

# Moderne nordamerikanische Wasserkraftanlagen Henry Fords

Autor(en): **Lüchinger, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **87/88 (1926)**

Heft 18

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-40883>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Moderne nordamerikanische Wasserkraftanlagen Henry Fords. — Das Kraftwerk Amsteg der S. B. B. — Wettbewerb zu einer Bierhalle mit Geschäftshaus der Aktienbrauerei Basel. — Miscellanea: Eine Gedenkfeier für Sadi Carnot. Eisenbahnbrücke in Baustahl 48. Bund zur Förderung der Farbe im Stadtbild. Der Neubau

des städtischen Gymnasiums in Bern. Schweizerischer Elektrotechnischer Verein. — Nekrologie: Sir Bradford Leslie. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein: Mitteilung des Sekretariats: Wettbewerb 1926 der Geiser-Stiftung. S. T. S.

Band 87. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 18

## Moderne nordamerikanische Wasserkraftanlagen Henry Fords.

Von Diplom-Ingenieur A. LÜCHINGER, Boston U. S. A.

Ein wichtiges Fabrikationsprinzip Henry Ford's ist die Aufteilung seiner Anlagen in kleinere, selbständige Fabriken in den verschiedensten Gegenden des Landes. Dieser Grundsatz ist naturgemäss hervorgegangen aus der weitgehenden Standardisierung und Unterteilung seiner Industrie. Dadurch wird jeder einzelne Teil der Fabrikation ein selbständiges Produkt und die Lage des betreffenden Werkes ist hauptsächlich noch vom Rohmaterial und der Kraftbeschaffung abhängig. Die fertigen Teile werden nach den verschiedenen Verkaufszentren geschickt und dort in sogenannten „Assembly plants“ zusammengesetzt.

Die Vorteile dieses Systems sind ausserordentlich. Es bedeutet für den Fabrikanten die Lösung der bei einem grossen zentralen Werke schwierigen Transportfrage und billigere Kraft, für die Arbeiter gesunde, natürliche Lebensbedingungen und billigere Lebenshaltung. Billige Transportmittel und billige Kraft, das sind die zwei Hauptmittel, mit denen Henry Ford die moderne Industrie dezentralisieren und die Städte entlasten will.

Diesem Grundsatz folgend baute Ford in den letzten Jahren eine grosse Reihe von Fabriken und Kraftanlagen, wobei die Montage-Anlagen (Assembly plants), die nebenbei viel Wärme zum Trocknen der dort angestrichenen Einzelteile benötigen, gewöhnlich mit Dampf, die reinen Fabrikations-Anlagen dagegen meistens mit Wasserkraft betrieben werden. Zurzeit sind neun solcher Fabriken mit Wasserkraftanlagen in Betrieb, mit Leistungen von 100 bis 10000 PS, und zehn weitere sind zum Teil im Bau, zum Teil projektiert.

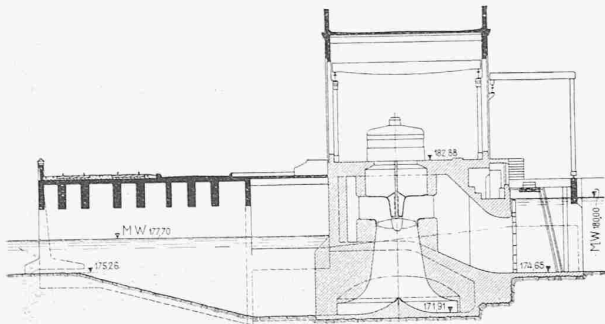


Abb. 1. Schnitt durch das Maschinenhaus der Wasserkraftanlage Flat Rock am Huron River, Michigan. — Masstab 1 : 500. Zwei Einheiten von 510 PS bei  $H = 2,28$  m, 80 Uml/min.

Von diesen Anlagen seien nachfolgend die vier grössten kurz beschrieben, mit besonderer Berücksichtigung der Turbinen und ihres Einbaues und mit einigen Betrachtungen über amerikanischen Turbinenbau im allgemeinen. Diese vier Anlagen wurden von der Firma Stone and Webster, Boston Mass., entworfen und ausgeführt.

### I. Kraftanlage Flat Rock, Michigan.

Ein festes Wehr mit Strassen- und Eisenbahnüberführung staut den Huron River bei Flat Rock in der Nähe von Detroit und ergibt, verbunden mit dem Gewinn aus einem 600 m langen Unterwasserkanal, ein Gefälle am Maschinenhaus von rund 2,3 m (Abb. 1). Die Fabrikanlage befindet sich unmittelbar neben dem Maschinenhaus und dient ausschliesslich zur Herstellung von Laternen.

Bei maximalem Hochwasser ist das Gefälle noch 0,75 m. Die Turbinen arbeiten mit 1,2 bis 3,3 m Gefälle; die normale Wasserführung beträgt total 40 m<sup>3</sup>/sek. Bei solchen Verhältnissen musste man darnach trachten, bei sinkendem Gefälle die Leistung möglichst hoch zu halten und andererseits eine möglichst hohe Drehzahl zu erreichen, um die Kosten der Generatoren niedrig zu halten. Es wurden deshalb Propellerturbinen nach dem Typ Nagler eingebaut, und zwar zwei vertikale Einheiten zu je 510 PS bei 2,28 m Gefälle und 80 Uml/min, entsprechend einer spezifischen Drehzahl von 641. Die von der Allis Chalmers Manuf. Co. gelieferten Turbinen haben bei rd. 95% der Wassermenge einen maximalen Wirkungsgrad von 86,5%; im übrigen beträgt der Wirkungsgrad 49% bei  $\frac{4}{8}$  Wassermenge (160 PS), 65% bei  $\frac{5}{8}$ , 76% bei  $\frac{6}{8}$ , 84% bei  $\frac{7}{8}$  und 85% bei  $\frac{8}{8}$  Wassermenge.

Aus Erfahrungen an einer grossen Zahl von ausgeführten Turbinen, die keine schädliche Abnutzung zeigten, hat sich bei hiesigen Turbinenfirmen die folgende empirische Formel für die maximal praktische spezifische Drehzahl herausgebildet:

$$n_s \text{ (metrisch)} = \frac{7000}{H + 10} + 85$$

wobei  $H$  als Gefälle in m einzusetzen ist. (Die Höhenlage des Läufers über Unterwasser ist in der Formel nicht enthalten; diese ist deshalb nur für überschlägige Zwecke anwendbar). Für die Verhältnisse bei Flat Rock ergibt diese Formel ein  $n_s$  von 663. Es sind immerhin bereits eine Reihe von Propeller-Rädern mit grösserer Drehzahl gebaut worden, die keine nachteiligen Folgen gezeigt haben. Für die endgültige Wahl der spezifischen Drehzahl sind neben der Frage der Radabnutzung vor allem die Wasser-Verhältnisse der Anlage, d. h. die Art der Regulierung der Turbinen ausschlaggebend.

