

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
<b>Band:</b>	17 (1926)
<b>Heft:</b>	8
<b>Rubrik:</b>	Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung : 1. Juli bis 15. September 1926 in Basel

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.02.2026

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

# SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN BULLETIN ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke } REDAKTION { Zürich 8, Seefeldstr. 301 } Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration { Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. | Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 } Editeur et Administration

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet | Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XVII. Jahrgang  
XVII<sup>e</sup> Année

Bulletin No. 8

August 1926  
Août

## Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung.

1. Juli bis 15. September 1926 in Basel.

### I. Die Ausstellung im allgemeinen unter besonderer Berücksichtigung der Wasserkraftnutzung.

Vom Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E.

#### 1. Einleitung.

Nachdem die grosszügig angelegten Basler Hafenanlagen im Rhein bei Kleinhüningen nach 7jähriger Bauzeit im ersten Ausbau fertiggestellt sind (siehe Fig. 1), hat die Basler Regierung, auf deren Initiative diese Anlagen geschaffen wurden und die der Kanton Baselstadt mit Unterstützung des Bundes finanziert hat, beschlossen, eine internationale Ausstellung zu veranstalten, durch welche diese Tatsache und die Leistungsfähigkeit der Anlagen nicht nur in der Schweiz, sondern auch im Auslande bekannt werden. Wir glauben daher auch dem Interesse unserer Leser zu dienen, wenn wir diesem Bericht über die Ausstellung einige Angaben über die Basler Rheinhafenanlagen voranstellen.

Mit dem Bau der Basler Hafenanlagen wurde in den Jahren 1906/07 durch Erstellung eines 600 m langen offenen Quais (St. Johann) am linken Rheinufer begonnen. Diese Anlage erhielt Geleiseanschluss, 8 Krane und einen pneumatischen Getreideheber und genügte zur Bewältigung des vor Ausbruch des Weltkrieges auf ca. 100 000 t pro Jahr angestiegenen Verkehrs. Mit der Verkehrszunahme wurde jedoch eine Vergrösserung dieser Anlagen notwendig und so entstand in den Jahren 1919 bis 1926 der Hafen von Kleinhüningen. Dieser besteht aus einem ca. 700 m langen Hafenbecken am rechten Rheinufer mit den notwendigen Geleisen, Strassen, der Energieversorgung und den Verladeeinrichtungen. Besonders erwähnenswert ist der grösste der 3 Getreidespeicher, derjenige der Schweizer Schleppschiffahrtsgenossenschaft, der ca. 11 000 t Getreide fasst und mit den neuesten mechanischen Fördereinrichtungen versehen ist. Die gesamte nutzbare Quailänge beträgt heute 2150 m und kann bis auf 4 km erweitert werden. Im Jahre 1924 schon sind 286 694 t in Basel umgeschlagen worden. Die Schiffahrt auf dem Oberrhein ist gegenwärtig nur während ca. 5 bis 7 Monaten im Jahr möglich, doch wird sie nach Durchführung der beschlossenen Rheinregulierung während ca. 10 Monaten im Jahr erfolgen können.

Zur Bekanntmachung der Basler Hafenanlagen auch im Auslande schien nun eine internationale Ausstellung über Binnenschiffahrt besonders geeignet. Da aber in der Schweiz die Binnenschiffahrt immer nur in Verbindung mit der Wasserkraftnutzung wirtschaftlich vorteilhaft sein kann, und da ferner die Wasserkraftnutzung in unserem Lande infolge der natürlichen Verhältnisse einen weit höheren Grad

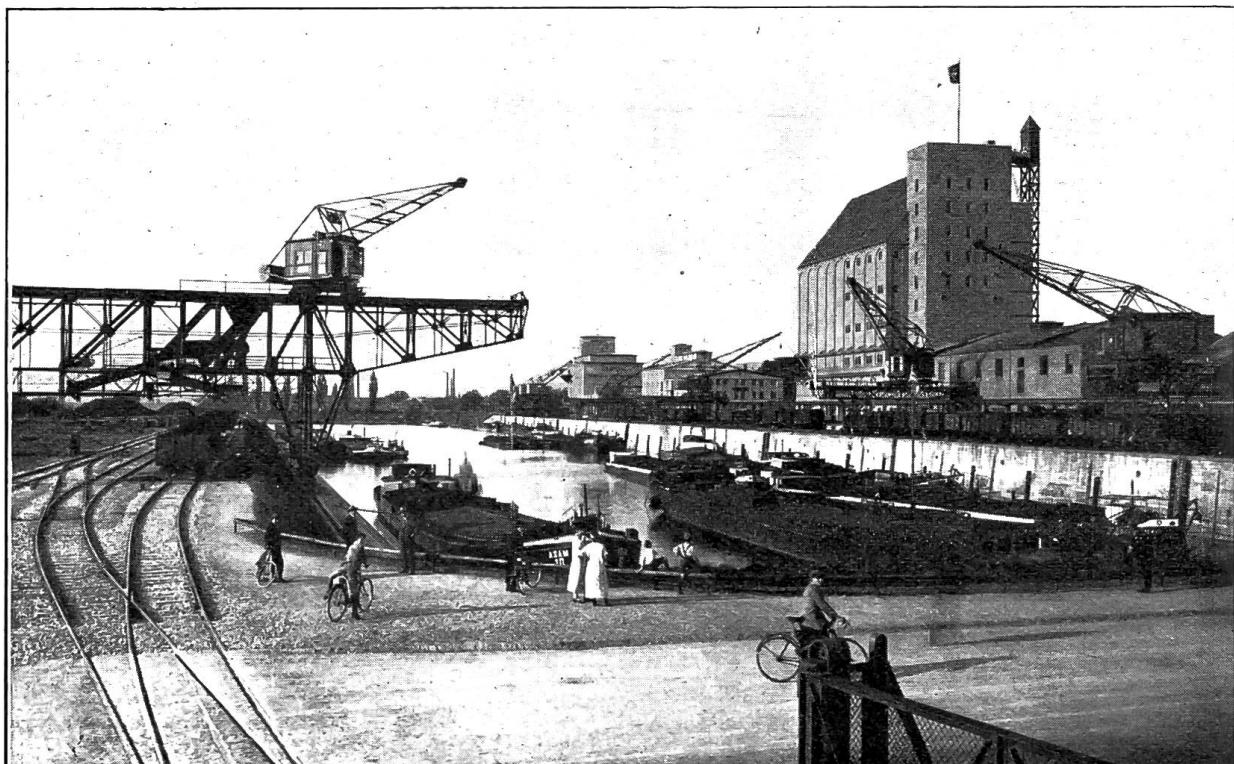


Fig. 1.  
Neuer Rheinhafen Kleinhüningen-Basel.

der Entwicklung erreicht hat als die Binnenschiffahrt, schien es angezeigt, die Ausstellung auch mit der Darstellung der Wasserkraftnutzung im allgemeinen zu verbinden. So entstand der Gedanke der „Internationalen Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung“. Die Ausstellung ist am 1. Juli eröffnet worden und wird bis am 15. September dieses Jahres dauern; sie ist in den in diesem Jahre fertiggestellten 5 grossen Hallen der Mustermesse untergebracht.

