

Das Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 19

PDF erstellt am: **12.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-45490>

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.

INHALT: Das Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt. — Wettbewerb für ein Krematorium beim Friedhof Nordheim in Zürich. — Baggerarbeiten mit selbstansaugenden Zentrifugalpumpen für Schlamm- und Kiesförderung. — Mitteilungen: Schwingungstechnische Untersuchungen des Laufes von Eisenbahnwagen. Das Kraftwerk Cize-Bolozon. Tagung des schweizerischen Gasfaches vom 8. April in Basel. Tunnel-

rekonstruktion in Frankreich. Neuartige Anordnung der Turbinen eines Niederdruckwasserkraftwerkes. Neuerungen im Eisenbahnbetrieb. Die Felsdarstellung in der neuen Landeskarte. Die heutigen technischen Möglichkeiten des Landtransports. — Nekrologe: Emil Lüdin, Ernst Anselmier. — Wettbewerbe: Verwaltungsgebäude der Aargauischen Brandversicherungsanstalt in Aarau. — Literatur.

Band 99

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich.
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 19

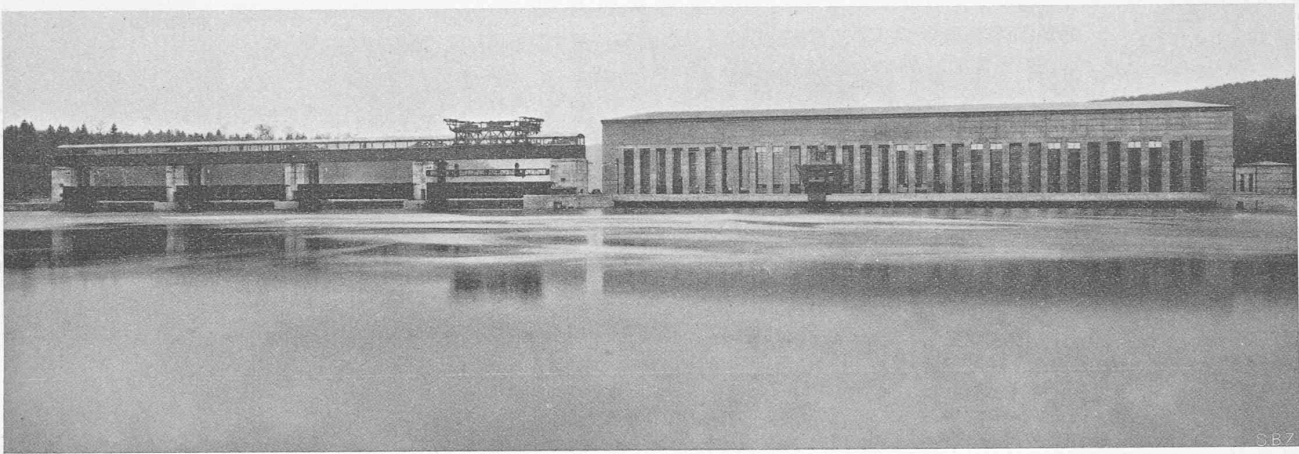


Abb. 15. Oberwasserseitige Ansicht des Stauwehres und des Maschinenhauses des Rheinkraftwerks Ryburg-Schwörstadt.

Das Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt.

Mitgeteilt von der MOTOR-COLUMBUS

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

V. DAS MASCHINENHAUS.

(Fortsetzung von Seite 217.)

Baulicher Teil.

Das Maschinenhaus, das aus den Abb. 13 bis 16 ersichtlich ist, war in seinen Hauptabmessungen durch die Grösse der ausgenützten Wassermenge bestimmt. Aus der Bedingung, dass Einlaufspirale und Saugrohr jeder Turbine bei kleinem Gefällsverlust eine Wassermenge bis zu 300 m³/sec durchlassen müssen, ergaben sich Durchflussquerschnitte, die zu einem Achsabstand der einzelnen Maschinengruppen von 27 m und einer Gesamtlänge des Maschinenhaus-Unterbaues von 110 m führten. Die Breite des Maschinenhaus-Unterbaues von der Einlaufschwelle bis zum Saugrohrauslauf beträgt 57,5 m, der tiefste Punkt des Saugrohrs liegt 24 m unter dem Stauspiegel. An der tiefsten Stelle in der Erosionsrinne reichen die Fundamente des Maschinenhauses sogar bis 32 m unter den Stauspiegel hinab; die grösste Höhe des Gebäudes an dieser Stelle, bis zum Dachfirst der Maschinenhalle gemessen, beträgt 50 m.