Infolge der grossen Ausflussgeschwindigkeit aus der Turbine ist die Konstruktion des Saugrohres von äusserster Wichtigkeit. Um an Foundation zu sparen und dennoch möglichst grossen Wirkungsgrad zu erhalten, wurde die Turbine über Oberwasser gesetzt und der sogenannte Hebereinbau sowie der White'sche „Hydracone Regainer“ angewendet. Der Hebereinbau, der zum ersten Mal von Escher Wyss & Cie. in Zürich ausgeführt wurde, gelangt in den Vereinigten Staaten sehr oft zur Verwendung, da er immer eine bedeutende Ersparnis in Aushub bedeutet. Etwas nachteilig allerdings ist dabei die durch das teilweise Vakuum in der Turbinenkammer stark erhöhte Belastung des Generatorbodens.

Der White'sche Hydracone Regainer wurde von der Allis Chalmers Manuf. Co. zum ersten Mal im Jahre 1917 praktisch eingeführt. Diese Firma hat bis heute über eine Million PS mit diesem Saugrohrtyp installiert. Es ist deshalb wohl von Interesse, die Hauptcharakteristiken dieses Saugrohres kurz zu erwähnen<sup>1)</sup>. Seine Kennzeichen sind erstens seine symmetrische Anordnung zur Turbinenachse und zweitens die starke Erweiterung des Saugrohres im Querschnitt der grössten Krümmung und darauffolgende lokale Verengung auf eine kurze Strecke am Ende der Krüve, wobei die Druckerhöhung an der Krümmung mit sehr kleinem Verlust in eine Geschwindigkeit normal zur ursprünglichen umgewandelt wird. Diese horizontale Geschwin-

<sup>1)</sup> The Hydracone Regainer, «Transactions Am. Soc. Mech. Engrs.», Vol. 43. Ferner «S. B. Z.», Band 78, Seite 59 (30. Juli 1921).

digkeit wird dann noch weiter bis zur Ausflusgeschwindigkeit aus dem Saugrohr in Druckhöhe umgesetzt. Die Möglichkeit dieser starken Richtungsänderung mit kleinstem Verlust, d. h. die dadurch erreichte Ersparnis an Aushub, ist der grosse praktische Vorteil dieser Erfindung gegenüber dem geradlinigen Saugrohr. Der Wirkungsgrad des Hydracone beträgt 80%, d. h. es sind 80% der Energie in Form von Geschwindigkeitshöhe am Saugrohereintritt in Druckhöhe umgewandelt, wenn das Wasser das Saugrohr verlässt. Es soll dabei erwähnt werden, dass schon im Jahre 1911 der bekannte Wasserbau-Ingenieur Gardner S. Williams mit Erfolg ein Ellbogen-Saugrohr mit am Bogenende verengtem Querschnitt und anschliessendem horizontalen Stück anwendete. Der Vorteil des symmetrischen Hydracone gegenüber jenem Ellbogen-Saugrohr ist seine radiale Wasserführung und deshalb bessere Wirkung bei grosser spezifischer Drehzahl und teilweiser Beaufschlagung.

Sämtliche Nebenapparate der Turbine, wie Regulierventil, Servomotor, Oelpumpe usw., befinden sich auf dem Generatorboden. Jede Einheit hat ihr selbständiges Oeldrucksystem. Das Pendel ist unter dem Generator direkt auf die Turbinenwelle aufgesetzt und durch Gestänge mit dem Regulierventil verbunden, was eine sehr einfache und sichere Regulier-Anlage ergibt.

Die zwei Gleichstromgeneratoren für 350 kW Leistung bei 250 Volt wurden von der Westinghouse Co. geliefert.

Einlaufschützen und Rechen von einem 10 t Portalkran bedient. Der lichte Abstand zwischen den Rechenstäben konnte mit Rücksicht auf den grossen Zwischenraum zwischen den Turbinenflügeln mit 20 cm gewählt werden. Diese grosse Lichtweite erfordert nur wenig Rechenreinigungsarbeit sowohl bei Schwemmsel als auch bei Eis. Als Hebevorrichtung im Maschinenhaus ist ein Laufkran von 20 t Tragkraft aufgestellt.

Der Hochbau ist als eiserne Tragkonstruktion mit Backsteinmauern ausgeführt; er ist für alle diese Kraft-Anlagen standardisiert. Es werden aussen hellgelbe Vortatzsteine verwendet, die mit den grossen Fenstern, den hellgrün gemalten eisernen Fensterrahmen und der immer sorgfältig gepflegten Umgebung ein überaus gefälliges Aussehen ergeben. — Die Anlage wurde im April 1923 in Betrieb gesetzt.

## II. Kraftanlage Green Island bei Albany, New York.

Das Green Island Kraftwerk (Abb. 2 bis 5) ist in den U. S. A. weit bekannt durch seine grossen Propellerturbinen und deren Hebereinbau. Das feste Wehr über den Hudson-River wurde schon im Jahre 1914 vom Staate gebaut, und es wurden damals Wasserwege offen gelassen für den späteren Einbau eines Kraftwerkes. Henry Ford erwarb das Recht für die Benützung des Damms und errichtete im Jahre 1921 das Maschinenhaus und die angrenzende Fabrikanlage<sup>2)</sup>.

Das ausnutzbare Gefälle schwankt zwischen 1,2 und 5,2 m. Dieses kleine und stark schwankende Gefälle war der Grund für die Wahl der Propeller-Turbinen mit Hebereinbau. Es sind

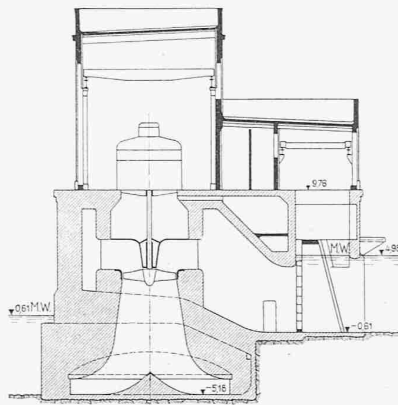


Abb. 2. Schnitt durch das Maschinenhaus des Kraftwerkes Green Island. — 1 : 500.

