Das neue Kraftwerk Wettingen

Autor(en): **Killer, J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Badener Neujahrsblätter**

Band (Jahr): **9 (1933)**

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-320536

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

bey ihrem sauern Geschäft. Wenn sie drey Ruderlängen vorwärts gestrebt haben, reißt sie das Wasser wieder um zwey rückwärts. Sie sind gestern in zwey Stunden von Zürich nach Baden gefahren; jetzt brauchen sie bey großem Wasser wenigstens achtzehn Stunden, um sich wieder nach Zürich hinauf zu arbeiten.

Das neue Kraftwerk Wettingen

Jos. Killer

Das Kraftwerk Wettingen ist ein derart schönes, nach den modernsten Forschungen der Ingenieur-Wissenschaften erstelltes Werk, daß es nicht nur den Fachmann, sondern auch weitere Kreise der Bevölkerung interessieren dürfte. Seine Leistung beträgt 30,000 Pferdekräfte. Es stellt den Typ von Kraftwerken dar, wie wir ihn in der Schweiz bis jetzt noch nicht kannten, das sogenannte Mitteldruckkraftwerk. Unsere Flußtäler sind topographisch so gelegen, daß wir an den Flüssen im Mittel- und Flachland Laufwerke von höchstens 12 Meter Gefälle erstellen können. Im Gegensatz hierzu haben wir im Hochgebirge Kraftwerke von 200 bis 1700 Meter Gefälle in einer Stufe. Das Elektrizitätswerk Wettingen hat ein Gefälle von über 23 Meter. Bevor wir nun auf das Werk selbst eintreten, wollen wir die geschichtliche Entwicklung des Kraftwerkbaues an der Limmat, sowie die damit zusammenhängende Schiffahrt streifen.

Alte Wasserwerke. Nachdem durch die Eisenbahnen unser Land mit dem Meere verbunden war, gingen rührige Männer daran, an möglichst großen Gefällen unserer Flüsse Wasserwerke zum Antrieb von Maschinen zu erstellen. Als besonders günstiger Flußlauf erwies sich hierzu die Limmat. So erstanden um die Mitte des vorigen Jahrhunderts von Zürich bis zur Limmatmündung über 10 solcher Wasserwerke mit Fabrikanlagen, meistens Spinnereien und Webereien, und brachten so Verdienst ins Land. Durch den Bau des Kraftwerkes Wettingen werden vier dieser alten Anlagen überstaut und müssen abgebrochen werden. Es sind dies die

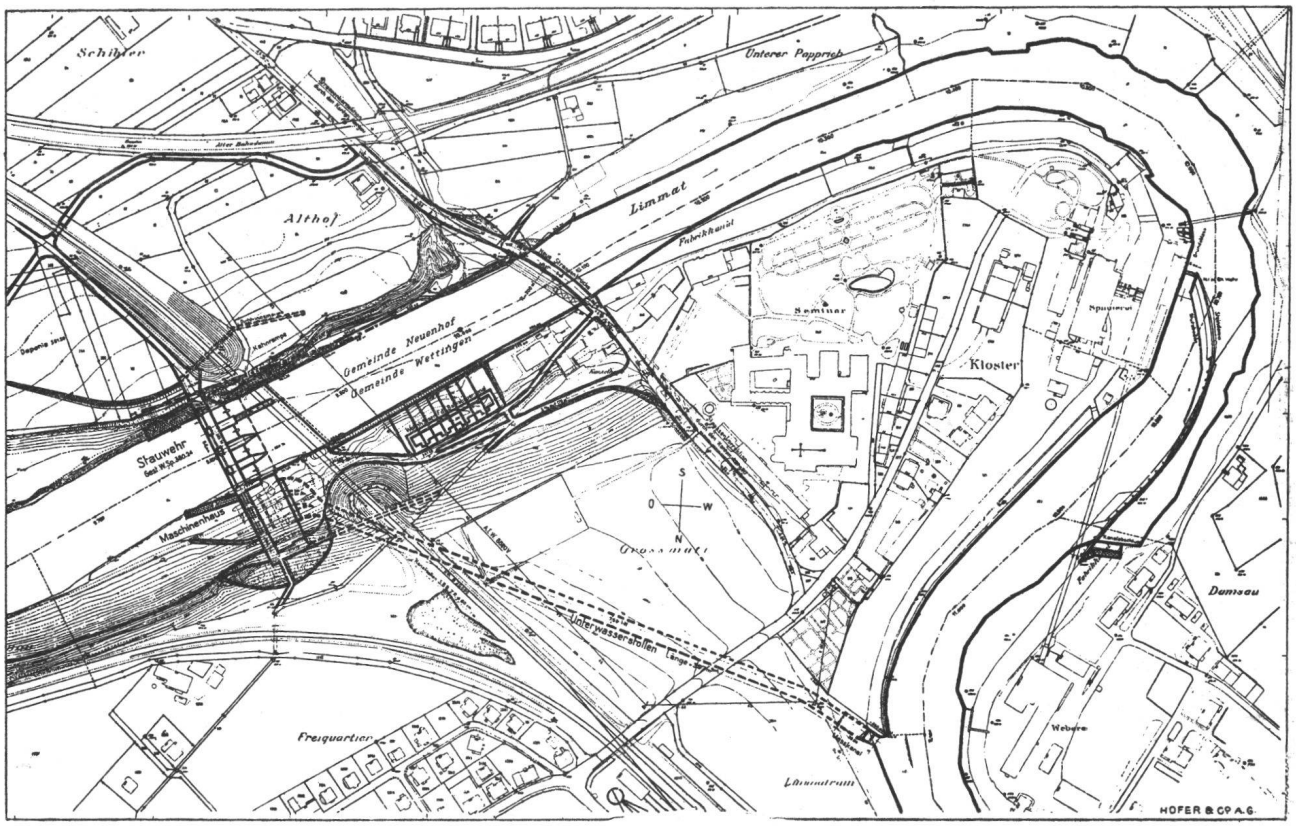
Wasserwerke Oetwil, Kessel-Spreitenbach und die beiden Anlagen der Spinnerei Wettingen, Kloster und Damsau. Am 26. Juni 1857 erhielt der Industrielle Johann Wild von Bubikon, der Gründer der Spinnerei Wettingen, zusammen mit dem Besitzer der ehemaligen Klostermühle, Herrn Dorer-Egloff, die Bewilligung zur Erstellung eines Wasserwerkes auf dem rechten Ufer, welches das Gefälle der Limmatschleife ausnützt. Die Betriebseröffnung fand im gleichen Jahre statt. Hiermit war die Grundlage zum Bau der Spinnerei Wettingen geschaffen. Das Gefälle betrug 4,50 Meter und die Leistung 850 Pferdekräfte. Anfänglich benutzte man im oberen Teil des Kanales das Wuhr der Klostermühle. Erst nach einigen Jahren wurde dieses erhöht. Später entschloß man sich, auch auf dem linken Ufer, in der Damsau, ein Streichwuhr mit Turbinenhaus zu bauen. Die Konzession hierzu wurde am 22. Februar 1865 erteilt. Das Gefälle betrug 3,8 Meter und die Leistung 460 PS. Die erste Fabrik in der Damsau war eine Weberei und wurde zusammen mit dem Wasserwerke im Jahre 1865 eröffnet. Drei Jahre später erfolgte der Bau der Spinnerei Damsau. Diese wurde am 12. Mai 1876 durch Feuer zerstört und nicht wieder aufgebaut. Wenn man bedenkt, daß die Fabrikanlagen der Spinnereien Wettingen damals allein über 800 Arbeiter beschäftigten, so erkennt man erst recht, welche volkswirtschaftliche Bedeutung diese Industrie für den Bezirk Baden hatte. Das Wasserwerk im Kessel Spreitenbach wurde ebenfalls zum Betriebe einer Spinnerei gebaut und im Jahre 1867 eröffnet. Seine Leistung betrug 375 PS. Alle diese Anlagen hatten rein mechanische Kraftübertragung mittelst Wellen von den Turbinen. Wichtige bauliche Veränderungen, außer Wuhrverbesserungen, wurden im Laufe der Jahre nicht vorgenommen, höchstens baute man in diesem Jahrhundert Generatoren ein. Die drei Anlagen Kessel, Kloster und Damsau brachten dem Kanton Aargau an jährlichen Wasserzinsen Fr. 11,574, die Pferdekraft zu 6 Fr. berechnet. Hierzu sei noch bemerkt, daß 46,44 PS der ehemaligen Klostermühle gebührenfrei waren, da diese vor dem 25. Mai 1804 bestanden hatte. Laut Gesetz vom 28. Hornung 1856 mußten alle Wasserwerke, welche vor dem oben erwähnten Datum im Betrieb waren,

keine Wasserzinsen zahlen. Dieses alte Recht übertrug sich auch auf die neue Anlage Wettingen-Kloster, wodurch dem Staat jährlich 278 Fr. verloren gingen.

