

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 21 (1930)  
**Heft:** 6

**Rubrik:** Communications ASE

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.01.2025

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

**Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.****Ausbau der Elektrizitätsversorgung der Stadt Zürich.**

621.311(494)

Einer Weisung des Stadtrates an die Stimmberechtigten der Stadt Zürich vom 7. Dezember 1929 betreffend den Umbau und die Erweiterung der Umformerstation *Selnau* und einer solchen an den Grossen Stadtrat vom 1. Februar 1930 betreffend Bau des Limmatwerkes *Wettingen*,

ferner einem in der «Schweizerischen Wasser- und Elektrizitätswirtschaft» 1930, Nr. 2, wiedergegebenen Referat von Herrn Direktor Trüb über die Neuorganisation der Energieversorgung der Stadt Zürich entnehmen wir folgendes:

**I. Allgemeines. Umbau und Erweiterung der Umformerstation Selnau.****A. Einleitung.**

Am 27. November 1929 hat der Grosse Stadtrat folgende Beschlüsse gefasst:

A. Die Elektrizitätsversorgung des Stadtgebietes ist grundsätzlich wie folgt zu ordnen:

1. Die mit 50 000-V-Kabeln unter sich und mit den Fernleitungen verbundenen, als Kombination von Haupttransformatorenstationen mit Umformerstationen ausgebildeten Unterstationen Drahtzug, Selnau und Letten bilden die Grundlage der Elektrizitätsversorgung des Stadtgebietes.
2. Das Stadttinnere mit den Geschäftsquartieren und den dicht besiedelten Wohnquartieren wird versorgt
  - a) durch das Drehstromnetz  $3 \times 500$  V,
  - b) durch das Wechselstromnetz  $2 \times 220$  V, mit Umformern und Reservebatterien.

Die Beleuchtungsumformerstationen Drahtzug, Selnau und Letten mit ihren Momentanreserven dienen der Versorgung des Stadttinnern.

3. Die Aussengebiete der Stadt werden versorgt durch das im Vierleitersystem ausgeführte Einheitsnetz  $3 \times 380/220$  V mit direkter Transformierung.

B. Die Gebrauchsspannungen sind wie folgt zu normalisieren:

1. Die Nennspannung von 500 V im Drehstromnetz des Stadttinnern wird beibehalten.
2. Die Schaffung des Einheitsnetzes in den Aussengebieten mit den Nennspannungen 380 V und 220 V ist nach einem vom Stadtrat festzusetzenden Programm im Laufe der Jahre 1930 bis 1934 durchzuführen.
3. Im Stadttinnern wird im Wechselstromnetz die Nennspannung von 220 V bei neuen Häuserblöcken verwendet, wo die technischen Voraussetzungen dafür vorhanden sind.

Im übrigen wird die Erhöhung der Spannung des Wechselstromnetzes im Stadttinnern auf  $2 \times 220$  V in den Jahren 1935 bis 1938 in Aussicht genommen.

**C. Leistungen des Elektrizitätswerkes:**

1. Das Werk übernimmt grundsätzlich alle Kosten, die dem Werk selbst und seinen Energiebezüglern durch die Schaffung des Einheitsnetzes und die Normalisierung der Gebrauchsspannungen erwachsen.
2. Das Werk übernimmt die Anpassung von Apparaturen aller Art oder deren Umtausch auf seine Kosten, mit dem Vorbehalt, dass die Energiebezüglern den allfälligen Mehrwert der Apparaturen dem Werk zu vergüten haben.

3. Glühlampen, deren Auswechslung infolge der Spannungserhöhung notwendig wird, werden durch gleichwertige Lampen ersetzt, wobei aber die Auswechslung stark geschwärtzter Lampen zu Lasten der Energiebezüglern erfolgt.

4. Das Nähere bestimmt der Stadtrat.

Die Vorlage über den Ausbau der Station Selnau entspricht der vom Grossen Stadtrat genehmigten grundsätzlichen Ordnung der Elektrizitätsversorgung des Stadtgebietes. Die vom Grossen Stadtrat genehmigten Grundsätze und die Vorlage über den Ausbau der Station Selnau sind von zwei Experten, Ingenieur Dr. W. Kummer, Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, und Ingenieur E. Stiefel, Direktor des Elektrizitätswerkes Basel, zustimmend begutachtet worden.

Ebenso wird sich der für eine spätere Baustufe vorgesehene Umbau der Umformerstation Letten harmonisch in die vorgezeichnete Ordnung einfügen. Einige Angaben darüber findet man auf S. 193 des vorliegenden Bulletin.

**B. Notwendigkeit des Umbaus der Umformerstation Selnau.**

Im Selnau kam im Jahre 1898 eine erste Umformerstation in Betrieb mit kleinen Umformergruppen für die Speisung der elektrischen Strassenbahn. Die Energie wurde vom Dampfkraftwerk Letten geliefert. Die Umformerstation für die Beleuchtung stammt aus den Jahren 1914/15; die Betriebsaufnahme erfolgte im August 1915.

Schon im Jahre 1908 war im Letten eine Beleuchtungsumformerstation geschaffen worden, später wurde eine weitere erstellt im Drahtzug. Die Betriebsaufnahme der letzteren mit einer ersten Umformergruppe erfolgte im Januar 1922. Zurzeit arbeiten also drei Beleuchtungsumformerstationen für die Energieverteilung in der Stadt Zürich.

Die Beleuchtungsumformerstationen wurden geschaffen, als durch den Bau des Albulawerkes die Energie(Licht-)versorgung der Stadt Zürich in hohem Masse von einer 140 km langen Fernleitung abhängig wurde: Es galt, sich vor den Störungen einer langen Freileitung sicher zu stellen.

Es wurden rotierende Lichtumformer aufgestellt, bestehend aus

- 1 Drehstrommotor, 6000 V, 1500 kW;
  - 1 Einphasen-Wechselstromgenerator, 2000 V, 1500 kW;
  - 1 Gleichstrommaschine, 550 V, 1500 kW,
- alle auf 1 Welle. Die Gleichstrommaschine arbeitet mit grossen Akkumulatorenbatterien

(Fig. 1). Bei ungestörtem Betrieb treibt der von der Fernleitung (50 kV) über die Haupttransformatorstation gespeiste 6000-V-Drehstrommotor den das 2000-V-Primärlichtnetz versorgenden Einphasengenerator sowie die leer

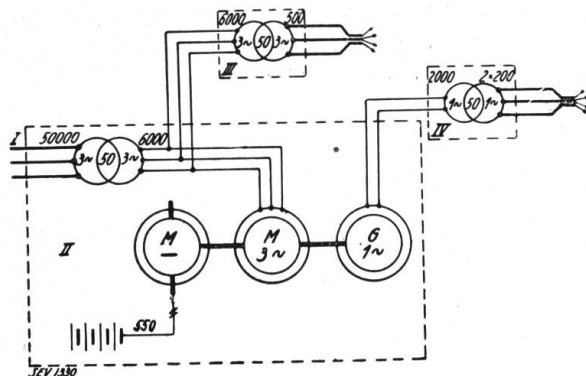


Fig. 1.

Schema des Umformerbetriebes.

- I Fernleitung 50 000 V
- II Unterstation
- III Transformatorstation 6000/500 V
- IV Transformatorstation 2000/2 × 220 V

mitlaufende Gleichstrommaschine. Bleibt bei Störung der Drehstrom aus, so springt die Gleichstrommaschine automatisch als Motor ein, indem sie von der Akkumulatorenbatterie gespeist wird. Ein Stromunterbruch auf der Fernleitung überträgt sich somit nicht auf die Lichtversorgung. Diese Beleuchtungsumformergruppen, welche vom im Jahre 1920 verstorbenen Direktor Wagner geschaffen wurden, sind charakteristisch für Zürich; sie haben sich bewährt und gestatten eine weitgehende Ausnutzung der Freileitungen und Verteilanlagen.

Die Neuorganisation der Energieversorgung der Stadt Zürich sieht die Aufteilung des ganzen Versorgungsgebietes vor in das Stadttinnere einerseits mit Drehstromnetz  $3 \times 500$  V und Wechselstromnetz  $2 \times 110$  V und  $2 \times 220$  V und die Aussengebiete andererseits mit Speisung durch das Einheitsnetz  $3 \times 380/220$  V. Das Wechselstromnetz mit den grossen Batteriereserven ist gegeben für die Versorgung der Geschäfts- und der dicht bevölkerten Wohnquartiere. Es bedingt die Inbetriebhaltung der heute schon bestehenden Lichtumformerstationen, deren Erweiterung nach einem bestimmten System und in einem begrenzten Umfang in Aussicht zu nehmen ist. So kann auch den wachsenden Bedürfnissen des Wechselstromnetzes Rechnung getragen werden, ohne dass die Erstellung einer vierten Umformerstation zur unerwünschten Notwendigkeit wird.