<sup>2)</sup> Siehe „Power Development on Navigable Rivers“ von Charles Keller, in den „Transactions of the first World Power Conference“, Vol. II.

## WASSERKRAFTANLAGE GREEN ISLAND AM HUDSON

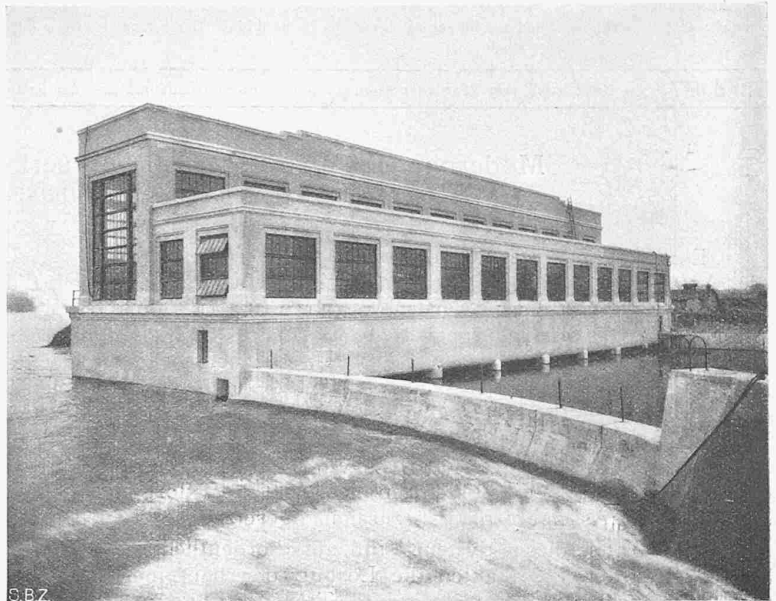


Abb. 3. Kraftanlage Green Island bei Albany, N. Y., von der Oberwasserseite aus gesehen.

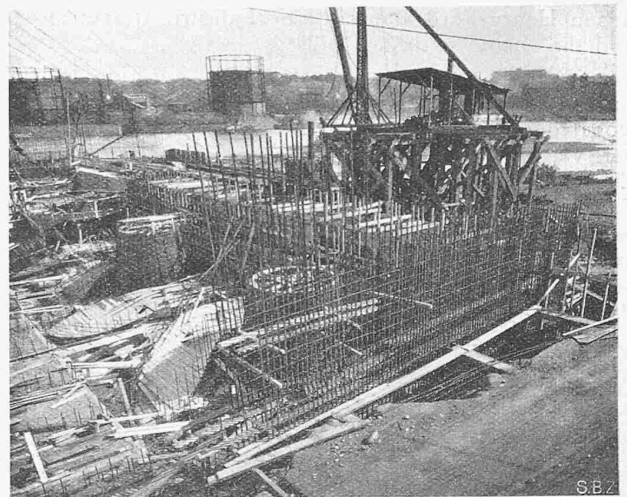


Abb. 4. Fundament des Maschinenhauses, im Bau.

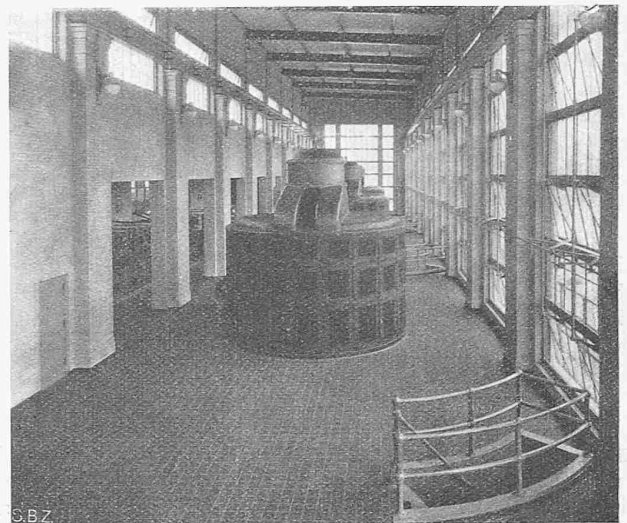


Abb. 5. Maschinsaal des Kraftwerkes Green Island bei Albany, N. Y. Vier Einheiten von 2030 PS, H = 3,96 m, 80 Uml/min.

WASSERKRAFTANLAGE TWIN CITY AM MISSISSIPPI RIVER BEI ST. PAUL, MINNESOTA.

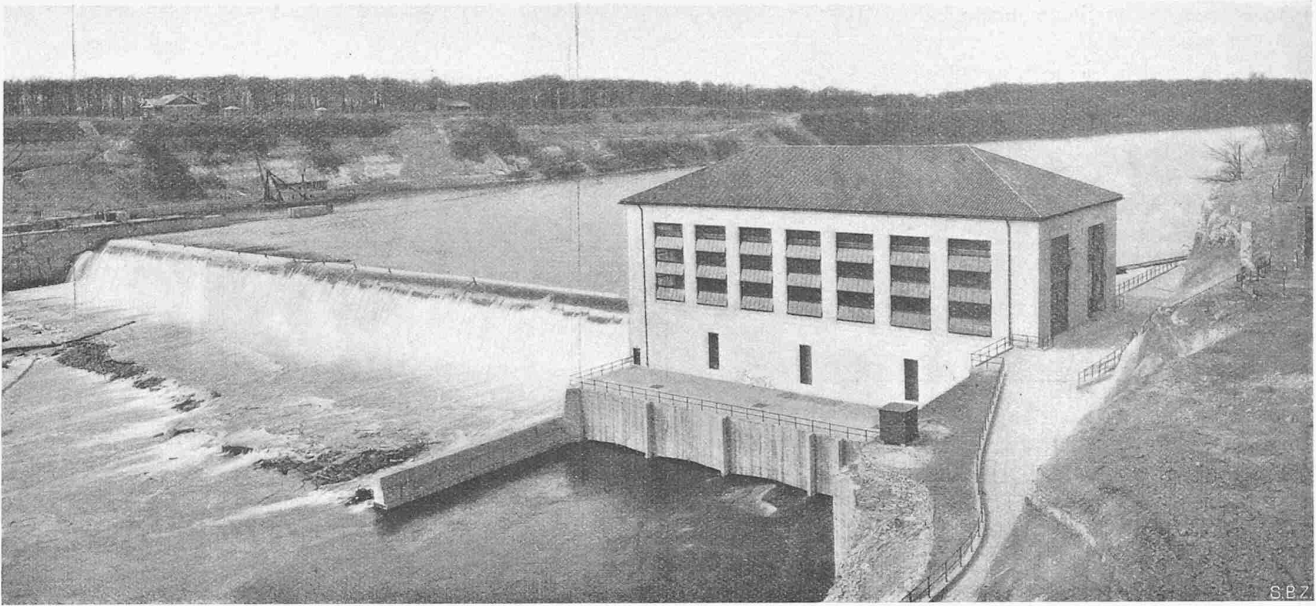


Abb. 7. Die Wasserkraftanlage Twin City am Mississippi River bei St. Paul, Minnesota, von der Unterwasserseite aus gesehen.

