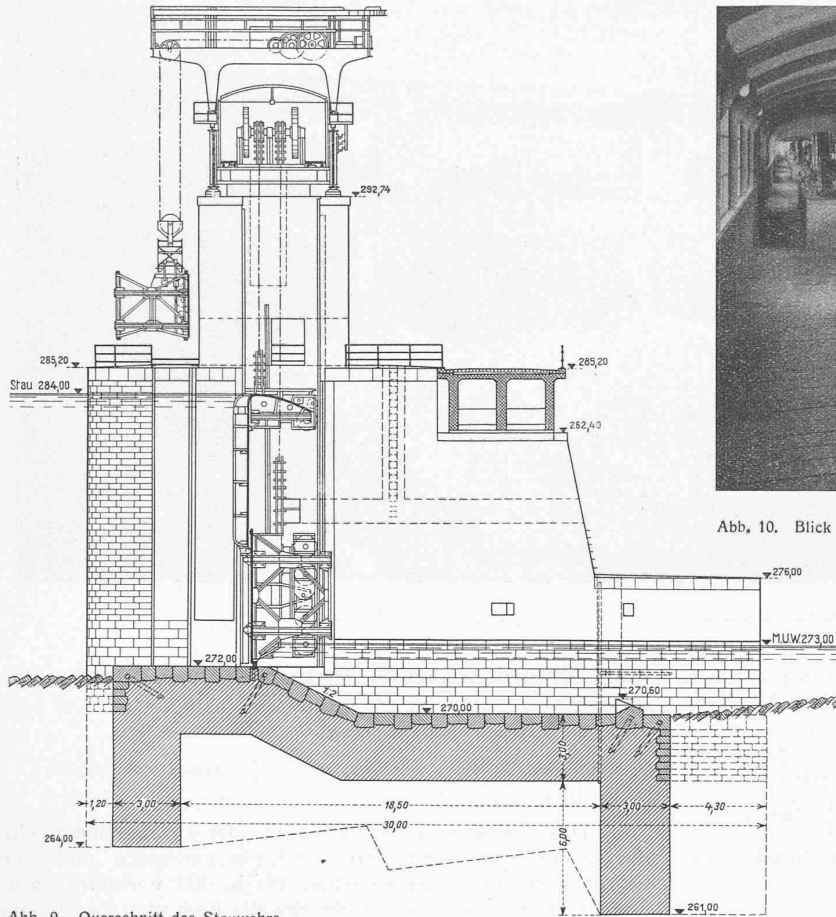


Abb. 9. Querschnitt des Stauwehrs  
darunter Grundrisse und Horizontalschnitte.  
Masstab 1 : 300.