Die Durchführung der Neu- und Umbauten für die Umformerstation Selnau ist nötig, weil die Leistungen der Umformer für die Strassenbahn und für die Beleuchtungsanlagen nicht mehr genügen. Die Leistungen der vorhandenen drei Akkumulatorenbatterien entsprechen den Belastungen, die bei Störungen auftreten können, in keiner Weise. Durch Vollausbau der Umformerstation Drahtzug war es möglich, in den Wintern 1927/28 und 1928/29 die Station Selnau etwas zu entlasten; dieser Notbehelf fällt aber in Zukunft dahin. Der Ausbau der wich-

tigen Verbindungsleitung Wägital-Zürich war nicht mehr aufzuschieben. Er wird in den Jahren 1929 und 1930 auf der Strecke Samstagern-Zürich durchgeführt. Die neue, leistungsfähige Leitung muss in einem entsprechend ausgebauten Verteilpunkt nutzbar gemacht werden können. Ebenfalls ist die Weiterführung der 50 000-V-Kabelverbindungen von der Fernleitung A (Manegg) über die Unterstation Selnau<sup>1)</sup> zur Unterstation Drahtzug und der Fernleitung B (Eichhalde-Dübendorf) dringlich geworden, da die 50 000-V-Ringleitung Frohalp-Albisthof-Schlachthof-Guggach mit der Zeit durch eine neue unterirdische Kabelverbindung ersetzt werden muss. Sodann muss in den nächsten Jahren die aus dem neuen Limmatwerk Wettingen zugeführte Energie in der Stadt Zürich aufgenommen und verteilt werden. Ein vernünftiger technischer Ausbau ist nur dann möglich, wenn durch die Erstellung von «Neu-Selnau» mit seinen 50 000-V-Kabelverbindungen die nötigen Vorbereitungen dafür getroffen sind.

Hauptgrundsatz für die Versorgung der Stadt Zürich mit elektrischer Energie muss die rationelle Ausnutzung vorhandener Anlagen sein. Die Zweckmässigkeit der Aufrechterhaltung der drei bestehenden Umformerstationen ist damit gegeben und mit ihr die Notwendigkeit der Erweiterung und Modernisierung der Anlage Selnau. Eine Vermehrung der Umformerstationen ist wegen der bedeutend höheren Bau- und Betriebskosten ausgeschlossen, nachdem die direkte Drehstromversorgung sich für die Ausenquartiere als völlig genügend erwiesen hat.

Die Aufstellung einer vierten Beleuchtungsumformergruppe und einer dritten Akkumulatorenbatterie grosser Kapazität im Selnau wird möglich durch Opferung der alten, aus dem Jahre 1898 stammenden Strassenbahnumformerstation. Die etwa 30 Jahre alten rotierenden Maschinen, die ohnehin in kürzerer Zeit ersetzt werden müssten, werden verdrängt durch moderne Grossgleichrichter. Die von der Strassenbahn benötigte höhere Leistung kann heute in Anlagen von gedrängter Form auf viel kleinerer Grundfläche erzeugt werden. Die jetzige Zweiteiligkeit der Anlagen — Beleuchtungsumformerstation und Strassenbahnumformerstation — erschwert die Uebersicht, kompliziert den Betrieb und erfordert unnötigen Aufwand an Bedienungspersonal.

### C. Das Umbauprojekt.

Das Projekt einer Zusammenfassung der Beleuchtungsumformer, Strassenbahngleichrichter und 50/6-kV-Haupttransformatoren in ein Betriebszentrum wurde beim Ausbau der Unterstation Drahtzug schon verwirklicht. Diese Betriebskonzentration und die Speisung durch 50-kV-Kabel direkt von der 50-kV-Fernleitung aus hat sich in jener Anlage voll bewährt. Die Wiederholung dieser Disposition ist daher für Neu-Selnau gegeben unter Berücksichtigung der besonderen Platzverhältnisse. Eine Verlegung der Station auf einen anderen Platz und ein neuer Aufbau hätte allerdings die Schaffung eines einheitlichen Ganzen ermöglicht, aber ge-

<sup>1)</sup> S. Bull. S. E. V. 1930, No. 6, S. 193.

waltige Mehrkosten verursacht und dauernd grössere Verluste bedingt. Auf der beschränkten Grundfläche, die zwischen Selnaustrasse und Sihl zur Verfügung steht, kann nach Niederlegung der veralteten Strassenbahnnumformeranlage ein für rationelle Bedienung angelegtes Betriebszentrum geschaffen werden.

Der Neubau im südwestlichen Teil des Grundstückes nimmt den Maschinensaal mit Kommandostelle und einen Batterieraum auf; im Turm auf der äusseren Schmalseite werden Haupteingang, Treppen- und Aufzuganlagen sowie die Abluftkanäle untergebracht. Das Batteriegebäude bleibt unverändert und wird nur im Dachausbau dem neuen Gebäude angepasst. Das heutige Maschinengebäude der Beleuchtungsumformerstation wird ausgeräumt und für die Aufnahme der Haupttransformatoranlage hergerichtet.

#### 1. Haupttransformatoranlage.

Die Haupttransformatoranlage wird aus einer 50 000-kV-Schaltanlage mit Sammelschienen und vier Transformatoren bestehen. Letztere sind je für 5000 kVA Leistung und für 45 000/6000 V Spannung vorgesehen und erhalten Aussenkühlung. Durch eine gemeinsame Krananlage von 25 t Tragkraft können alle vier Transformatoren bedient werden; ihre Zellen sind von aussen her direkt zugänglich. Je vier Oelschalter für 50 000 V und für 6000 V dienen für die Transformatoren, weitere Oelschalter für die Verbindung der 50 000-V-Kabel mit den 50 000-V-Sammelschienen und die Verbindung der 6000-V-Sammelschienen mit den abgehenden 6000-V-Leitungen. Die 6000-V-Schaltanlage ist reichlich bemessen für rund 40 Felder. Zahlreiche Trenner gestatten die Unterteilung der Anlagen; die Räume mit ölhaltigen Apparaten sind je für sich abgeschlossen. Für Messzwecke sind die nötigen Strom- und Spannungswandler vorgesehen. Die Transformierung der von der Unterstation benötigten Energie von 50 000 V auf 6000 V direkt am Verbrauchsort bringt eine Verminderung der Verluste und eine Vereinfachung der Bedienung.

#### 2. Beleuchtungsumformeranlage.

Die vorhandenen Beleuchtungsumformergruppen werden in der neuen Maschinenhalle wieder verwendet; dazu wird eine vierte Gruppe neu beschafft. In allen Unterstationen, Drahtzug, Neu-Selnau und Neu-Letten, sollen in Zukunft vier Umformergruppen aufgestellt und vier Betriebsnetze aus den Primärlichtkabeln organisiert werden. Auf eine Maschinenreserve wird sowohl für die einzelne Station als auch für die Gesamtheit der Stationen verzichtet. Als Reserve sollen Transformatoren 6000/2000 V einspringen, die auch bei kommenden stärkeren Beanspruchungen der Umformerstationen dienen

müssen. Selbstverständlich werden zuverlässige technische Neuerungen verwendet; insbesondere soll die Fortleitung der Maschinenabluft neuzeitig so gelöst werden, dass die Nachbarschaft durch Geräusche nicht belästigt wird.

Eine genügende Momentanreserve für die Beleuchtungsumformer wird geschaffen durch Ersatz der bestehenden Trambatterie durch eine neue, grössere, mit 294 Elementen für 600 V und von entsprechend höherer Kapazität. Später können die zwei bestehenden Beleuchtungsbatterien aus dem Jahre 1914 mit voller Plattenzahl ausgebaut werden.

#### 3. Strassenbahngleichrichteranlage.

Die alte Strassenbahnnumformeranlage leistet mit drei Gruppen etwa 1700 kW. Die für Neu-Selnau vorgesehenen zwei Gleichrichter von je 2000 kW Leistung werden also das Zweieinhalbfache leisten bei bedeutend besserem Wirkungsgrad, und zwar bei beliebiger Belastung und hoher Ueberlastbarkeit. Die zwei Gruppen dienen als gegenseitige Reserve und für spätere höhere Beanspruchung.

#### D. Kostenvoranschlag.

Der Kostenvoranschlag stellt sich wie folgt:

1. Provisorien während der Bauperiode . . . . .	Fr. 75 000
2. Abbruch der Strassenbahnnumformerstation und Neubau der Maschinenhalle . . . . .	800 000
3. Umbau der Beleuchtungsumformerstation . . . . .	489 000
4. Haupttransformatoranlage . . . . .	400 000
5. Beleuchtungsumformeranlage . . . . .	900 000
6. Gleichrichteranlage für die Strassenbahn . . . . .	500 000
7. Bauleitung, Bauzinsen und Unvorhergesehenes . . . . .	336 000
	<hr/>
Zusammen	3 500 000

Diese Aufwendungen ermöglichen eine ganz erhebliche Verbesserung der Betriebsverhältnisse in der Energieverteilung. Aus der Haupttransformatorstation Albishof werden die bei den engen Raumverhältnissen gefährdeten 50 000-V-Einrichtungen verschwinden. Albishof wird als Haupttransformatorstation eingehen und als 6000-V-Verteilstation dienen, später wohl auch als gewöhnliche Transformatorstation für die Versorgung des Aussengebietes. Zwei Haupttransformatoren von Albishof werden in Neu-Selnau wieder verwendet.

Die Haupttransformatorstation Schlachthof wird für die Bedienung des Industriegebietes reserviert und später nur noch zweischichtig betrieben, was wiederum Ersparnisse bringt.

Der Kredit von 3,5 Mill. Fr. ist am 26. Januar 1930 bewilligt worden.