Die Maschinengruppen sind in vertikalachsiger Anordnung so eingebaut, dass die Spiralendecke gleichzeitig den Boden der Maschinenhalle bildet; eine reinliche Scheidung zwischen den wasserführenden Bauteilen und der eigentlichen Maschinenhalle ergab sich dabei von selbst. Die Halle konnte verhältnismässig schmal gehalten werden, da zwischen den einzelnen Maschinengruppen genügend Platz für das Abstellen aller Teile einer Maschine bei einer Demontage vorhanden ist. Die bei dieser Hallenform notwendige Abstützung der unterwasserseitigen Hallenwand über der Spiralendecke konnte dadurch ermöglicht werden, dass man den unteren Teil dieser Wand bis Bankhöhe der Hallenfenster als Träger ausbildete. Die erforderliche Höhe des Maschinenhauses ergab sich daraus, dass genügend Raum vorhanden sein muss, um bei Demontage einer Maschinengruppe die grössten Maschinenteile mit Hilfe der Krane ausheben und transportieren zu können. So entstand eine Halle von 116 m Länge, 18 m Breite und 19 m Höhe; sie ist bis zur Höhe der Kranbahn in Eisenbeton, darüber in Eisenkonstruktion mit Betonausfachung ausgeführt und nach oben durch eine begehbare Rabitzdecke abgeschlossen. Unter- und Hochbau werden durch drei durchgehende Fugen derart unterteilt, dass das Bauwerk

einer jeden Maschinengruppe ein für sich abgeschlossenes Ganzes bildet.

Der Einlauf zu jeder Turbinenspirale ist durch zwei senkrechte Zwischenwände unterteilt, die zusammen mit den Seitenwänden der Einlaufspiralen die Pfeiler des Maschinenhauses auf der Oberwasserseite bilden. Die Zwischenwände sollen zudem das Wasser, nachdem es den Rechen des Einlaufbauwerkes durchströmt hat, möglichst gleichmässig der Turbine zuweisen. Eine Unterteilung des Turbineneinlaufes war auch vom bautechnischen Standpunkt aus sehr erwünscht, weil dadurch genügend Stützungsmöglichkeiten für die Einlaufschwelle und für die Deckenkonstruktion des Rechenbodens geschaffen wurden, und weil die Spannweite der oberwasserseitigen Notverschlüsse sich verringerte. Der Querschnitt der Einlaufspirale ist ein Rechteck mit abgerundeten Ecken. Den Uebergang von der Spirale zum Leitapparat bildet der eiserne Stützschaukelring, der die Maschinengewichte und die anteiligen Lasten der Spiralen- decke auf die Fundamente zu übertragen hat.

Das Einlaufbauwerk zwischen dem Rechen und dem oberwasserseitigen Notverschluss erhielt keinen Verputz; es wurde lediglich gegen gehobelte Schalungen betoniert. Dagegen ist die eigentliche Turbinenspirale durchwegs mit einem wasserdichten geglätteten Zementmörtelverputz versehen, der einmal etwaige Wasseraustritte durch die relativ dünnen Gehäusewandungen verhüten und dann auch die Wandreibung vermindern soll. Um den Maschinensaal gegen Feuchtigkeit sicher zu schützen, ist über der Einlaufspiralendecke, die gleichzeitig den Maschinenhaus-Fussboden bildet, noch eine aus sandarmem Beton bestehende poröse Schicht von 30 cm Stärke aufgebracht worden, die etwaiges Druckwasser durch besondere Drainageleitungen ins Unterwasser abführt.

