

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 47/48 (1906)
Heft: 15

Artikel: Grosse moderne Turbinenanlagen
Autor: Zodel, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-26085>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.04.2026

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

Wettbewerb für die Höhere Töchterschule auf der Hohen Promenade in Zürich.

Projekt Nr. 20. «Zum Ankauf empfohlen». — Motto: «Herrschen und Beherrscht werden». — Verfasser: Arch. *Bischoff & Weideli* in Zürich und St. Gallen.



Blick die Rämistrasse aufwärts im jetzigen Zustande.

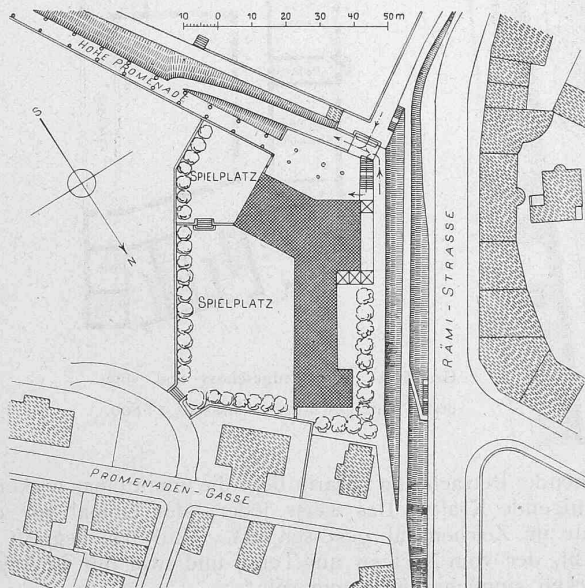
Grosse moderne Turbinenanlagen.

Von *L. Zedel*, Oberingenieur der A.-G. der Maschinentabriken von Escher Wyss & Cie. in Zürich.

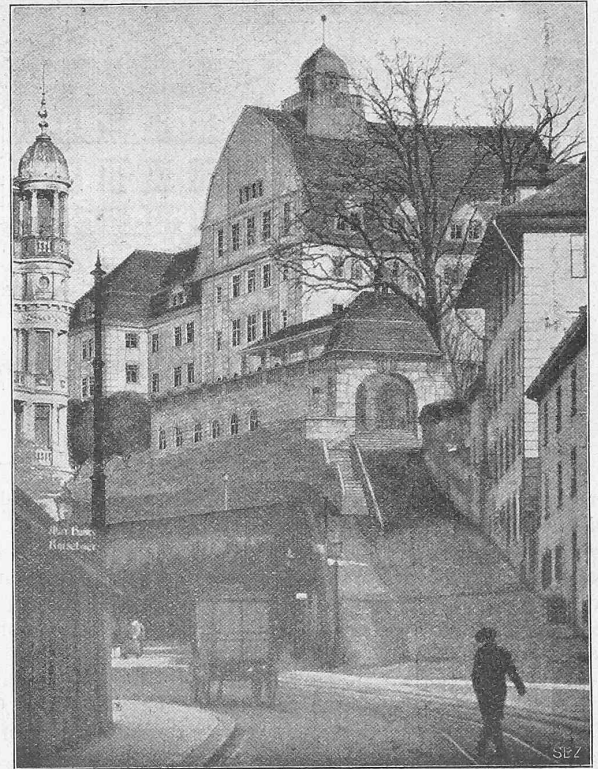
VII. Das Elektrizitätswerk Wangen a. d. Aare.

II. (Schluss.)

Während die grossen schweizerischen Wasserkraftanlagen für kleinere Gefälle und grosse Wassermengen fast ausschliesslich durch Turbinen mit vertikaler Achse, seien es ein- oder mehrstufige, ausgenützt wurden (siehe die Werke von Rheinfelden, Chèvres, Beznau, Hagneck, Wynau usw.), gelangten in dieser grossen Kraftzentrale Turbinen mit horizontaler Achse zur Verwendung.



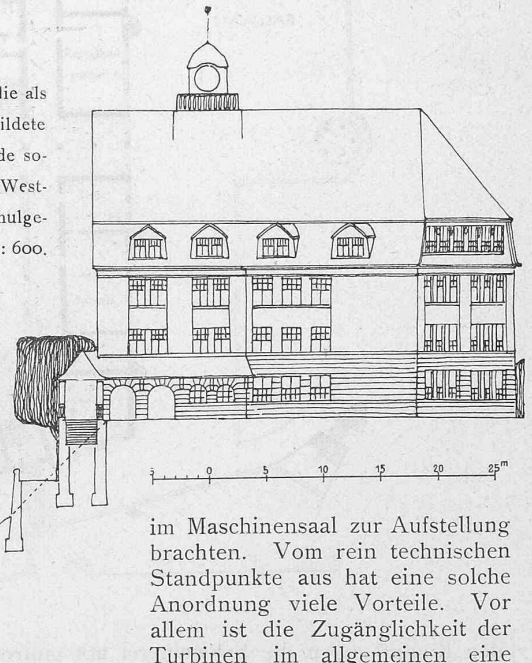
Lageplan des Entwurfes «Herrschen und Beherrscht werden». — 1 : 2000.



Blick die Rämistrasse aufwärts mit dem geplanten Schulgebäude.