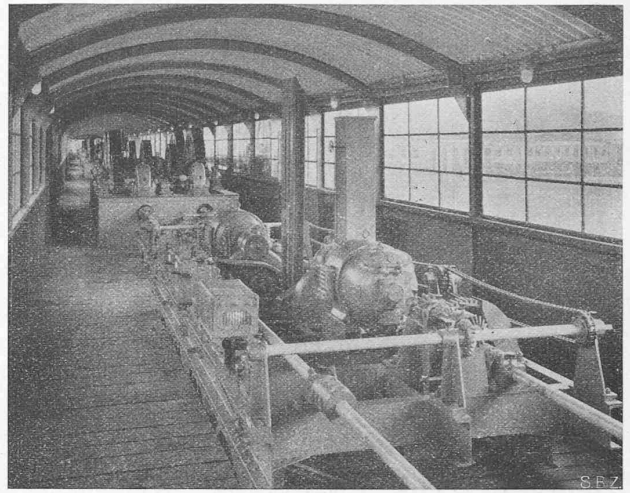
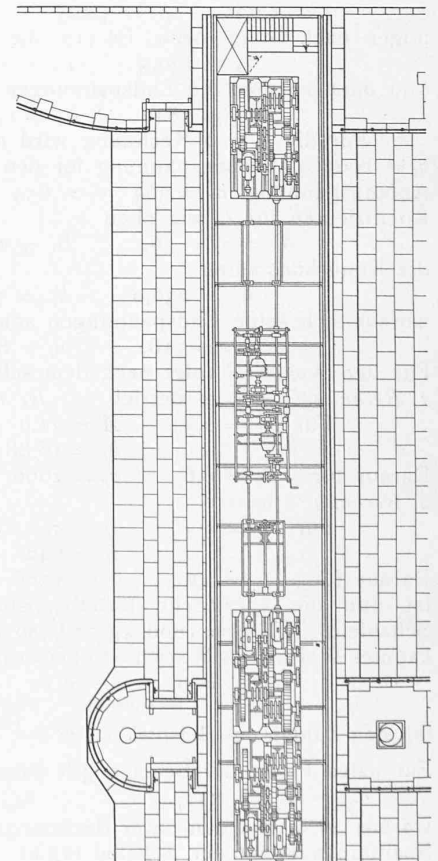
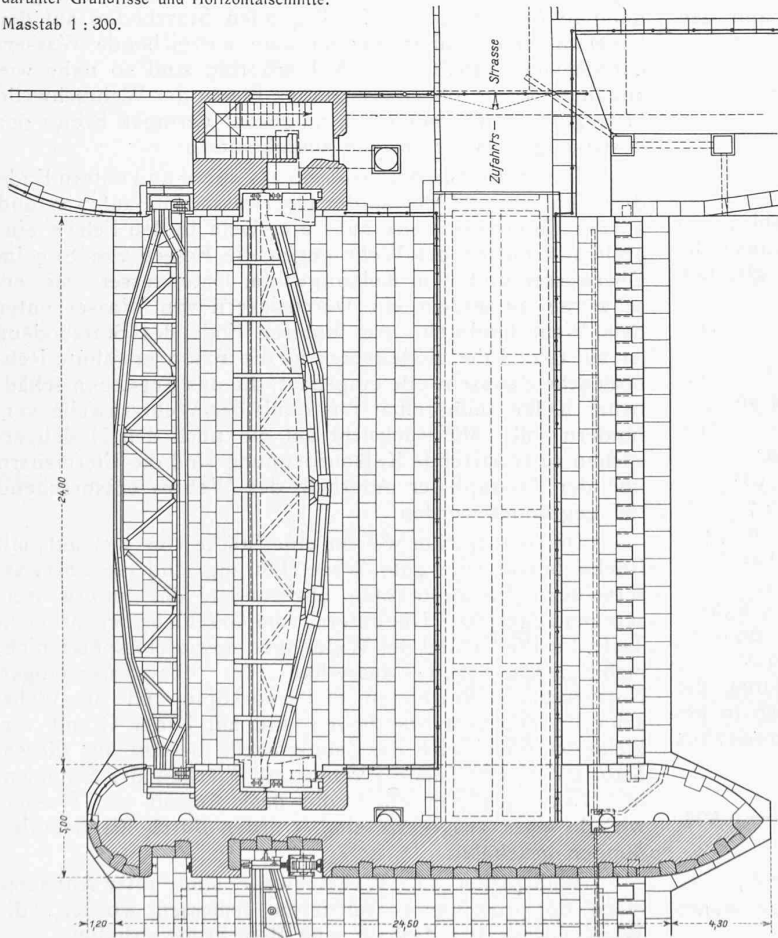


Abb. 10. Blick in die gedeckte Windwerkbrücke des Stauwehrs.

*Stauweherschützen.*

Die Weherschützen sind als waagrecht geteilte Doppelschützen ausgebildet, bei denen über die ganz gesenkten vier Oberschützen eine Wassermenge von rd. 1700 m<sup>3</sup>/sec abfliessen kann. Die Unterschützen brauchen deshalb, wenn das Kraftwerk im Betrieb ist, erst bei einer Wasserführung von über 2700 m<sup>3</sup>/sec gezogen zu werden; das ist nur an wenigen Tagen im Jahr der Fall. Die Unterschützen sind in üblicher Weise ausgebildet und besitzen zwei waagrechte Hauptträger, die den Wasserdruck durch Rollenwagen auf die Wehrpfeiler übertragen. Die um 4,50 m absenk- baren Oberschützen sind von hakenförmig-