## II. Das Limmatwerk Wettingen.

### A. Einleitung.

Die Stadt Zürich gehört zu den Gemeinwesen, die frühzeitig daran gingen, ihrer Bevölkerung die Vorteile der selbständigen Elektrizitätsversorgung zu sichern. Am 1. Januar 1893 kam die erste Anlage der Stadt Zürich

für die Erzeugung elektrischer Energie, das Lettenwerk, als reines Lichtwerk in Betrieb, das im Jahre 1893 insgesamt 235 179 kWh an Private und 30 256 kWh für die öffentliche Beleuchtung abgab. Die in den folgenden Jahren eingetretene starke Zunahme des Energiever-



brauches führte zunächst im Letzten zur Erstellung einer kalorischen Anlage als Ergänzung der hydraulischen Energieerzeugung, im Jahre 1903 zum Fremdstrombezug aus dem Kraftwerk Beznau und 1906 zur Beschlussfassung, im Albulawerk der Stadt eine Energiequelle grossen Umfanges zu sichern; 1906 betrug der Energieverbrauch der Stadt schon 5 701 964 kWh. Durch die Erstellung des Albulawerkes in den Jahren 1906 bis 1909 wurde die Grundlage geschaffen für die selbständige Weiterentwicklung der städtischen Elektrizitätsversorgung. Bereits zwei Jahre später sicherte sich die Stadt Zürich durch die Vereinbarung mit den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich die Beteiligung an dem projektierten Kraftwerk Wäggitäl.

In den Jahren 1917 bis 1920 erfolgte der Bau des Heidseewerkes, als Ergänzungswerk zum Albulawerk. 1921 beschloss die Stadt, gemeinsam mit den Nordostschweizerischen Kraftwerken das Kraftwerk Wäggitäl zu bauen. 1924 erfolgten die ersten Energielieferungen aus dem Wäggitälwerk. Seit dem 1. Oktober 1926 ist es voll im Betrieb. Der Beschluss, der Stadt die Hälfte des Wäggitälwerkes und damit ihrem Elektrizitätswerk eine jährliche Winterenergiemenge von über 50 000 000 kWh zu sichern, brachte in Verbindung mit der Erstellung der Grosskraftleitung Siebnen-Rathausen der Stadt die volle Selbständigkeit und Freiheit in der Energiebeschaffung.

Bald nach dem Gemeindebeschluss über die Beteiligung am Kraftwerk Wäggitäl entwickelte sich die Elektrizitätsversorgung so vielversprechend, dass der Vorstand des Bauwesens II schon im Jahre 1923 die Direktoren Trüb und Peter beauftragte, Umschau nach weiteren Energiequellen zu halten. In der Folge wurden Studien durchgeführt über den weiteren Ausbau des Albulawerkes und über neu zu erstellende Werke an Julia, Hinterrhein, Rhein und Aare, sowie über das Limmatwerk Wettingen. Die Untersuchungen ergaben, dass das Limmatwerk Wettingen mit den anderen Werken konkurrenzfähig ist, ihnen gegenüber aber den Vorzug hat, unmittelbar vor den Toren der Stadt Zürich zu liegen.

#### B. Notwendigkeit weiterer Energiequellen.

Damit neue Energiequellen dem Elektrizitätswerk rechtzeitig zur Verfügung gestellt werden können, muss der Energiebedarf stets für eine grössere Anzahl von Jahren zum voraus bestimmt werden. Dies ist nur schätzungsweise möglich auf Grund des Energieverbrauches der zurückliegenden Jahre. Für den Zeitraum 1921 bis 1930 ergibt die Gegenüberstellung des Energiebedarfes in den Werken nach Schätzung und Wirklichkeit folgendes Bild:

Schätzung 1921 in Millionen kWh:					
1925	1926	1927	1928	1929	1930
140	144	148	152	156	160
Wirklicher Bedarf in Millionen kWh:					
1925	1926	1927	1928	1929	1930
155	170	190	208	229	245

Diese Darstellung zeigt die geradezu sprunghafte Entwicklung in den letzten fünf Jahren; im Jahre 1930 ist der wirkliche Bedarf um 85 Millionen kWh grösser, als er im Jahre 1921

nach der damaligen Entwicklung geschätzt werden konnte. Der Haushalt des E. W. Z. war im Jahre 1928 insofern im Gleichgewicht, als die eigene Produktion aller Werke den eigenen Bedarf hätte decken können; das Wäggitälwerk hätte allerdings entgegen seiner Bestimmung auch im Sommer eingesetzt werden müssen.

Die folgenden Jahre verschlechtern nun in steigendem Masse die Position des Elektrizitätswerkes, indem es immer mehr abhängig wird von Fremdenergielieferanten. Schon im Jahre 1930 ist es nötig, in grossem Umfange Energie von fremden Werken zu beziehen. Wenn die Wirtschaftslage der Schweiz und damit auch der Stadt Zürich befriedigend bleibt, ist auch nach sehr behutsamer Schätzung des Energiebedarfes der Stadt anzunehmen, dass er Jahr um Jahr um 10 000 000 kWh ansteigen wird. Dementsprechend würde auch der Bedarf an fremder Energie ansteigen, schliesslich in einem Masse, das unerträglich wäre und die Unabhängigkeit der Elektrizitätsversorgung der Stadt gefährden würde. Die glänzende Entwicklung des Energieabsatzes der Stadt legt die Notwendigkeit dar, eine neue Energiequelle zu schaffen, um den ansteigenden Bedarf zu decken und die bisherige, mit gutem Erfolge angestrebte Selbständigkeit in der Energieversorgung der Stadt Zürich wieder vollständig zu gewinnen. Die blosser Beteiligung an der Erstellung neuer Werke oder bei anderen grösseren Elektrizitätsunternehmungen ist nicht zu empfehlen, so lange die Stadt Zürich die Möglichkeit hat, wirtschaftlich günstige Kraftwerke zu erstellen, über die sie allein verfügen kann.

Mit aller Sorgfalt musste nun in Erwägung gezogen werden, ob mit Rücksicht auf die zur Verfügung stehende Fremdenergie mit der Erstellung des Limmatwerkes Wettingen noch einige Jahre zugewartet werden könne oder ob eine möglichst rasche Ausführung des neuen Werkes vorteilhafter sei. Die gründliche Untersuchung dieser Frage hat ergeben, dass die Einführung des Limmatwerkes Wettingen in den Energiehaushalt am zweckmässigsten bereits im Jahre 1932 erfolgt, was bei einer sofortigen Inangriffnahme der Bauarbeiten möglich sein wird.

#### C. Vorarbeit für das Limmatwerk Wettingen.

Seit dem Jahre 1916 hatte die Firma Locher & Co. die Ausnützung der Wasserkräfte der Limmat in Wettingen studiert und reichte 1925 bei den Baudirektionen der Kantone Zürich und Aargau das Konzessionsbegehren für ein Limmatwerk Wettingen ein.

Nachdem durch vergleichende Studien der Nachweis geleistet war, dass ein Limmatwerk Wettingen mit anderen für die Stadt Zürich in Frage kommenden neuen Kraftwerken konkurrenzfähig sei, musste die Erteilung dieser Konzession an ein privates Unternehmen verhindert werden. Der Stadtrat von Zürich hat deshalb, gestützt auf die Artikel 39 und 41 des Eidg. Wasserrechtsgesetzes, am 7. Oktober 1925 gegen die Verleihung der Konzession an die Firma Locher & Co. Einsprache erhoben und sich selbst mit einem «Projekt 1926» um die Konzession beworben. Nach längeren Verhandlungen haben die Regierungen der Kantone Zürich

und Aargau die Konzessionsverleihung in Rechtskraft gesetzt<sup>2)</sup>).

Nach dem Projekt der Stadt Zürich vom Jahre 1926 wurden die Pfeiler der Eisenbahnbrücke Wettingen nahezu bis zu deren Oberkante eingestaut, was die Bundesbahnen zu einer Einsprache veranlasste. Diese Einsprache und die daraus folgenden schwierigen Verhältnisse veranlassten den mit der weiteren Projektbearbeitung beauftragten Ingenieur H. Bertschi, ein abgeändertes Projekt in Vorschlag zu bringen, das die Erstellung des Stauwehres mit Maschinenhaus etwa 60 m oberhalb der Eisenbahnbrücke vorsieht. Auf Grund dieses Vorschlages wurden im Frühjahr 1929 umfangreiche Sondierungen vorgenommen zur vollständigen Abklärung der geologischen Beschaffenheit und der Fundationsverhältnisse der für dieses Projekt in Frage kommenden Baustelle. Nachdem durch diese Sondierungen die Möglichkeit einer sicheren Fundation der Bauwerke oberhalb der Eisenbahnbrücke erwiesen war, arbeitete Ingenieur H. Bertschi das heutige Bauprojekt aus (Fig. 2).