Wo die Gefällsverhältnisse es ermöglichten, den elektrischen Generator ganz über den höchsten Unterwasserspiegel zu stellen, wurde in der jüngsten Zeit im allgemeinen die horizontal-achsige Aufstellung bevorzugt, namentlich auch von den Dynamo-Konstrukteuren, die ihre normalen Schwungradmodelle für diese Aufstellung benutzen konnten und diese Maschinen dann in gewohnter Weise

Schnitt durch die als Vorhof ausgebildete Hohe Promenade sowie Ansicht der Westfassade des Schulgebäudes. 1 : 600.

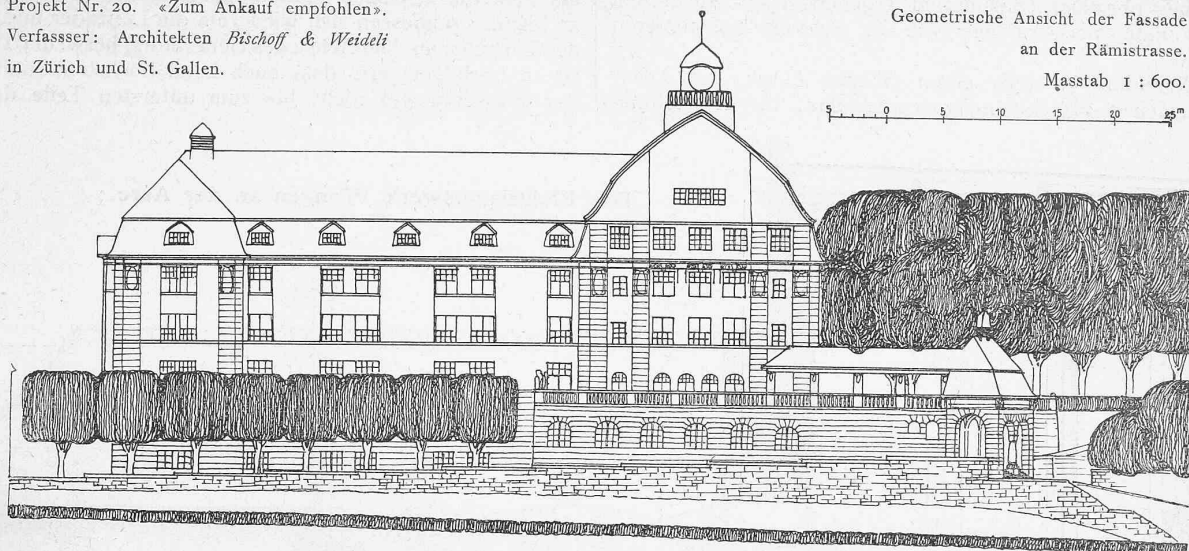


im Maschinensaal zur Aufstellung brachten. Vom rein technischen Standpunkte aus hat eine solche Anordnung viele Vorteile. Vor allem ist die Zugänglichkeit der Turbinen im allgemeinen eine grössere als bei der vertikalen Anordnung, sofern es sich um mehrstufige Turbinen handelt. Es können im offenen Wasserkasten auf der horizontalen Achse eine Anzahl Turbinenräder hintereinander geschaltet werden, die bei abgestellter Kammer mit Leichtigkeit einer Besichtigung

Wettbewerb für die Höhere Töchterchule auf der Hohen Promenade in Zürich.

Projekt Nr. 20. «Zum Ankauf empfohlen».
 Verfasser: Architekten *Bischoff & Weideli*
 in Zürich und St. Gallen.

Geometrische Ansicht der Fassade
 an der Rämistrasse.
 Masstab 1 : 600.



unterworfen werden können. Es ist durch diese Anordnung auch möglich, die grösste Umdrehungszahl des Aggregates zu erzielen und dadurch die Kosten für den elektrischen Generator zu verringern.

Auch vom wasserbautechnischen Standpunkte aus bietet eine solche Anordnung Vorteile gegenüber der vertikalen, da die Sohle des Ablaufkanales nur so tief gelegt zu werden braucht, als es mit Rücksicht auf die Wassergeschwindigkeit im Ablaufkanal erforderlich ist, während bei der vertikalen Anordnung, namentlich bei mehrstufigen Turbinen, bedeutend tiefer fundiert werden muss. Die Anordnung hat aber auch ihre Nachteile in wasserbautechnischer Beziehung, vor allem dadurch, dass die Breite des Maschinenhauses einschliesslich der Turbinenkammer ganz bedeutend vermehrt wird, was je nach der Lage der Zentrale die Vertiefung bei der vertikalen Anordnung mehr als aufwiegen kann. Ebenso ist bei etwas grössern Gefällen der grosse Wasserdruck gegen die Hauptmauer des Maschinenhauses unangenehm; die Mauer muss ausserordentlich stark gemacht werden und die Feuchtigkeit derselben ist natürlich nicht zu vermeiden.