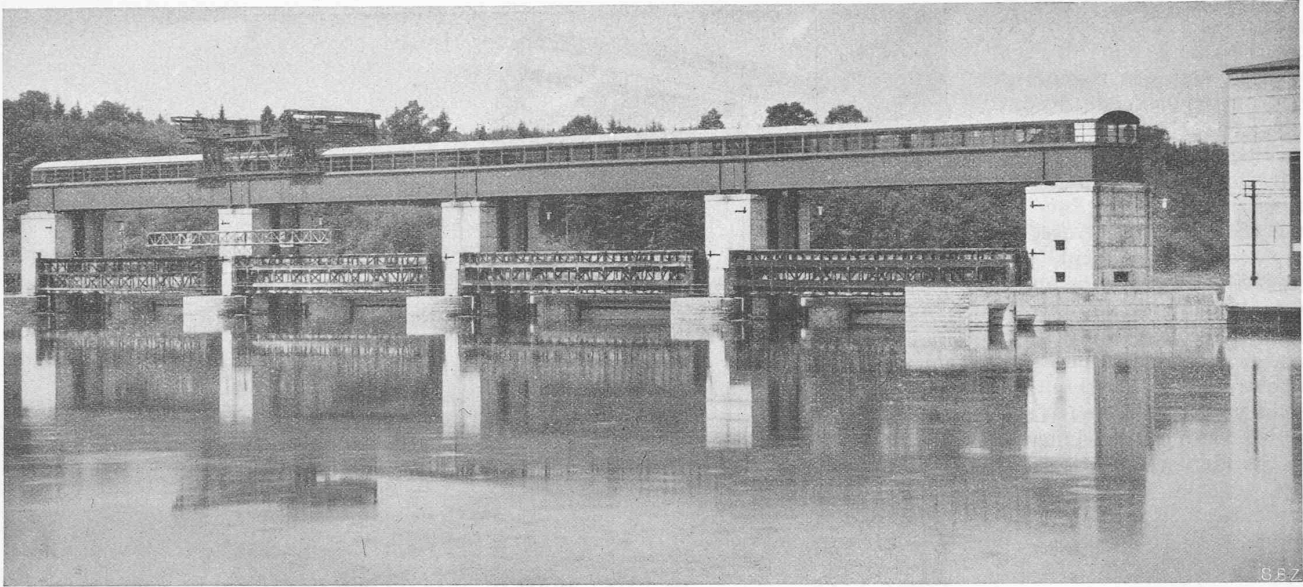


Abb. 11. Ansicht des Stauwehrs von der Oberwasserseite, gegen das schweizerische Ufer. Rechts das Maschinenhaus.

gem Querschnitt und haben nur *einen* solchen Hauptträger, gegen den sich vertikale, spantenartige Nebenträger legen; unten stützen sich diese Nebenträger mittels Rollen auf die Unterschütze (Abb. 10). Diese Bauart<sup>1)</sup> weist bei einer sehr grossen Absenkbarkeit der Oberschützen eine geringe Gesamtkonstruktionshöhe in der Flussrichtung für beide Schützentafeln auf und ermöglicht so eine geringe Wehrschwellenbreite; sie hat den Vorteil, dass sämtliche Tragkonstruktionen auf der Unterwasserseite liegen und dass der Ueberfallrücken bei der Oberschütze zwanglos eine hydraulisch günstige Form bei verhältnismässig geringer Wasserauflast erhalten kann. Da für die Ober- und die Unterschütze in den Wehrpfeilern nur eine gemeinsame Laufbahn erforderlich ist, kommt man mit einer geringen Nischentiefe aus und vermeidet so eine zu starke Schwächung des Pfeilerhalses bei den Schützensnuten.

Die Hauptträger der Schützen sind mittels Kipplagern auf den Rollenwagen derart gelagert, dass die Rollen von den Formänderungen der Hauptträger nicht beeinflusst werden und allfälligen Unebenheiten der Laufbahn folgen können. Mit Rücksicht auf die hier auftretenden grossen Drücke von 220 t pro Rolle ist für die Rollenachsen Stahlwalzenlagerung gewählt und auf diese Weise die Reibung auf ein Mindestmass herabgesetzt worden. Zur einwandfreien Uebertragung der grossen Rollenlasten auf die Pfeiler sind für die Laufbahn schwere Stahlguss-Schienen mit 32 cm breiter Lauffläche verwendet worden. Die Hauptträger der Schützen bestehen aus Stahl 48 und die übrigen Teile aus Stahl 37. Ober- und Unterschütze sind in der Staustellung mit einer waagrecht Gummi-leiste gegeneinander abgedichtet. Durch besondere Luftschächte in den Pfeilern wird der Raum unter dem Ueberfallstrahl reichlich belüftet. Zur Festlegung der genauen Form des Ueberfallrückens bei den Oberschützen und zur Abklärung sonstiger mit der Schützenkonstruktion zusammenhängender hydraulischer Fragen hat die M. A. N. in ihrem Wasserbau-Laboratorium in Gustavsborg ausgedehnte Versuche durchgeführt. Die Abb. 8 und 11 zeigen die unter- und die oberwasserseitige Ansicht des Wehres.