Schiffahrt. Die Römer bauten für ihren Verkehr stark gepflasterte Straßen und benutzten unsere Flüsse nur zur Holzflößerei. Erst als die schiffahrtskundigen Germanen in unser Land kamen, wurden Rhein, Aare, Reuß und Limmat wichtige Verkehrswege. Als dann der Septimer in die Rolle des wichtigsten Alpenpasses trat, wurde, unter Umgehung des Rheinfalles, die Route Walensee-Zürichsee-Limmat-Rhein eine internationale Verbindung. Im frühen Mittelalter war die Limmat, wie alle schiffbaren Flüsse, „des Reiches freie gute Straße", d. h. niemand durfte die Fahrt über diese Wasserstraßen in irgend einer Weise behindern. Die Limmat bewältigte hauptsächlich den Verkehr zwischen Westdeutschland und Italien. Von Süden kamen Eisen, Stahl, Metallfabrikate, Textilprodukte, Veltlinerweine. Limmataufwärts gingen Korn, Salz, Elsässerwein, Rheinfische. Besonders wichtig war auf dieser Linie der Pilgerverkehr nach Einsiedeln. Gewaltige Scharen deutscher, niederländischer und anderer Nationen Pilger zog es an diesen Wallfahrtsort. Am Feste der Engelweihe 1466 sollen allein 130,000 Pilger Einsiedeln besucht haben. Diese kamen längs des Rheins und der Limmat nach Zürich. Heimwärts benutzten sie die starken Limmatkähne, welche bis Laufenburg fuhren, wo die Rheinsegelflotte sie in Empfang nahm. Die Eisenbahnen versetzten dann der Schiffahrt den Todesstoß.

Vor etwa 25 Jahren erkannte man, daß auch bei uns in der Schweiz die Flüsse wieder zum Schwergütertransport benutzt werden sollten, da die Frachten viel billiger sind als bei der Bahn. Auch die Limmat trat wieder in den Vordergrund. Diesmal allerdings nicht als internationale Straße, sondern als Zubringerin von Kohle, Getreide usw. nach Zürich. Man wollte mit Tausend-Tonnen-Kähnen die Limmat hinauffahren.

Um über die Einteilung der Kraftwerksstufen, sowie über die einzelnen Schleusenanlagen für die Großschiffahrt von Turgi nach Zürich möglichst frühzeitig im klaren zu sein, veranstaltete man im Jahre 1919 unter schweizerischen In-



Limmatwerk Wettingen 1 : 5650

genieuren einen Wettbewerb zum Studium dieser Fragen. Die eingegangenen Lösungen zeigten aber, daß man auf der Limmat inbezug auf Schiffahrt mit bedeutenden Schwierigkeiten zu rechnen hatte. Als großes Hindernis gilt die Limmatschleife in der Bäderstadt mit einem Radius von nur 130 Meter. Wohl fand man Auswege, doch alle diese Projekte waren viel zu teuer. Nachdem dann noch die Kosten des Schiffahrtsweges von der Limmatmündung bis Zürich zu 50 Millionen errechnet waren, verzichtete man vorläufig auf die weitere Verfolgung dieses Projektes. Es werden deshalb bei künftigen Kraftwerksbauten an der Limmat, wie bei Wettingen, keine Studien über die Möglichkeit der Unterbringung der Schiffahrtsschleusen verlangt.

Entwicklung des Projektes. Die Firma Locher & Co. in Zürich hat sich als erste mit dem Projekt eines Kraftwerkes Wettingen befaßt. Im Jahre 1916 begann sie ihre Studien und reichte im Herbst 1925 das Konzessionsbegehren ein. Zu gleicher Zeit befaßte sich auch der Stadtrat von Zürich mit der Erwerbung von neuen Wasserkräften, und da ihm das projektierte Kraftwerk Wettingen besonders günstig erschien, erwarb er von der Firma Locher & Co. sämtliche Vorarbeiten. Um über den Bau von Wehr und Maschinenhaus klare Ideen zu bekommen, wurde im Sommer 1926 ein Wettbewerb durchgeführt. Auf Grund dieser Ergebnisse arbeitete man ein neues Konzessionsprojekt aus, das am 5. Januar 1927 eingereicht wurde. Nach langen Verhandlungen mit den Regierungen der Kantone Zürich und Aargau über die Bedingungen der Wasserrechtserteilung, wurde am 1. Januar 1930 die Konzession, lautend auf 80 Jahre, erteilt.

Das ursprüngliche Projekt sah das Wehr und Maschinenhaus in der Mitte zwischen der oberen Eisenbahnbrücke und der Straßenbrücke Wettingen vor. Da die Pfeiler der Eisenbahnbrücke in den Stausee kamen, verlangten die Bundesbahnen für die nur in Kalkmörtel erstellten Pfeiler außerordentliche bauliche Sicherungen. Um diese zu umgehen, verlegte man, nachdem durch Sondierungen der Felsverlauf festgestellt war, die ganze Anlage 50 Meter oberhalb der Eisen-

bahnbrücke. Die aargauische Regierung genehmigte dieses Projekt am 23. November 1929.

Die Wasserrechtserteilung enthält unter anderm folgende Bedingungen: Sollte später die Großschiffahrt kommen, so ist das Wasser zum Schleusen der Schiffe gegen angemessenes Entgelt zur Verfügung zu stellen. Für die jetzige Kleinschiffahrt ist auf dem linken Ufer eine Kahnrampe für Pontons bis zu 17 Meter Länge zu bauen. Da die Fischwanderung infolge des Kraftwerkbaues aufhört, eine Fischtreppe bei diesem großen Gefälle aber nicht wirksam wäre, sind im Staugebiet Fische einzusetzen und zwar im Gebiete des Kantons Aargau jährlich 15,000 Forellensömmerlinge oder 300,000 Jungbrut, im Gebiete des Kantons Zürich 2000 Forellensömmerlinge. Die Straßenbrücke ist auf Kosten des Werkes abzubrechen und durch eine Eisenbetonbrücke zu ersetzen. Die Korrektion der Zufahrtsstraßen wird von Kanton und Werk gemeinsam getragen. An den Brückenbau in Killwangen sind 30,000 Fr. als einmaliger Beitrag zu leisten. Damit die Limmatschleife um das Kloster Wettingen stets mit Wasser gefüllt ist, muß das bestehende Längswuhr der Spinnerei Damsau um 70 Zentimeter erhöht werden. Zur Spülung dieses zur Niederwasserzeit toten Limmatarmes sind täglich 50,000 Kubikmeter Wasser durch das Wehr zu lassen, was 580 Liter in der Sekunde entspricht. Zur Spitzenleistung darf kein Wasser im Staugebiet zurückbehalten werden, sondern durch das Werk muß ununterbrochen so viel Wasser abfließen, als in das Staugebiet zufließt. Als Baufristen sind vorgesehen: 5 Jahre bis zum Baubeginn, 8 Jahre bis zur Bauvollendung. Die Wasserzinsgebühren sind nach besondern Abmachungen zum ersten Mal im Jahre 1936 fällig und zwar für den Kanton Aargau Fr. 50,000.—, welcher Betrag sich bis zum Jahre 1941 auf Fr. 80,000 steigert. Von 1942 an tritt dann der gesetzliche Wasserzins, welcher über 100,000 Fr. betragen wird, in Kraft. Der Kanton Zürich erhält viermal weniger Wassergebühren.

In der Gemeindeabstimmung vom 25. Mai 1930 hat das Zürcher Volk mit großem Mehr den Bau des Kraftwerkes Wettingen beschlossen.