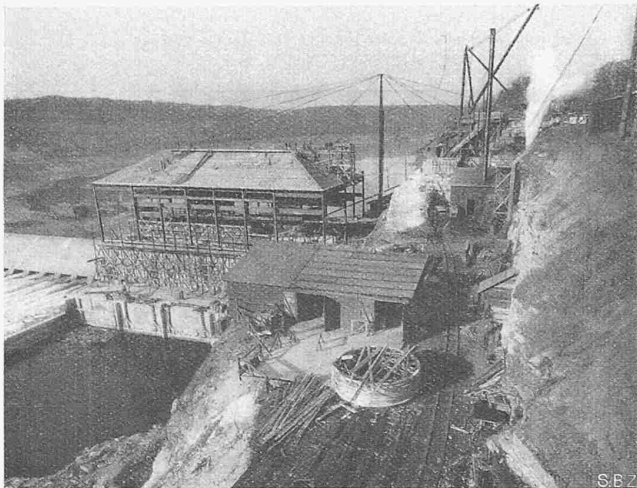


Abb. 7. Maschinenhaus des Kraftwerks Twin City, im Bau.

vier Einheiten aufgestellt von je 2030 PS bei 3,96 m normalem Gefälle und 80 Uml/min. Der Bereich der spezifischen Drehzahl erstreckt sich von 580 auf 810. Das Laufrad aus Stahlguss, Typ Nagler, hat einen äusseren Durchmesser von 4 m und wiegt 7700 kg. Der Langsamläufer des Keokuk-Werkes, eine der ersten vertikalen Einheiten aus dem Jahre 1913, wiegt dagegen 80000 kg bei 5,2 m Durchmesser und hat dabei eine nur um 20% grössere Schluckfähigkeit als der Green Island Schnellläufer. Es wurde bei 3,96 m Gefälle ein maximaler Wirkungsgrad von 85% garantiert, der aber bei einem nachträglichen Versuch im Dezember 1924 überschritten wurde. Dabei wurde für die Wassermessung die Salzgeschwindigkeit-Methode von Prof. C. M. Allen<sup>1)</sup> angewendet; infolge der kurzen und sich im Querschnitt erweiternden Messstrecke in der Einlaufkammer (der Abstand zwischen dem Querschnitt der Salzzugabe und den Elektroden betrug nur 5,5 m) sind jedoch die Messungen für eine Veröffentlichung nicht einwandfrei genug.

Das Betonsaugrohr ist wie bei Flat Rock als White Hydracone ausgebildet (Abb. 4); der grösste Durchmesser

<sup>1)</sup> Siehe Seite 41 dieses Bards (23. Januar 1926).

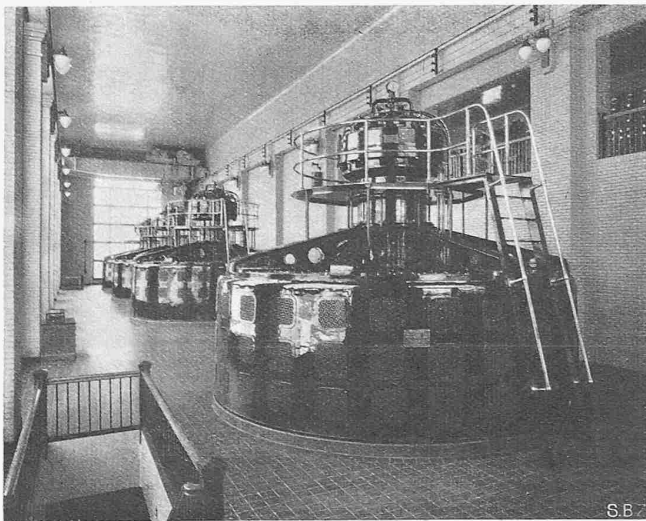


Abb. 9. Maschinensaal des Kraftwerks Twin City bei St. Paul, Minnesota. Vier Einheiten von 4560 PS, H = 10,36 m, 100 Uml/min.

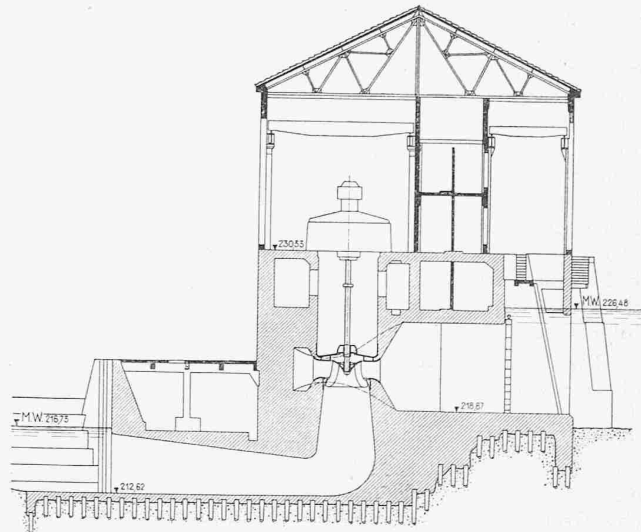


Abb. 6. Schnitt durch das Maschinenhaus des Kraftwerks Twin City. Masstab 1:400.



der Glocke beträgt 13 m. Die normale Geschwindigkeit am Laufrad-Austritt beträgt  $3,9 \text{ m/sek} = 0,42 \sqrt{2gH}$  und am Austrittsende der Saugrohrglocke  $1,1 \text{ m/sek}$ , was einem direkten Verlust von  $1,1^2/2g = 1,5 \%$  des Gesamtgefälles entspricht.