#### Windwerkbrücke.

Die Windwerkbrücke auf den Pfeilern ist als Blechträgerkonstruktion mit versenktem Boden und einem Windwerkhaus über den Trägern ausgeführt. Die Aufhängungsart der Stauweherschützen gestattete eine verhältnismässig tiefe Lage der Windwerkbrücke; da die Windwerke in der Längsrichtung der Brücke angeordnet sind, kam man auch

mit einer geringen Brückenbreite aus (Abb. 9 bis 11). An jedem Ende des Windwerkhauses befindet sich eine heizbare Kabine für den Wärter.

#### Stauwehr-Windwerke.

Für jede Schützentafel ist ein besonderes Windwerk vorhanden, sodass man gleichzeitig die obere Schütze absenken und bei beliebiger Lage der oberen die untere Schütze anheben oder auch beide Schützen miteinander heben und senken kann. Eine Begrenzung der Bewegungsmöglichkeit ist nur insofern vorhanden, als ein besonderer Endscharter beide Windwerke stillsetzt, kurz bevor die Schützentafeln ganz auseinandergezogen oder ganz zusammengesoben sind. Ein vollständiges Auseinanderziehen ist auch durch mechanische Sicherungen verunmöglicht, doch würde ein Wirksamwerden dieser Sicherung eine Ueberlastung des Windwerkes der Oberschütze zur Folge haben. Umgekehrt würde das Windwerk der Unterschütze überlastet, wenn sich beim Ineinanderschieben die obere Schütze auf die untere aufsetzt; diese Ueberlastungen werden durch die vorerwähnten Begrenzungsscharter verhindert. Zwei weitere Endscharter sorgen dafür, dass das Windwerk der Unterschütze stillgelegt wird, sobald diese auf der Wehrschwelle aufsteht, und dass die Oberschütze nicht weiter als bis in ihre obere Endlage gehoben werden kann.

Die Windwerke sind eine Konstruktion der Giesserei Bern der L. von Roll'schen Eisenwerke und haben eine maximale Hubkraft von 168 t für die Oberschütze und 194 t für die Unterschütze, einschliesslich dem Sicherheitszuschlag von 35 t pro Schützentafel für unvorhergesehene Widerstände. Sie sind mit Drehstrommotoren von je 32 PS ausgerüstet und können die untere und obere Schütze mit einer Geschwindigkeit von 0,2 m/min bewegen. Die Windwerke bestehen in der Hauptsache aus den beiden Seitenteilen über den Wehrpfeilern mit den Kettenantriebskolben und den ersten Vorgelegen, aus der in Oeffnungsmitte aufgestellten Antriebsgruppe mit den beiden Motoren (Abb. 10), aus dem Endschartermechanismus und den die einzelnen Teile verbindenden Transmissionen. In den Seitenrahmen befinden sich selbsthemmende Schneckengetriebe, die in geschlossenem Gehäuse im Oelbad laufen.

Als Huborgane dienen MAN-Gelenklaschenkettens mit dreifach gelagerten Bolzen. Die Laschen sind durch Messingscheiben distanziert, um ein Zusammenrostern zu verhüten, die Kettenkolben mit den zugehörigen Achsen aus Siemens-Martinstahl von hoher Festigkeit aus einem Stück geschmiedet. Kettenabstreifer und Kettenschutz verhüten ein unregelmässiges Auf- und Abwickeln der Ketten.

<sup>1)</sup> Nach D. R. P. Nr. 333 944 der M. A. N., Gustavsborg.



In den Antriebsgruppen arbeitet jeder Motor unter Zwischenschaltung einer Rutschkupplung auf das zugehörige erste schnelllaufende Reduktionsgetriebe; dieses ist mit Kugellagern ausgestattet und läuft in geschlossenem Gehäuse im Oelbad. Zum genauen Stoppen beim Ausschalten des Motors dient eine durch Elektromagnet gelüftete Doppelbackenbremse, die bei jedem Stromunterbruch automatisch einfällt und im Ruhezustand durch Federkraft geschlossen ist. Mit dem Handantrieb kann eine Schütze in der Stunde um 0,5 m gehoben oder gesenkt werden, wenn zwölf Mann an sechs Kurbeln drehen.