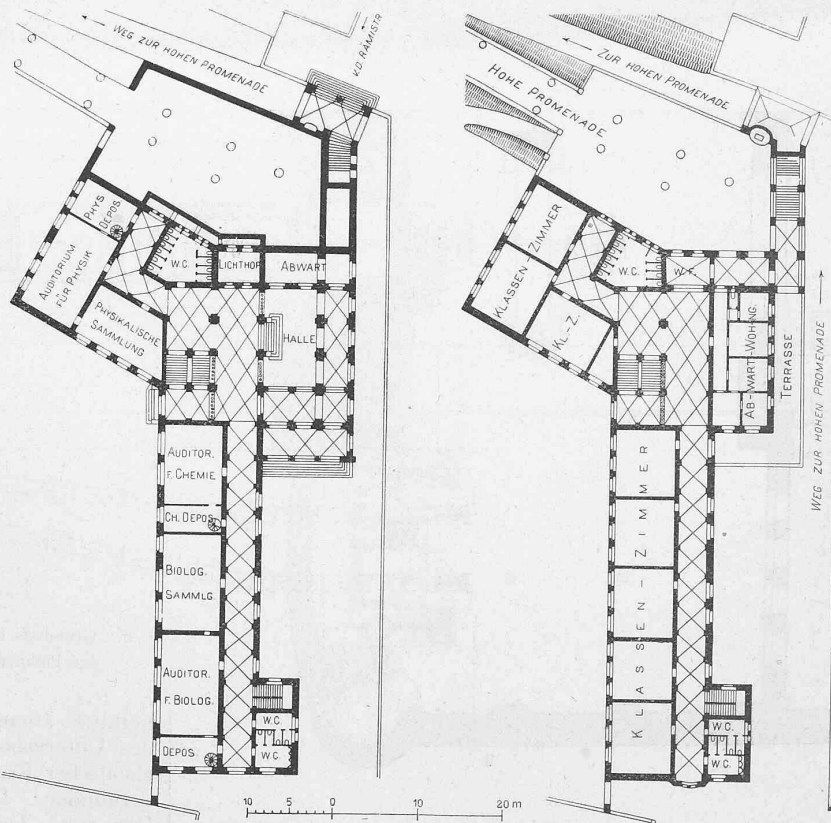
Vom turbinentechnischen Standpunkte aus empfindet man als Nachteil, dass die Turbinen nicht vom gemeinschaftlichen Maschinenhauskran bedient werden können und dass der Demontage auf der horizontalen Welle ungeachtet der grossen Zugänglichkeit bedeutende Schwierigkeiten im Wege stehen, wogegen die Turbinen mit vertikaler Achse durch den Maschinenhauskran ohne weiteres nach Abheben des Rotors des Generators entfernt werden können.

Nur durch eine genaue und objektive Prüfung aller dieser Momente, die eine der schwierigsten Aufgaben des projektierenden Ingenieurs bildet, wird von Fall zu Fall entschieden werden können, welches die rationellere Lösung ist. Bei der vorliegenden Wasserkraftanlage durfte wohl der horizontalen Achse ohne weiteres der Vorzug gegeben werden.

Das Nettogefälle in dieser Anlage schwankt, wie bereits erwähnt, zwischen 9 m bei dem kleinsten und 7 m bei dem grössten Wasserstande. Es sollten Einheiten von je 1500 P. S. bei möglichst hoher Umlaufzahl und mög-

lichst hohem Nutzeffekte zur Verwendung kommen. Da die gesamte Wassermenge etwa 80 bis 120 Sek.-m³ beträgt, wurde die Anlage in sechs solche Einheiten eingeteilt. Die Umdrehungszahl der einzelnen Aggregate wurde mit 150 in der Minute festgesetzt; es mussten daher, um der Bedingung des höchsten Nutzeffektes zu entsprechen, Turbinen in vierstufiger Anordnung verwendet werden.

Die Aufstellung dieser Turbinen ist ähnlich wie die früher beschriebene der Stadtbach-Spinnerei in Augsburg¹⁾



Grundrisse vom Untergeschoss und Erdgeschoss. — Masstab 1 : 800.

und der Isarwerke in München, nur dass dort die Turbinen Doppel-Turbinen waren, während hier durch Hintereinanderstellung zweier solcher Doppel-Turbinen die erwähnte vierfache Turbine geschaffen wurde. Die Turbinen mussten so gross gebaut werden, dass sie bei dem Minimal-

¹⁾ Bd. XLIV, S. 49.

gefälle von 7 m noch die volle Leistung von je 1500 P.S. bei normaler Umlaufzahl ergeben, also bei diesem Gefälle eine Wassermenge von 22 Sek.-m³ konsumieren können.

Abbildung 5. stellt einen Schnitt durch die Achse eines solchen Maschinen-Aggregates dar; die Aufstellung

binenkammerboden bildende starke Gewölbe eingemauert, auf dem die zentralen Ablaufdoppelkrümmer befestigt sind; an letztere schliessen sich wiederum die Leiträder und Lager der Turbinen an. Die Achse des Generators, bezw. der Turbine ist so hoch gelagert, dass auch beim höchsten Stauwasser der Wasserspiegel nicht bis zum untersten Teile des Ge-