Um es gleich vorweg zu nehmen: die Tatsache, dass sich an der Ausstellung 16 Länder beteiligen, wovon mehrere auch durch ihre Regierungen vertreten sind, beweist, dass der Gedanke internationalen Anklang gefunden hat. Es sind denn auch an derselben die bedeutendsten Firmen und die Technischen Hochschulen des In- und Auslandes vertreten. Die Organisation und Durchführung der Ausstellung sind vorzüglich und gereichen dem Kanton Basel-Stadt und der Leitung zu grosser Ehre.

Die Ausstellung bietet eine solche Fülle von interessantem Tatsachenmaterial, dass es uns notwendig erschien, unseren Bericht auf dasjenige Teilgebiet derselben zu beschränken, das unsere Leser in erster Linie interessiert, d. h. die Wasserkraftnutzung. Es bleibt auch dann noch des Stoffes so viel, dass es uns nicht möglich ist, auch nur alle Aussteller dieser Abteilung zu nennen; wir verweisen diesbezüglich auf den offiziellen Katalog der Ausstellung<sup>1)</sup> und werden uns im folgenden darauf beschränken, diejenigen Teile der Ausstellung hervorzuheben, die uns besonders aufgefallen sind. Jedermann, der schon einen Bericht über eine grosse Ausstellung zu schreiben hatte, kann bestätigen, dass es sehr schwer ist, der Bedeutung derselben allseitig

<sup>1)</sup> Dieser ist anfangs August in erweiterter II. Auflage erschienen.

gerecht zu werden. Es ist dies auch nicht anders möglich, wenn man einerseits bedenkt, welche Unsumme von Arbeit hinter den oft unscheinbaren Ausstellungsobjekten, Tabellen und Modellen liegt und wenn man anderseits berücksichtigt, dass hierüber das Wesentlichste auf einigen Druckseiten gesagt werden soll. Um nun nicht nur bei einer reinen Aufzählung der Aussteller und der ausgestellten Objekte stehen zu bleiben, die unsere Leser nicht befriedigen könnte, war es nicht zu vermeiden, dass wir gewisse Teile auch des Gebietes „Wasserkraftnutzung“ nur summarisch behandeln, um dann bei anderen länger verweilen zu können. Dabei haben wir bewusst dem schweizerischen Teil der Ausstellung einen grösseren Raum zugewiesen und unter diesem wiederum denjenigen Teil, der sich auf allgemein schweizerische Verhältnisse bezieht, besonders hervorgehoben. Es betrifft dies insbesondere die Ausstellung im Oktogon der Halle II und diejenige der Ingenieurschule der Universität Lausanne. Soweit möglich haben wir in diesem Teil die Organisatoren der verschiedenen Ausstellungsteile selbst zum Wort kommen lassen. Wir möchten nicht unterlassen, ihnen auch an dieser Stelle unsern besten Dank dafür auszusprechen, dass sie es trotz vielfacher anderweitiger Inanspruchnahme übernommen haben, uns ihre authentischen Beiträge zu liefern, wodurch erst unserm Bericht seine volle Bedeutung zukommt.

## 2. Der ausländische Teil der Ausstellung.

Die Ausstellung erhält ihr internationales Gepräge durch die offizielle Teilnahme von 12 ausländischen Staaten. In hervorragendem Masse haben sich *Deutschland*, *Italien* und *Frankreich* beteiligt. Auf die Ausstellung dieser drei Länder treten wir im folgenden noch näher ein. *Oesterreich*, *Spanien* und die *Tschechoslowakei* bringen die Entwicklung und den Stand ihrer Wasserkraftnutzung durch Photographien, Pläne und Modelle zur Darstellung, wobei Oesterreich durch die in neuester Zeit zahlreich gebauten Kraftwerke und die Elektrifikation seiner Bahnen, Spanien durch die namhafte Beteiligung von Schweizeringenieuren und Schweizerindustrien am Bau seiner Werke unser besonderes Interesse erweckt. Die *Niederlande*, *Belgien*, *Polen* und *Ungarn* sind hauptsächlich in der Abteilung für Binnenschiffahrt vertreten, während *England* und die *Vereinigten Staaten* sich auf die Ausstellung von Drucksachen und Photographien beschränken. Im englischen Stand kann auch Auskunft über die britischen Industriefirmen der Elektrotechnik erhalten werden. Das *Internationale Arbeitsamt* und die *Organisation für Verkehrswege und den Durchgangsverkehr des Völkerbundes* orientieren über ihre Bestrebungen.

In der *deutschen Schau* im östlichen Seitenschiff der Halle II fällt uns die bedeutende Beteiligung der Wasserbaulaboratorien der Technischen Hochschulen Berlin, Dresden, Karlsruhe, Hannover und München auf. Ueber die Strömungsvorgänge im Wasser und seine Einwirkung auf die Unterlage, insbesondere die Bewegung der Geschiebe, können oft nur Versuche mit Modellen und in Versuchsgerinnen den nötigen Aufschluss geben. Ein besonders instruktiver Versuch wird mit den Zahnschwellen nach Prof. Rehbock, Karlsruhe vorgezeigt. Diese dienen dazu, die Auskolkung des Sturzbettes von Stauwehren zu verhindern, welches durch die wirbelnden Wassermengen (Deckwalze) verursacht wird<sup>2)</sup>. An zwei Modellen mit gleichen Wehren und Sturzbetten, wovon eines mit einer Zahnschwelle versehen ist, wird deren gute Wirkung im Betriebe vorgeführt. Weitere interessante Modelle und Messinstrumente, sowie Pläne und Bilder der deutschen Wasserbaulaboratorien lassen erkennen, mit welchem Eifer und mit welchen Hilfsmitteln in Deutschland in dieser Richtung gearbeitet wird. Es ist zu hoffen, dass auch in der Schweiz durch den baldigen Bau des projektierten Wasserbau-Laboratoriums an der E. T. H. Forschungen dieser Art ermöglicht werden.

In der gleichen Halle wird die Wasserkraftnutzung in Deutschland durch Modelle, Pläne, Bilder und Diagramme dargestellt. Erwähnenswert sind die neueren Anlagen

<sup>2)</sup> Nähere Beschreibung siehe *Schweiz. Bauzeitung*, 16. und 23. Jan. 1926.

und Projekte, so die Murg-, Schwarzenbach- und Schluchseewerke im Schwarzwald, das Walchenseewerk und die Werke an der mittleren Isar, an der Ammer und am Lech in Bayern. Die Tendenz, Werke mit Speicheranlagen zu bauen, zeigt sich auch in Deutschland. Die Zusammenfassung der Wasserwirtschaft und der Energieversorgung grosser Gebiete wird besonders durch das Badenwerk, das Bayernwerk und die Sächsischen Werke erreicht, woraus sich grössere Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit der Energieversorgung ergeben. Auch diese Bestrebungen kommen an der Ausstellung zum Ausdruck. Erwähnt sei noch das Modell eines Gittermastes mit drehbaren Traversen des Badenwerkes. In der grossen Maschinenhalle (Halle IV) sind die privaten deutschen Aussteller zu einer Gruppe vereinigt (Fig. 2). Allgemeine