Die Stellung der beiden Schützentafeln kann auf der Windwerkbrücke bei jedem Windwerk an einem Indikator abgelesen werden. Die Windwerke sind ferner mit je einem selbstregistrierenden Schreibwerk (System Stoppani) ausgestattet.

Die Windwerkmotoren erhalten ihren Strom normalerweise aus dem Werke selbst; in Störungsfällen können sie aus einem der Netze der vier Partner gespeist werden. Für den Fall, dass auch sämtliche angeschlossenen Netze versagen sollten, ist noch ein besonderer Reserveanschluss an eine auf der badischen Seite in der Nähe des Werkes vorbeiführende 6 kV-Leitung des Kraftwerkes Rheinfelden hergestellt worden. Da aber bei einem Herausfallen aller Maschinengruppen in Ryburg-Schwörstadt auch der Betrieb des Kraftwerkes Rheinfelden in Unordnung geraten könnte, hat man als letzte Reserve noch eine diesel-elektrische Hilfsgruppe von 160 PS aufgestellt. Eine absolut sichere Stromversorgung für das Heben der Schützen oder der zufällig eingesetzten Notverschlüsse ist lebenswichtig für das Kraftwerk, weil bei einem plötzlichen Abschalten aller vier Maschinengruppen bis 1000 m<sup>3</sup>/sec, unter Umständen sogar bis zu 1200 m<sup>3</sup>/sec Wasser im Staubegebiet plötzlich zurückgehalten werden, die in kurzer Zeit den Oberwasserspiegel auf eine gefährliche Höhe ansteigen liessen, wenn die Schützen nicht rechtzeitig geöffnet werden könnten.

#### *Stauwehr-Notverschlüsse („Dammbalken“).*

Der oberwasserseitige Notverschluss ist nur für eine Wehröffnung vorhanden und besteht aus vier schützenartigen Einzeltafeln von je 3,2 m Höhe. Er ist, um an Gewicht zu sparen, aus Si-Stahl gebaut. Ausser Gebrauch ruht je eine Notverschluss tafel über einer Wehröffnung auf den Pfeilerköpfen, sodass kein besonderer Notverschluss-Lagerplatz neben dem Wehr nötig ist (Abb. 12). Das Einsetzen der Notverschluss tafeln besorgt ein elektrisch betriebener Laufkran von 75 t Tragkraft mit Auslegern, der ritlings über dem Windwerkhaus auf den Obergurten der Windwerkbrücke fährt. Er fasst die Notverschluss tafeln mit einem Zangenbalken, der in den Pfeilernischen geführt wird und ein zwangläufiges Ein- und Aushaken der Tafeln über und unter Wasser gestattet. Der Kran trägt ausserdem auf drei Seiten eine leichtere Kranbahn, auf der zwei Elektroflaschenzüge laufen, die zum Heben kleinerer Stücke sowie zum Ein- und Ausbauen der Windwerke dienen.

Ein unterwasserseitiger Notverschluss, wie er zu einer Trockenlegung des Sturzbodens nötig wäre, ist nicht beschafft worden; doch sind die nötigen Vorkehrungen an den Wehrpfeilern für einen allfälligen spätern Einbau getroffen.