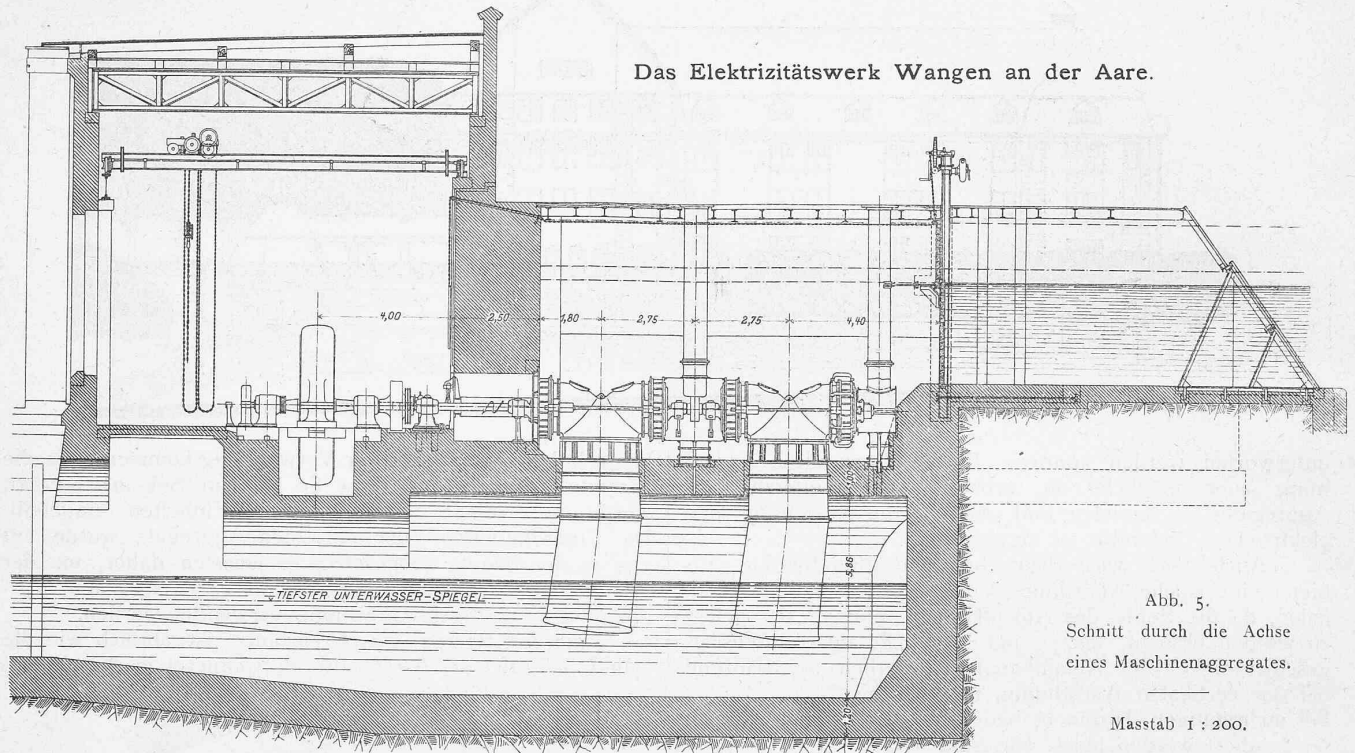


Abb. 5.
Schnitt durch die Achse
eines Maschinenaggregates.

Masstab 1 : 200.