Landerwerb und besondere Abmachungen mit den anliegenden Gemeinden. Jeder Kraftwerksbau verursacht mehr oder weniger starke Eingriffe in privates und öffentliches Eigentum. Da das Limmattal bei Wettingen ziemlich tief eingeschnitten ist, mußte nur wenig Kulturland erworben werden. Die neu eingestaute Bodenfläche beträgt 470,500 Quadratmeter, wovon der größte Teil steile bewaldete Uferhalde ist. Leider konnte über den Preis des zu erwerbenden Landes in den meisten Fällen keine gütliche Einigung erzielt werden, so daß die Eidgenössische Expropriationskommission und das Bundesgericht entscheiden mußten. Für den Quadratmeter wurde dann je nach Güte Fr. —.25 bis Fr. 1.50 bezahlt, für Obstbäume Fr. 60.— bis Fr. 180.— pro Stück. Das meiste Land mußte die Gemeinde Neuenhof mit ca. 50 Jucharten oder 180,000 Quadratmetern abtreten. An öffentlichem Eigentum gehen im Stausee verloren die Grundwasserfassungen und Pumpwerke der Gemeinden Wettingen und Würenlos, sowie der Schießstand in der Bernau. Diese sind außerhalb des Staugebiets auf Kosten der Stadt Zürich neuerstellt worden. Gleichfalls mußte die Holzbrücke in Killwangen, die im Jahre 1919 für 80,000 Fr. erstellt wurde, höher gesetzt werden. Da diese aber sehr reparaturbedürftig war und konstruktive Fehler aufwies, wurde sie durch eine eiserne Brücke im Betrage von nur Fr. 60,000.— ersetzt, woran die angrenzenden Gemeinden Beiträge leisten mußten. Die größten Befürchtungen wurden erhoben, es könnte durch den Stau der Grundwasserstrom, der durch das Wettingerfeld geht, in qualitativer sowie quantitativer Hinsicht gefährdet werden. Von diesem Grundwasserstrom werden außer den Wasserversorgungen von Würenlos und Wettingen auch die Grundwasserfassungen in der Aue der Stadt Baden und der Gemeinde Ennetbaden gespiesen. Zwecks Feststellung einer allfälligen Verschlechterung des Grundwassers werden im chemischen Laboratorium der Stadt Zürich periodische chemische und bakteriologische Untersuchungen gemacht. Sollte im Laufe der Zeit die Güte des Wassers nachlassen, so hat die Stadt Zürich unverzüglich Filtrieranlagen einzubauen.

Der neue Schießplatz der Gemeinde Wettingen wird auf Neuenhofer Gebiet erstellt, woran das Werk Fr. 8000.— zahlt.

Außerdem erhält Wettingen ein schönes Strandbad. Ebenfalls wurden den übrigen Gemeinden Bade- und Schiffsanlageplätze zugestanden. Die Kosten für das neue Grundwasserpumpwerk Würenlos betragen Fr. 50,000.— und für das von Wettingen Fr. 75,000.—.

Das Staugebiet. Das Limmattal ist ein Urstromtal, das wahrscheinlich in der vorletzten Eiszeit durch mächtige Schotterablagerungen wieder aufgefüllt wurde. Von Dietikon bis Wettingen hat sich nun die Limmat im Laufe der Zeit in diese Schotterablagerungen eingefressen, ohne dabei überall der früheren Flußrinne zu folgen. An einigen Stellen mußte sie sich in den anstehenden Fels einschneiden. Eine solche Stelle befindet sich bei der oberen Eisenbahnbrücke Wettingen, wo die Limmat aus den eiszeitlichen Schotterablagerungen in die anstehende sogenannte Süßwassermolasse tritt und diese fast rechtwinklig zur früheren Flußrichtung durchschnitten hat. Diese Stelle ist für die Errichtung einer großen Stauanlage wie geschaffen, da außer der sicheren Fundation der großen Bauwerke auch eine gute Abdichtung der wasserdurchlässigen Schotterablagerungen möglich ist. Die Stauwirkung reicht bis zu dem bestehenden Kraftwerk Dietikon, etwa 800 Meter oberhalb der Reppischmündung. Die Länge der Staustrecke beträgt 9800 Meter. Der Stausee erhält stellenweise eine Breite bis 200 Meter, eine Oberfläche von einem Quadratkilometer, einen Wasserinhalt von 6,17 Millionen Kubikmeter und eine größte Seetiefe beim Wehr von 18 Metern.

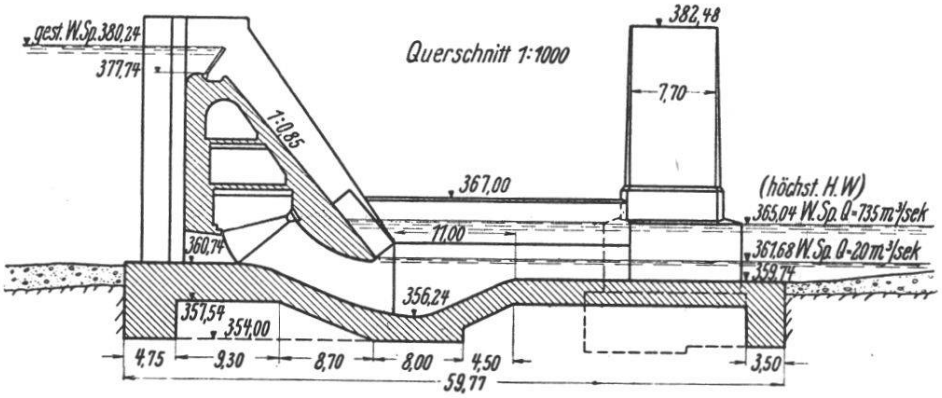
Jedermann ist bekannt, daß die Limmat bei Hochwasser größere Mengen Gerölle und Material mit sich führt. Durch die Erstellung des Stausees wird sich nun dieses Material, das nach Beobachtungen und Berechnungen etwa 40,000 Kubikmeter im Jahre beträgt, im oberen Teil der Staustrecke ablagern, da infolge des langsam fließenden Wassers jede Schleppkraft zum Materialtransport fehlt. Es ist aber zu erwarten, daß durch den Bau des Etzelwerkes der Geschiebetransport erheblich vermindert wird, weil die Hochwasser der Sihl vorwiegend in ihrem oberen Teil im Speichersee zurückbehalten werden und deshalb auch ihre Kraft zur Fortbewegung von Geschiebe verkleinert wird. Eine baldige Auffüllung

des Staubeckens ist daher nicht zu erwarten. Sollte sich im Laufe der Zeit der Wasserspiegel infolge der durch Materialablagerung höher gewordenen Flußsohle heben und das dort tiefer liegende Kulturland schädigen, so müßte das Geschiebe gebaggert werden.

Wasser-, Gefälls- und Kraftverhältnisse. Die wirtschaftliche Grundlage jedes Kraftwerkes bildet die Untersuchung über die Wasserführung des betr. Flusses. Beim Kraftwerk Wettingen, wo das Einzugsgebiet der Limmat 2398 Quadratkilometer beträgt, sind die Untersuchungen aus den jeweiligen am Pegel Baden beobachteten Abflußmengen für die Jahre 1910 bis 1928 ermittelt worden. Die hieraus errechnete mittlere Jahresabflußmenge der Limmat in Baden beträgt als Durchschnitt der 18 Jahre 106,8 m³/sek. Der Ausbau des Elektrizitätswerkes Wettingen ist für eine größte Triebwassermenge von 120 m³/sek. vorgesehen, welche Wassermenge der Limmat an 124 Tagen im Jahre entnommen werden kann. In der übrigen Zeit ist die Wasserführung kleiner. Von den oben erwähnten 124 Tagen entfallen auf die wasserreichen Sommermonate 109,5 Tage und auf die wasserarmen Wintermonate 14,5 Tage. Das größte Nutzgefälle beträgt 23,2 Meter bei einer Niederwasserführung der Limmat von 42 m³/sek. Noch vor 25 Jahren war die Niederwasserführung der Limmat bedeutend kleiner als heute. Erst als die großen Speicherseen der Kraftwerke Löntsch (Klöntalersee) und Wäggital in Betrieb kamen, welche im Sommer das Wasser in ihren künstlichen Seen zurückbehalten, um es dann im Winter als Triebwasser zu verwenden, besserte sich die Niederwasserführung bedeutend. In einigen Jahren, nachdem auch das Etzelwerk gebaut sein wird, wird die kleinste Wassermenge der Limmat im Winter wahrscheinlich nie mehr unter 50 m³/sek. fallen, gegenüber 20 m³/sek. noch vor 25 Jahren. Für die Jahre 1910 bis 1925, Regime mit Löntschwerk, ergibt sich eine mittlere Jahresproduktion von 133,989,000 Kilowattstunden, wovon 60 % auf die Sommermonate entfallen.