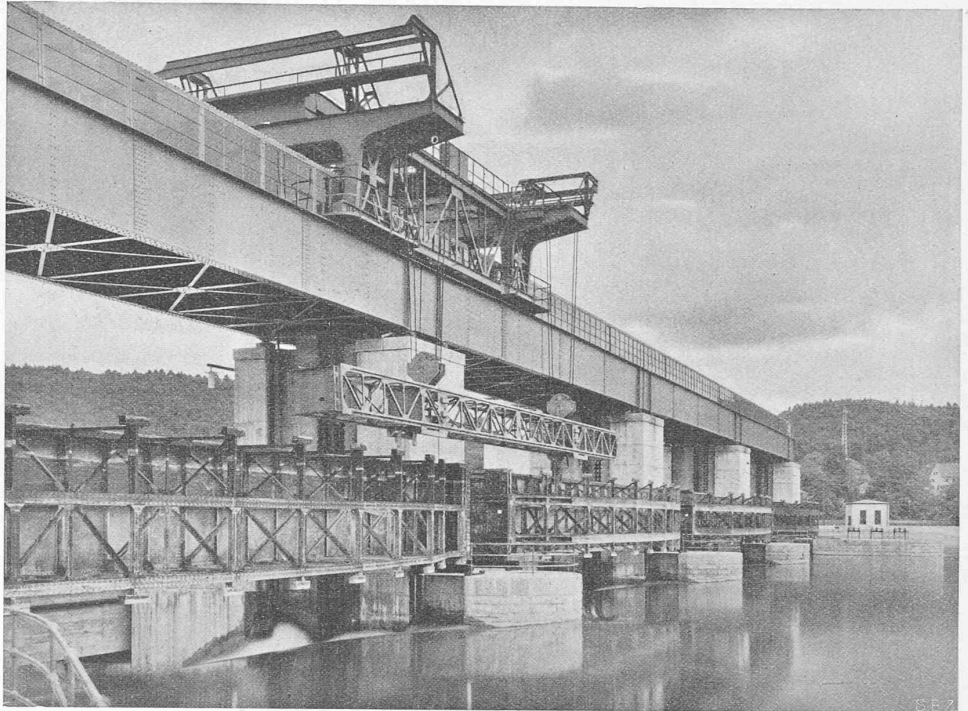


Abb. 12. Oberwasserseitige Ansicht des Stauwehrs mit Notverschlüssen und Notverschlusskran.

#### *Wehrbrücke.*

Auf der Unterwasserseite führt eine nur für den Werkverkehr bestimmte, 5,0 m breite Eisenbetonbrücke über das Stauwehr nach dem Rechendienstboden des Maschinenhauses. Sie ist für Belastungen berechnet, wie sie in den schweizer. Vorschriften für Brücken in Hauptstrassen vorgesehen sind, damit im Notfalle auch schwerere Maschinenteile darüber transportiert werden können.

#### *Kahnrampe und Fischtreppe.*

Auf dem schweizerischen Ufer ist eine, besonders den Bedürfnissen der Pontoniere angepasste Kahnrampe mit Stahlwalzen und elektrischer Winde angeordnet (Abb. 8).

Im Trennpfeiler zwischen Stauwehr und Maschinenhaus ist eine Fischtreppe eingebaut, die nach den Vorschriften der zuständigen Behörden als Beckentreppe mit Einstiegen von der Rheinseite und von der Unterwasserkanalseite her ausgebildet ist. Die drei Ausstiege im Oberwasser sind auf der Maschinenhausseite in verschiedener Höhe so angeordnet, dass sie bei allen Oberwasserständen einen leichten Austritt und eine gleichmässige Wasserbeschickung ermöglichen. Die Fischtreppe hat 2,0 m breite Becken von 2,14 m Stufenlänge und 0,33 m Stufenhöhe.

#### *Ausführende Firmen.*

Die Bauarbeiten für das Stauwehr samt Trennpfeiler und linksseitiger Uferbefestigung wurden an die Firmen Locher & Cie. und J. J. Rüegg & Cie. in Zürich vergeben, die sich zur Durchführung der Arbeiten zu einer Kollektivgesellschaft verbunden hatten. Die Wehrverschlüsse, die Windwerkbrücke und der Notverschlusskran sind unter Zugrundelegung des Projektes der M. A. N., Werk Gustavsburg, an eine schweizerisch-deutsche Lieferungsgemeinschaft vergeben worden, und zwar führten aus: die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Werk Gustavsburg, zwei Doppelschützen, sämtliche Laufschiene, Rollenwagen, Hubketten und Kettenkolben für die vier Doppelschützen sowie den Notverschlusskran; die Buss A.-G., Basel, mit Wartmann, Vallette & Cie., Brugg, zwei Doppelschützen und die Armaturen sämtlicher Schütznischen; die Giesserei Bern der L. von Roll'schen Eisenwerke sämtliche Windwerke; Conrad Zschokke A.-G., Werkstätte Döttingen, die Windwerkbrücke; Löhle & Kern A.-G. (jetzt Eisenbaugesellschaft Zürich), Zürich, die Notverschlüsse, die Laufschiene und die Arma-

turen der Notverschlussnischen. Die M. A. N. montierte sämtliche Eisenkonstruktionen für das Stauwehr und bearbeitete die Pläne für die Schützen, Notverschlüsse und den Notverschlusskran. Die Ausführungspläne für die Windwerkbrücke und die Windwerke haben die betreffenden Lieferanten selbst bearbeitet; die Windwerke sind durch die Giesserei Bern montiert worden. (Forts. folgt.)