Im Hinblick auf die Wichtigkeit der zweckmässigen Gestaltung des Saugrohrs wurden schon vor der Vergebung der Turbinen zur Feststellung des grundsätzlichen Types dieses kostspieligen Bauteils Vorversuche durch die Lieferanten und im Strömungslaboratorium der Technischen Hochschule in Karlsruhe an verschiedenen Modellen durchgeführt. Ausser den üblichen Saugkrümmer-Formen wurde in Karlsruhe auch ein interessanter Vorschlag für eine hydrokonartige Saugrohrform in neuer Ausgestaltung untersucht, die gegenüber der normalen Saugkrümmer-Anordnung bei praktisch gleichem Wirkungsgrad eine etwas geringere Saugrohrtiefe und eine Kürzung des geraden Saug-

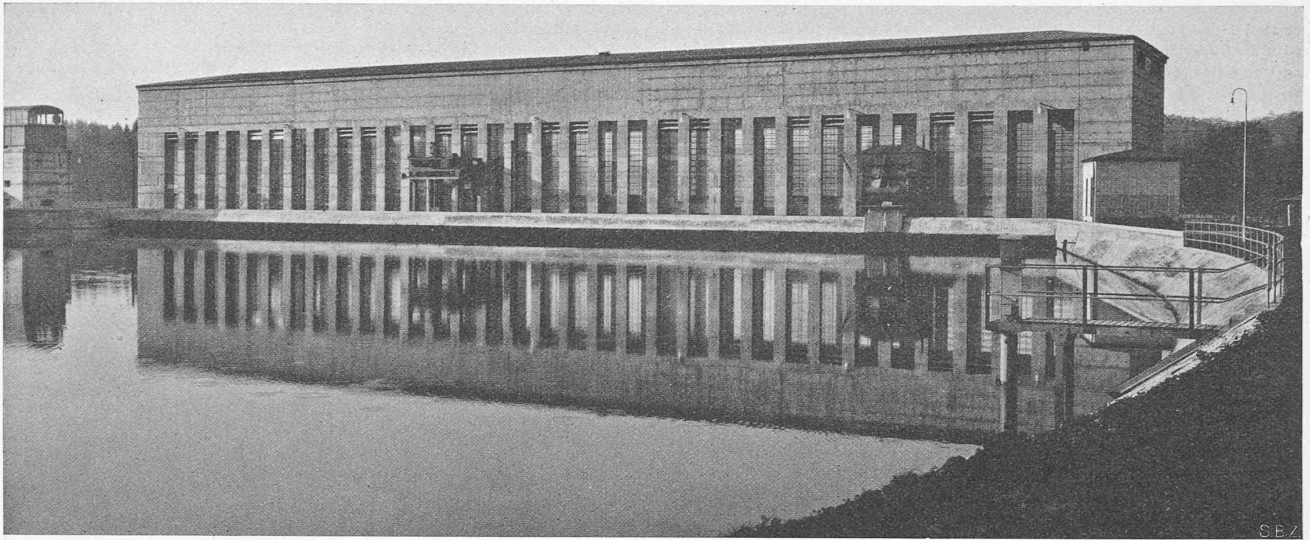


Abb. 15 a. Oberwasserseitige Ansicht des Maschinenhauses des Kraftwerks Ryburg-Schwörstadt, vom badischen Ufer aus gesehen.

rohrteils erzielen sollte. Die dabei nicht vermeidbaren schwierigen Schalungsformen und die kompliziertere Gestaltung der stark bewehrten Betonkonstruktionen liessen jedoch gegenüber dem normalen Saugkrümmer keine wirtschaftlichen Vorteile erwarten, sodass man die hydrokonartige Saugrohrform nicht mehr weiter verfolgte.

Das zur Ausführung gekommene Saugrohr besteht aus einem Saugkrümmer, der durch eine horizontale Führungs- und eine vertikale Stützwand unterteilt ist, und aus einem daran anschliessenden, durch eine Dehnfuge abgetrennten geraden Saugrohrteil von rechteckigem Querschnitt mit abgerundeten Ecken, der zur Verkleinerung der Deckenspannweite ebenfalls eine vertikale Zwischenwand erhielt. Im obersten Teil des Saugkrümmers, durch den das Wasser mit grosser Geschwindigkeit fliesst, sind die Wandungen durch eine Stahlblechverkleidung geschützt; da wo die mittlere Fliessgeschwindigkeit noch etwa 6 m/sec beträgt, schliesst sich der wasserdichte geglättete Zementmörtelverputz im Saugrohrkrümmer an. Dieser Verputz ist nur im Saugrohrkrümmer ausgeführt worden, während der gerade Saugrohrteil lediglich gegen gehobelte Schalungen betoniert ist.

Infolge der grossen Belastungen und Abmessungen der Einlaufspiralen und Saugrohre sind die Betonkonstruktionen des Unterbaues, deren Stärke aus andern Gründen nicht mehr vergrössert werden sollte, stark bewehrt und zwar mit durchschnittlich etwa 58 kg auf den m³ Beton bei den eigentlichen tragenden Konstruktionen.