Die Eisenbahnbrücke kann in ihrem jetzigen Zustande belassen werden; es sind lediglich Schutzmassnahmen zu treffen, um Unterkolkungen bei den Brückenpfeilern zu verhindern, sowie gegen das Eindringen von Sickerwasser in die beiden Brückenwiderlager. Mit Rücksichtnahme auf die Brückenpfeiler sowie auf die Bauausführung hat das Wehr statt fünf Öffnungen zu 9,7 m nur vier Öffnungen zu 11 m Lichtbreite erhalten. Gegenüber dem Konzessionsprojekt sind grössere Aufwendungen erforderlich für die Sicherung der Flußsohle vom Stauwehr bis unterhalb der Eisenbahnbrücke und für den um 74 m längeren Unterwasserstollen. Die kleineren Kosten für die Sicherung der Eisenbahnlinie sowie andere Vereinfachungen ermöglichen trotzdem erhebliche Minderaufwendungen gegenüber dem Konzessionsprojekt. Die architektonische Bearbeitung des Maschinenhauses und des Stauwehres erfolgte durch Gebrüder Pfister, Architekten in Zürich, die bereits bei der Anfertigung des Konzessionsprojektes in gleicher Weise mitgewirkt hatten.

Für die Vorbereitung des Bauprojektes des Limmatwerkes Wettingen und seine spätere Verwirklichung hat der Stadtrat am 2. März 1929 unter dem Vorsitz des Vorstandes des Bauwesens II eine Baukommission aus folgenden Mitgliedern bestellt:

Direktor des Elektrizitätswerkes, W. Trüb,  
alt Direktor H. Peter,  
Professor E. Meyer-Peter,  
Ingenieur Dr. E. Huber-Stockar.

Die Baukommission hat am 24. Mai 1929 einstimmig der neuen Projektdisposition zugestimmt, die dann auch von der Regierung des Kantons Aargau am 23. November 1929 genehmigt worden ist.

Eine Reihe von weiteren Einsprachen sind zum grösseren Teil durch Verträge geregelt worden, zum kleineren Teil werden sie im Laufe der Bauzeit ohne besondere Schwierigkeiten erledigt werden können.

## D. Das Bauprojekt 1929.

### 1. Allgemeines.

#### a) Das Staugebiet.

Das Limmattal wird von den Geologen als ein sogenanntes Urstromtal bezeichnet, das wahrscheinlich in der vorletzten Eiszeit durch mächtige Schotterablagerungen wieder aufgefüllt worden ist. Von Dietikon bis Wettingen hat sich die Limmat im Laufe der Zeit in diese Schotterablagerungen eingegraben, ohne hiebei überall der früheren Schlussrinne zu folgen, wobei sie sich an einigen Stellen in anstehenden Felsen einschneiden musste. Eine solche Stelle befindet sich bei der oberen Eisenbahnbrücke in Wettingen, wo die Limmat aus den eiszeitlichen Schottern in die anstehende sogenannte untere Süsswassermolasse eintritt und diese fast rechtwinklig zur früheren Flussrichtung durchschnitten hat. Diese Stelle ist für die Errichtung einer grossen Stauanlage von der Natur bereits vorgezeichnet, da ausser einer sicheren Fundierung der grossen Bauwerke auch eine gute Abdichtung der wasserdurchlässigen Materialien bei den Kraftwerkbauten möglich ist. Die Uferverhältnisse zwischen Dietikon und Wettingen gestatten eine Aufstauung der Limmat in Wettingen um etwa 18 m auf Kote 380,24, ohne dass dadurch viel wertvolles Kulturland unter Wasser gesetzt werden muss. Die Stauwirkung reicht bis zu dem bestehenden Kraftwerk Dietikon der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, etwa 800 m oberhalb der Einmündung der Reppisch in die Limmat.

Die Länge der Staustrecke beträgt 9800 m. Der Stausee erhält stellenweise eine Breite bis zu 200 m, eine Oberfläche von 994 700 m<sup>2</sup> und eine maximale Wassertiefe beim Stauwehr von 18 m. Die neu eingestaute Bodenfläche misst 470 500 m<sup>2</sup>, es handelt sich hauptsächlich um bewaldete steile Uferhalden, mit etwas Wald, Weide- und Wiesland. Der Stausee hat einen Wasserinhalt von 6 170 000 m<sup>3</sup>.

#### b) Wasser-, Gefälls- und Kraftverhältnisse.

Die nachstehenden Daten sind abgeleitet worden aus den Abflussmengen der Limmat in Baden für die Jahre 1910 bis 1928.

Das Einzugsgebiet der Limmat in Baden beträgt 2398,78 km<sup>2</sup>. Die mittlere Jahreswassermenge der Limmat in Baden, als Mittel der 18 Jahre, beträgt 106,8 m<sup>3</sup>/s. Der Ausbau des Limmatwerkes Wettingen ist für eine maximale Betriebswassermenge von 120 m<sup>3</sup>/s vorgesehen, die im Mittel pro Jahr während 124 Tagen vorhanden ist. Auf die Sommermonate entfallen hievon 109,5 Tage oder 88 % und auf die Wintermonate 14,5 Tage oder 12 %.

Das Nettogefälle beträgt im Maximum 23,16 m bei einer Niederwassermenge der Limmat von 42 m<sup>3</sup>/s. Das mittlere Gefälle beträgt 22,8 m und das minimale Gefälle bei Hochwasser etwa 21 m.

Für die 18 Jahre 1910 bis 1928 ist die tägliche Energieproduktionsmöglichkeit berechnet worden aus den mittleren täglichen Abflussmengen der Limmat in Baden und den entsprechenden Gefällen. Gemäss Artikel 3, Ziffer 2, der Konzession müssen beim Stauwehr des Limmatwerkes Wettingen innert 24 Stunden 50 000 m<sup>3</sup>

<sup>2)</sup> Siehe Bulletin S. E. V. 1929, Nr. 8, S. 232.

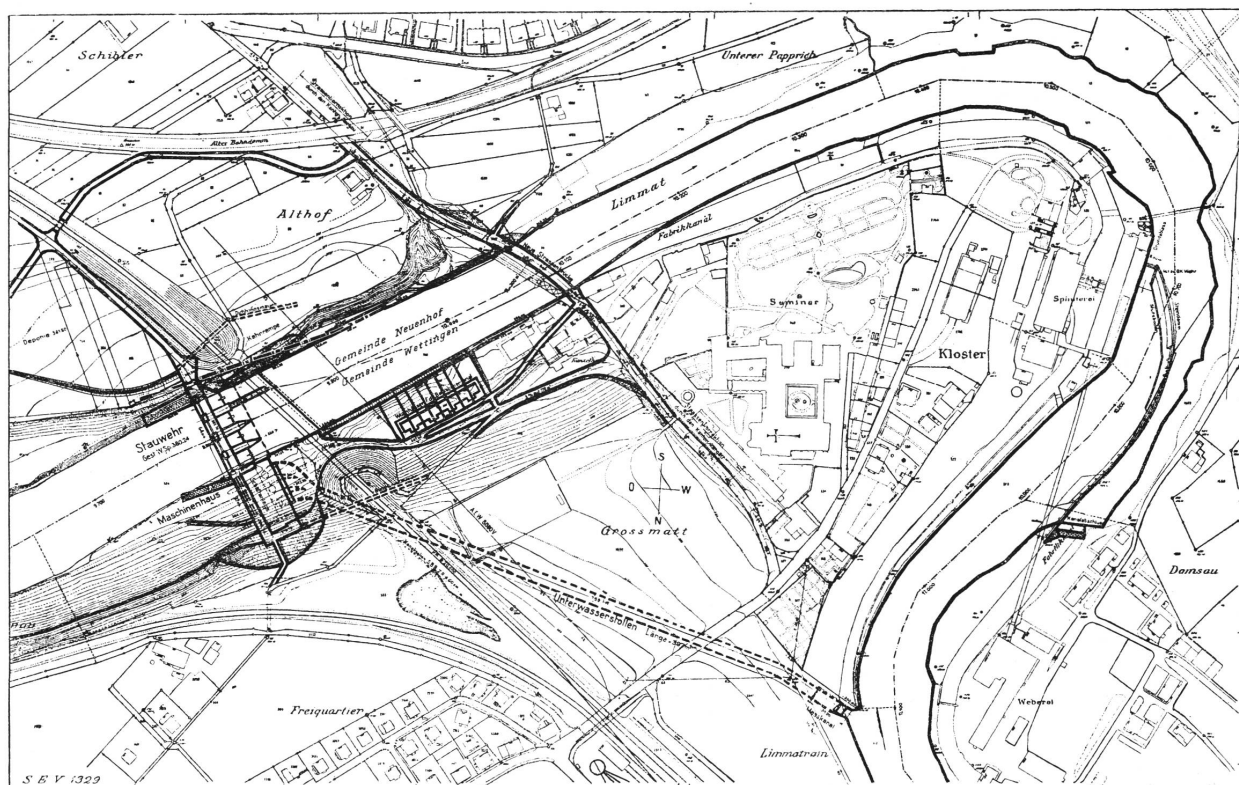


Fig. 2. Situationsplan des Limmatwerkes Wettingen. 1:5000.



Wasser zur Spülung der Limmatschleife durchgelassen werden. Diese Bestimmung ist in der Energieproduktion berücksichtigt worden, indem von den täglichen Abflussmengen unter  $120 \text{ m}^3/\text{s}$  jeweils  $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$  für Spülung des Flussbettes in Abzug gebracht worden sind. Die im Einzugsgebiet der Limmat erstellten grossen Akkumulierwerke, Löntschwerk, Wäggitälwerk und das künftige Etzelwerk, verändern die Wasserführung der Limmat und damit auch die Energieproduktion des Limmatwerkes Wettingen in günstigem Sinne.