Das Stauwehr. Neben dem Maschinenhaus ist das Stauwehr das wichtigste Bauwerk beim Kraftwerksbau. Es soll den Fluß absperren und dann durch eiserne Verschluß-

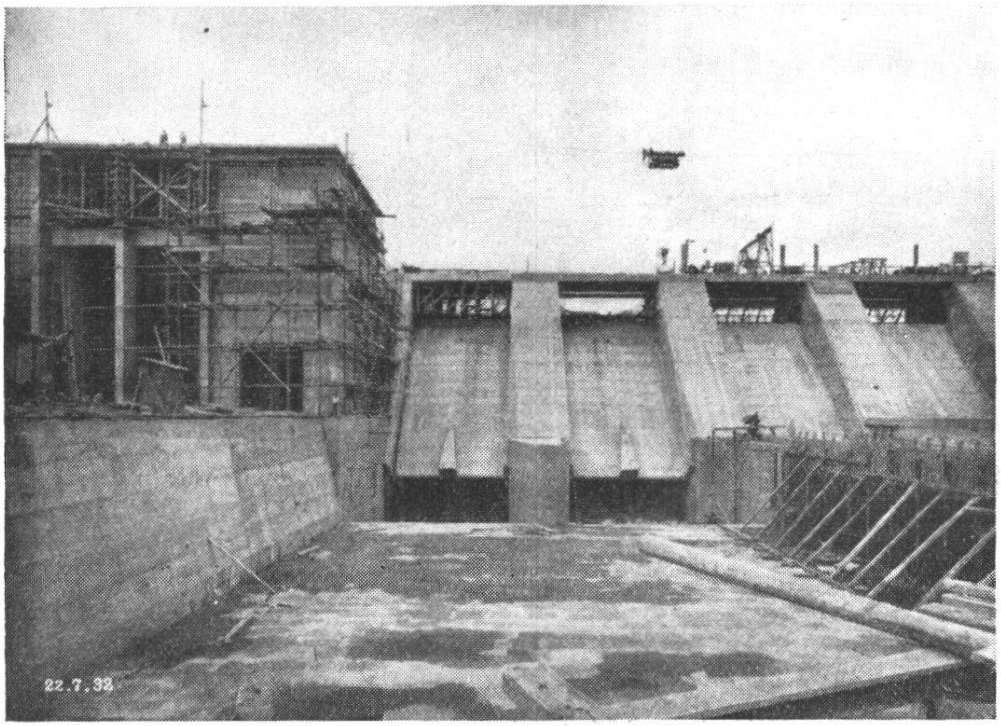
tafeln, welche durch Windwerke gezogen werden, die Wasserführung des Flusses regulieren. Das Wehr in Wettingen ist eine aufgelöste Eisenbetonkonstruktion. Es ist senkrecht zur Flußrichtung angeordnet und auf guten Molassefelsen fundiert. Zwischen den beiden seitlichen Widerlagern hat das Wehr eine Breite von 59 Metern, welche in 4 Wehröffnungen von 11 Meter Breite unterteilt ist. Dazwischen befinden sich 5 Meter starke Betonpfeiler. Die Fundamentsohle reicht über 7 Meter unter die Flußsohle. Die gesamte Höhe beträgt 30 Meter. Für den Abfluß des nicht durch die Turbinen gehen-



Querschnitt des Stauwehres.

den Wassers sowie des Hochwassers sind auf der Wehrkrone 4 Ueberfälle und auf der Flußsohle 4 Grundablaßöffnungen von je 11 Meter Breite und 2,50 Meter Höhe vorgesehen. Der Abschluß der 2,50 Meter hohen Ueberfälle erfolgt durch eiserne Stauklappen, welche den Wasserspiegel automatisch auf Kote 380,24 halten. Die Ueberfälle vermögen ein Hochwasser von 300 m³/sek. abzuführen. Die Grundabläße dienen einmal als Ergänzung zu den Ueberfällen, sodann zur vollständigen Entleerung des Staubeckens und für allfällige Ausspülungen von Materialablagerungen aus der gestauten Limmatstrecke. Infolge des hohen Wasserdruckes waren zwei Abschlußorgane notwendig. Das vordere Organ hat die Aufgabe, die Grundablaßöffnung zu dichten, es besteht aus einer einfachen eisernen Gleitschütze, die durch ein Windwerk auf der Wehrbrücke hochgezogen wird. Das zweite innere Organ ist eine um eine Welle sich drehende Segmentschütze und dient zur Regulierung des Wasserdurchflusses. Die Windwerke zu

ihrer Bedienung sind auf dem untersten Boden des Wehrinnern untergebracht. Bei gefülltem Stausee vermögen die vier Grundabläſſe 1350 m³/sek. abzuführen. Das gesamte Abfluß-vermögen des Stauwehrs beträgt demnach etwa 1650 m³/sek.; hierzu käme dann noch die Betriebswassermenge von 120 m³/sek. Das größte bekannte Hochwasser vom 15. Juni 1910 betrug 735 m³/sek. Die zur Wasserableitung vorgesehe-



Unterwasserseitige Ansicht des Wehres, links das Maschinenhaus.

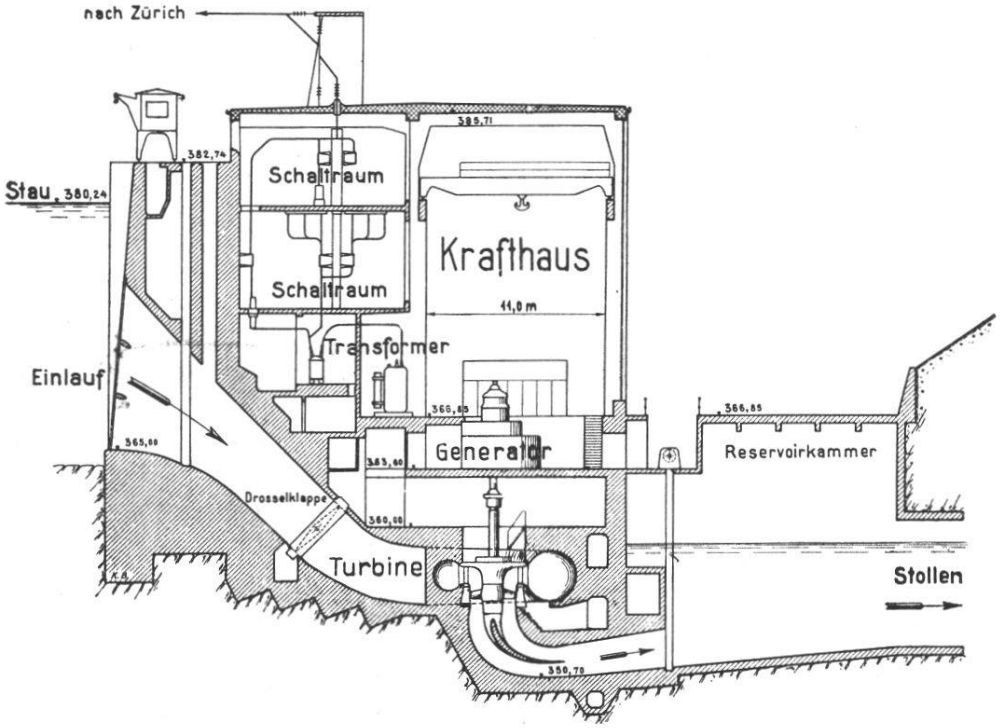
nen Einrichtungen genügen also vollständig. Um eine möglichst günstige Form des Wehrkörpers zu erlangen, das Zusammenwirken von Ueberfällen und Grundabläſſen zu erforschen, sowie die durch die tosende Wassermenge sich ergebenden Flußbettvertiefungen kennen zu lernen, wurden im Wasserbaulaboratorium der Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich an einem Modell alle diejenigen Fälle, welche nicht rechnerisch erfaßbar waren, durch Versuche abgeklärt. Die Versuche zeigten, daß wegen der von den Ueberfällen herabstürzenden Wassermassen im Wehrboden ein 4,50 Meter tiefes Becken angeordnet werden muß, damit die Flußbettvertiefungen unterhalb des Wehrbodens nicht gefährlich für das Bauwerk werden. Um ein möglichst günstiges Zusammenwirken von

Ueberfallstrahl und Grundwasserdurchfluß zu erzielen, sind auf dem Wehrrücken mit Stahl gepanzerte Keile aufgesetzt, welche das Wasser leiten sollen. Damit der Wehrboden vor zu starker Abnützung geschützt ist, wurde die ganze Fläche mit Granitplatten verkleidet. Neu ist bei dieser Wehranlage, daß das Wehrinnere durch ein Treppenhaus, das limmatseits im Maschinenhaus angelegt ist, direkt von diesem aus begangen werden kann, ohne ins Freie zu müssen. Außerdem wird im Winter die warme abgehende Generatorenluft durch einen Kanal in den Wehrkörper geblasen und so das Innere zum Vorteile des Bauwerks auf eine angenehme Temperatur gebracht. Die warme Luft verläßt dann auf der linken Seite das Wehr und gelangt durch einen Schacht ins Freie.