Statik des Maschinenhaus-Unterbaues.¹⁾

Bei der Stabilitätsberechnung des Maschinenhauses wurde der Auftrieb trotz der unter den Saugrohren angeordneten

¹⁾ Ueber die Berechnung und Konstruktion der Einlaufspirale wie des Turbinensaugrohres sind in der Schrift von Dr. Ing. Herbert Rohde: „Berechnungsgrundlagen und konstruktive Ausbildung von Einlaufspirale und Turbinensaugrohr bei Niederdruckanlagen“, Springer, Berlin, 1931, interessante Einzelheiten mitgeteilt.

Drainagen unter Annahme eines vom Oberwasser- zum Unterwasserspiegel geradlinig verlaufenden Druckabfalles in voller Grösse berücksichtigt. Um das Zusammenarbeiten des Einlaufbauwerkes mit dem eigentlichen Maschinenhaus-Unterbau sicherzustellen, sind in die Hauptpfeiler kräftige Konsolarmierungen eingelegt und in dem Massiv des Maschinenhaus-Unterbaus verankert; so wirkt das Einlaufbauwerk als Gegengewicht gegen das Kippmoment aus Wasser- und Winddruck.

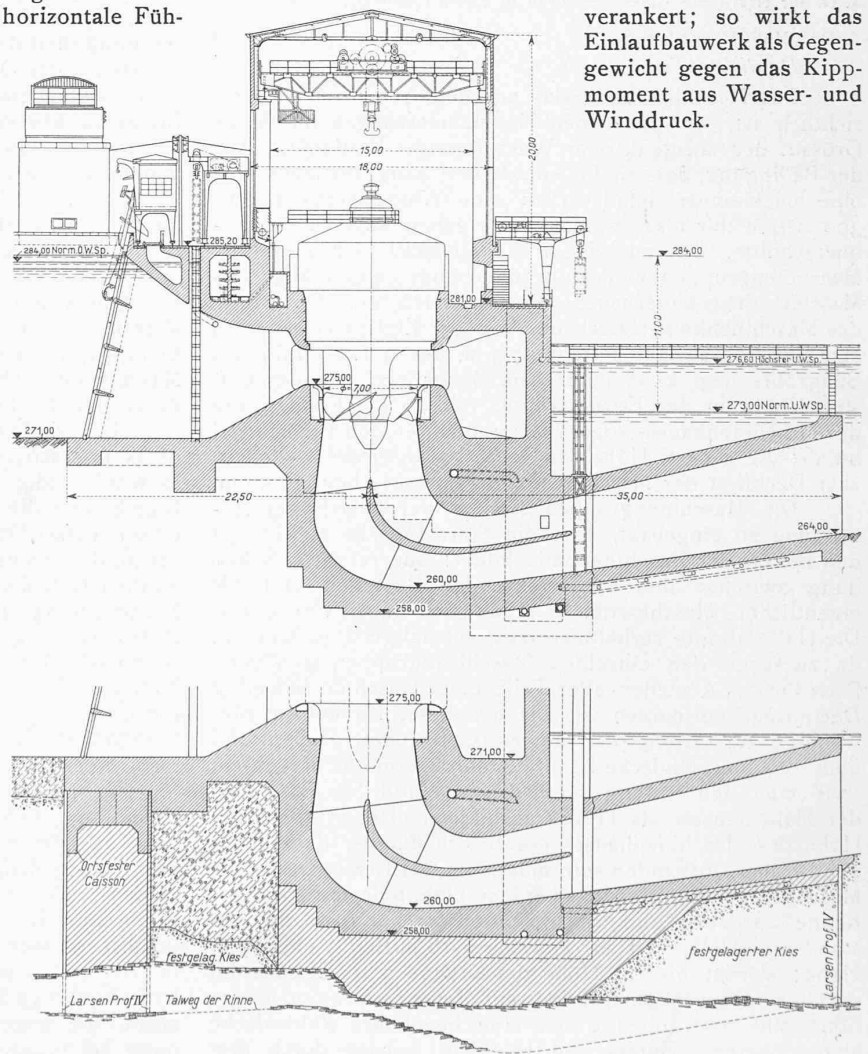


Abb. 13. Querschnitt durch das Maschinenhaus: oben normal, unten in der Erosionsrinne. — 1:500.