Für die 15 Jahre 1910 bis 1925, Regime mit Löntschwerk, ergibt sich eine mögliche mittlere Jahresproduktion von  $133\,989\,000 \text{ kWh}$ . In dem wasserreichen Jahre 1913/14 ergibt sich eine maximale mögliche Energieproduktion von  $148\,884\,000 \text{ kWh}$ , während das ausserordentlich trockene Jahr 1920/21 das Minimum von  $91\,738\,000 \text{ kWh}$  ergibt. In dem ebenfalls sehr trockenen Jahre 1910/11 hätten  $122\,251\,000 \text{ kWh}$  erzeugt werden können.

Die drei Jahre 1926 bis 1928 seit Inbetriebnahme des Wäggitälwerkes ermöglichen noch nicht einen gleichwertigen Vergleich mit dem 15jährigen Mittel. Die mittlere Jahresproduktion beträgt  $133\,057\,000 \text{ kWh}$ , also weniger als das Mittel der vorangegangenen 15 Jahre, weil der Einfluss des wasserarmen Jahres 1927/28 im nur dreijährigen Mittel stark zur Geltung kommt.

Von der gesamten möglichen Energieproduktion entfallen etwa 40 % auf das Winterhalbjahr und etwa 60 % auf das Sommerhalbjahr.

## 2. Die Bauprojekte.

### a) Das Stauwehr.

Das Stauwehr ist etwa 50 m oberhalb der oberen Eisenbahnbrücke Wettingen, senkrecht zur Flussrichtung, angeordnet. Das ganze Bauwerk ist auf gutem Fels, Molassesandstein, fundiert, der im Limmatbett durch zahlreiche Sondierbohrungen und an den Ufern durch Sondierschächte festgestellt worden ist.

Zwischen den beiden Widerlagerpfeilern hat die Wehranlage eine Breite von 59 m; sie ist unterteilt in vier Wehröffnungen zu 11 m lichter Breite, getrennt durch 5 m dicke Wehrpfeiler. Die Fundamentsohle der Wehrpfeiler reicht bis Kote 354; ihre Oberkante liegt auf Kote 382,74, so dass die gesamte Höhe des Stauwehres  $28,74 \text{ m}$  beträgt.

Für den Abfluss des überschüssigen Wassers, insbesondere der Hochwassermengen, sind vier Ueberläufe und vier Grundablässe von je 11 m Lichtweite und 2,5 m lichter Durchflusshöhe vorgesehen. Die Schwelle der Ueberlauföffnungen liegt auf Kote 377,74. Der Abschluss der Ueberlauföffnungen erfolgt durch automatische Stauklappen, die den Wasserspiegel selbsttätig auf Kote 380,24 regulieren. Damit diese Stauklappen auch zur Wasserableitung benützt werden können, wenn der Stauspiegel unter Kote 380,24 steht, ist eine besondere Einrichtung getroffen für die hydraulische Betätigung der Stauklappen und ausserdem noch ein mechanischer Antrieb, der durch elektrische Fernsteuerung vom Kommandoraum aus betätigt werden kann. Die vier Ueberläufe vermögen eine Wassermenge von etwa  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  abzuführen. Zusammen mit der

maximalen Betriebswassermenge vermögen die Ueberläufe ein Hochwasser von  $420 \text{ m}^3/\text{s}$  abzuführen. Die Schwelle der Grundablassöffnungen liegt auf Kote 360,74, auf der Höhe der heutigen Flußsohle. Die Grundablässe dienen einmal als Ergänzung der Ueberläufe für die Ableitung von grossen Hochwassermengen, sodann zur vollständigen Entleerung des Staubeckens und für allfällige Ausspülungen von Materialablagerungen aus der gestauten Limmatstrecke. Für den Abschluss und die Regulierung der Grundablässe sind je zwei Abschlussorgane vorgesehen. Das vordere Organ hat die Aufgabe, die Grundablassöffnung dicht abzuschliessen. Es besteht aus einer kräftigen, einfachen Gleitschütze, die durch ein Windwerk auf der Wehrbrücke betätigt werden kann. Das zweite Organ ist eine Segmentschütze und dient für die Regulierung des Wasserabflusses. Die Betätigung der Segmentschützen erfolgt durch Windwerke, die im Innern des Stauwehres auf Kote 367,74 untergebracht sind. Bei gefülltem Stausee vermögen die vier Grundablässe eine Wassermenge von etwa  $1370 \text{ m}^3/\text{s}$  abzuführen. Das gesamte Abflussvermögen des Stauwehres beträgt etwa  $1670 \text{ m}^3/\text{s}$ , dazu kommt das Betriebswasser von  $120 \text{ m}^3/\text{s}$ , so dass die Anlage im Maximum  $1790 \text{ m}^3/\text{s}$  abführen könnte. Das grösste Hochwasser am 15. Juni 1910 betrug  $735 \text{ m}^3/\text{s}$ , welche Wassermenge durch zwei Grundablässe nahezu abgeleitet werden könnte. Die zur Wasserableitung in der Wehranlage vorgesehenen Einrichtungen gewährleisten somit in reichlicher Masse die sichere Einhaltung des Hochwasserregimes der Limmat.

Da die Versuchsergebnisse vom Jahre 1926 nicht ohne weiteres auf die veränderte Wehrdisposition übertragen werden können, erschien es geboten, von der ganzen Wehranlage ein neues Versuchsmodell im Maßstab 1 : 40 anzufertigen und an ihm im Wasserbaulaboratorium der Eidgenössischen Technischen Hochschule<sup>3)</sup> die sämtlichen Proben, die nicht rechnerisch ermittelt werden können, durch Modellversuche vor Baubeginn abzuklären. Das Ergebnis dieser Untersuchungen liegt noch nicht vor.

### b) Das Maschinenhaus.

Das Maschinenhaus bildet die geradlinige rechtsseitige Verlängerung des Stauwehres. Es hat prismatische Form mit flachem Dach und enthält das Einlaufbauwerk, die Schaltanlage und den Maschinensaal mit dem Unterbau für die Maschinenanlage. Im rechtsseitigen Gebäudelflügel sind noch Werkstatt, Kommandoraum, Bureaus, Magazine usw. untergebracht. Im Einlaufbauwerk befinden sich drei zweiteilige rechteckige Einlauföffnungen mit Rechen von 70 mm Spaltweite. Gegen die Turbinen zu verjüngen sich diese Einläufe auf ein kreisrundes Profil von 3,6 m Durchmesser, das vor den Turbinen je mittels einer Drosselklappe abgeschlossen werden kann. In den Einläufen sind ausserdem noch Dammbalkennuten angebracht für provisorische Dammbalkenabschlüsse anlässlich von Revisionen und Reparaturen. Die Reinigung der Einlaufrechen erfolgt durch eine

<sup>3)</sup> S. Bull. S. E. V. 1928, No. 16, S. 522.



Rechenreinigungsmaschine, die auf dem Einlaufbauwerk Kote 382,74 auf einem Geleise verschiebbar ist und auch eine Einrichtung enthält zum Einsetzen und Ausheben der Dammbalken. Im Einlaufbauwerk sind noch ein Belastungswiderstand und das Dammbalkenmagazin untergebracht. Der Raum zwischen Einlaufbauwerk und Maschinensaal hat eine lichte Breite von 10,2 m und eine Höhe von etwa 18 m. Er ist durch zwei Zwischendecken in drei Stockwerke unterteilt und dient zur Unterbringung der Transformatoren und der Schaltanlage. Der Maschinensaal erhält eine lichte Breite von 11 m, eine Länge von 44 m und eine Höhe vom Maschinenboden bis zur Decke von 21 m.

Der ganze Baublock ist 53 m lang, 32 m breit und 30 m hoch. Die grösste Höhe von Unterkant Turbinenfundament bis zum Dachgesims beträgt 36 m. Das ganze Bauwerk ist im Molassefels fundiert. Es erfordert etwa 18 000 m<sup>3</sup> Erd- und Kiesaushub und 7400 m<sup>3</sup> Felsaushub.

Am rechten Ufer ist anschliessend an das Maschinenhaus noch eine kräftige, bis in den Fels fundierte Dichtungsmauer zu erstellen, die bis unterhalb der Eisenbahnlinie reicht, um das Eindringen von Sickerwasser in das Mauerwerk und den Böschungskegel des rechten Brückenwiderlagers der Bundesbahnen zu verhindern. Eine ähnliche Dichtungsmauer ist auch auf dem linken Ufer im Anschluss an das Stauwehr vorgesehen.

Die Maschinenanlage besteht aus drei vertikalachsigen Turbinen zu je 7360 kW Leistung, mit aufgebauten Drehstromgeneratoren für je 10 000 kVA.

Drei Drehstromöltransformatoren von je 10 000 kVA Leistung erhöhen die Generatorenspannung auf 50 000 V. In der Schaltanlage sind die erforderlichen Schalter, Sammelschienen, Messapparate usw. für die Fortleitung der erzeugten elektrischen Energie untergebracht.