Für den Fabrikbetrieb war Gleichstrom für die Motoren und Wechselstrom für Heizung und Hitzebehandlung erwünscht, weshalb ein  $1000 \text{ kW}$ ,  $250 \text{ V}$  Gleichstrom- und ein  $800 \text{ kVA}$ ,  $4600 \text{ V}$  Drehstrom-Generator auf die gleiche Welle gekuppelt wurden. Das ergab den Vorteil von vier gleichen Einheiten.

Die Regulieranlage ist, mit Ausnahme des Oeldrucksystems, ähnlich wie bei Flat Rock. Es gelangte ein zentrales Oeldruck-System zur Verwendung. Ölpumpen und Behälter sind in einer Galerie auf der Oberwasserseite untergebracht, die vom Generatorboden aus gut sichtbar ist; dadurch wurde der Generatorboden von Oelapparaten entlastet.

Die vollständigen Maschinen-Einheiten einschliesslich Regulator wurden von der Allis Chalmers Manuf. Co. geliefert. Die Einheiten laufen auch bei teilweiser Beaufschlagung sehr ruhig; es haben sich bei dieser Anlage keine Störungen durch Vibration gezeigt, im Gegensatz zu einer Reihe in letzter Zeit ausgeführter Schnellläufer.

Rechen und Schützen sind in einem Vorbau untergebracht und werden von einem  $10 \text{ t}$  Kran bedient. Die Schützen sind als Gleitschützen mit Bronzedichtung ausgebildet. Es sind nur Schützen für eine Turbinenkammer vorhanden, da man ohne Schliessen der Schützen zu allen beweglichen Teilen der Turbine gelangen kann. Die Rechenstäbe haben einen lichten Abstand von  $22 \text{ cm}$ , werden aber nach Aussage des Personals dennoch hin und wieder vollständig von Eis bedeckt.

Mit dem Bau wurde im April 1921 begonnen, und im Juni 1922 wurden die Maschinen in Betrieb gesetzt.

### III. Kraftanlage Twin City bei St. Paul, Minnesota.

Wie beim vorstehend beschriebenen Kraftwerk baute der Staat im Mississippi River bei St. Paul im Jahre 1913 ein festes Wehr mit Schleuse für die Schifffahrt, zugleich aber auch die Fundationen und Turbinenkammern für ein später auszuführendes Kraftwerk. Dieser Unterbau war damals für horizontale oder vertikale Zwillings-turbinen vorgesehen und musste daher für die neuen vertikalen Einheiten teilweise wieder abgebrochen werden. Da die allgemeinen Abmessungen stark durch die bestehenden Fundationen bestimmt waren, bietet die Anlage vom maschinellen Standpunkt aus weniger Interessantes. Es hat sich dabei deutlich gezeigt, dass man bei Vorkehrungen für spätere Erweiterungen sich so wenig als irgend möglich in Abmessungen und Einzelheiten festlegen sollte, da sowohl der Turbinenbau als auch die Kraftbedürfnisse sehr stark ändern; ein Grundsatz, der neuerdings hier immer mehr befolgt wird.

Die Abb. 6 bis 9 beziehen sich auf diese Anlage. Es sind vier Einheiten aufgestellt, wovon jede bei  $10,36 \text{ m}$  Gefälle und  $100 \text{ Uml/min}$   $4560 \text{ PS}$  leistet. Bei dem hohen Gefälle und infolge der Notwendigkeit der Verwendung der 1914 gebauten Ellbogen-Saugrohre kamen nur Francis-Turbinen mit mässiger Umlaufzahl in Betracht; ihre spezifische Drehzahl beträgt 363. Beim Abnahmeversuch wurde ein maximaler Wirkungsgrad von  $90,7 \%$  erzielt gegenüber einer Garantie von  $88,5 \%$ . Die Art der Wassermessung

### WASSERKRAFTANLAGE IRON MOUNTAIN AM MENOMEE RIVER, MICHIGAN

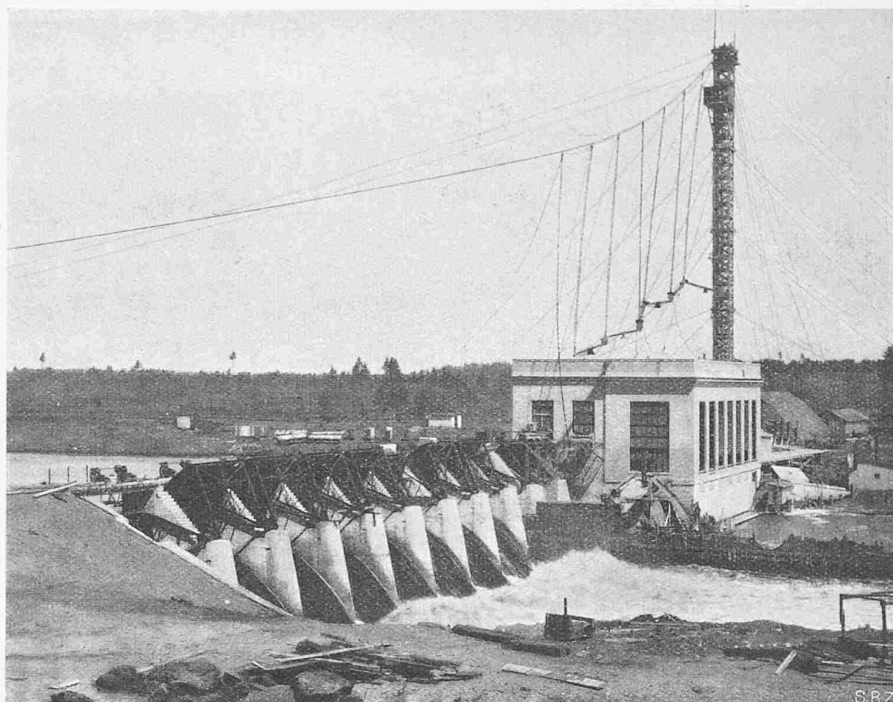


Abb. 12. Wasserkraftanlage Iron Mountain, von der Unterwasserseite aus gesehen.