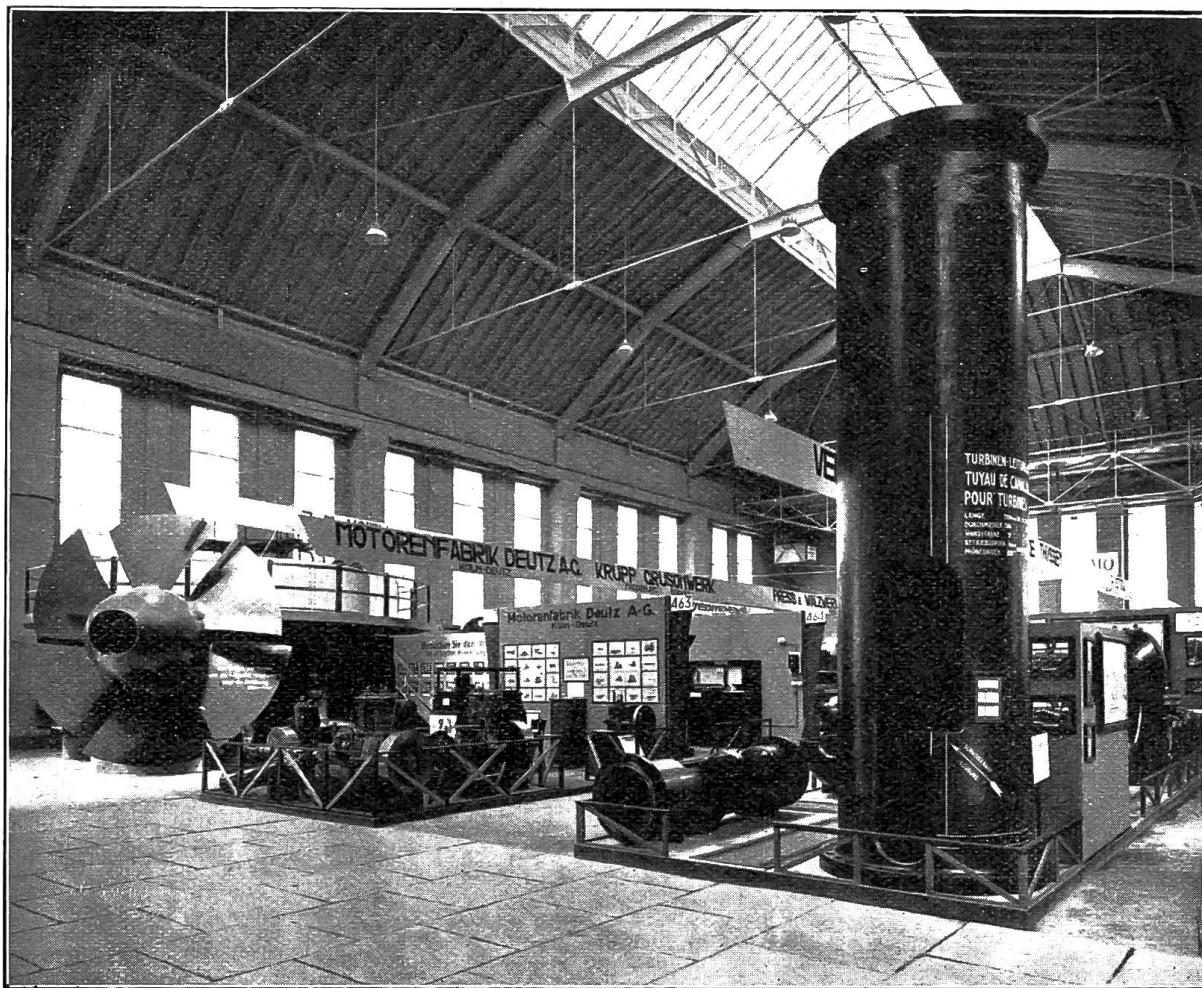


Fig. 2.  
Deutsche Ausstellungsgruppe.

Aufmerksamkeit erregt durch ihre grossen Abmessungen die Propellerturbine von *Voigt-Heidenheim*, sie ist zur direkten Kupplung mit einem Generator im Kraftwerk Donau-Kachlet bei Passau bestimmt. Das Laufrad besitzt 6 feststehende, der Leitapparat 24 verstellbare Schaufeln. Die technischen Daten sind folgende: 9320 PS Leistung bei 9,2 m Gefälle,  $Q = 92,4 \text{ m}^3/\text{sec}$  und  $n = 75$  Touren/min. Das Gewicht der Turbine beträgt 160 t, wovon 22 t auf das Laufrad entfallen, dessen Außen-durchmesser 4600 mm beträgt. Von der deutschen Schwerindustrie stellen die *Mannesmannröhrenwerke - Düsseldorf* und die *Press- und Walzwerke - Reisholz* nahtlos gezogene Hochdruckleitungsrohre und Behälter für alle Zwecke aus. Die bandagierten Rohre von Mannesmann sind bei 200 at Prüfdruck für einen Betriebsdruck

von 100 at bestimmt. Die *Thyssen-Hütte - Mühlheim* zeigt als Spezialität mit Wassergas geschweißte Turbinenleitungsrohre, Hosenrohre, Krümmer und Verbindungs-muffen. Die Verbindungsstellen werden im Schnitt gezeigt, die Schweißnähte durch Aetzung kenntlich gemacht. Beigegebene mikro-metallographische Aufnahmen zeigen das gute Gefüge der Schweißnaht. Besonders bemerkenswert ist eine teilweise aufgeschnittene Hochdrucktrommel, welche mit Wassergas geschweisst und durch ein besonderes Vergütungsverfahren spannungsfrei und alterungssicher gemacht wird, womit eine Gütezahl von 97% für die Schweißnaht erreicht werden soll. Bei 88 mm Wandstärke ist die 10 t schwere Trommel für einen Dampfdruck von 100 at bestimmt und wurde mit 260 at geprüft. Die *Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg* führt betriebsfähige Modelle von Walzen- und Schützenwehren vor, während *Krupp-Magdeburg* Diapositive von ausgeführten Anlagen zeigt. Bei der *Dortmunder-Union* sind Profileisen nach Larssen für Spundwände und die dazugehörigen Pfahlzieher, sowie Unterwasserschneidapparate zu sehen, bei welchen die Wasserstoff-Flamme durch einen Pressluftmantel geschützt wird. *Bopp & Reuther - Mannheim* stellen eine Venturimessvorrichtung aus, bei welcher die parabolisch geformte Messdüse, mit welcher ein auf  $\pm 2\%$  genaues Ergebnis erreichbar ist, im Schnitt gezeigt wird. Zwölf solcher Messeinrichtungen mit lichten Weiten bis 1500 mm sind im Kraftwerk Wäggital aufgestellt. Zum Schlusse darf bemerkt werden, dass die grosse deutsche Abteilung in ihrer Gesamtheit einen schön geschlossenen Charakter aufweist.