Das Gesamtgewicht einer Maschinengruppe und die anteiligen Auflagerlasten der Betondecke der Turbinenspirale werden ganz durch die gusseiserne Schachtpanzerung der Turbine und durch die Stützschaufeln des festen Leitapparates auf die Saugrohrwände und auf das Fundament übertragen, und zwar in der oberwasserseitigen Hälfte direkt und in der unterwasserseitigen Hälfte über die Saugrohrdecke. Für die statische Berechnung der Spirale teilte man diese durch zentrische Schnitte in einzelne Sektoren; diese bildeten ein- und zwei-stielige Rahmensysteme, deren Riegel einseitig auf dem obren Stützring des Turbinenleitapparates aufliegen und deren Pfosten in der Grundplatte der Spirale bzw. unterwasserseits der Turbine in der reichlich 5 m starken Saugrohrdecke fest eingespannt angenommen werden konnten. Die Spiralendecke muss während der Montage- oder Demontagearbeiten die ausgehobenen Maschinenteile bis zu einem Einzelgewicht von etwa 300 t auch bei entleerter Spirale tragen. Während des Betriebes wirkt auf die Spiralendecke und -Wände hauptsächlich der Wasserdruck, der in die Berechnung mit einem entsprechenden Stosszuschlag eingeführt wurde. Um den Einfluss der gekrümmten Grundrissform der Spiralenwandung, die die elastische Deformation der Rahmen stark beeinträchtigt, beurteilen zu können, berechnete man einen der Sektoren auch als Teil eines zylindrischen Behälters unter Innendruck. Die so ermittelten Ergebnisse, insbesondere die Ringkräfte und die Abweichung der Biegemomente von den aus der Rahmenberechnung erhaltenen, wurden dann sinngemäss bei der Bemessung der Spiralenwände der übrigen Sektoren verwendet. Zur Aufnahme der Zugkräfte, die durch den Innendruck auf die Spiralenwände in die Spiralendecke gelangen, wurde in dieser ein besonderes Bewehrungssystem unter Berücksichtigung der exzentrisch liegenden kreisrunden Oeffnung für den Turbinenschacht angeordnet.

Das Saugrohr wurde als Rahmenkonstruktion berechnet und bewehrt. Das ausserhalb des Gebäudes liegende gerade Saugrohrstück bildet einen dreistielligen Vollrahmen mit unterem und oberem Riegel. Für den unter dem Gebäude liegenden eigentlichen Saugkrümmer konnte wiederum feste Einspannung der Saugrohrwände in der sehr kräftigen und steifen Saugrohrdecke angenommen werden; die Saugrohrsohle bildet somit in diesem Bereich mit den Wänden zusammen einen dreistielligen Rahmen mit eingespannten Pfosten. Die waagrechte, im Saugkrümmer angeordnete Zunge aus Eisenbeton konnte als Zugband nicht berücksichtigt werden, da sie erst nachträglich eingebaut wurde; die durch sie auf die Saugrohrwände ausgeübten Einspannmomente wurden bei der Bemessung der Wände wie Konsolmomente berücksichtigt.

Maschinenhaus-Notverschlüsse.

Einlaufspiralen und Saugrohrkrümmer können gegen Ober- und Unterwasser hin abgeschlossen und für Revisionen und Ausbesserungsarbeiten leer gepumpt werden.

Zum Abschluss der drei Einlauföffnungen einer Spirale dient ein eiserner Notverschluss (s. Abb. 13 und Grundriss Abb. 14), dessen sechs einzelne Tafeln gewöhnlich in einer am badischen Ufer angeordneten Lagerkammer auf einer Schiebepöhl aufbewahrt werden. Die drei untern Tafeln sind als Gleitschützen ausgebildet, während die drei obren Tafeln Laufrollen erhielten, damit man die letzte obere Tafel sicher einsetzen kann, auch wenn durch die Einlauf-