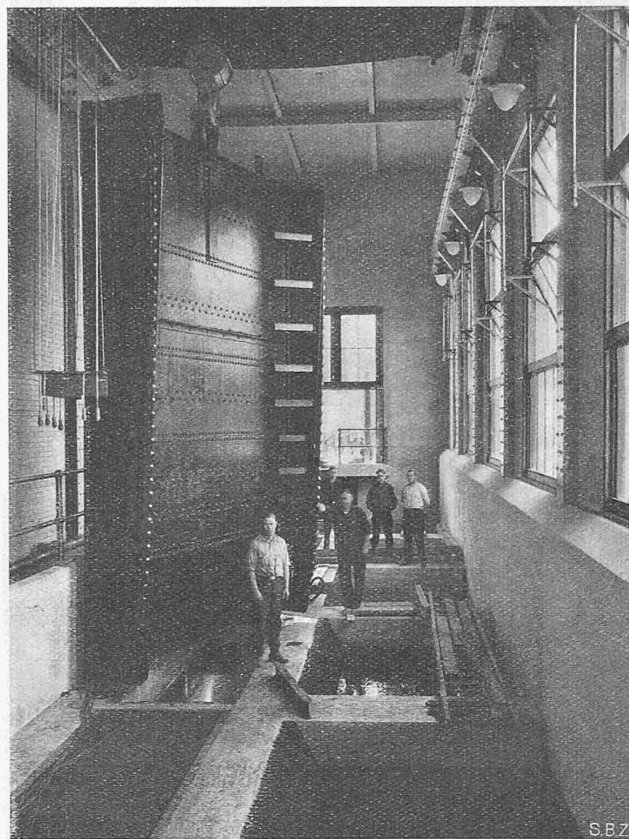


Abb. 14. Schützen mit „Caterpillar“- (Raupe-) Abstützung.

und der Verlauf der Wirkungsgradkurven in Funktion der Wassermengen waren ähnlich wie bei der nachstehend beschriebenen Anlage. Die Turbinen stammen von der Firma Wellmann Seaver Morgan. Die Westinghouse-Generatoren sind für eine Leistung von  $4500 \text{ kVA}$  bei  $13500 \text{ Volt}$  und  $60$  Perioden gebaut.

## WASSERKRAFTANLAGE IRON MOUNTAIN AM MENOMEE RIVER, MICHIGAN

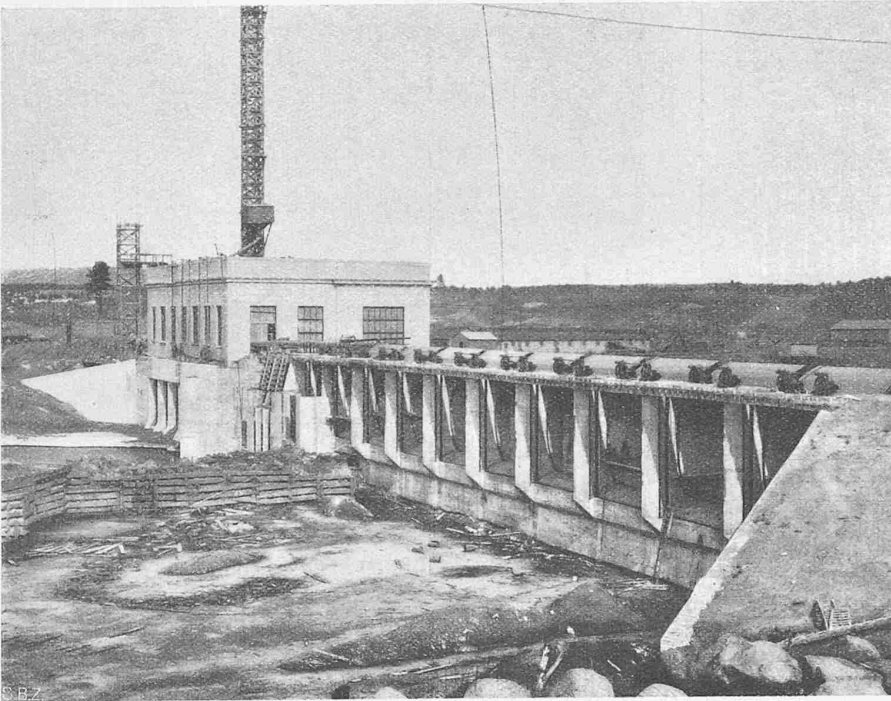


Abb. 11. Die Wasserkraftanlage Iron Mountain, im Bau, von der Oberwasserseite aus gesehen.

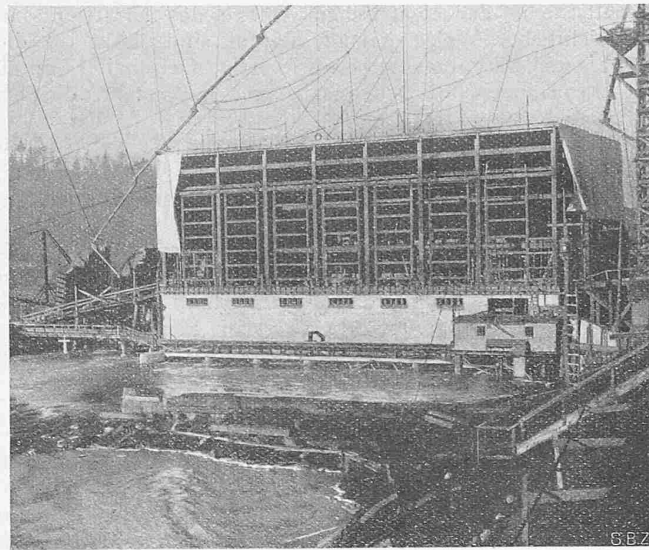
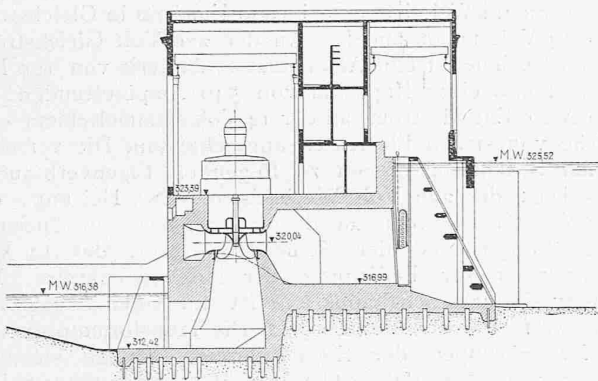


Abb. 13. Maschinenhaus des Kraftwerks Iron Mountain, im Bau.

Abb. 10. Maschinenhaus des Kraftwerks Iron Mountain. — 1:500.  
Drei Einheiten von 3245 PS, H = 9,14 m, 120 Uml/min.