Ebenso einheitlich steht die Ausstellung *Italiens* da. Im westlichen Saale des 1. Stockes der Halle I bieten die zahlreichen italienischen Elektrizitätswerke durch Zeichnungen, Diapositive, Photographien, Modelle und Diagramme ein umfassendes Bild der hohen Entwicklung, welche die Wasserkraftnutzung bei unserem südlichen Nachbarn erreicht hat. Hervorheben möchten wir die beiden Karten, welche die Entwicklung der Kraftwerke seit 1895 bis 1925 in Abständen von 5 Jahren durch Aufleuchten von Lichtpunkten und den Ausbau der Uebertragungsleitungen 1900 und 1925 analog kennzeichnen. Ferner sei auf die Beteiligung der italienischen Schwesterverbände, der *Assoc. Elettrotecnica Italiana* und der *Assoc. Exercenti Imprese Elettriche* hingewiesen, welche ihre Aktensammlung, Zeitschriften usw. auflegen. In der Maschinenhalle sind zahlreiche Konstruktionsfirmen zu einer schönen Gruppe vereinigt. Den Eingang zur Schau flankieren 2 gewaltige Peltonturbinen. Rechts die Konstruktion von *Tosi-Legnano* für 40 000 PS,  $H = 500$  m,  $Q = 7 \text{ m}^3/\text{sec}$ . und  $n = 460$  Touren/min, sie ist mit 2 aus einem Stück bestehenden Löffelrädern versehen, während bei der Ausführung von *Riva-Mailand* mit 2 Düsen und einem Laufrad, dessen Schaufeln aufgesetzt sind, eine Leistung von 35 000 PS bewältigt wird. Diese Turbine, wie auch die geschweißten Rohre der Firma *Togni - Brescia* mit 1800 mm lichter Weite sind für das Kraftwerk „Mese“, südlich des Splügenpasses bestimmt, welches ein Gefälle von 750 m ausnützt. Die Firma zeigt ferner ein 13 t schweres Gehäuse zu einem Absperrventil mit 2100 mm lichter Weite. Für die Erzeugnisse von *de Pretto - Escher, Wyss - Schio* zeugt ein schmuckes Modell im Maßstab 1 : 10 der grössten Francisturbine mit Spiralgehäuse. Bei 197 m Gefälle und  $22,5 \text{ m}^3/\text{sec}$  Wasserverbrauch und 375 Touren/min wird sie 50 000 PS leisten. Bei *Pirelli-Mailand* sieht man Kabel und Verbindungs-muffen in der Ausführung, wie sie durch den Gotthard-Tunnel verlegt wurden. Das aus der Literatur bekannte 130 000 V-Bleikabel mit Endverschluss und Verbindungsstelle interessiert durch seinen Aufbau. Auf einer Eisendrahtspirale, innerhalb welcher Oel längs des ganzen Kabels zirkulieren kann, befindet sich die Seele aus Kupfer. Darüber folgen die Papierisolation und der Bleimantel. Für das Oel, welches sich bei der Belastung und Erwärmung des Kabels ausdehnt, sind in den Endverschlüssen Ausdehnungsgefässe eingebaut. Bei der *Soc. Instrumenti di Misura C. G. S.-Monza* ist uns eine Anordnung zweier registrierender Wattmeter aufgefallen, welche durch feine Ketten ihre Ausschläge auf ein drittes Instrument übertragen, so dass dort die Summe registriert wird. Verdankenswert ist die lebhafte Beteiligung der Italienischen Staatsbahn an der Ausstellung. Neben einer dreipoligen

Trenner- und Oelschaltergruppe mit Motorfernantrieb für 75 000 V und 350 A und einem Flüssigkeitswiderstand für Lokomotiven, welcher von einem Wattmeter mittels Druckluft automatisch reguliert wird und 1200 l Sodalösung enthält, seien besonders die drei Lokomotiven und die fahrbare Transformatorenstation (Fig. 3) erwähnt.

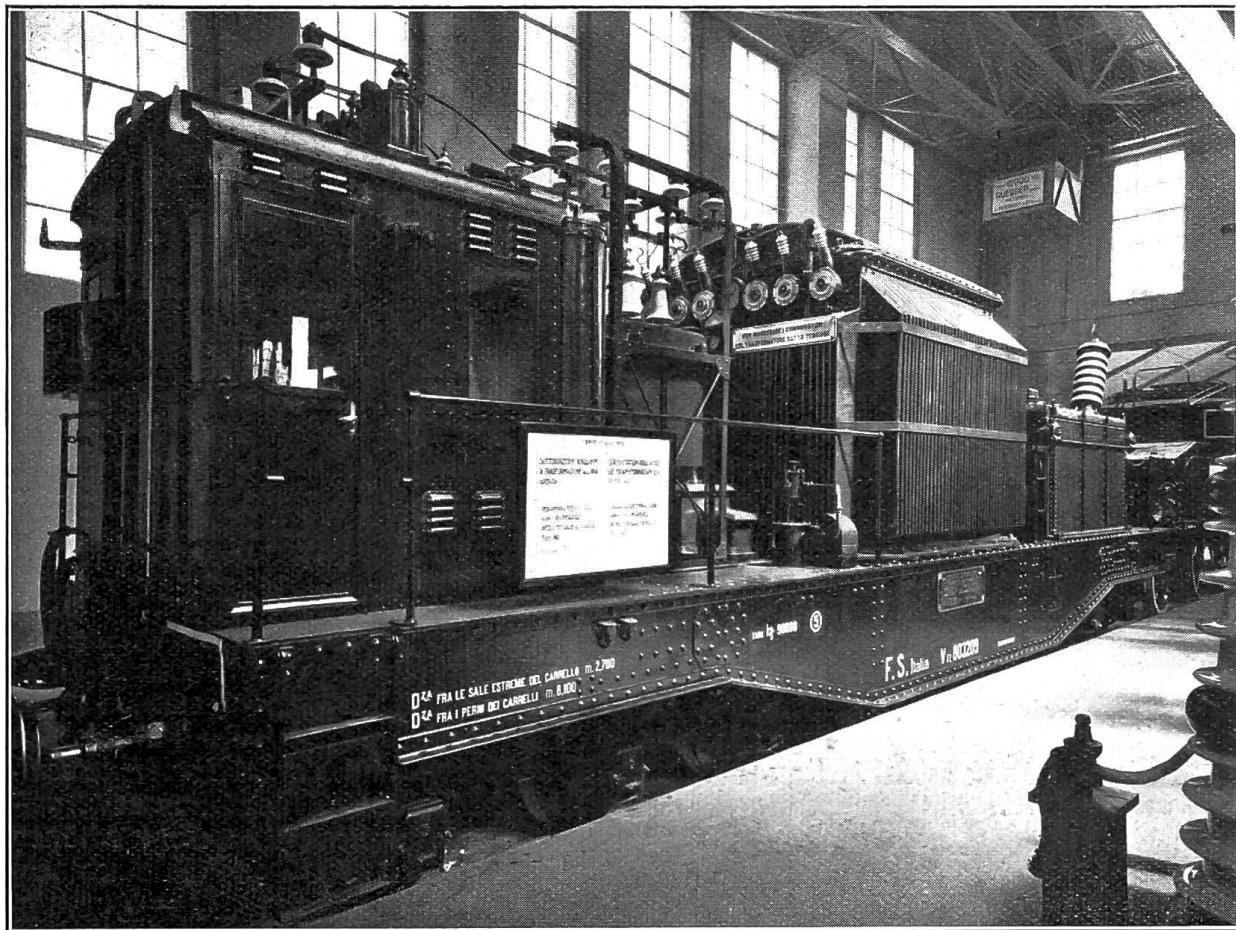


Fig. 3.  
Fahrbares Unterwerk der Italienischen Staatsbahnen.

Eine Lokomotive des *Tecnomasio Brown, Boveri - Vado Ligure* ist für 2000 kW bei 3600 V Drehstrom von  $16\frac{2}{3}$  Perioden gebaut und weist als wirtschaftliche Geschwindigkeitsstufen 37,5, 50, 75 und 100 km/h auf. Ihr Gewicht beträgt 91 t. Die Bestrebungen der italienischen Staatsbahnen gehen dahin, für ihre Linien, wie für die allgemeine Elektrizitätsversorgung, Drehstrom von 45 Perioden zu verwenden. Eine weitere Lokomotive von 91 t der obgenannten Firma und eine solche von *Ernesto Breda - Mailand* von 94 t sind bei gleicher Leistung für 10 000 V und Drehstrom von 45 Perioden gebaut. Alle drei Maschinen haben die Achsfolge 1 D 1 und besitzen tiefliegende Triebmotoren und Kandorahmen.