Die Betätigung der Grundablaßschützen muß genau nach Reglement erfolgen. Dieses wurde auf Grund der Versuche an der E. T. H. aufgestellt. Für jede beliebige Wassermenge kann man aus einer Skala die Durchflußhöhe des Wasserstrahles unter den Segmentschützen entnehmen.

Das Maschinenhaus: Das Maschinenhaus, auch Krafthaus genannt, ist derjenige Teil des Bauwerks, in dem die Kraft des herabstürzenden Wassers zuerst in mechanische und dann in elektrische Kraft verwandelt wird. Für die erste Arbeit dienen die Turbinen, für die zweite die Generatoren. Größe und Form des Maschinenhauses hängen von der Anordnung und Konstruktion der Maschinen ab. In Wettingen ist diese Frage glänzend gelöst. Staumauer, Schaltanlage und Krafthaus sind in einem Baublock von 53 Meter Länge, 32 Meter Breite und 30 Meter Höhe vereinigt. Zur Wasserentnahme aus dem Stausee dient das Einlaufwerk, bestehend aus drei zweiteiligen Einlauföffnungen und einem Rechen von 70 Millimeter Spaltweite. Gegen die Turbine zu verjüngen sich die Einläufe auf ein kreisrundes Profil und führen, immer kleiner werdend, in einer mit Blech gepanzerten Spirale um die Turbine. Als oberes Abschlußwerk ist ein Absperrschieber von 3,9 Meter Durchmesser angeordnet, der vom Maschinensaal aus gesteuert wird. Bei Revisionen und Reparaturen können die Einläufe durch Dammbalken gegen die Wasserseite hin abgeschlossen werden. Die Reinigung des Rechens erfolgt durch eine Maschine, welche auf dem Rechen-

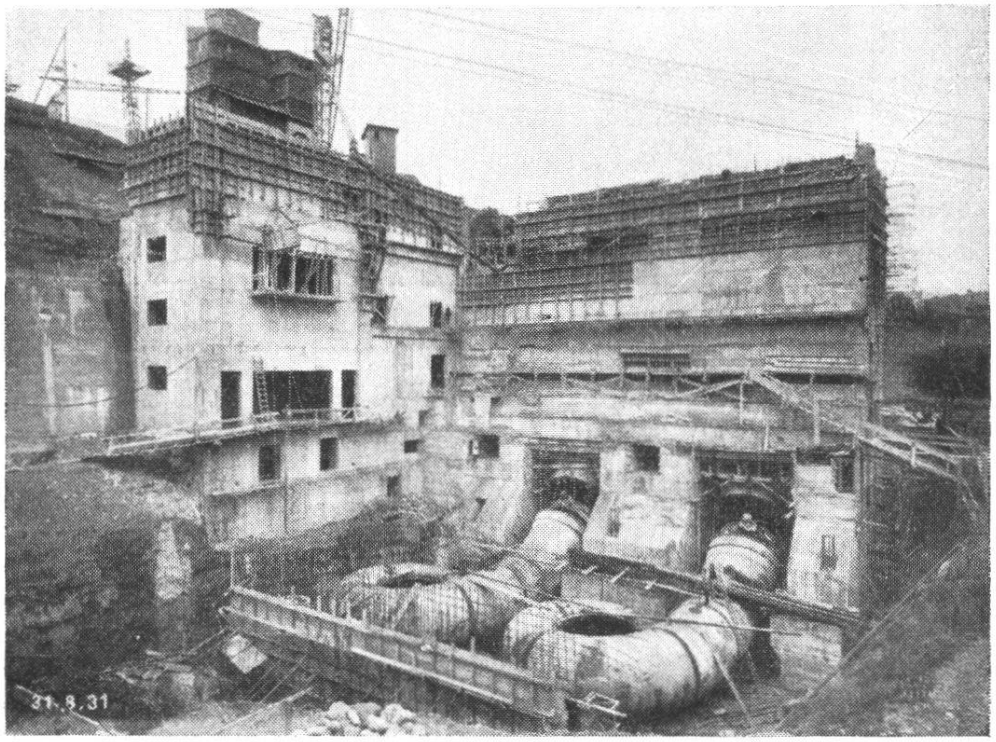
boden läuft. Diese wirft das Rechengut, wie Holz, Laub usw., in eine Geschwemmselrinne, aus der es mit Wasserspülung in das Unterwasser des Wehres befördert wird. Der Raum zwischen Einlaufwerk und Maschinensaal hat eine lichte Breite von 10,2 Metern und eine Höhe von 18 Metern. Er ist in drei Geschoße unterteilt und dient zur Unterbringung von Transformatoren und Schaltanlage. Im unteren Teil



Querschnitt durch das Maschinenhaus.

befinden sich noch der Kabelkanal, sowie der Warmluftkanal zur Beförderung der abgehenden Generatorenluft zum Wehr. Der Maschinensaal selbst hat eine lichte Breite von 11 Metern, eine Höhe von 20 Metern und eine Länge von 44 Metern. Er wird zwecks Montage und Demontage der Maschinen von einem Kran von 75 Tonnen Tragkraft auf seine ganze Länge bestrichen. Die Zufahrt, sowie der Montageplatz sind limmatseits angeordnet. Bergseits befindet sich in Höhe des Maschinenbodens das Herz der ganzen Anlage, der Kommandoraum. Hier laufen alle Fäden zusammen; jede Maschine, die Schaltanlage, sowie das Wehr können von hier aus durch einen Hebeldruck gesteuert werden. Darüber ist der Batterieraum für Eigenbedarf, und in den weitern Stock-

werken sind die Werkstatt, Magazinräume, Unterkunftsräume, Sanitätsraum und im obersten Stockwerk die Bureaux des Betriebsleiters. Sämtliche Geschoße sind durch ein geräumiges Treppenhaus und einen Lift miteinander verbunden. Das ganze Gebäude ist in Eisenbeton erstellt und in modernem sachlichem Stil gehalten. Außen wie innen ist der Beton unverputzt. Flußabwärts ist die ganze Front in Glas



Blick auf die Einlaufspiralen mit Einlaufbauwerk, bergseits das entstehende Dienstgebäude.

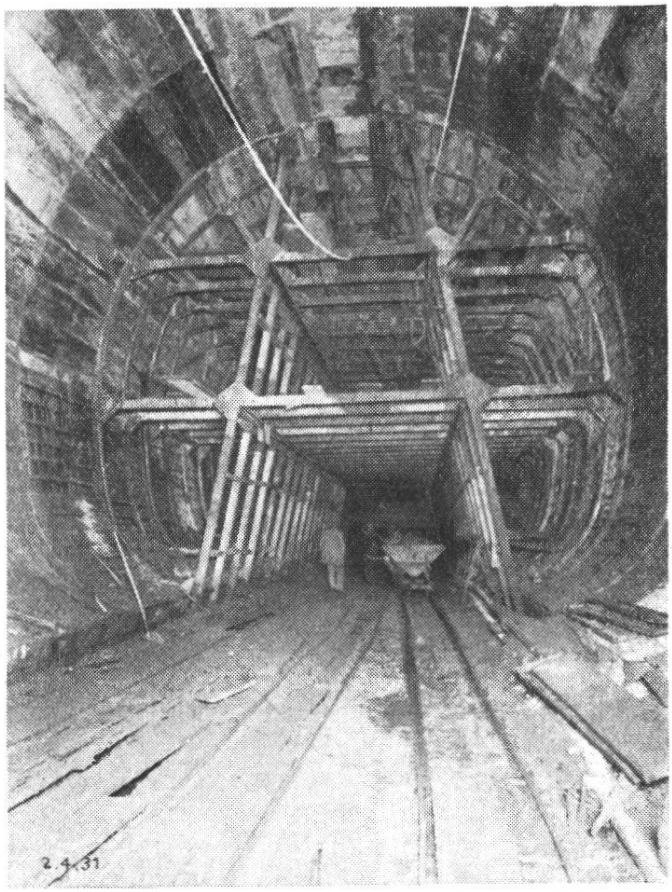
aufgelöst. Anschließend an das Maschinenhaus ist flußabwärts eine bis auf den Felsen reichende 1,60 Meter starke Dichtungsmauer erstellt worden, welche das Eindringen von Sickerwasser aus der Stauhaltung in das Mauerwerk des rechten Brückenwiderlagers der Eisenbahn verhüten soll. Eine ähnliche Mauer ist auch auf dem linken Ufer im Anschluß an das Wehr erstellt. Ihre Länge beträgt über 100 Meter.