Das Steuerwerk der Regulierung befindet sich auf dem Generatorboden; das Pendel ist von einem Synchronmotor direkt getrieben, der den Strom von der zu regulierenden Einheit nimmt. Dieser Antrieb des Pendels mittelst Synchronmotor oder die direkte Kupplung mit der Turbinenwelle (System Allis Chalmers Manuf. Co.) werden jetzt sehr häufig angewendet.

Die Anordnung der Schützen und Rechen ist ähnlich wie beim Kraftwerk Green Island. Die Rechenstäbe haben eine lichte Weite von 10 cm und sind in Feldern von 4,3 m Breite und 3 m Höhe ausgeführt. Im Rechenhaus ist ein 20 t Kran, im Maschinenhaus ein 40 t Kran mit zwei 20 t Laufkatzen aufgestellt.

Mit dem Bau wurde im Juni 1923 begonnen; die Maschinen konnten im Juli 1924 in Betrieb gesetzt werden.

## IV. Kraftanlage Iron Mountain, Mich.

Diese Anlage (Abb. 10 bis 14) besteht aus einem 90 m langen, beweglichen Wehr im Menomée River und dem in der gleichen Axe angeordneten Maschinenhaus. Das Wehr hat zehn Öffnungen, die mit Segmentschützen abgeschlossen sind, und Eisschütze und Grundablässe anschliessend ans Maschinenhaus. Die Segmentschützen sind für Öffnungen bis zu 4 m Höhe und etwa 9 m Länge die in den U. S. A. am meisten verwendeten Schützen. Für grössere Höhen werden dann die Stoneyschützen und für grössere Längen allmählich auch Walzen verwendet. Die grosse Beliebtheit der Segmentschützen stammt von ihrer Wirtschaftlichkeit in den Windwerken infolge der leichten Beweglichkeit auch in strömendem Wasser her.

Das Maschinenhaus ist mit drei vertikalen Einheiten für 9,14 m Gefälle, 3245 PS, und 120 Uml/min ausgerüstet. Es handelt sich dabei um Francis-Turbinen mit einer spezifischen Drehzahl von 430. Der Wirkungsgrad beträgt 70 % bei  $\frac{4}{8} Q$  (1350 PS), 82 % bei  $\frac{5}{8} Q$ , 89 % bei  $\frac{6}{8} Q$ , 91 % bei  $\frac{7}{8} Q$  und 86 % bei  $\frac{8}{8} Q$ ; die Wirkungsgradkurve verläuft also sehr flach. Die Wassermengen wurden wie bei dem Kraftwerk Green Island mit der Salzgeschwindigkeit-Methode gemessen; die Messstrecke war aber hier bedeutend günstiger (7,5 m lang und konstant im Querschnitt), sodass die Genauigkeit der Messungen zu 1 % angenommen werden kann. Die Turbinen stammen von der Wellmann Seaver Morgan Co. Die Generatoren, von der Allis Chalmer Manuf. Co. geliefert, leisten je 3200 kVA bei 13200 Volt und 60 Perioden. Die Anordnung der Regulierung ist die gleiche wie beim Twin City Kraftwerk.

Als Abschlussorgane wurden die sogenannten „Caterpillar“-Schützen verwendet; es ist dies eine Art Stoney-Schützen, bei denen statt des Rollenwagens eine um die Schütze geschlungene endlose Rollenkette verwendet wird, die auf dem Schützenrahmen und dem festen Rahmen abrollt (Abbildung 14 und Schnitt Abbildung 10). Die Dichtung geschieht durch Keilwirkung des Schützenrahmens mit dem schräg gestellten festen Rahmen in der untersten Schützenstellung, die mittels Schrauben genau eingestellt werden kann.

Der Abstand der Rechenstäbe beträgt 7 cm. Rechen und Schützen werden von einem 20 t Kran bedient, der Maschinenraum von einem 30 t Kran mit zwei 15 t Laufkatzen; die Verteilung der Kranlast auf zwei Laufkatzen erlaubt das Hochziehen der Turbinenwelle zwischen die beiden Haken und ergibt somit einige Ersparnis in Gebäudehöhe.



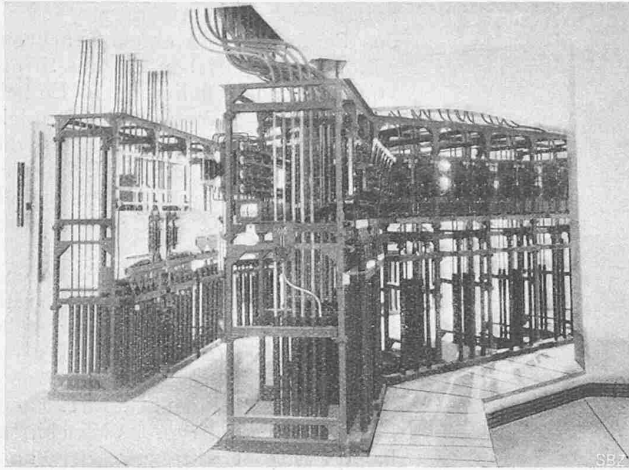


Abb. 119. Verteilraum unter dem Transformatoren-Schaltpult.

Der Bauvorgang zerfiel in zwei Teile; zuerst wurde das Maschinenhaus mit den anschliessenden Grundablässen und darauf das Wehr gebaut. Alles wurde in offener Baugrube fundiert. Das Wehr wurde zum grössten Teil im Winter aufgeführt; es ist zurzeit hier eine starke Tendenz für zwölf-monatlichen Baubetrieb, was ja nur dem hier herrschenden kaufmännischen Grundprinzip des möglichst raschen Umsatzes entspricht. Mit dem Bau wurde im Mai 1923 begonnen, und im Juni 1924 konnten die Maschinen in Betrieb genommen werden.