Eine eingehendere Beschreibung verdient die fahrbare Transformatorenstation (von welchen die Italienische Staatsbahn ca. 30 Stück besitzt), welche als Ersatz dient bei Störungen in den stationären Unterwerken oder gegebenenfalls bei Ueberbelastung einspringen kann. Die Unterstation wiegt insgesamt 90 t, wovon 26 t auf das Gestell mit seinen 2 dreiachsigen Drehgestellen entfallen. Die totale Länge beträgt 13 800 mm, die übrigen Dimensionen sind dem Lichtraumprofil angepasst. Die Leistung der Station beträgt 2250 kVA, wie diejenige der Unterwerke der Staatsbahn auf ihrem Netz für 3000 V und  $16\frac{2}{3}$  Perioden. Ihre wesentlichen Bestandteile sind ein Hochspannungsölschalter, ein Transformator, ein Niederspannungs-

ölschalter und eine geschlossene Bedienungskabine. Der Hochspannungsölschalter besteht aus 3 einpoligen Schaltern für 102 600 V mit Mehrfachunterbrechung und kann 75 000 kVA abschalten. Als Ueberstromschutz sind Maximalstromrelais mit Zeitverzögerung eingebaut. Er wird mit Motorferntrieb oder von Hand betätigt. Der Drehstromtransformator besitzt natürliche Oelkühlung und ist oberspannungsseitig für 102 600 V im Stern und für 59300 V im Dreieck, unterspannungsseitig im Dreieck für 3700 V bzw. 4466 V geschaltet. Der Transformator ist während 10 Minuten mit 100%, während 30 Minuten mit 50% und dauernd mit 15% überlastbar. Des beschränkten Raumes wegen ist sein Deckel als Oelkonservator ausgebildet.

Bemerkenswert sind auch die Durchführungen der Oberspannungsseite in den Transformator. Die 3 flexiblen Leiter sind gegen die Wandungen des Schalters und Transformators durch Rohre isoliert. Ihre Verbindung geschieht in 3 kleinen, ölfüllten Metallgehäusen, welche mit beiden Kästen fest verbunden sind. Sie sind in dem engen Raum zwischen Schalter und Transformator untergebracht und vermeiden den Aufbau von 6 weiteren 100 kV Durchführungen, für welche der erforderliche Raum fehlt. Der Oelschalter auf der Unterspannungsseite kann von Hand oder mit Motorferntrieb betätigt werden. Zu der Bedienungskabine sind alle zur Schaltung und Kontrolle der Unterstation erforderlichen Organe und Instrumente eingebaut. Auf dem Dache sind die Messwandler für die abgehenden Linien ersichtlich. Die ausgestellte fahrbare Transformatorenstation stammt aus den *Officine di Savigliano-Turin*.

Die französische Ausstellung befindet sich im westlichen Teil der Halle I. Als klassisches Beispiel wie innig die Binnenschiffahrt mit der Wasserkraftnutzung verbunden ist, können die Projekte für die Schiffbarmachung der Rhone von Genf bis nach Marseille angesehen werden, welche von den *Handelskammern von Lyon und Marseille* ausgestellt werden. Der Ausbau in dem vorgeschlagenen Sinne mit



Fig. 4.  
Aus der französischen Abteilung.

Seitenkanälen ist nur möglich, wenn beiden Interessen genügt wird und vor allem, wenn von beiden Seiten die ausserordentlich hohen Kosten bestritten werden. Ein weiteres Werk, welches die Schweiz und Basel besonders interessiert, bringen die *Société des Forces Motrices du Haut-Rhin* zur Darstellung: Das Kembser Kraftwerk, welches die Isteiner Schwelle durch einen 5,6 km langen Kanal abschneidet, den Rhein um 13,5 m bis Basel höher staut und bei  $830 \text{ m}^3$  Wasser pro Sekunde eine Leistung von 120 000 PS abgeben wird. Das *Ministerium für öffentliche Arbeiten* stellt neben Plänen und Modellen von Staumauern und Kraftwerken ein solches der staatlichen Freiluft-Transformatorenstation von Landres aus, deren Ausbau von 200 000 kVA auf 500 000 kVA vorgesehen ist. Mit 6 Linien zu 120 kV, 8 zu 65 kV, 5 zu 30 kV und 5 zu 17 kV ist diese Station ein wichtiger Knotenpunkt der Energieversorgung von Nordostfrankreich. Für den Stand der Elektrifikation der französischen Bahnen zeugen die ausgestellten Karten, Pläne, Photographien und Modelle der *Société des Chemin de fer du Midi* und der *Société des Chemins de fer de Paris à Orléans*. Die *Société Alsacienne - Belfort* zeigt eine dreipolige Oelschaltergruppe, Masttransformatoren für 15 000 V/220 V und Durchführungen für sehr hohe Spannungen. Für den Stand der *Ateliers de Delle - Paris*, der *Société Savoisiennes - Aix-les-Bains* und der *Cie. Electrocéramique - Jvry* lassen wir Fig. 4 sprechen. In der Maschinenhalle zeigen die *Forges et Atel. de Constr. Electr. de Jeumont* eine elektrische Treidellokomotive, welche mit 600 V Gleichstrom betrieben, bei 16 PS Leistung 3,6 km pro Stunde zurücklegt. Ihr Gewicht beträgt 8 t. Bei der *Société de Halage Electrique - Paris* ist auf Karten und Ansichten zu sehen, wie diese Lokomotiven in der Gegend von Douai zum Schleppen von Kähnen verwendet werden. Auf diese Weise verwertet die Schiffahrt Teile der Energie, welche in den Kraftwerken ihrer Staustufen gewonnen wird und es zeigt sich so anschaulich, wie sich Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung gegenseitig ergänzen können.

### 3. Die schweizerische Ausstellung, unter besonderer Berücksichtigung derjenigen der Elektrizitätswerke.

Die gesamte Galerie der Halle III ist mit der Ausstellung der schweizerischen Elektrizitätswerke belegt. Die fünf bedeutendsten städtischen Werke, nämlich Basel, Bern, Genf, Lausanne und Zürich stellen ihre Produktions- und Absatzbedingungen graphisch in gleicher Art und für die gleichen Zeiten dar und ermöglichen so einen interessanten Vergleich ihrer Verhältnisse. Wir geben davon einige Figuren und Tabellen hier wieder (Fig. 5 bis 14, Tabelle I und II). Die Kurven für die Leistungs-