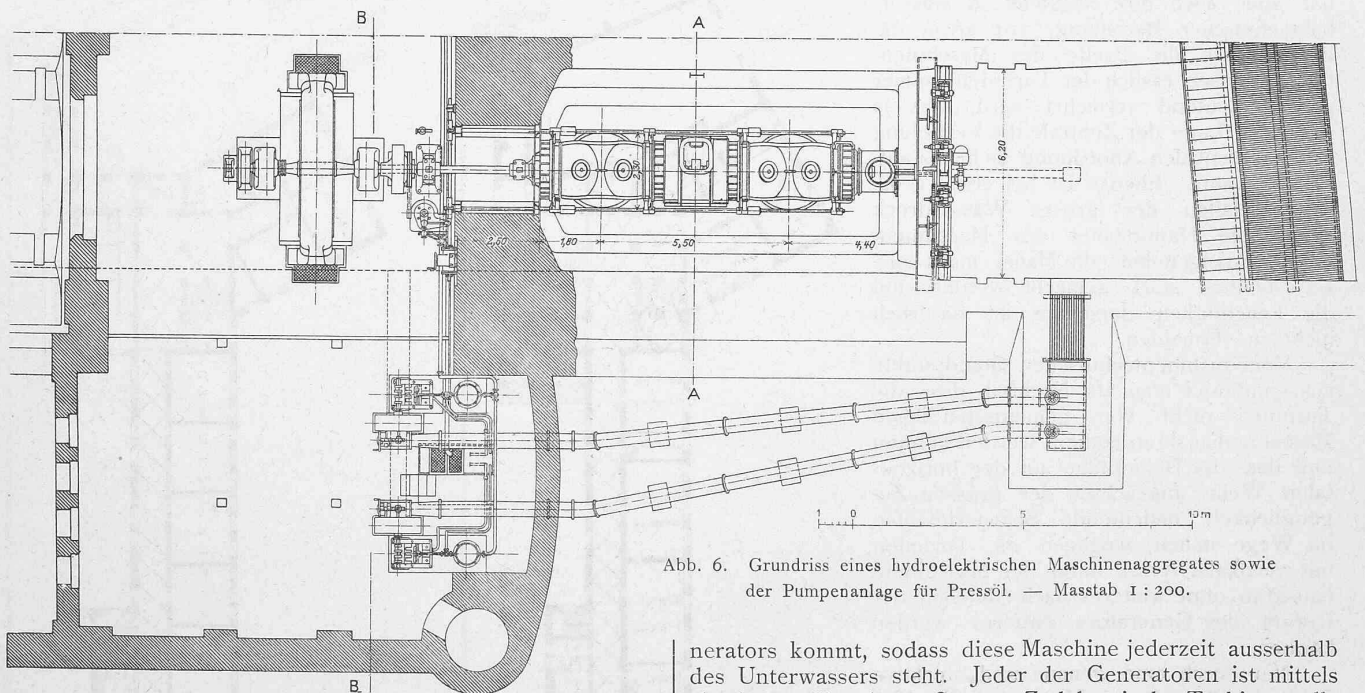


Abb. 6. Grundriss eines hydroelektrischen Maschinenaggregates sowie
der Pumpenanlage für Pressöl. — Masstab 1 : 200.

der Turbine und des mit derselben verbundenen Generators ist darin deutlich ersichtlich. Die Turbinen sind direkt in die offene Wasserkammer eingebaut und zwar ist die Achse derselben 5 m über den niedersten Unterwasserspiegel gelegt. Um den Wasserbau des Ablaufkanales möglichst einfach zu gestalten, sind die Saugrohre der Turbinen aus Blech ausgeführt und, wie der Querschnitt (Abb. 7) zeigt, etwas nach aussen gespreizt, frei in das Unterwasser eintauchend. Diese Saugrohre sind solide in das den Tur-

binenkammerboden bildende starke Gewölbe eingemauert, auf dem die zentralen Ablaufdoppelkrümmer befestigt sind; an letztere schliessen sich wiederum die Leiträder und Lager der Turbinen an. Die Achse des Generators, bezw. der Turbine ist so hoch gelagert, dass auch beim höchsten Stauwasser der Wasserspiegel nicht bis zum untersten Teile des Ge-

nerators kommt, sodass diese Maschine jederzeit ausserhalb des Unterwassers steht. Jeder der Generatoren ist mittels elastischer Kupplung, System Zodel, mit der Turbinenwelle verbunden. Diese letztere selbst besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil reicht von der besagten Kupplung bis in die Mitte der beiden Doppel-Turbinen, wo eine Scheibenkupplung angeordnet ist, und der zweite Teil geht von dieser Kupplung bis ans Ende der zweiten Doppel-Turbine. Auf solche Weise kann jede Turbine für sich vollständig demontiert werden, bezw. kann man die hintere Turbine von der vordern vollständig abkuppeln, was eventuell bei aussergewöhnlich niedrigen Wasserständen behufs Erzielung des höchsten Nutzeffektes von Vorteil sein kann. Jede Doppel-

Turbine hat zwei Lager; im Maschinenraum unmittelbar vor der Kupplung befindet sich noch ein weiteres Lager. Es fallen sonach drei Lager in die Wasserkammer. Damit diese Lager als normale Ringschmierlager ausgebildet und während des Betriebes jederzeit zugänglich seien, ist der Raum um die Lager herum mit Blechgehäusen umgeben, die durch einen senkrechten, ebenfalls aus Eisenblech erstellten Einsteigschacht, der bis zum Fallen- bzw. Rechenpodium reicht, zugänglich sind. Die sämtlichen Lager befinden sich also vollkommen im Trockenem und können jederzeit besichtigt werden. Die Kammer dieser Turbinen hat eine lichte Weite von $6,2\text{ m}$ und eine gesamte Länge

laufkanales einbetoniert ist. Das vorderste Leitrad, das zunächst der Gebäudemauer liegt, ist an einen kräftigen, gusseisernen Mauerring befestigt, der in der Gebäudemauer vergossen ist.

Abbildung 9 (S. 186) stellt die photographische Ansicht einer ganzen Turbinengruppe dar. Man sieht zunächst den kräftigen Mauerring mit dem vordern Lager, die Ablaufrohre, die Lagerhülsen mit dem zentralen Einsteigschacht und die Lagerung der gemeinschaftlichen Regulierachsen.

Abbildung 10 (S. 186) zeigt einen Schnitt durch die Turbinen selbst in grösserem Masstabe. Die Laufräder haben einen Spaltdurchmesser von $1,3\text{ m}$ bei einer Schaufelbreite von $0,325\text{ m}$. Die Schaufeln sind nach dem Auslaufe zu erweitert; der äussere Durchmesser beträgt an der Auslaufstelle $1,4\text{ m}$, sodass die Laufräder nach Abhebung des Leitrad-Deckels durch achsiale Verschiebung noch ohne weitere Demontage entfernt werden können. Teilweise mit Rücksicht hierauf, namentlich aber um einen möglichst hohen Nutzeffekt erzielen zu können, hat man von einer breiteren Konstruktion mit grösserer Ausweitung, also von einem eigentlichen Schnellläufer, Abstand genommen. Die Leiträder haben je 20 Schaufeln, die sich um feste Bolzen drehen; im ganzen hat somit die komplette Turbine 80 Leitschaufeln. Die Laufräder besitzen je 15 Schaufeln aus Stahlblech von 8 mm