Die Uebertragung der elektrischen Energie von Wettingen bis Zürich in die Nähe des Hardhofes erfolgt durch eine zweisträngige Fernleitung mit Eisenmasten, die von Wettingen in annähernd gerader Richtung der Limmat folgen soll. Die Verbindung vom Hardhof bis in die Unterstation Neu-Letten auf 2,5 km Länge erfolgt durch eine 50 000-V-Kabelleitung.

#### c) Der Unterwasserstollen.

Unterhalb des Maschinenhauses ist zunächst eine Reservoirkammer angeschlossen, in der die drei Turbinenausläufe fächerartig nach dem Unterwasserstollen geführt sind. Die Reservoirkammer ist notwendig wegen der Wasserspiegelschwankungen, die bei plötzlichen grösseren Belastungsänderungen der Maschinen auftreten.

Der Unterwasserstollen führt von der Reservoirkammer nach der Einmündungsstelle des Unterwasserkanales des bestehenden Wasserwerkes Wettingen-Kloster und schneidet so in gerader Richtung die grosse Limmatschleife beim Kloster Wettingen ab. Bei Bahnkilometer 19,970 kreuzt er in schiefer Richtung die Bahnlinie Wettingen-Zürich. Durch einen Sondierschacht wurde festgestellt, dass an der Kreuzungsstelle eine Felsüberlagerung über dem

Stollenscheitel von 11,4 m vorhanden ist. Darüber liegen festgelagerte, zum Teil verkittete Schotterablagerungen in einer Mächtigkeit von 16,7 m. Eine Gefährdung der Eisenbahnlinie durch die Anlage des Unterwasserstollens ist bei diesen Bodenverhältnissen ausgeschlossen. Der ganze Unterwasserstollen kommt in die Molasse zu liegen, so dass auch bei der Bauausführung voraussichtlich keine Schwierigkeiten zu erwarten sind.

Die Länge des normalen Stollens beträgt 397 m. Das hufeisenförmige Stollenprofil hat eine lichte Breite von 7,5 m, eine lichte Höhe von 6,2 m und eine Durchflussfläche von 37,4 m<sup>2</sup>. Bei der maximalen Nutzwassermenge von 120 m<sup>3</sup>/s beträgt die Wassergeschwindigkeit im Stollen 3,2 m/s. Am unteren Ende des Unterwasserstollens ist eine 30 m lange Messkammer angeschlossen mit rechteckigem Durchflussquerschnitt, die für Wassermessungen anlässlich der Abnahmeversuche der Turbinen dient. Für den Unterwasserstollen einschliesslich der Reservoirkammer ist ein Aushub von rund 6000 m<sup>3</sup> erdigen und kiesigen Materials und von 30 000 m<sup>3</sup> Fels notwendig. Die Ausmauerung erfordert rund 10 000 m<sup>3</sup> Beton.

Damit im Limmatwerk Wettingen das Gefälle bis zu der Stauhaltung des Kraftwerkes Aue der Stadt Baden vollständig ausgenützt werden kann, ist vom Auslauf des Unterwasserstollens bis zur unteren Eisenbahnbrücke Wettingen noch eine Korrektur und Vertiefung des Limmatbettes notwendig. Es sind hierfür etwa 20 000 m<sup>3</sup> Sand und Kies und etwa 7000 m<sup>3</sup> Molassefels auszuheben.

d) Ufersicherungen und bauliche Anlagen unterhalb des Stauwehres.

Anschliessend an das Stauwehr müssen die beiden Limmatufer bis unterhalb der Strassenbrücke Wettingen korrigiert und durch Ufermauern geschützt werden, wobei auch das den Wasserabfluss störende Streichwehr mit dem schiefen Brückenpfeiler zu beseitigen ist. Am linken Ufer ist vom gestauten Oberwasserspiegel nach dem Unterwasserspiegel eine Kahnrampe mit 18 % Gefälle angelegt, mit einem Geleise von 1 m Spurweite. Vermittels Rollwagen und einer auf der Wehrkrone montierten Winde können Kähne bis zu 17 m Länge über diese Kahnrampe transportiert werden. Das bestehende Streichwehr des Wasserwerkes Damsau ist um etwa 70 cm auf Kote 361,8 zu erhöhen und dauernd zu unterhalten, damit zwischen diesem und dem Stauwehr des Limmatwerkes Wettingen stets eine genügende Wassermenge verbleibt. Die auf der Strecke zwischen Maschinenhaus und Unterwasserkanalauslauf einmündenden Abwasserleitungen werden in das Unterwasser des Limmatwerkes Wettingen abgeleitet.

Die Korrektur des Flussbettes unterhalb des Stauwehres erfordert auch den Abbruch der hölzernen Strassenbrücke. Als Ersatz dafür ist eine Plattenbalkenbrücke in Eisenbeton mit drei Öffnungen projektiert, die den heutigen Verhältnissen entspricht. Die anschliessenden Strassenkorrekturen werden zum Teil durch das Limmatwerk Wettingen, zum Teil vom Kanton Aargau ausgeführt.

## e) Zufahrtstrasse zum Maschinenhaus.

Trotz der kurzen Entfernung des Bahnhofes Wettingen von der Kraftwerkanlage kommt die Erstellung eines permanenten Anschlussgeleises nicht in Frage, da der Niveauunterschied zwischen Bahnhof und Maschinenhausplatz 21,35 m beträgt. Nach Erstellung des Werkes werden allfällige Auswechslungen von Maschinenbestandteilen in Anbetracht der kurzen Entfernungen der Maschinenfabriken zweckmässiger durch Lastautos erfolgen als vermittels der Eisenbahn. Es ist deshalb lediglich eine Zufahrtstrasse von der Kantonsstrasse nach dem Maschinenhausplatz auf Kote 367,35 vorgesehen. Durch eine grosse Platzerweiterung an der Kantonsstrasse werden bequeme Einfahrten geschaffen in der Richtung Wettingen-Maschinenhaus sowie auch in der Richtung Zürich-Wettingen. Von der Kantonsstrasse fällt die Zufahrtstrasse mit 3 % auf 170 m Länge gegen das Maschinenhaus, daran anschliessend folgt noch ein horizontales Stück von 70 m Länge bis zum Maschinenhausplatz.

## f) Wohnkolonie für das Betriebspersonal.

Zwischen Limmat und Zufahrtstrasse, etwa 100 m unterhalb des Maschinenhauses, befinden sich die Wohnhäuser für das Betriebspersonal, von den Architekten Gebrüder Pfister als Reihenhäuser aus acht Einfamilienhäusern projektiert. Die beiden Eckhäuser enthalten Fünfstück-, die mittleren Vierstückerwohnungen, je mit etwa 150 m<sup>2</sup> Garten. Es werden lediglich Wohnungen für das ständige Maschinenpersonal erstellt. Das weiter benötigte Hilfspersonal wird aus der ortsansässigen Bevölkerung leicht erhältlich sein.

## g) Bauliche Anlagen im Staubegebiet.

Im oberen Teil der Staustrecke reicht der gestaute Wasserspiegel an einigen Stellen über die vorhandenen Dämme der Limmatkorrektur. Um das tiefer liegende Gelände hinter den Dämmen gegen Ueberflutung zu schützen, müssen diese Hochwasserdämme überall mindestens 50 cm über den höchsten gestauten Wasserspiegel reichen. Dies erfordert eine rechtsseitige Dammerhöhung oberhalb Oetwil von etwa 400 m Länge, eine linksseitige Dammerhöhung beim Fahr in Dietikon auf eine Länge von etwa 800 m, und einen Schutzdamm auf der rechten Flußseite bei der Seidenzwirnerie Oetwil und dem benachbarten tiefergelegenen Gelände auf etwa 600 m Länge.

Durch die Anlage von Entwässerungsgräben in Verbindung mit einem Pumpwerk wird der Grundwasserspiegel in dem tiefer gelegenen Gelände auf dem heutigen Niveau gehalten, um eine Beeinträchtigung der Landwirtschaft zu verhüten.

Die in dem zu überstauenden Gebiet vorhandenen Grundwasserfassungen der Gemeinden Würenlos und Wettingen müssen ausserhalb der gestauten Limmat neu erstellt werden.

Zwischen den Gemeinden Killwangen und Neuenhof sind noch Sicherungsbauten an den Eisenbahndämmen notwendig, weil letztere teilweise eingestaut werden. Auch an der Bahnlinie Wettingen-Würenlos verlangen die Bundesbahnen einige Sicherungen zur Verhinderung

von Rutschungen an den steilen Uferpartien unterhalb der Bahn.