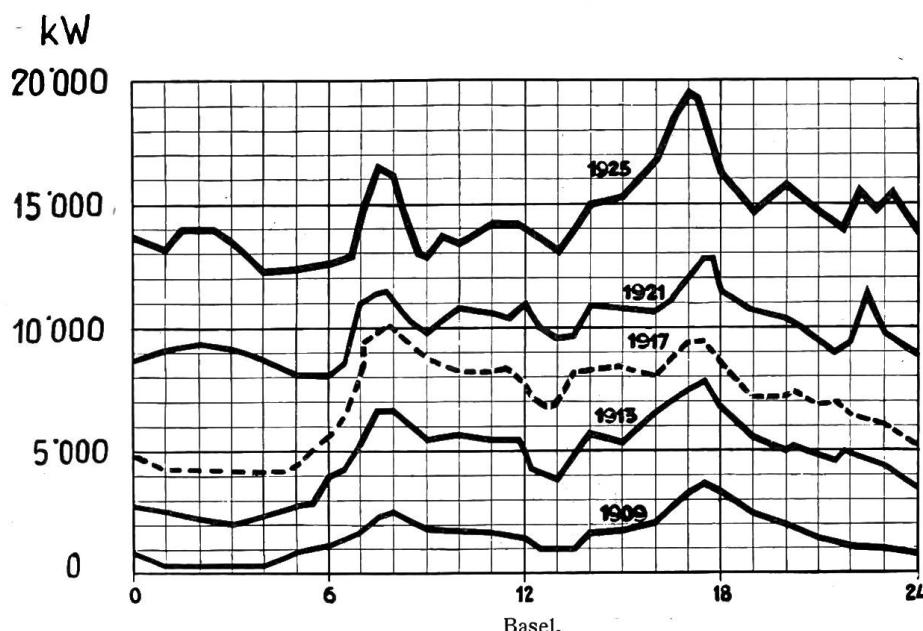


Fig. 5.  
Entwicklung der Leistungskurven an den höchstbelasteten Tagen für die Stadt Basel.

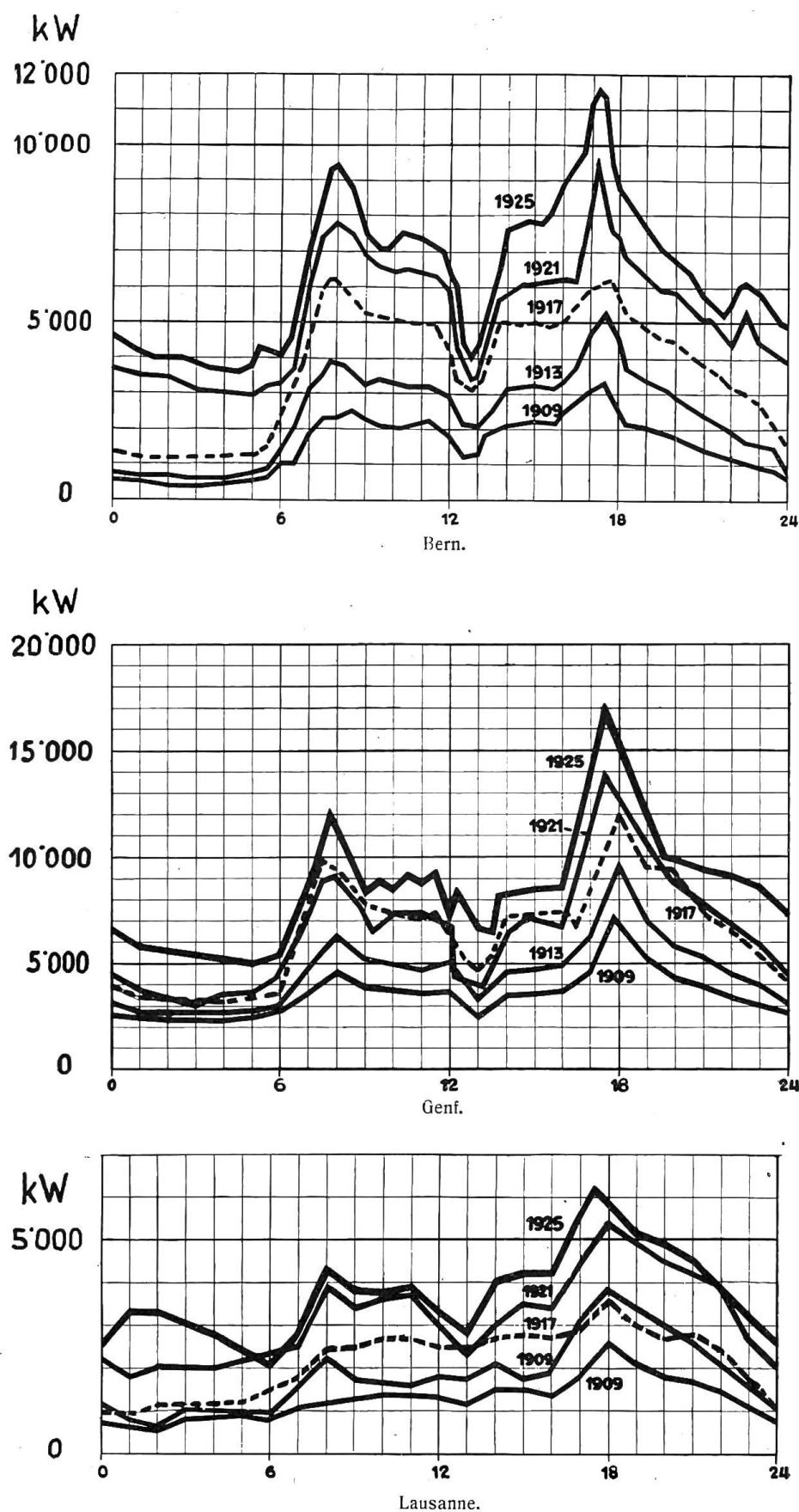
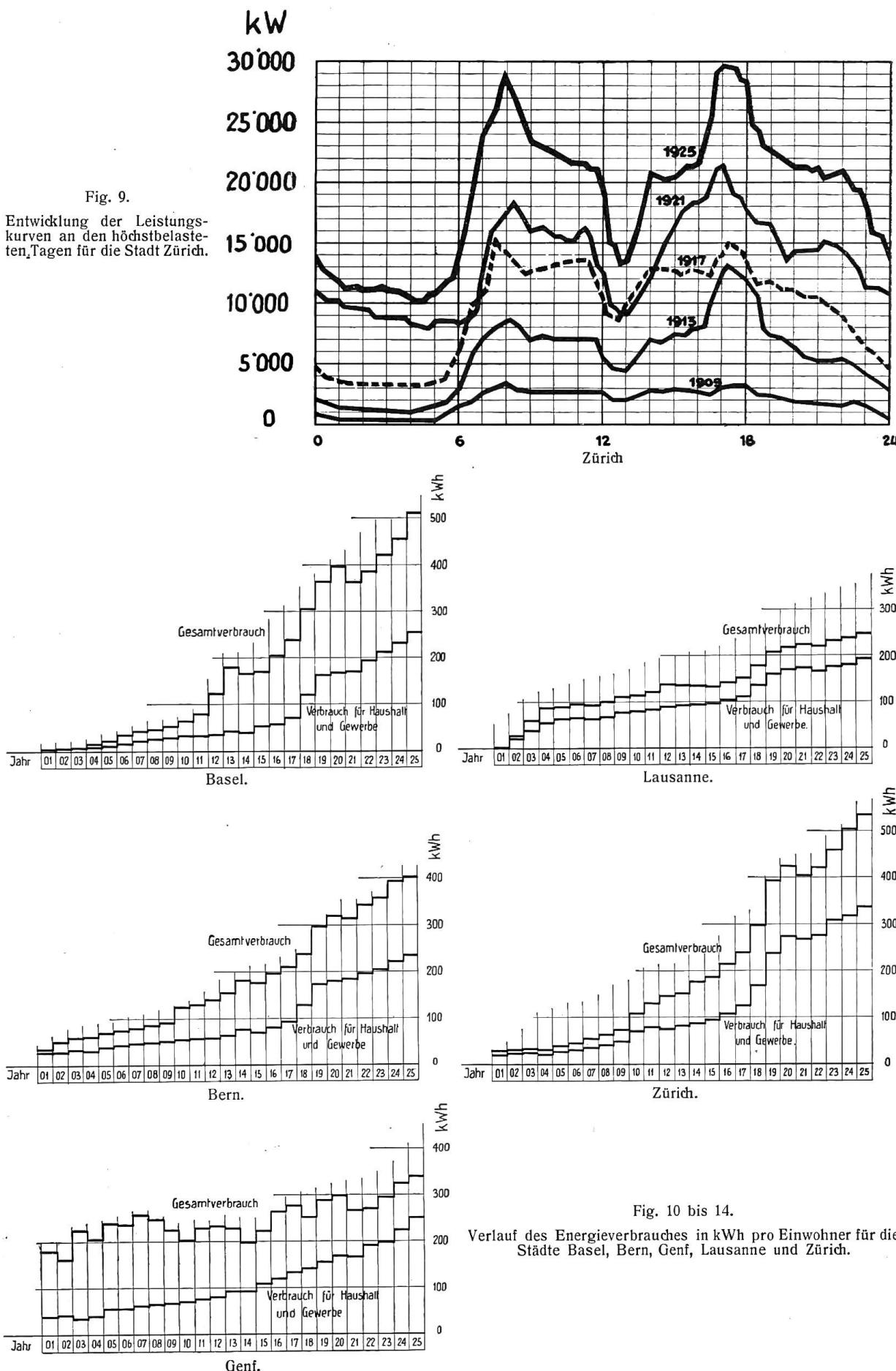