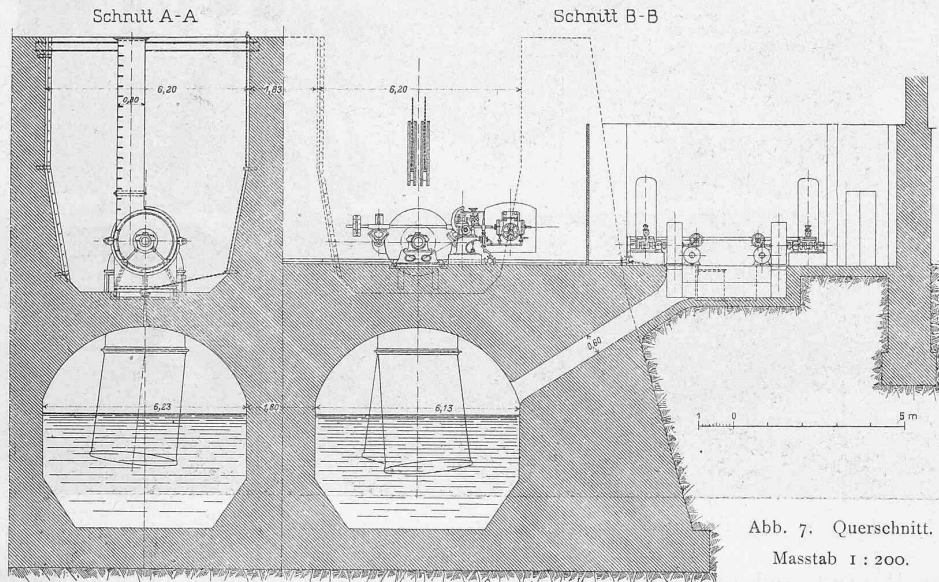


Abb. 7. Querschnitt.
Masstab 1:200.

von der Falle bis zur Gebäudemauer von $11,7\text{ m}$. In ungefähr der halben Höhe wird die Kammer entsprechend schmaler, um den Zwischenmauern genügende Stärke geben zu können. Diese Mauern sind oben $1,8\text{ m}$ stark und verbreitern sich am Boden der Turbinenkammer bis auf 4 m . Da die Turbinen äusserst gedrungener Bauart sind, so bleibt dessenungeachtet noch genügend Raum zur Verfügung, um bequem um die Turbinen herumzukommen und Demontagen sowie Reparaturen ausführen zu können. Die Stützmauern der Ablaufkanäle sind ebenfalls $1,8\text{ m}$ dick, nach unten stark verbreitert; sie führen unter der ganzen Breite des Maschinenhauses durch und so weit über dasselbe hinaus, dass ausserhalb des Maschinenhauses jede einzelne Kammer durch einzubauende Dammbalken vollständig abgeschlossen werden kann. Die Hauptmauer längs des Maschinenhauses, die unter dem Drucke des Oberwassers steht, hat eine minimale Stärke von $2,5\text{ m}$.

Die Abbildung 8 zeigt die Anordnung der Zentrale während des Baues vom Ablaufkanal her; man sieht hier deutlich die einzelnen Ablaufkammern mit den am Fusse stark sich erweiternden Stützmauern.

Die Turbinen sind regulierbare Francis-turbinen mit drehbaren Schaufeln im Leitapparat. Je zwei Turbinen münden in einen gemeinschaftlichen Ablauf, der aus einem grossen, zweiteiligen, doppelt gekrümmten T-Rohre aus Gusseisen besteht. Dieser Ablauf ist in der Mitte geteilt, sodass der obere Teil ohne weiteres entfernt werden kann und die Turbine zur Besichtigung frei liegt. Ausserdem sind auf diesem Deckel je zwei Mannlöcher angebracht. Jedes dieser Ablaufrohre ist auf einen kräftigen, stark versteiften, schmiedeisernen Saugrohrsaufsatz aufgeschraubt, der wiederum durch Horizontalringe in das Gewölbe des Ab-

Stärke. Durch zwei diametral gegenüberliegende Regulierachsen werden die drehbaren Leitschaufeln gemeinschaftlich mittelst Laschen angetrieben. Diese Regulierachsen gehen durch den Mauerring und durch die Mauer hindurch und endigen im Maschinensaale in Zahnsegmenten, in die auf der Achse eines Kolbens befestigte Zahnstangen direkt eingreifen; der Kolben erhält durch Pressöl seine Bewegung. In Abb. 6 (S. 184) sieht man im Grundriss diese Anordnung.

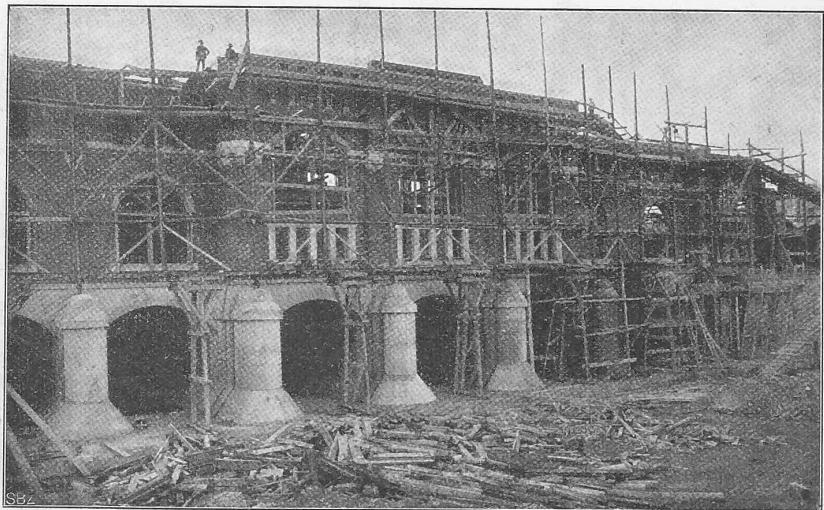


Abb. 8. Die Zentrale im Bau. — Ansicht der Ablaufkanäle.