## 3. Kostenvoranschlag.

Vorarbeiten u. Konzessionsgebühren	455 000
Expropriation und Entschädigungen	3 697 200
Kraftversorgung der Baustellen . .	120 000
Bauanlagen in der Staustrecke . . .	443 500
Stauwehr, baulicher Teil . . . . .	2 419 000
Eisenkonstruktionen u. Maschinen	602 000
Maschinenhaus, baulicher Teil . . .	2 628 000
maschineller und elektrischer Teil	2 720 000
Unterwasserstollen . . . . .	1 595 000
Uferschutzbauten, neue Brücke usw.	590 000
Zufahrtstr. und Umgebungsarbeiten	115 000
Vertiefung des Limmatbettes . . . .	380 000
Signal- und Registrieranlagen . . .	89 000
Wohnhäuser für d. Betriebspersonal .	240 000
Kraftleitung Wettingen-Zürich . . .	1 560 000
Bauleitung und Bauzinsen . . . . .	1 687 300
Unvorhergesehenes . . . . .	1 169 000
Gesamte Anlagekosten	20 500 000

## 4. Gesteungskosten der elektrischen Energie.

Die jährlichen Betriebskosten, bestehend aus Kapitalzinsen, Abschreibungen, Wasserzins, Steuern, Betrieb und Unterhalt betragen erfahrungsgemäss für solche Anlagen rund 10 % der Anlagekosten oder 10 % von Fr. 20 500 000 = Fr. 2 050 000. Die mittlere technisch mögliche Jahresproduktion des Limmatwerkes Wettingen, abzüglich Eigenbedarf und Verluste, beträgt rund 130 Millionen kWh. Die Winterenergie kann nahezu vollständig im Energiehaushalt der Stadt Zürich Verwendung finden. Als kommerziell verwertbare Energiemenge können etwa 107 Millionen kWh angenommen werden = 82 % der Jahresproduktion.

Die Gesteungskosten der elektrischen Energie des Limmatwerkes Wettingen betragen somit loco Zürich in 50 000 V:

$$\frac{2050000}{107000000} = 1,9 \text{ Rp./kWh.}$$

## E. Die Durchführung des Projektes.

Durch die Projektbearbeitung der Firma Locher & Co., den Wettbewerb des Jahres 1926 und die seitherige Bearbeitung des Projektes durch Ingenieur H. Bertschi unter der Leitung einer Baukommission erfahrener Fachleute ist volle Gewähr dafür geboten, dass heute eine baureife Vorlage für das Limmatwerk Wettingen vorliegt. Die Projektierungsarbeiten sind unter Mitwirkung der Maschinenfabriken derart gefördert, dass unverzüglich nach der Krediterteilung durch die Gemeinde mit den Bauarbeiten begonnen werden kann. Für die Erstellung der Bauwerke bis zur Betriebsaufnahme ist eine Bauzeit von etwa 2¼ Jahren erforderlich. Sofern anfangs Mai 1930 mit den Bauarbeiten begonnen werden kann, wird es möglich sein, das Limmatwerk Wettingen für die Energielieferung auf Herbst 1932 bereit zu stellen.

Für die Beschaffung neuer Energiequellen ist vom Elektrizitätswerk ein Baufonds angelegt worden, der bis Ende 1929 den Betrag von Fr. 6 732 440.80 erreicht hat. Für die Jahre 1930 bis 1932 sind jährliche Einlagen von mindestens

**Unverbindliche mittlere Marktpreise je am  
15. eines Monats.**

**Prix moyens (sans garantie) le  
15 du mois.**

		März mars	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) <i>Cuivre (Wire bars)</i>	Lst./1016 kg	69/17/6	84/—	91/10
Banka-Zinn . . . . . <i>Etain (Banka)</i> . . . . .	Lst./1016 kg	166/6/3	182/—	224/—
Zink . . . . . <i>Zinc</i> . . . . .	Lst./1016 kg	18/3/9	20/—	26/7/6
Blei . . . . . <i>Plomb</i> . . . . .	Lst./1016 kg	18/8/9	21/13/9	23/5
Formeisen . . . . . <i>Fers profilés</i> . . . . .	Schw. Fr./t	130.—	125.—	128.—
Stabeisen . . . . . <i>Fers barres</i> . . . . .	Schw. Fr./t	140.—	134.—	159.—
Ruhrnuss- kohlen } <i>Charbon</i> <i>de la Ruhr</i>	II 30/50 Schw. Fr./t	45.80	45.80	46.50
Saarnuss- kohlen } <i>Charbon</i> <i>de la Saar</i>	I 35/50 Schw. Fr./t	46.50	46.50	45.—
Belg. Anthrazit . . . . . <i>Anthracite belge</i> . . . . .	Schw. Fr./t	84.—	84.—	70.—
Unionbrikets . . . . . <i>Briquettes (Union)</i> . . . . .	Schw. Fr./t	41.75	41.75	38.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zi- sternen) . . . . . <i>Huile pour moteurs</i> <i>Diesel (en wagon-</i> <i>citerne)</i> . . . . .	Schw. Fr./t	112.—	110.—	103.—
Benzin } (0,720) <i>Benzine</i> }	Schw. Fr./t	285.—	285.—	265.—
Rohgummi . . . . . <i>Caoutchouc brut</i> . . . . .	sh/lb	0/7 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	0/7 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1/0 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>
Indexziffer des Eidgenös- sischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . . . <i>Nombre index de l'office</i> <i>fédéral (pour 1914=100)</i>		163	163	161

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Fr. 800 000 vorgesehen, wodurch der Baufonds zuzüglich der Zinsen bis Ende 1932 auf etwa Fr. 10 000 000 anwachsen wird. Bei der Inbetriebsetzung des Limmatwerkes Wettingen werden also nahezu 50 % der Baukosten in dem Baufonds vorhanden sein.

**Briefe an die Redaktion. — Communiqués à l'adresse de la rédaction.**

**Berichtigung:** Bericht über die Diskussionsversammlung des S. E. V. vom 7. Dezember 1929 in Olten. Referat und Diskussion über Fernmessung und Summenfernmessung im Betriebe der Elektrizitätswerke. Bull. S. E. V. 1930, Nr. 4, S. 117.

Seite 135, 2. Zeile von unten bis Seite 136, 3. Zeile von oben. Die diese Zeilen umfassenden Sätze gehören nicht zum Votum des Herrn W. Beusch, sondern zu demjenigen des Herrn A. Walter, Siemens E. A. G., Zürich. Die Ausführungen beziehen sich auf das von Siemens & Halske verwendete Impulsfrequenzverfahren, welches an Stelle des früher gebräuchlichen Potentiometerverfahrens getreten ist.

**Literatur. — Bibliographie.**

**Die Instandsetzungen an elektrischen Maschinen und Transformatoren**, von Fritz Raskop, Ingenieur. 342 Seiten, Format 13,2 × 19,5 cm, 160 Fig., 3 Tafeln. IV. Auflage. Verlag von Hermann Meusser, Berlin, 1929. Preis gebunden RM. 9.80.

Das schon früher als «Reparaturen an elektrischen Maschinen» in drei Auflagen erschienene Buch führt heute als vollständigen Titel: «Die Instandsetzungen an elektrischen Maschinen und Transformatoren, insbesondere die Herstellung von Ankerwicklungen und Transformatorenwicklungen, Kollektorbau, Fehlerbestimmung und Prüfung elektrischer Maschinen, Ueberwachung elektrischer Kraftanlagen.» Hieraus ist der Inhalt ersichtlich.

Zur Besprechung kommen ausschliesslich kleinere elektrische Maschinen — inbegriffen die Anlasser- und Lichtanlagen von Automobilen —, die wohl allein in Reparaturwerkstätten behandelt werden. Grossmaschinen werden in der Regel durch die Lieferfirmen selbst repariert und geprüft; sie sind deshalb nicht erwähnt.

Der Verfasser wendet sich an die direkt mit den Maschinen in Berührung stehenden Leute der Werkstatt und des Betriebes. Er vermeidet daher jede theoretische (mathematische) Ableitung. Er erwähnt die zu berücksichtigenden Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE). Hinweise auf die Literatur kann er sich ersparen. Er bringt dagegen brauchbares Tabellenmaterial, gute Ratschläge und im Anhang ein Muster für ein Werkstattbuch.

Inhalt und Ausstattung des Buches sind gut, es kann daher empfohlen werden.

Max Landolt.



## Mitteilungen der Technischen Prüfanstalten. — Communications des Institutions de Contrôle.

### Inbetriebsetzung von Schweizerischen Starkstromanlagen.

(Mitgeteilt v. Starkstrominspektorat des S. E. V.)

Im Februar 1930 sind dem Starkstrominspektorat folgende wichtigere Anlagen als betriebsbereit gemeldet worden:

#### Hochspannungsleitungen.

- Aargauisches Elektrizitätswerk Aarau.* Verbindungs-Hochspannungsleitung Neuenhof-Wettingen und Hochspannungsleitung zur Transformatorstation Mumpf-Bahnhof, 3 ~ 50, 8 kV.
- Einwohnergemeinde Erstfeld, Erstfeld.* Hochspannungsleitung vom Elektrizitätswerk am Bockibach zur Transformatorstation an der Schlossbergstrasse in Erstfeld, 3 ~ 50, 6,1 kV.
- Elektrizitätswerk Grindelwald A.-G., Grindelwald.* Hochspannungsleitung zur Stangen-Transformatorstation «Ofni» in Grindelwald, 1 ~ 50, 2,5 kV.
- Service de l'Electricité de la ville de Neuchâtel.* Ligne à haute tension à la station transformatrice sur poteaux des Prises, Commune de Gorgier, 3 ~ 50, 4 kV.
- Elektrizitätswerk Schwyz.* Hochspannungsleitung zur Stangen-Transformatorstation Waag-Unteriberg, 3 ~ 50, 8 kV.
- Services Industriels de la commune de Sion.* Ligne à haute tension à la station transformatrice des Agettes, 3 ~ 50, 8 kV.
- St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G., St. Gallen.* Hochspannungsleitung zur Stangen-Transformatorstation Betten in Diepoldsau, 3 ~ 50, 10 kV.
- S. A. Cartiere di Locarno, Tenero.* Linea ad alta tensione dalla centrale elettrica di Brione s/M. alla fabbrica di pasta da legno in Tenero, 3 ~ 50, 6 kV.
- Société Romande d'Electricité, Territet.* Ligne à haute tension à la station transformatrice sur poteaux des carrières de Collombey (Valais), 3 ~ 50, 6 kV.
- Aargauisches Elektrizitätswerk, Aarau.* Hochspannungsleitungen zur Stangen-Transformatorstation in Kirchrüed und zur Gittermast-Transformatorstation in Schlossrüed, 3 ~ 50, 8 kV.
- Elektrizitätswerk Baar.* Hochspannungsleitung zur Transformatorstation an der Mühlegasse in Baar, 3 ~ 50, 4 kV.
- Elektrizitätswerk der Gemeinde Mollis.* Hochspannungsleitung zur Stangen-Transformatorstation Biäsche, 3 ~ 50, 8 kV.
- Entreprises Electriques Fribourgeoises, Romont.* Ligne à haute tension à la station transformatrice sur pylônes à Montbovon près de l'usine métallurgique, 3 ~ 50, 8 kV.
- St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G., St. Gallen.* Hochspannungsleitung zur Transformatorstation «Rössli» in Niederteufen, 3 ~ 50, 10 kV.
- Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich.* Hochspannungsleitung zur Stangen-Transformatorstation «Ausser Bäch», Gemeinde Freienbach, 3 ~ 50, 8 kV.

#### Schalt- und Transformatorstationen.

- Aargauisches Elektrizitätswerk, Aarau.* Stangen-Transformatorstation in Kirchrüed.
- Elektrizitäts- und Wasserversorgung Ins.* Mess- und Transformatorstation in Ins.
- Licht- und Wasserwerke Langenthal.* Transformatorstation «Säge» in Langenthal.
- Service de l'Electricité de la ville de Neuchâtel.* Station transformatrice sur poteaux aux Prises, Commune de Gorgier.
- H. Dätwiler & Cie., Kunstwollefabrik, Windisch.* Generator- und Schaltanlage in der Kunstwollefabrik Sigismühle, Gemeinde Seon.
- Services Industriels de la commune de Sion.* Station transformatrice sur poteaux des Agettes.
- St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G., St. Gallen.* Stangen-Transformatorstation in Betten, Diepoldsau.
- S. A. Cartiere di Locarno, Tenero.* Centrale idroelettrica di Brione e stazione trasformatrice in Tenero.
- Société Romande d'Electricité, Territet.* Station transformatrice sur poteaux à la carrière de Collombey (Valais).
- Politische Gemeinde, Vicosoprano.* Stangen-Transformatorstation Crotto, Gemeinde Vicosoprano.
- Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich.* Stangen-Transformatorstation Wilen, Wolterau.
- Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Baden.* 150-kV-Freiluftschaltanlage beim Elektrizitätswerk Beznau.
- Elektrizitätswerk Baar.* Transformatorstation an der Mühlegasse in Baar.
- Elektrizitätswerk Basel.* Transformatorstation in der Maschinenfabrik Burkhardt in Basel.
- Bernische Kraftwerke A.-G., Bern.* Schaltstation «Sandwürfi» in Köniz.
- Service de l'Electricité de la ville de Genève, Genève.* Station transformatrice à la rue Voltaire dans le talus du chemin de fer, Genève.
- Schweiz. Cementindustriegesellschaft, Heerbrugg.* Diesel-Generator mit Schaltanlage in der Cementfabrik in Unterterzen.
- A.-G. Elektrizitätswerke Wynau, Langenthal.* Schaltanlage für die neuen Generatoren II und III im alten Werk Wynau.
- A.-G. der von Moos'schen Eisenwerke, Luzern.* Automatische Zentrale Thorenberg.
- Elektrizitätswerk der Gemeinde Mollis.* Stangen-Transformatorstation Biäsche b. Weesen.
- A.-G. Hunziker & Cie., Hartsteinwerke, Olten.* Transformatorstation in der Zementfabrik in Olten.
- Elektrizitätswerk der Stadt Schaffhausen, Schaffhausen.* Hochspannungs-Verteil- und Schaltanlage in der Pumpstation Rheinhalde.
- Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen, St. Gallen.* Transformatorstation an der Wienerbergstrasse, St. Gallen.



*St. Gallisch - Appenzellische Kraftwerke A.-G., St. Gallen.* Transformatorstation «Rössli» im Hag in Niederteufen.

*Elektrizitätswerk Windisch.* Transformatorstation im Unter-Dorf in Windisch.

*Société de l'Usine Electrique des Clées, Yverdon.* Station transformatrice «Conversion» H. Thorens S. A. à Ste-Croix.

*Niederspannungsnetze.*

*Bernische Kraftwerke A.-G., Bern.* Umbau des Niederspannungsnetzes Thalacker, Gemeinde Wohlen, auf Normalspannung, 3 ~ 5, 380/220 Volt.

*Aziende Municipalizzate Morcote.* Umbau des Niederspannungsnetzes in Morcote auf Normalspannung und Niederspannungsnetz in Vico-Morcote, 3 ~ 50, 380/220 Volt.

*Elektrizitätswerk Olten-Aarburg, Olten.* Umbau des Verteilungsnetzes Obergösgen auf Normalspannung, 3 ~ 50, 380/220 Volt.

*Elektrische Licht- und Kraftanlage, Opfikon.* Umbau des Stromverteilungsnetzes in Opfikon, 3 ~ 50, 500 und 250/145 Volt.

*Commune de Gorgier (Neuchâtel).* Réseau à basse tension aux Prises sur Gorgier, 3 ~ 50, 380/220 V.

## Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, *des communiqués officiels du Secrétariat général de l'A. S. E. et de l'U. C. S.*

**Die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen bis Ende 1928.** Cette brochure de M. E. Huber-Stockar, qui compte 65 pages, 73 photographies et 15 figures dans le texte, a fait l'objet d'un commentaire détaillé dans le Bulletin 1929, n° 2, page 62. Comme il nous en reste un certain nombre et que la liquidation du stock s'impose, nous avons décidé de réduire le prix de vente de 6 à 4 fr. Nous ne pouvons que recommander chaleureusement à nos membres d'acheter cet ouvrage extrêmement intéressant, dû à la plume du plus compétent des auteurs. L'envoi a lieu franco par la poste, sur versement du montant indiqué au compte de chèques postaux VIII 6133 Zurich (Association Suisse des Electriciens).

### Cotisations A. S. E.

Nous rappelons aux membres de l'A. S. E. que les cotisations pour 1930 sont échues. La cotisation de *membre individuel* se monte à 15 fr., celle de *membre étudiant* à 9 fr. Elles peuvent être versées sans frais *jusqu'à fin mars*, soit, en Suisse, au moyen du bulletin de versement qui se trouve annexé au Bulletin n° 4 (compte de chèques postaux VIII 6133), soit par mandat postal pour les paiements de l'étranger. Après ce délai, les cotisations non payées seront prises en remboursement, *frais compris*.

Les cotisations annuelles des *membres collectifs* ont été fixées pour 1930 par l'assemblée générale de l'A. S. E., du 7 juillet 1929, et sont indiquées au Bulletin 1929, n° 7, page 591. Elles peuvent être versées sans frais à notre compte de chèques postaux VIII 6133, en tenant compte de la classification des membres, suivant le capital investi, comme elle figure à l'annuaire 1930.

*En échange de leur paiement, les membres reçoivent immédiatement leur carte de membre pour cette année.*

**Admission de systèmes de compteurs d'électricité à la vérification et au poinçonnage officiels.** En vertu de l'article 25 de la loi fédérale du 24 juin 1909 sur les poids et mesures, et conformément à l'article 16 de l'ordonnance du 9 décembre 1916, sur la vérification et le poinçonnage officiels des compteurs d'électricité, la commission fédérale des poids et mesures a admis à la vérification et au poinçonnage officiels les systèmes de compteurs d'électricité suivants, en leur attribuant le signe de système mentionné:

Fabricant: *Landis & Gyr A.-G., Zoug.*

83

Compteur à induction pour courant polyphasé à deux systèmes moteurs, types FF 1, HF 1, DF 1, KF 1, LF 1.

Fabricant: *Siemens-Halske A.-G., Berlin.*

36

Transformateur d'intensité, types ATO 33 et ATO 42, de 40 périodes et plus.

37

Transformateur d'intensité, types ATO 64, 86, 119; ATOF 64, 86, 119, de 40 périodes et plus.

Les désignations antérieures des types sont remplacées par:

16

Transformateur d'intensité, types AER 42, 64, 86 mono-conducteur; type ADR 119 à plusieurs spires.

30

Transformateur d'intensité types ATQ 30, 42, 50 70, 100; types ADQ 30, 42, 50, 70, 100.

1

Transformateur de tension, type VTM 10, 36, 42 avec isolation en masse; type VTO 36, 42, 57, 77, 85, 102 avec isolation à l'huile.

Berne, le 22 février 1930.

*Le président de la commission fédérale des poids et mesures,*

**J. Landry.**