

*Der nachfolgende Text erschien in den Badener Neujahrsblättern 1933. Öffentlich zugänglich sind die Badener Neujahrsblätter auf der ETH-Plattform E-Periodica <https://www.e-periodica.ch/>*

Das neue Kraftwerk Wettingen

Von Ingenieur Josef Killer

Das Kraftwerk Wettingen ist ein derart schönes, nach den modernsten Forschungen der Ingenieurwissenschaften 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 Fluhtäler 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 Schifffahrt streifen.

Alte Wasserwerke

Nachdem durch die Eisenbahnen unser Land mit den Meeren 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 4,5 Meter und die Leistung 850 Pferdekräfte.

Anfänglich benutzte man im oberen Teil des Kanales das Wehr der Klostermühle. Erst nach einigen Jahren wurde dieses erhöht. Später entschloss man sich, auch auf dem linken Ufer, in der Damsau, ein Streichwehr 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 Wehrverbesserungen, 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.

### Schifffahrt

Die Römer bauten für ihren Verkehr stark gepflasterte Strassen und benutzten unsere Flüsse nur zur Holzflösserei. Erst als die schifffahrtkundigen 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 irgendeiner Weise behindern. Die Limmat bewältigte hauptsächlich den Verkehr zwischen Westdeutschland und Italien. Von Süden kamen Eisen, Stahl, Metallfabrikate, Textilprodukte, Veltlinerweine. Limmatauswärts 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 Schifffahrt 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 hinausfahren.

Um über die Einteilung der Kraftwerkstufen, sowie über die einzelnen Schleusenanlagen für die Grossschifffahrt von Turgi nach Zürich möglichst frühzeitig im Klaren zu sein, veranstaltete man im Jahre 1919 unter schweizerischen Ingenieuren einen Wettbewerb zum Studium dieser Fragen. Die eingegangenen Lösungen zeigten aber, dass man auf der Limmat in Bezug auf Schifffahrt 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 Schifffahrtsweges 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 Schifffahrtsschleusen 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 Wasserkraften,

und da ihm das Projektierte Kraftwerk Wettingen besonders günstig erschien, erwarb er von der Firma Locher A 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 Eisenbahnbrücke. Die aargauische Regierung genehmigte dieses Projekt am 23. November 1929.

Die Wasserrechtserteilung enthält unter anderem folgende Bedingungen: Sollte später die Grossschifffahrt kommen, so ist das Wasser zum Schleusen der Schiffe gegen angemessenes Entgelt zur Verfügung zu stellen. Für die jetzige Kleinschifffahrt ist auf dem linken User 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 2'000 Forellensömmerlinge.

Die Strassenbrücke ist auf Kosten des Werkes abzurechen und durch eine Eisenbetonbrücke zu ersetzen. Die Korrektur 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 Längswehr der Spinnerei Damsau um 70 Zentimeter erhöht werden. Zur Spülung dieses zur Niederwasserzeit toten Limmatarms 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 zurückgehalten 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 besonderen 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 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. 0.25 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. 8'000 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 Felsen 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 Foundation 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 9'800 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 Eitzelwerkes (Sihl) 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 Flussfohle heben und das dort tiefes liegendes Kulturland schädigen, so müsste das Geschiebe gebaggert werden.

#### Wasser-, Gefäll- 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  $106,8 \text{ m}^3/\text{s}$ . Der Ausbau des Elektrizitätswerkes Wettingen ist für eine grösste Triebwassermenge von  $120 \text{ m}^3/\text{s}$  vorgesehen, welche Wassermenge der Limmat an 121 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  $42 \text{ m}^3/\text{s}$ . Noch vor 25 Jahren war die Niederwasserführung der Limmat bedeutend kleiner als heute. Erst als die grossen Speicherseen der Kraftwerke Löntsch (Klöntalerfee) und Wäggitäl 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  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  fallen, gegenüber  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  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 Prozent 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 Verschlussstafeln, 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 gehenden Wassers sowie des Hochwassers sind auf der Wehrkrone 4 Überfälle und auf der Flusssohle vier Grundablassöffnungen von je 11 Meter Breite und 2,50 Meter Höhe vorgesehen.