## Der junge Maschinen-Ingenieur in der Praxis.<sup>1)</sup>

Von Obering. E. LAVATER, i. Fa. Gebr. Sulzer, Winterthur.

### I.

Tritt ein Sekundarschüler nach Absolvierung der gesetzlichen achtjährigen Schulzeit in die Praxis, so geschieht dies in einem Alter, wo sein Geist und sein Charakter noch am Anfang ihrer Entwicklungsmöglichkeiten stehen und sich in der Regel mit Leichtigkeit den Anforderungen der neuen Lebensweise anpassen. Kommt dagegen der Hochschul-Absolvent in die Praxis, dann hat er sich nicht nur während mindestens acht weiteren Jahren intensiv an die Schumatmosphäre gewöhnt, sondern sein Uebergang aus jener sanften Umgebung erfolgt zu einer Zeit, da er schon über viele Probleme des Lebens und namentlich über seine beruflichen Aspirationen feste Vorstellungen und vorgefasste Meinungen besitzt, die sich nicht ohne gewisse Kämpfe umstossen lassen. So sehen wir täglich, dass junge Leute bei ihren ersten Schritten im praktischen Leben manche Enttäuschungen erfahren, von Ungeduld und Misstrauen erfasst werden, und eine geraume Zeit brauchen, bis sie gegenüber ihrer Umgebung in eine Art Gleichgewicht oder in einen geregelten Entwicklungszustand geraten.

Soll ich den Versuch machen, die Gründe dieser Erscheinung für den jungen Ingenieur zu analysieren, so werde ich natürlich vom Fall eines Hochschülers ausgehen, der bis zu seiner Schlussprüfung tatsächlich nur Schüler geblieben ist. Meine Betrachtungen betreffen somit nicht diejenigen, die schon vor Abschluss des Studiums einen Einblick in das praktische Leben erhalten haben, oder die sonst, durch frühreife Einstellung, zur leichtern Lösung der besprochenen Probleme befähigt sind. Ferner kann ich nicht die vielen Anfangsmöglichkeiten untersuchen, die dem Ingenieur offen stehen, sondern werde mich auf den Werdegang des Maschinen-Ingenieurs beschränken, der in eine grössere Firma eintritt.

### II.

Im Lauf seiner 16 bis 18 Unterrichtsjahre hat der Hochschulabsolvent eine Menge Kenntnisse erworben, nach einem Programm, das nach langen und wiederholten Beratungen von den Schulbehörden verschiedener Stufen diejenigen Materien zusammenfasst, die für das Leben und den Beruf als die notwendigsten betrachtet werden. Daher glauben Eltern und Schüler damit rechnen zu können, dass nach Studienende die Berufsbahn unter den denkbar besten und einträglichsten Bedingungen angetreten werden kann. Dieser Glaube wird vielleicht noch dadurch bestärkt, dass die lange Schulzeit, die schon im Momente der Maturitätsprüfung eine genussreiche Glanzzeit aufwies, wieder in einem Kulminationspunkt endet, bei der Diplomprüfung. In diesem Moment höchster Lebendigkeit ist es für den begabten Diplomanden ein wahrhafter Genuss, das grosse, in der Hochschule durchwanderte Gebiet der technischen Wissenschaft mit Klarheit zu durchschauen.

In diesem Moment des höchsten Aufschwunges stürzt sich nun der junge Diplomingenieur in die Praxis, um ihr endlich all sein Können zur Verfügung zu stellen. Er erwartet sozusagen, dass das Bureau, das ihn aufnimmt, etwa einem trockenen Schwamm gleichen wird, der seine allumfassende Wissenschaft aufzusaugen bereit ist.