Die Maschinenanlage besteht aus drei vertikalachsigen Turbinen von je 10,000 PS. mit aufgebauten Oerlikon-Drehstromgeneratoren zu je 10,000 KVA. Ihr Achsabstand beträgt 12 Meter. Die Maschinenspannung wird 6400 Volt

sein. Höchst interessant sind bei dieser Anlage die Turbinen, sind es doch die ersten Kaplanturbinen überhaupt, die für ein Gefälle von über 23 Metern erstellt worden sind. Der Vorteil der Kaplanturbinen gegenüber andern Turbinentypen ist der, daß der Wirkungsgrad auch bei geringer Belastung ein sehr guter ist. Um sämtliche Fragen dieser auf der ganzen Welt einzig dastehenden Turbinen zu klären, baute die Erstellerin, die Firma Escher, Wyß & Cie. in Zürich, ein Modell. Die Versuche führten zu ganz neuartigen Konstruktionen. Die Drehzahl beträgt 214 Touren in der Minute. Drei B. B. C.-Transformatoren von je 10,000 KVA Leistung erhöhen die Generatorenspannung auf 50,000 Volt. Die Uebertragung der elektrischen Energie erfolgt durch eine Hochspannungsleitung mit 6 Drähten. Die Leitung folgt der Limmat flußaufwärts bis ca. 300 Meter oberhalb des Geißgrabens Wettingen und teilt sich dann in zwei Stränge, von denen der eine nach Oerlikon und der andere in die Unterzentrale Letten führt, wo der Strom, nachdem er wiederum auf eine niedere Spannung gebracht wurde, in das Leitungsnetz der Stadt Zürich fließt.

Der Unterwasserstollen. Da eine Flußabwärtsverschiebung des Stauwehrs aus topographischen und vorhin schon erwähnten Gründen nicht mehr möglich war, man aber trotzdem das ca. 5 Meter betragende Gefälle in der Limmatschleife bis zum Stau des Kraftwerkes Aue ausnützen wollte, blieb nichts anderes übrig, als die Anordnung eines Unterwasserkanals, der die Limmatschleife in gerader Richtung abschneidet. Die Sohle dieses Kanals ist auf Kote 353,00, während das Gelände 35 Meter höher liegt. Da ein offener Kanal selbstverständlich viel zu teuer gekommen wäre, kam man auf die bei uns neuartige Idee der Verlegung des Unterwasserkanals in einen Stollen, eine Anlage, wie man sie bis jetzt nur in den nordischen Ländern kannte. Direkt hinter dem Maschinenhaus ist zuerst eine Reservoirkammer angeschlossen, in welche die Turbinenausläufe münden. Die Reservoirkammer, auch Wasserschloß genannt, ist notwendig wegen den starken Wasserspiegelschwankungen, die bei einem plötzlichen Anlassen oder Abstellen der Turbinen eintreten. Der ganze Stollen liegt in Molassefelsen. Bei der Kreuzung

mit der Bahn beträgt die Ueberlagerung 28 Meter, wovon 11,4 Meter Fels und 16,6 Meter Schotter sind. Seine Länge beträgt 397 Meter. Das Profil ist hufeisenförmig und hat eine lichte Breite von 8,5 Metern, eine Höhe von 7,7 Metern und eine Durchflußfläche von 54,35 Quadratmetern, ist also wesentlich größer als ein zweigleisiger Eisenbahntunnel. Das Gefälle beträgt 0,8 ‰ oder 32 Zentimeter. Ebenfalls ist Vor-



Unterwasserstollen mit Lehrgerüst.

sorge getroffen, daß der Stollen bei allfälligen Reparaturen gegen die Limmat abgesperrt und somit trocken gelegt werden kann. Um das Gefälle vom Auslauf des Unterwasserstollens bis zur untern Eisenbahnbrücke, resp. Stau des Kraftwerkes Aue, besser ausnützen zu können, ist eine Korrektion und Vertiefung des Limmatbettes nötig. Diese Arbeiten können erst im Laufe dieses Winters bei niederen Wasserständen ausgeführt werden.

Bauliche Arbeiten unterhalb des Stauwehres. Anschließend an das Wehr werden die beiden Limmatufer bis unterhalb der Straßenbrücke korrigiert und durch Mauern geschützt, damit keine Unterspülungen und Rutschungen eintreten können. Das alte Streichwuhr des Wasserwerkes Kloster, das zum Teil noch Bestandteile der ehemaligen Klostermühle enthält, wird verschwinden, ebenso der schiefe Brückenpfeiler. Auf der rechten Flußseite wird eine Grundablaßöffnung von 8 Metern Breite erstellt, damit die Limmatschleife von allfälligen Sinkstoffen gespült werden kann. Oberhalb der Spinnerei Damsau wird der bestehende Kanal durch eine Mauer abgeschlossen. Alle Arbeiten unterhalb des Wehres werden erst im Laufe dieses Winters ausgeführt, nachdem das Werk in Betrieb gekommen ist und infolgedessen das Wasser durch den Stollen fließt, sodaß dann die Limmatschleife trocken sein wird.

Bauliche Arbeiten im Staugebiet. Neben den eigentlichen Kraftwerksbauten sind bei einem Stausee von der Größe wie Wettingen viele Sicherungsarbeiten an Ufern, Dämmen usw. notwendig. Da nun im oberen Teil der Staustrecke der neue Wasserspiegel an einigen Stellen über die vorhandenen Hochwasserdämme der Limmatkorrektion reicht, ist zum Schutz eine Dammerhöhung von mindestens 50 Zentimetern erforderlich. Im ganzen mußten bei Oetwil und beim Fahr in Dietikon 2 Kilometer solcher Dämme erhöht oder neuerstellt werden. Um ein Steigen des Grundwasserstandes und somit eine Versumpfung des Kulturlandes hinter den Dämmen zu verhüten, sind Entwässerungsgräben in Verbindung mit einem Pumpwerk erstellt worden. Auf der Strecke zwischen Killwangen und Neuenhof reicht der Stausee an den Eisenbahndamm der S. B. B. Da die Wasserspiegelschwankungen, sowie Wellenbewegungen im Staubecken die Dämme unterspülen und somit gefährden könnten, mußten als Schutz Böschungsmauern vorgebaut werden. Auch auf dem rechten Limmatufer, wo die Eisenbahnlinie Wettingen-Würenlos hart an der Uferkante vorbeiführt, sind Sicherungsmauern erstellt worden, um Rutschungen zu vermeiden.

Wohnkolonie für das Betriebspersonal. Für das ständige Maschinenpersonal sind von der Firma

Biland & Cie. in Baden ca. 100 Meter unterhalb des Maschinenhauses an der Zufahrtsstraße, die von der Kantonsstraße abzweigt, zwölf Einfamilienhäuser in Reihenform gebaut worden.