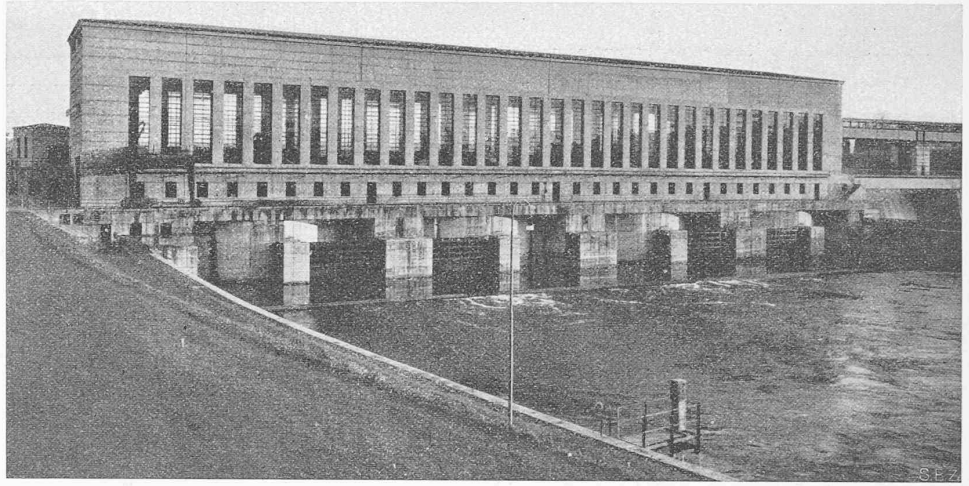


Abb. 16a Unterwasserseitige Ansicht des Maschinenhauses, vom badischen Ufer aus gesehen.

spirale noch eine Wassermenge von rd. 50 m³/sec strömt. Im Bedarfsfall holt der auf dem Rechenboden laufende oberwasserseitige Notverschlusskran die Tafeln aus der Kammer und setzt sie in die Nuten der abzuschliessenden Einlaufspirale ein. Die Sohlendichtung und die horizontale Dichtung zwischen den Notverschlusstafeln besorgen hölzerne Dichtungsbalken, während der oberste horizontale Saum mit einem Gummiwulst und die vertikalen Seiten durch Lederstreifen gedichtet werden. Eigentliche Einlaufschützen sind nicht vorhanden.

In ähnlicher Weise kann auch der Saugrohrkrümmer abgeschlossen werden. Der hierfür vorhandene Notverschluss (vergl. Abb. 13 und Längsschnitt Abb. 14) besteht aus vier eisernen, als Gleitschützen ausgebildeten Einzelstafeln, die für gewöhnlich in den Nuten zweier beliebiger Saugrohre über Wasser aufgehängt sind. Die Nuten für diesen Notverschluss sind während des Turbinenbetriebes durch besondere Eisenkonstruktionen mit Blindblechen so ausgefüllt, dass durch den Schlitz in der Saugrohrdecke kein Wasser eingesaugt wird und auch keine störenden Wasserwirbel auftreten können. Im Bedarfsfall nimmt der auf dem untern Maschinenhaus-Dienstboden laufende Notverschlusskran zuerst diese Nischenfüllungsrahmen aus dem trockenliegenden Saugrohr heraus, lagert sie in den Nuten über einem andern Saugrohr und setzt alsdann die vier Tafeln des eisernen Notverschlusses ein. Man hat darauf verzichtet, normalerweise auch den geraden Saugrohrteil zugänglich zu machen; er ist aber so gebaut, dass man ihn behelfsmässig ebenfalls abschliessen und unter Beachtung gewisser Vorsichtsmassregeln trockenlegen kann.

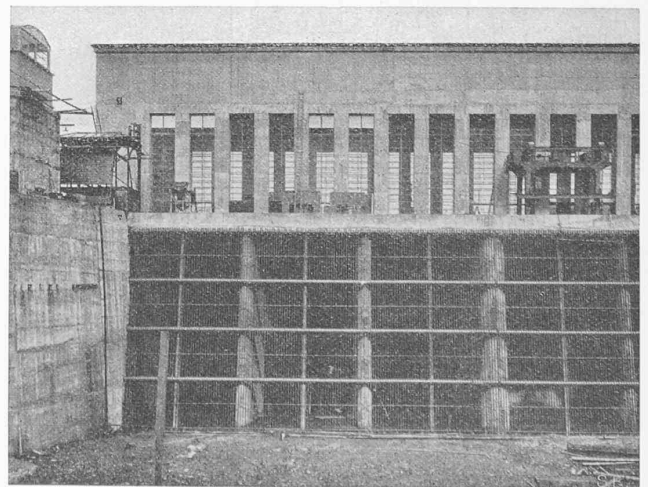


Abb. 17. Einlaufrechen vor der Turbine 1; links Trennpfeiler.