Das Pressöl selbst wird in einer Pumpenzentrale erzeugt, die in der Verlängerung des Maschinenhauses angeordnet ist. Dieselbe besteht zunächst in zwei horizontalachsigen Girard-Turbinen, die von zwei besondern Blechrohrleitungen direkt aus dem Oberwasserkanal gespeist werden, also vollständig unabhängig von dem Betriebe der grossen Turbinen sind. Diese Girard-Turbinen sind direkt

Kupplungen und Regulatoren mit Verbindungsgetriebe. Die Erregermaschinen sind direkt mit den Generatoren verbunden.

Durch je zwei Fallen, die sowohl von Hand als auch durch Elektromotor betrieben werden können, sind die einzelnen Turbinenkammern abschliessbar. Vor den Fallen befinden sich zwei Schlitze für event. einzubauende Damm-balken. Die Fallengestelle sind aus kräftigen T- und U-Balken konstruiert und solide mit dem Mauerwerk verbunden. Die normale Wassertiefe vor den Fallen von 3 m kann bis auf 4,6 m steigen. Vor den Fallen befindet sich ein Rechen, der über die ganze Breite des Maschinenhauses reicht. Von der Falle bis zum Rechen sind die Zwischenpfeiler entsprechend abgeschwächt, um den Rechenquerschnitt so wenig wie möglich zu verengen, eine Anordnung, die deshalb geboten war, weil

die Geschwindigkeit des Wassers durch die Einlassfallen beim niedersten Oberwasserspiegel bis zu 1 m in der Sekunde erreichen kann. Die Höhe der Rechenstäbe beträgt 4,5 m und das Rechenpodium selbst ist 0,5 m über den höchsten, vorkommenden Oberwasserspiegel gelegt. Dadurch ist es nötig geworden, zwischen diesem Rechenpodium und der Oberkante der Rechenstelle eine feste Wand einzuschalten. Die gesamte Länge des Rechens beträgt 46 m. Bei einer totalen Wassermenge von rund 100 m³ und einer Wassertiefe von 3 m wird sonach eine Geschwindigkeit von nur 0,7 m durch den Rechen entstehen, die durch die Verengung der Rechenstäbe auf 0,8 m gesteigert wird. Da das Wasser fast ganz parallel zu den Rechenstäben fliesst, so wird ungeachtet dieser ziemlich grossen Geschwindigkeit, doch nur ein unwesentlicher Gefällsverlust durch den Rechen verursacht.

In Abbildung 2 (S. 168) der Gesamtansicht vom Oberwasserkanal aus, und in Abbildung 4 (S. 168) der Gesamt-disposition, ist diese Rechenanordnung deutlich ersichtlich. Auf der der Pumpenanlage entgegengesetzten Seite befindet sich ein Leerlauf, der in der Breite genau so gehalten ist, wie eine Turbinenkammer. Das Maschinenhaus hat eine Länge von 58 m, ohne den Pumpenraum, und eine lichteBreite von 11 m. Die Höhe vom Maschinenhausboden bis zur Kranbahn beträgt 7 m, die Höhe bis unter das Dach 10,5 m.

Wie aus der Gesamtansicht vom Unterwasserkanal in Abbildung 3 (S. 169) hervorgeht, ist auch auf den äusseren Ausbau des Maschinenhauses die grösste Sorgfalt verwendet worden. Tatsächlich ist die Fassade gegen den Fluss zu in Beziehung gesetzt zur Grossartigkeit der ganzen Anlage und steht auch landschaftlich im richtigen Verhältnis, sodass die Kraftzentrale Wangen wohl als eine der schönsten und imposantesten schweizerischen Zentralen bezeichnet werden kann. Da die Minimalwassermenge von 75 m³ nur für sehr kurze Zeit vorkommt, kann das Werk wohl die meiste Zeit des Jahres die 9000 P. S. voll abgeben.

Die gesamte Anlage wurde von der bekannten Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. *Lahmeyer & Cie.* in Frankfurt a. M. gebaut, ebenso ist die gesamte elektrische Einrichtung einschliesslich der Fernleitung von dieser Firma erstellt. Die Wasserbauten wurden von der Firma *A. Buss & Co.* in Basel und die Turbinen von der Firma *Escher Wyss & Co.* in Zürich ausgeführt.

Schweizer. Vereinigung für Heimatschutz.