Gestehungskosten für den elektrischen Strom. Der Kostenvoranschlag von 1930 sieht eine totale Bausumme von Fr. 20,500,000.— vor. Die jährlichen Betriebskosten, bestehend aus Kapitalzinsen, Abschreibungen, Wasserzins, Steuern, Betrieb und Unterhalt, betragen für einen Kraftwerkstyp wie Wettingen 10 % der Anlagekosten oder 2,050,000 Fr. Die mittlere mögliche Jahresproduktion abzüglich Verlust und Eigenbedarf beträgt rund 130 Millionen Kilowattstunden. Da bei einem Laufwerk während der Nacht, an Sonn- und Feiertagen, wo die Industriebetriebe stillstehen, ein großer Teil des ankommenden Wassers nutzlos über das Wehr fließt, kann nach einer Aufstellung der Stadt Zürich der Ausnützungsfaktor des Werkes nur etwa 82 % betragen, oder mit andern Worten, es können von den 130,000,000 Kilowattstunden nur 107 Millionen gebraucht und verkauft werden. Die Gestehungskosten der Kilowattstunde bis Zürich betragen demnach

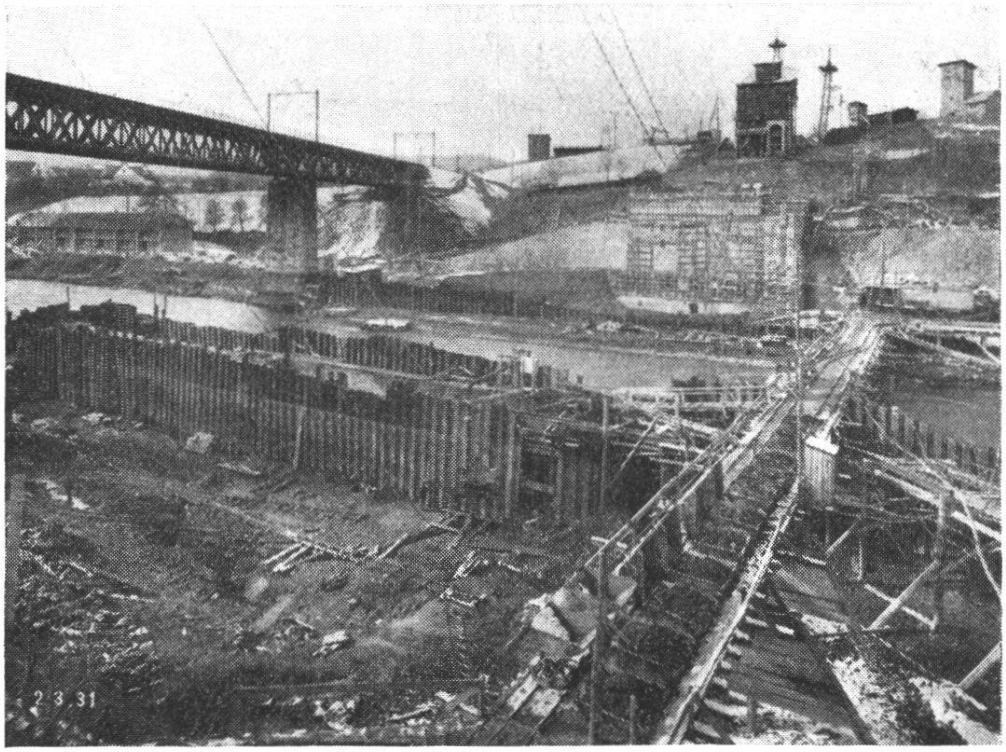
$$\frac{2{,}050{,}000 \text{ (Jahreskosten)}}{107{,}000{,}000 \text{ (verwertbare Jahresproduktion)}} = 1{,}9 \text{ Rappen}$$

Baumethoden und Bauvorgang.

Um die Installationen der Baustellen möglichst rationell gestalten zu können, wurden Wehr und Maschinenhaus einerseits und der Unterwasserstollen anderseits je einer Arbeitsgemeinschaft übertragen. Der ersten gehörten an die Firmen H. Hatt-Haller A.-G. in Zürich und Th. Bertschinger A.-G. in Lenzburg. Die zweite wurde gebildet von den Firmen Prader & Cie. in Zürich und Dr. Lüscher in Aarau. Mit den Bauarbeiten wurde im Juni 1930 begonnen.

Wehr- und Maschinenhausbaustelle. Diese Baustelle wurde folgendermaßen eingerichtet. Auf dem linken Limmatufer fanden die Bureaux der Unternehmung, Zimmerei und Werkstätten Platz, während auf dem rechten Ufer der Lagerplatz für Kies und Werksteine geschaffen wurde, der mit der Bahn durch ein Anschlußgeleise verbunden war.

Außerdem waren hier untergebracht die Zementsilos sowie die Betonaufbereitungsanlage. Sand und Kies wurden getrennt auf Bahnwagen vom Kieswerk Hardwald bei Dietikon angeliefert. Mittelst zweier großen Kabelkrane konnte die ganze Baustelle bedient werden. Als erste Verbindung zwischen den beiden Ufern erstellte man auf eingerammten Holzpfählen eine Notbrücke. Da der Molassefelsen im Flußbett



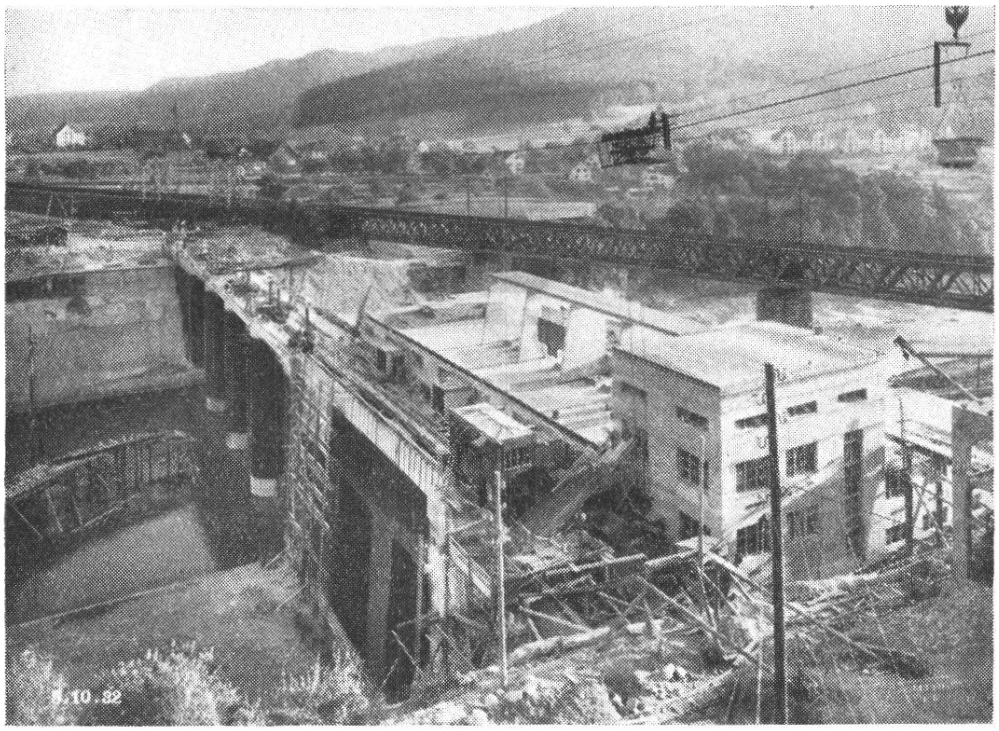
Ansicht der Baustelle gegen das rechte Ufer im März 1931.
Im Vordergrund die linksseitige Baugrube.

eine Kiesüberlagerung von nur 2—3 Metern hat, war die Möglichkeit gegeben, das ganze Bauwerk in offenen Baugruben zu erstellen. Hierzu war es notwendig, eiserne Spundwände durch den Kies bis 50 Zentimeter tief in den Felsen zu schlagen. Da diese Felsart gut verkittet ist, konnte man mit wenig Wasserandrang rechnen. Um in der Limmat bauen zu können, wurde das ganze Bauwerk in Baugruppen unterteilt, so daß die Limmat nur zur Hälfte eingeschnürt wurde. Als erste Bauetappe wurde eine Baugrube in Flußmitte geschaffen, in der dann der mittlere Wehrpfeiler betoniert werden konnte. Bei der zweiten Bauetappe benutzte man diesen