Fig. 6 bis 8.  
Entwicklung der Leistungskurven an den höchstbelasteten Tagen für die Städte  
Bern, Genf und Lausanne.



abgabe (Fig. 5 bis 9), welche einheitlich für einen Tag mit höchster Abgabe aufgenommen sind, zeigen allgemein die stetige Steigerung des Absatzes. Die Werte des Energieverbrauches pro Einwohner (Fig. 10 bis 14) zeigen ein beschleunigtes Anwachsen während des Krieges (Mangel an Kohle) und einen Rückschlag in den folgenden Krisenjahren, der aber heute bereits überwunden ist. Letztere Erscheinung betrifft fast ausschliesslich den Verbrauch der Industrie, denn die Werte für Haushalt und Gewerbe zeigen kein oder nur ein geringes Zurückgehen. Seither erfährt der Stromkonsum eine gleichmässige Zunahme. Die Werte für die Benützungsdauer in Tabelle I stellen den Quotienten aus der jährlich total abgegebenen Arbeit und der maximal abgegebenen Leistung dar und geben damit die Zeit an,

$$\text{Mittlere jährliche Benützungsdauer} = \frac{\text{Totale Produktion in kWh}}{\text{maximale Leistung in kW}}$$

Tabelle I.

	Basel	Bern	Genf	Lausanne	Zürich
Einwohnerzahl . . . . . 1901	113 190	65 160	131 524	50 666	150 547
Benützungsdauer in Stunden . . . . . 1901	1 420	2 400	4 598	670	2 360
" " " . . . . . 1905	—	2 900	—	—	2 370
" " " . . . . . 1909	2 380	2 550 <sup>1)</sup>	4 537	3 330	2 460
" " " . . . . . 1913	4 150	3 000	4 030	3 300	2 520
" " " . . . . . 1917	4 300	3 650	3 891	3 749	3 100
" " " . . . . . 1921	5 140	3 700	3 220	3 397	3 900
" " " . . . . . 1925	4 670	3 750	3 250	3 742	4 050
Einwohnerzahl . . . . . . . . . 1925	143 964	106 680	161 714	92 315	207 399

1) Ein Grossabonnent anfangs November angeschlossen.

während welcher das Werk mit der höchstabgegebenen Leistung belastet werden müsste, um die gleiche totale Energie abzugeben. Sie stellt somit ein Mass für die Ausnützung der Anlage dar, vorausgesetzt dass die maximale Leistung stets vorhanden ist. Die meisten Werke konnten eine stets ansteigende Benützungsdauer erzielen, nur dasjenige in Genf, welches früh schon sehr hohe Werte erreichte, verzeichnet einen kleineren Rückgang. Die Orte mit mehr industriellen Konsumenten weisen allgemein die höheren Werte auf. Aus den Zahlen für die mit elektrischer Energie versorgten Wohnungen (Tabelle II) erkennt man, dass in Genf und Lau-

$$\text{Verhältnis der mit elektrischer Energie versorgten Wohnungen zur Gesamtzahl der Wohnungen.}$$

Tabelle II.

	Basel	Bern	Genf	Lausanne	Zürich
Versorgte Wohnungen . . . . . 1901	%	%	%	%	%
" " . . . . . 1905	4	1,1	26	—	5
" " . . . . . 1909	5	8,0	36	—	8
" " . . . . . 1913	6	11,1	42	50,9	14
" " . . . . . 1917	8,6	25,7	61	67,0	30
" " . . . . . 1921	68	67,0	89	84,0	64
" " . . . . . 1925	91	96,7	95	92,0	96
	98	98,3	96	94,0	99

sanne schon frühzeitig die Annehmlichkeit der elektrischen Beleuchtung verbreitet war. In den übrigen Städten kam eine stürmische Entwicklung von 1913 bis 1917, wo die Gasversorgung durch die hohen Preise und die geringen Einfuhrmengen von Kohlen stark eingeschränkt werden musste. Aus den Zahlen für 1925 ersieht man, dass die allermeisten Wohnungen angeschlossen sind und auf eine Vermehrung der Abonnenten nur entsprechend dem Bau neuer Wohnhäuser gerechnet werden kann. Die Vergrösserung des Stromabsatzes ist also vor allem durch Steigerung der Bedürfnisse dieser Konsumenten möglich. Die fünf städtischen Werke, wie auch die *St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke*, die *Nordostschweizerischen Kraftwerke*, die *A.-G. Kraftwerk Wäggital*, die *Räthischen Werke*, die *Bündner Kraftwerke*, das *Kraftwerk Brusio*, das *Kraftwerk Laufenburg*, das *E. W. Olten-Aarburg*, die *Officine Elettriche Ticinesi*, die *Entreprises Electriques Fribourgeoises*, das *Elektrizitätswerk Lonza*, die *Aluminiumindustrie A.-G.* und die *A.-G. Motor-Kolumbus* stellen Bilder, Zeichnungen, Diagramme und Modelle ihrer bestehenden und projektierten Anlagen aus.