In vielen Kreisen, vor allem aber in den Kreisen der Techniker ist noch immer ein gewisses Vorurteil gegen die Bestrebungen der Schweizer. Vereinigung für Heimatschutz vorhanden, das hauptsächlich durch die Befürchtung

veranlasst ist, die Vereinigung könnte in blindem, einseitigem Vorgehen die für ein Land wie die Schweiz so überaus wichtige kulturelle Ausnützung der vorhandenen Naturkräfte bekämpfen und so rückschrittlich wirken.

Es ist daher zu begrüssen, dass der Obmann der Vereinigung, Herr Regierungsrat Dr. *Alb. Burkhardt-Finsler* in Basel, in der soeben erschienenen ersten Nummer der Vereins-Zeitschrift „Heimatschutz“ unter dem Titel „Was wir wollen“ in klaren

Worten das Programm der Vereinigung darlegt und es gereicht uns zu besonderer Genugtuung, daraus konstatieren zu können, dass sich die Vereinigung ebensowohl der ungeheuren Wichtigkeit „berechtigter Forderungen der Volkswohlfahrt“ als der „Unantastbarkeit des gewährleistetsten Eigentums“ bewusst ist und auch durchaus nicht gesonnen scheint, die bedingungslose Forderung nach Erhaltung und Konservierung aller alten Bauwerke aufzustellen.

Da wir glauben, dass die weitsichtigen Ausführungen unsere Leser besonders interessieren dürften, lassen wir den Aufruf im Wortlaut folgen:

„Was wir wollen!“

Was würden unsere Vorfahren vor vier- oder fünfhundert Jahren getan haben, wenn sie zum Heimatschutz aufgefordert worden wären? Sie hätten Eisenhut und Hellebarde von der Wand heruntergenommen und wären in hellen Scharen mit fliegendem Panner an die Grenze geeilt, um ihr höchstes Gut, ihre eigenartige Freiheit, zu verteidigen. Sie hätten ihr Leben in die Schanze geschlagen, um ihren Kindern und Kindeskindern die Heimat in dem Zustande zu übermachen, wie sie selbst diese von ihren Eltern übernommen hatten.

Wenn heutzutage unser Volk zum Schutze der Heimat aufgefordert wird, ohne dass ein äusserer Feind mit den Waffen in der Hand das Land bedroht, ohne dass unsere Freiheit durch wilde Heerscharen angetastet wird, so handelt es sich um einen Kampf, der nicht weniger seine Berechtigung besitzt, um einen Gegner, der nicht weniger gefährlich ist. Was auf dem Spiele steht, das ist die Schönheit unseres Landes, ist eine Eigenart, wie sie als das Resultat einer mehrhundertjährigen Entwicklung sich herausgebildet hat. Der Feind aber, der zu bekämpfen ist, tritt in sehr verschiedener Gestalt auf. Bald ist es der Unverstand der irreführten Menge, bald ein übertriebener Erwerbssinn, bald die mangelhafte ästhetische und historische Bildung von Leuten, die auf andern Gebieten Hervorragendes zu leisten vermögen, zum guten Teil Erscheinungen, die an und für sich ihre Berechtigung besitzen, die aber in ihren Auswüchsen grossen Schaden angerichtet haben und noch immer um sich zu greifen drohen.

Da ist es denn Pflicht aller derjenigen Bürger, welche sich für die Schönheit des Landes und für die Eigenart seiner Kultur noch zu begeistern vermögen, sich zu sammeln, um der zunehmenden Verheerung ein «Halt» zu gebieten und hauptsächlich durch Belehrung dem Volke die Augen zu öffnen über den Wert des bedrohten Besitzes. Der einzelne Mann aber kann nur in vereinzelt Fällen etwas ausrichten, da muss mit vereinten Kräften vorgegangen werden, wenn die erwachte Bewegung und die einfache Begeisterung von Erfolg gekrönt sein sollen. Zu diesem Zwecke ward die schweizerische Vereinigung für Heimatschutz ins Leben gerufen.

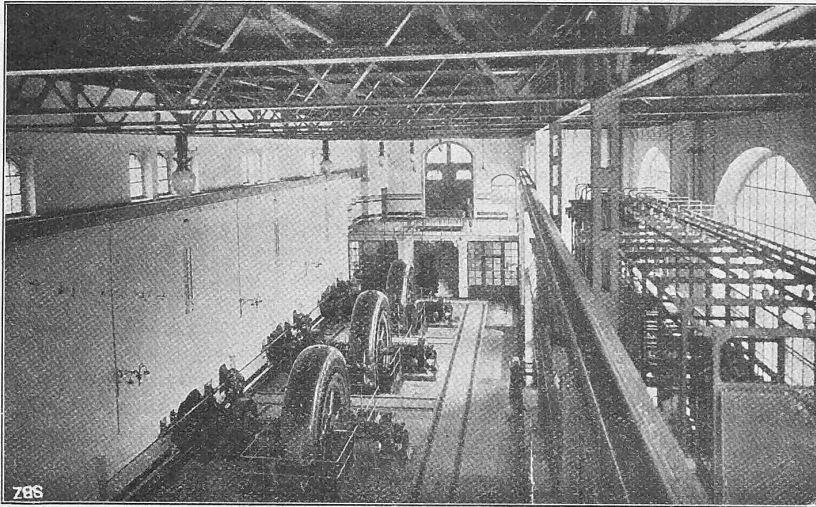


Abb. 11. Ansicht des Maschinensales.