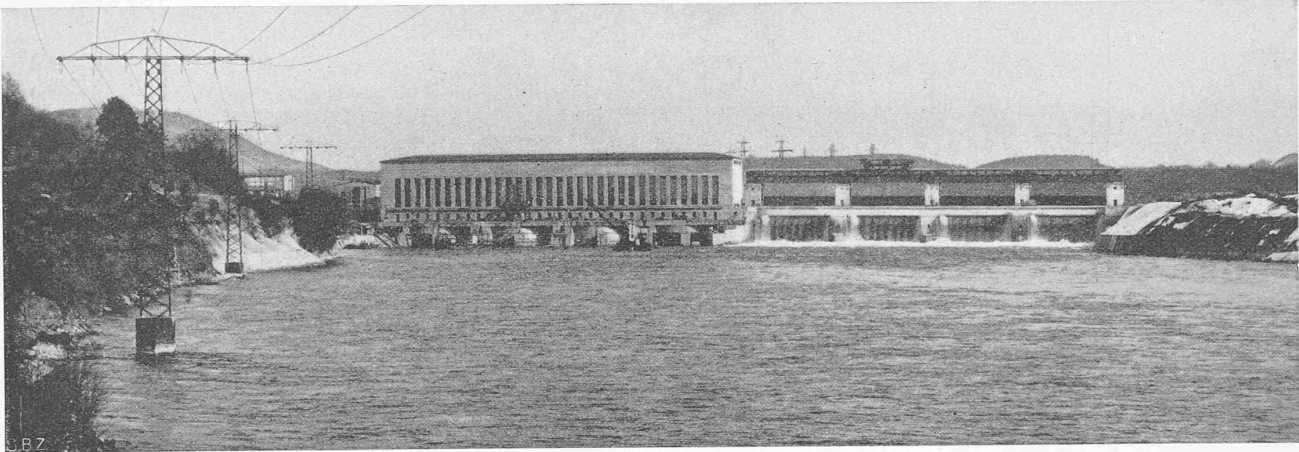


Abb. 16. Unterwasserseitige Ansicht des Maschinenhauses und des Stauwehres des Rheinkraftwerkes Ryburg-Schwörstadt.

Pumpschächte.

Für die Entleerung der Einlaufspiralen und Saugrohre sind auf der Unterwasserseite des Maschinenhauses zwei Pumpschächte angeordnet, in die die Saugrohr- und Spiralen-Entleerungsleitungen von je zwei Maschinengruppen, sowie verschiedene Drainageleitungen einmünden. Sämtliche Leitungen können im Pumpschacht durch Schieber gesteuert werden. In jedem dieser beiden Schächte, die auch untereinander verbunden sind, ist eine Pumpe eingebaut, die bei 15 m Höchsthöhe 300 l/sec leistet.

Rechen.

Vor dem Maschinenhaus ist ein 13 m hoher eiserner Rechen angeordnet (Abb. 17), dessen Stäbe mit Rücksicht auf gute Wasserführung aus einem Spezialprofil mit stromlinienförmigem Querschnitt bestehen. Die Stäbe sind 20 cm hoch und an der stärksten Stelle 2 cm dick; ihr lichter Abstand beträgt 15 cm. Sie lagern ausser in der Sohle und oben am Rechenboden noch auf drei waagrecht Tragbalken auf, die aus betonumhüllten Eisenfachwerkträgern bestehen und ihrerseits in der Mitte durch je einen senkrechten Pfeiler gleicher Konstruktion unterstützt werden. Der Rechen ist in einzelne herausnehmbare Felder von etwa 90 cm Breite unterteilt; der Höhe nach sind die Rechenstäbe in der Mitte gestossen. An den Dehnfugen befinden sich je zwei fest mit dem Bauwerk verbundene Rechenstäbe, die beim Einlegen und Herausnehmen der einzelnen Felder als Führung dienen. Der Rechen wird durch eine auf dem Rechenboden laufende Maschine gereinigt (Abb. 15); diese wirft das Rechengut in eine Geschwemmselrinne, aus der es mit Wasserspülung in das Unterwasser des Wehres befördert wird.

Kühlwassereinrichtungen.