Der Abschluss der 2,50 Meter hohen Überfälle erfolgt durch eiserne Stauklappen, welche den Wasserspiegel automatisch auf Kote 380,24 halten. Die Überfälle vermögen ein Hochwasser von  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  abzuführen. Die Grundablässe dienen einmal als Ergänzung zu den Überfällen, 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 Wehrrinnern untergebracht. Bei gefülltem Stausee vermögen die vier Grundablässe  $1'350 \text{ m}^3/\text{s}$  abzuführen. Das gesamte Abflussvermögen des Stauwehrs beträgt demnach etwa  $1650 \text{ m}^3/\text{s}$ , hierzu käme dann noch die Betriebswassermenge von  $120 \text{ m}^3/\text{s}$ . Das grösste bekannte Hochwasser vom 15. Juni 1910 betrug  $735 \text{ m}^3/\text{s}$ . Die zur Wasserableitung vorgesehenen Einrichtungen genügen also vollständig.

Um eine möglichst günstige Form des Wehrkörpers zu erlangen, das Zusammenwirken von Überfällen und Grundablässen zu erforschen, sowie die durch die tosende Wassermenge sich ergebenden Flussbettvertiefungen kennen zu lernen, wurden im Wasserbaulaboratorium der Eidgenössischen

Technischen 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 Überfällen 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 Überfallstrahl und Grundwasserdurchfluss zu erzielen, sind auf dem Wehrrücken mit Stahl gepanzerte Keile aufgesetzt, welche das Wasser leiten sollen. Damit der Wehrboden vor zu starker Abnutzung geschützt ist, wurde die ganze Fläche mit Granitplatten verkleidet. Neu ist bei dieser Wehranlage, dass das Wehrrinne 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 ETH 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 Rechenboden 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 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 weitem Stockwerken 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 Kaplan-turbinen überhaupt, die für ein Gefälle von über 23 Metern erstellt worden sind. Der Vorteil der Kaplan-turbinen 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 BBC-Transformatoren von je 10'000 KVA Leistung erhöhen die Generatorenspannung auf 50'000 Volt. Die Übertragung 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 niedrigere 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 Überlagerung 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 Promille oder 32 Zentimeter. Ebenfalls ist Vorsorge 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 Korrektur 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 Limmataufer bis unterhalb der Strassenbrücke korrigiert und durch Mauern geschützt, damit keine Unterspülungen und Rutschungen eintreten können. Das alte Streichwehr 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 Limmatkorrektur reicht, ist zum Schutz eine Dammerhöhung von mindestens 50 Zentimetern erforderlich. Im ganzen mussten bei Oetwil und beim Fahr in Dietikon zwei 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. Aus der Strecke zwischen Killwangen und Neuenhof reicht der Stausee an den Eisenbahndamm der SBB. Da die Wasserspiegelschwankungen, sowie Wellenbewegungen im Staubecken die Dämme unterspülen und somit gefährden könnten, mussten als Schutz Böschungsmauern vorgebaut werden. Auch auf dem rechten Limmataufer, 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 Prozent 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 Prozent 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 1,9 Rappen. (Rechnung: 2,050,000 (Jahreskosten) geteilt durch 107,000,000 (verwertbare Jahresproduktion)).



## Baumethoden und Bauvorgang

Um die Installationen der Baustellen möglichst rationell gestalten zu können, wurden Wehr und Maschinenhaus einerseits und der Unterwasserstollen andererseits je einer Arbeitsgemeinschaft übertragen. Der ersten gehörten an die Firmen H. Hatt-Haller AG in Zürich und Th. Bertschinger AG 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 eine Kiesüberlagerung von nur 2 bis 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 Limmat Spiegel 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 bis 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 2'500 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 Eisenbahn Pfeiler, 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

Der Stollenbau begann an seinem unteren Ende und wurde so gegen das Maschinenhaus vorgetrieben. Zuerst wurde ein Sohlstollen ausgebrochen und von diesem aus der Fels in dessen Breite bis zur First gelöst. 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 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 Äussern, 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 69 m<sup>3</sup> Wasser in der Sekunde, davon durften aber nur 16 m<sup>3</sup> 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 386.24 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 Wasserkraften, 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.