Pfeiler als limmatseitigen Fangdamm und verband seine Enden durch Spundwände mit dem linken Ufer. In dieser Baugrube, deren tiefster Aushubpunkt 10 Meter unter dem Limmatspiegel liegt, konnte die ganze linke Wehrhälfte gebaut werden. Gleichzeitig mit dem Bau des Wehres wurde auch mit dem Maschinenhaus begonnen. Da ein großer Teil dieses Bauwerks in das rechte Hochbord zu liegen kam, mußte zuerst, um das Ufer zu schützen, eine über 20 Meter hohe Stützmauer im Schlitzbetrieb erstellt werden. Erst jetzt begannen die eigentlichen Aushubarbeiten. Als Abschluß gegen die Limmat wurde eine Larssenspundwand eingerammt. Die tiefste Fundamentsohle war ca. 15 Meter unter dem Wasserspiegel der Limmat. Als dritte Bauetappe war dann noch die rechte Wehrhälfte mit Anschluß an das Maschinenhaus zu erstellen. Zu diesem Zwecke schloß man die rechte Flußhälfte mit je einem ober- und einem unterwasserseitigen Fangdamm ab. Die Limmat fand ihren Weg durch die bereits erstellten linksseitigen Grundablaßöffnungen. Die Larsseneisen hatten eine Länge von 6—8 Metern, nur bei dem oberwasserseitigen Fangdamm erreichten sie eine Länge bis 15 Meter, da hier der Fels abfällt. Der Stahl der Spundeisen war so gut, daß diese, trotz dem Eintreiben in den Fels, selten zertrümmert oder beschädigt wurden. Während der ganzen Bauzeit wurden die Baugruben nie überflutet. Trotz der großen Aushubtiefen mußten höchstens 2500 Minutenliter gepumpt werden. Die hier angewandten Baumethoden haben sich also ausgezeichnet bewährt, allerdings hatte man auch Glück, daß keine großen Hochwasser vorkamen. Die einzige Schwierigkeit bot der rechte Eisenbahnpfeiler, da die Fundation der vorgelagerten Ufermauer 2 Meter unter das Fundament des Pfeilers reicht. Gearbeitet wurde Tag und Nacht mit einer totalen Belegschaft von 250 Arbeitern. Nachts war die Baustelle mit Scheinwerfern beleuchtet. Die größte momentane Belastung sämtlicher Baumaschinen betrug 150 KW.

Unterwasserstollen. Dieser wurde an seinem untern Ende begonnen und so gegen das Maschinenhaus vorgetrieben. Zuerst wurde ein Sohlstollen ausgebrochen und von diesem aus der Fels in dessen Breite bis zur First ge-

löst. Erst jetzt begann man mit dem Ausbruch des ganzen Profils von oben nach unten. Sämtliches Material wurde auf Rollwagen geladen, durch Aufzüge hochbefördert und zur Auffüllung in die alten Fabrikkanäle geführt. Nur an einigen Stellen, wo die First von schlechten Felsschichten angeschnitten wurde, fanden unwesentliche Einbrüche statt. Da die Schalung für die 50 Zentimeter starke Ausbetonierung infolge



Gesamtansicht des Kraftwerkes vom rechten Ufer aus vor der Einstauung. Im Vordergrund das Maschinenhaus mit Einlaufrechen, anschließend das Wehr.

der großen Länge des Stollens vielfach verwendet werden konnte, konstruierte man eine leicht zerlegbare Eisenschalung mit Fachwerkaussteifung. Der Kies selbst wurde auf dem Hochbord mit Autos aus der Grube Neuenhof zugeführt und in schräg liegende Silos entleert, die zu den Mischmaschinen führten. Von hier aus floß der Beton durch Rohre zum Stollenmund. Zu erwähnen wäre noch, daß die ganze Betonaufbereitungsanlage vom Kiesablad bis zur Entleerung des Betons in Rollwagen im Stollen nur einen Mann als Bedienung benötigte. Gearbeitet wurde auch hier Tag und

Nacht. Die durchschnittliche Arbeiterzahl betrug 130. Die größte Belastung der Baumaschinen betrug 100 KW.

Der Strom zum Antrieb der Maschinen im Unterwasserstollen wurde dem Wasserwerke Damsau entnommen, das seit dem 1. Juni 1930 auf Rechnung der Stadt Zürich betrieben wurde, während für Wehr und Maschinenhaus das Aargauische Elektrizitätswerk die Kraft lieferte.

Der werdende See. Nach zweieinhalbjähriger Bauzeit ist das Kraftwerk als ein Meisterwerk der Technik zur Inbetriebnahme bereit. Wuchtig in seinem Aeußern, wohldurchdacht in seinem Innern, ist es ein Repräsentant unserer vorwärtsstrebenden Zeit. Am 23. November gab der bauleitende Ingenieur, Herr Peter, das Zeichen zum Stauen. Die Schützen wurden gesenkt und mit der Füllung des Tales begonnen. Ingenieure beobachteten vom Ufer aus durch Instrumente event. Bewegungen des Baublocks. Die Limmat führte in diesen Tagen 60 m³ Wasser in der Sekunde, davon durften aber nur 10 m³ zurückbehalten werden, damit die weiter unten liegenden Elektrizitätswerke nicht durch Wassermangel geschädigt wurden. Früher bei Hochwasser ein tobender Strom, ist die Limmat jetzt bald ein stiller See. Gelegenheit zum Segel- und Rudersport ist gegeben. Die „schmutzige Limmat", wie sie der Volksmund nannte, wird verschwinden, ihre Sinkstoffe werden sich schon im oberen Teil ablagern. Strandbäder werden nun erstehen. Sobald der Wasserspiegel die Kote 380,24 erreicht, beginnen die Turbinenversuche, und gleich darauf leuchten die Straßen und flitzen die Reklamelichter Zürichs zum ersten Mal mit Strom von Wettingen. Ein Markstein in der Geschichte unserer Gegend. Anerkennung verdienen hier besonders die Ingenieure der Stadt Zürich, die den Bau projektiert und geleitet haben; aber nicht nur dieser sei gedacht, sondern jedem, der bei den Arbeiten beteiligt war, sei gedankt. Die schönsten Momente im Leben eines Ingenieurs sind die, wo er sein Werk, an dem er jahrelang gearbeitet hat, seinem Zwecke übergeben kann.

Viele Stimmen wurden seinerzeit dagegen laut, daß nicht der Kanton selbst dieses Werk gebaut hat. Im Aargau sind wir aber so reich an Wasserkräften, daß wir froh sein müssen,

wenn außerkantonale Gesellschaften oder Städte sich an der Erstellung von Kraftwerken beteiligen, denn diese bringen dem Arbeiter Verdienst, den Gemeinden Steuern und dem Staat Wasserzinsen. Wenn das Wettinger Werk seinen Zweck als weiteres Glied im Ausbau unserer Wasserkräfte dahin erfüllt, daß es den Menschen durch Erleichterung ihrer Lebensbedingungen ermöglichen hilft, ihre freie Zeit mehr geistigen Gütern zuzuwenden, dann ist es ein wahres Kulturwerk. Möge die Limmat, die das Schicksal von Baden und Umgebung schon in früheren Zeiten stark beeinflußt hat, auch in Zukunft ein Fluß zum Wohle unseres Volkes sein.

Heilbäder und Badeleben in Palästina

Stadtpfarrer Dr. L. Haefeli
in Baden

Die heilbringenden heißen Schwefelquellen unserer Stadt Baden sind offenbar zufolge des vorgeschichtlichen Durch- und Einbruches der Talspalte, in der die heutige Stadt eingebettet liegt, ans Tageslicht getreten. Aehnlich verhält es sich mit den heißen Schwefelquellen in Palästina. In diluvialer Zeit fand da ein phänomenaler, in der Welt einzig dastehender Einbruch der Erdscholle statt. Er nahm seinen Ausgang in Syrien, lief mitten durch Palästina und kam erst am Meerbusen von Aqaba zum Abschluß. Die auf Palästina fallende Grabenspalte war in vorgeschichtlicher Zeit ein einziger Binnensee. Heute sind darin noch drei Seebecken übrig geblieben, von denen der See Gennesaret und das Tote Meer sehr bekannt sind. Durch den trocken gelegten Teil der Grabenspalte, den uralten, tonmergelhaltigen Seeboden, rollt heute der Jordan in unzähligen Windungen seine Wasser von Seebecken zu Seebecken, bis sie im Toten Meer eine Tiefe von rund 400 Meter unter dem Spiegel des Mittelmeeres erreichen. Zu den Eigentümlichkeiten dieses mächtigen Einbruches der Erdscholle gehören nun ebenfalls heiße schwefelhaltige Quellen, die überall, wo sie auftreten, in mehr oder minder großen Zahl und zumeist auch in unmittelbarer Nähe neben kalten aus dem Boden hervorströmen. Das letztere bezeugt