Das für die Kühlung des Lager- und Regleröles der vier Maschinengruppen benötigte Kühlwasser wird in einer besonderen Anlage auf dem badischen Ufer dem Oberwasser entnommen und durch eine rotierende Siebtrommel oder im Notfall durch feststehende Siebe gereinigt. Das Kühlwasser wird den Maschinen gewöhnlich unter Ausnutzung des Gefälles zwischen Ober- und Unterwasser durch eine Heberleitung zugeführt; beim allfälligen Versagen dieser Heberleitung dient eine Pumpe mit vollkommen getrennter Leitungsführung als Aushilfe. Der Frischwasserkammer wird ferner das für den Belastungswiderstand erforderliche Kühlwasser entnommen. Die Anlage ist so bemessen, dass sie auch für die allfällige spätere Einführung der Kreislaufkühlung für die Generatoren genügt.

Maschinenhaus-Krane.

In der Maschinenhalle sind zwei elektrisch betriebene Laufkrane von je 150 t Tragkraft vorhanden, die zum Heben der schwersten Lasten gekuppelt werden und über einen Querbalken gemeinsam arbeiten können.

Generatoren-Brandschutz.

Um die Generatoren gegen Feuer zu schützen, ist im Maschinenhaus eine Kohlensäure-Löscheinrichtung eingebaut. Die Kohlensäure ist in zwei Batterien von je 14 Flaschen gespeichert, von denen die eine als Reserve dient. Der Brandschutz wird durch das Differentialschutzrelais und durch das Wicklungschluss-Schutzrelais jedes Generators betätigt; es ist aber auch möglich, von Hand durch Druckknopfsteuerung bei jedem Generator die Löschvorrichtung wirken zu lassen. Spricht eines der beiden Schutzrelais oder die Handsteuerung an, so werden auf elektromagnetischem Wege die Ventile der Kohlensäurebatterie geöffnet und gleichzeitig durch Klappen die Kanäle für den Lufteintritt und -Abgang am Generator verschlossen. Die Kohlensäure strömt in die Blechverschalung des Generators, verteilt sich im ganzen Generator und bildet innerhalb max. 7 sec ein für die Feuerlöschung ausreichendes Kohlensäure-Luftgemisch.

Lüftung.

Normalerweise beziehen die Generatoren die Frischluft auf der Oberwasserseite von aussen; die Eintrittsöffnungen sind mit Jalousien versehen, die sich bei stillstehendem Generator selbsttätig schliessen. Man kann aber auch durch Steuerklappen die Frischluftzufuhr von aussen abschliessen und den ganzen Frischluftbedarf für die Generatoren aus dem Maschinenhaus beziehen. Die Warmluft verlässt den Generator an seinem Umfang und gelangt durch zu Kanälen ausgebildete Doppelfenster ins Freie oder nach Betätigung von Umstellklappen in den Maschinensaal.

An beiden Stirnseiten des Maschinenhauses sind je zwei starke Ventilatoren angeordnet, die die verbrauchte Luft aus dem Maschinensaal durch vier grosse Ventilationsöffnungen in der Rabitzdecke in den als Längsluftkanal ausgebildeten Raum zwischen Rabitzdecke und Maschinenhausdach saugen und von da nach aussen schaffen. Neben den Ventilatoren sind ferner je zwei grosse, von Hand zu bedienende Ventilationsöffnungen in den Maschinenhaus-Stirnseiten für die erforderliche Luftumwälzung vorhanden.

Ausführende Firmen.

Der bauliche Teil des Maschinenhauses, der Unterwasserkanal und die Befestigung des rechten Ufers samt den dazugehörigen Wasserbauarbeiten wurden an die Firmen Grün & Bilfinger A.-G. in Mannheim und Philipp Holzmann A.-G. in Frankfurt a. M. vergeben, die für die Durchführung dieser Arbeiten sich zu einer Arbeitsgemeinschaft zusammenschlossen. Ueber die Bauausführung ist in Band 92, S. 181* (13. Oktober 1928) und Band 96, S. 157* (27. September 1930) berichtet worden. Ferner haben beim Bau des Maschinenhauses folgende Firmen mitgewirkt: Beierle in Freiburg i. Br.: Eisernen Dachkonstruktion und Kranbahn des Maschinensaales; Eisenbau Wyhlen (Baden) mit Eisenbaugesellschaft Zürich: Einlaufrechen;