#### *Typische Projekt- und Bau-Einzelheiten.*

Alle diese Bauten Henry Ford's sind gefällig und sorgfältig ausgeführt. Für die Böden der Maschinsäle wird roter Bodenplattenbelag, für die Innenwände glasierter Backstein verwendet. Alle Ecken in Treppen und zwischen Boden und Wänden werden zwecks besserer Reinigungsmöglichkeit mit einem Zoll Radius ausgerundet. Die elektrischen Leitungen werden in Eisen- oder Fiberrohren verlegt, die in den Wänden oder Böden einbetoniert sind. Besondere Aufmerksamkeit wird auf gute Beleuchtung und Lüftung verlegt; alle Fenster werden von einer zentralen Stelle aus durch einen kleinen Motor geöffnet oder geschlossen. Die Betonschalungen wurden alle sehr genau gearbeitet und gehobelt, sodass nach dem Ausschalen nur noch sehr wenig nachzubessern war. Wenn immer möglich wurden alle Schalungen in einzelnen Feldern auf dem Reissboden zusammengesetzt und mit dem Derrick auf der Verwendungsstelle aufgestellt. Das ergibt begreiflicherweise viel schönere Formen als das Aufstellen einzelner Bretter auf dem Bau, überdies leichtere Wiederverwendung. Das normale Mischungsverhältnis für den durchschnittlich mit  $50 \text{ kg/m}^3$  armierten Unterbau war  $1:2:4$ . Der Abstand der Mittellinie der Eiseneinlagen von allen wasserberührten Oberflächen beträgt  $7\frac{1}{2}$  cm. Betonwände und Decken im Innern sind mit Oelfarbe in Crème gestrichen. Die Generatoren haben in drei Anlagen glänzend stahlblaue, in der neuesten Anlage eine braunrote Farbe und harmonieren prächtig mit den Farben des Innenraumes. Es ergibt dies eine sehr gefällige Wirkung, wie man sie selten in einem Kraftwerk sieht. Schützen, Rechen und Krane sind hell grau-grün angestrichen.

Die maschinellen Einrichtungen sind möglichst so angeordnet, dass sie ein Minimum von Personal erfordern. Jede dieser Anlagen wird gewöhnlich von nur zwei Mann bedient. Dieser Grundsatz gilt ja für alle Unternehmungen Henry Ford's, der wohl wie keiner den Wert der maschinellen Kraft erkannt hat, nicht nur zu seinem Vorteil, sondern auch zu dem des ganzen Landes. Wenn man amerikanische Kraftwerke studiert, Projekt sowohl als Bau, muss man vor allem den mechanischen Teil betrachten; es ist fast immer der Teil, worin die grösste Sorgfalt und Arbeit liegt.

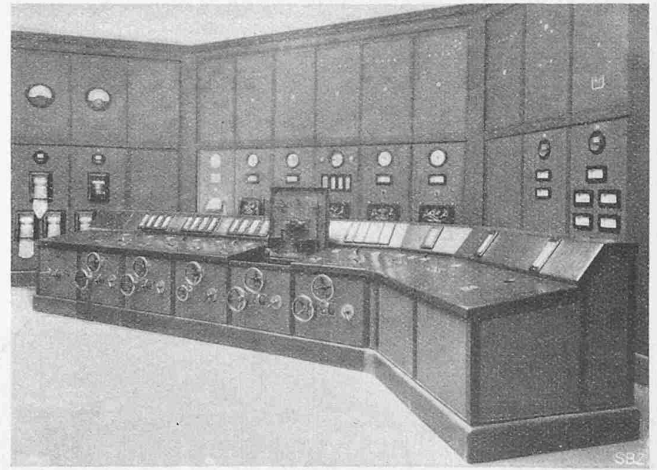


Abb. 118. Schaltpult und Schalttafel für die Generatoren usw.

### Das Kraftwerk Amsteg der S. B. B. III. Mechanisch-elektrischer Teil.

(Schluss von Seite 219.)

Abbildung 118 zeigt noch, in grösserem Masstabe, ein Bild des Schaltpultes mit den sechs Generatorfeldern, von denen das hinterste, für den Generator Nr. 6, damals noch leer war, und, im Vordergrund, das Kuppelfeld, das Feld für den Eigenverbrauch und das Feld für Präzisionsmessungen. Im oberen Teil der Schaltstandwände ist das Schaltschema der elektrischen Anlage des Kraftwerks in übersichtlicher Weise gemalt, darauf sind feldweise die wichtigsten Trennmesser, sowie alle Oelschalter durch elektro-magnetische Stellungsanzeiger dargestellt, die bei jeder Schaltung des zugehörigen Apparates sich automatisch entsprechend einstellen. Um für die vielen Messinstrumente und Apparate mehr Platz zu gewinnen, mussten hinter den Schaltwänden Eisengerüste aufgestellt werden. Alle Mess-, Melde und Steuerleitungen sind von den Apparaten nach dem unter dem Schaltstand liegenden Verteilraum (Abb. 119) geführt, dort geordnet, jedem zugehörigen Schaltfeld zugeteilt und in den Schaltstand hochgeführt.

Der Schaltstand wurde von der Firma Carl Maier in Schaffhausen eingerichtet; die Messinstrumente stammen von der Firma Trüb, Täuber & Cie. in Zürich.

#### *5. Die Anlage für Eigenverbrauch.*

Im südlichen Teil des Transformatorenhauses ist im Parterre der Eigenverbrauchs-Schaltraum (Abbildung 120) und darunter der Akkumulatorenraum angeordnet. Zwei Umformergruppen von je 100 kW Leistung bei 970 Uml/min formen Wechselstrom von 440 Volt,  $16\frac{2}{3}$  Perioden in Gleichstrom von 220 Volt um. Ein Teil dieser letzten Stromart wird durch weitere zwei kleinere Umformergruppen von etwa 2 kW Leistung bei 1000 Uml/min in Gleichstrom von 14 Volt umgewandelt. An der 220 Volt Gleichstrom-Sammelschiene ist eine Akkumulatorenbatterie von 120 Elementen und einer Kapazität von 540 Ampèrestunden bei 180 Amp. Entladestrom, an der 14 Volt Sammelschiene eine solche von sieben Elementen angeschlossen. Die verschiedenen Stromarten dienen zu folgenden Eigenverbrauchs-Zwecken: der 220 Volt Wechselstrom zur Heizung, der 220 Volt Gleichstrom zur Beleuchtung und zur Speisung von Motoren und der Steuerstromkreise, der 14 Volt Gleichstrom zur Bedienung der Meldestromkreise. Die Eigenverbrauchs-Schaltapparatur ist auf einer Schaltwand mit zwölf Feldern untergebracht. Die Transformatoren und Umformergruppen der Eigenverbrauchs-Anlage stammen von der Maschinenfabrik Oerlikon, die Akkumulatoren-Batterien von der Akkumulatorenfabrik Oerlikon; die Schalttafel lieferte die „Appareillage Gardy, S. A.“ in Genf.