Kein saugender Schwamm empfängt diesen Vermittlungsdrang, sondern spröde, manchmal recht entsetzlich

langweilige Aufgaben. Ich will das mit meinem eigenen Erlebnis illustrieren. Als ich, mit derartigen Gefühlen geladen, gleich nach dem Diplom meine erste Stelle in Amerika antrat, wurde mir erklärt, dass die in Aussicht genommene Berechnung und Konstruktion einer Ventilatoren-Serie, für die ich einige Tage früher engagiert worden war, zurückgestellt sei, dass ich aber für  $\frac{2}{3}$  des vereinbarten Salärs im kleinen Konstruktionsbureau der Firma vorläufig mitmachen dürfe. Ich kann mich nicht erinnern, wie fehlerhaft die erste Werkstätte-Zeichnung war, die ich damals verbrochen habe, aber was ich heute noch weiss, ist, dass ich sie auch noch selber kopieren musste. Nun fiel das Ergebnis dieser Arbeit und namentlich meine Masszahlen so entsetzlich aus, dass ein Lehrjunge die Zeichnung von neuem pausen und ein Zeichner mir zeigen musste, wie man Zahlen schreibt, die der amerikanische Arbeiter lesen kann.

Die erste Aufgabe des jungen Konstrukteurs besteht somit in der Beachtung einer Menge von Einzelheiten, was wiederum für den, der sich soeben nur mit grosszügigen konstruktiven Betrachtungen abgegeben hat, die Ueberwindung einer gewissen intimen Scheu erfordert. Man soll sich nicht schämen, dem Radius einer Abrundung zwischen Rohr und Flansch sein aufrichtiges, volles Interesse zu schenken; man soll sich nicht schämen, eine kleine Stange drei- oder viermal zu zeichnen, bis ihre Proportionen vollständig befriedigen und bis sie für die Bearbeitung auf einfachste Form gebracht worden ist.

Hat man einen noch so geringfügigen Fehler erkannt, so darf man nie davor zurückschrecken, ihn zu beseitigen. Wie bitter ist es manchmal, wegen eines zu hoch angesetzten Rohranschlusses die ganze, mühsam ausgearbeitete Zeichnung einer Rohrleitung mit Krümmern, mit Nebenschlüssen und ihren Armaturen und mit allem, was dahinter gezeichnet war, in zwei Projektionen auszulöschen und neu aufzuzeichnen. Und doch muss es getan werden und zwar das zweite oder dritte Mal genau gleich minutiös wie das erste Mal.

Zu jeder solchen Korrektur kommen die Ueberlegungen über die Folgen der vorgenommenen Aenderungen hinzu: welche Stücke, welche Schraubenlöcher, Augen, Supports werden durch diese Verschiebung in Mitleidenschaft gezogen? Auch da muss rücksichtslos jede zugehörige Zeichnung nachkontrolliert werden, wenn es noch so umständlich ist, sie wieder zu beschaffen. Diesbezüglich wird man sich mit Vorteil den Satz vor Augen halten, den Dr. Frieder in einem geistreichen Aufsatz in der „S.B.Z.“ (Band 97, S. 229, 2. Mai 1931) geschrieben hat.

Am tückischsten zeigt sich die Unerfahrenheit des Neueintretenden bei der Anwendung der Normalien, der vorhandenen Modelle oder der vorhandenen Bearbeitungs-Vorrichtungen. Ist beispielsweise ein Schraubenkreis mit 620 mm Durchmesser gezeichnet und weiss die Zeichnungskontrolle, dass auf dem Magazin eine Bohrlehre mit 625 mm Durchmesser liegt, so ist sie gezwungen, an der Zeichnung die entsprechende Korrektur anbringen zu lassen. In einem grossen Betrieb ist die Literatur über die Vorräte so umfangreich, dass der Neuling lange braucht, um nur herauszufinden, welches Heft er in diesem Fall nachzuschlagen hat. Erst nach Monaten bekommt er einen Ueberblick über dieses weitläufige System und einen Begriff von den ungeheuren Summen, die in den Modellen und Werkzeugen stecken und beim Konstruieren verwertet werden müssen.

Es ist klar, dass die Zweckmässigkeit aller Vorschriften über die Verwendung dieser Modelle und Einrichtungen demjenigen viel eher einleuchten wird, der vor oder während seines Studiums schon in einer Giesserei oder mechanischen Werkstätte praktisch gearbeitet hat. Diese praktische Arbeit, die heute von der Industrie immer energischer gefordert wird, und die kein angehender Ingenieur versäumen sollte, ist am besten geeignet, ihm aus eigener Anschauung zu zeigen, wie sehr die kleinste Unachtsamkeit des Konstrukteurs in irgendeiner der schon besprochenen Hinsichten den Arbeitsvorgang komplizieren und verteuern kann.

<sup>1)</sup> Nach einem Vortrag, gehalten am 20. Mai 1931 am Betriebswissenschaftlichen Institut der E. T. H.