Als Beispiel eines neuen Flusskraftwerkes geben wir hier das Werk von *Chancy-Pougny* wieder, welches unter Leitung der *Schweiz. Eisenbahnbank in Basel* erbaut und 1925 in Betrieb genommen wurde (Fig. 15). Das Werk nützt das Ge-

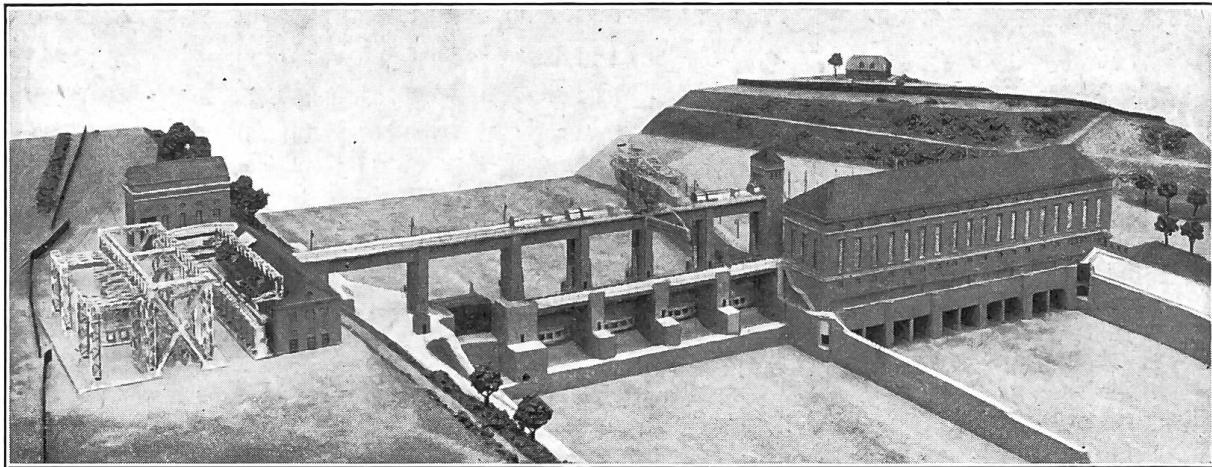


Fig. 15.  
Modell des Flusskraftwerkes Chancy-Pougny.

fälle von 8,9 bis 6,3 m der Rhone unterhalb Genf auf einer 7 km langen Strecke von La Plaine bis Chancy-Pougny aus. Die ausgenützte Wassermenge beträgt maximal  $450 \text{ m}^3$  pro Sekunde, durchschnittlich  $260 \text{ m}^3$  pro Sekunde, und die Leistung 45 000 PS. Die mögliche, mittlere jährliche Energieerzeugung beträgt 150 000 000 kWh, wovon 65 000 000 kWh konstant verfügbare Energie ist. Ein Schützenwehr von 78 m Länge, mit 4 Öffnungen und Doppelschützen und einer Schleusenöffnung von 12 m Breite steht quer zur Flussrichtung. Linksufrig (rechts im Bild) schliesst sich das 94 m lange Maschinenhaus an, welches 5 vertikalachsige Francis-Turbinen von je 9 500 PS Leistung, 88,3 Touren pro Minute und  $95 \text{ m}^3$  pro Sekunde Wasserschluckfähigkeit enthält. Das Vorbecken mit  $11\,000 \text{ m}^2$  Fläche ist gegen die Rhone durch einen 110 m langen Grobrechen parallel dem Fluss abgeschlossen. Die Feinrechen mit Rückspülung befinden sich vor jeder Turbinenkammer. Die 5 direkt mit den Turbinen gekuppelten Drehstromgeneratoren von 7 000 kVA, 11 000 V und 50 Perioden besitzen direkt aufgebaute Erregermaschinen. Das Schalthaus für den 11 000 Volt-Teil und den Kommandoraum befindet sich auf dem rechten, französischen Ufer. Die 3 Transformatorengruppen von je 14 000 kVA Leistung sind im Freien längs des Schalthauses aufgestellt und transformieren die Maschinenspannung auf 120 000 V. Sie bestehen aus je 3 Einphasentransfor-

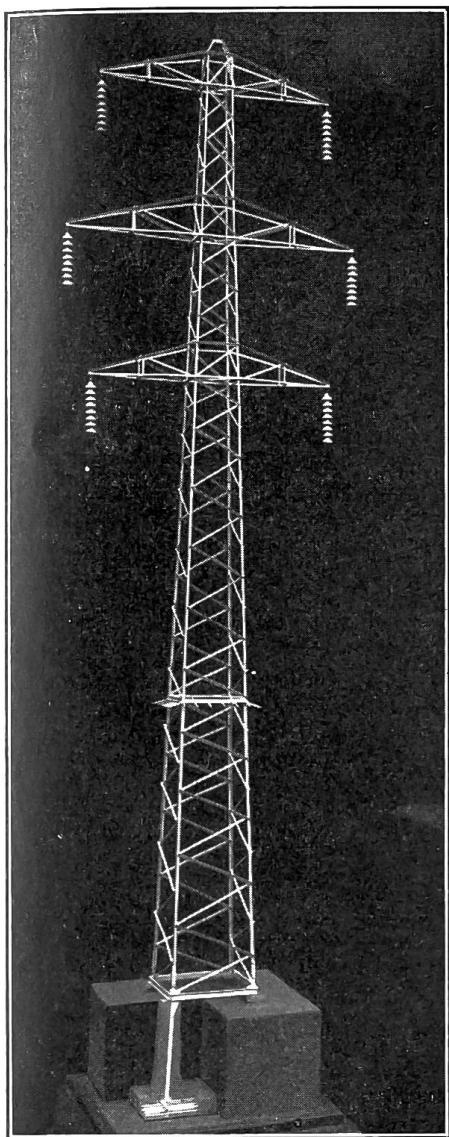


Fig. 16.

Modell eines Gittermastes der von Chancy-Pougny abgehenden Fernleitung.

bildet (Fig. 17). Hospiz und Teile der Grimselstrasse müssen verlegt werden. Durch einen 5,25 km langen Verbindungsstollen mit 2 m lichter Weite wird das Wasser in den Gelmersee geleitet, welcher direkt östlich von Händel liegt. Der Grimselsee wird bis auf Cote 1912, der Gelmersee nur bis 1852 aufgestaut, da eine weitere Erhöhung der 30 m hohen Staumauer von  $90\ 000\ m^3$  Inhalt des letzteren nicht wirtschaftlich vorteilhaft wäre. Der Grimselsee wird also den Haupt-

motoren mit Öl-Wasserkühlung, deren Unterspannungswicklungen im Dreieck und Oberspannungswicklungen im Stern geschaltet und im Nullpunkt direkt geerdet sind. Schalt-, Trenn- und Mess-einrichtungen sind als Freiluftstation ausgebildet. Fig. 16 stellt das Modell eines Gittermastes der Fernleitung dar, über welche die Energie in das Netz der „Société l'Energie Electrique Rhône et Jura“ geleitet wird und welche im Bulletin schon beschrieben wurde<sup>3)</sup>). Interessant ist die Art der Fundierung des Mastes.

Als wichtigstes im Bau befindliches Werk in der Schweiz darf das *Kraftwerk Händel* der *Kraftwerke Oberhasli A.-G.*, welches in Basel auch dargestellt ist, angesprochen werden. Das von den *Bernischen Kraftwerken* aufgestellte Projekt<sup>4)</sup> sieht für die Ausnutzung des Gefälles der Aare im Oberhaslital einen dreistufigen Ausbau vor, bei welchem das im Grimsel- und Gelmersee gespeicherte Wasser nacheinander in den Kraftwerken *Händel* (100 000 PS bei 540 m Gefälle), *Boden* (88 000 PS bei 408 m Gefälle) und *Innertkirchen* (56 000 PS bei 241 m Gefälle) ausgenützt wird. Das Einzugsgebiet des Kraftwerkes Händel beträgt  $111,5\ km^2$  und liefert 210 Mill.  $m^3$  Wasser zur Erzeugung gleichmässiger Jahresenergie. Für Boden und Innertkirchen erhöht sich die Zahl auf 232 bzw. 255 Mill.  $m^3$  pro Jahr und damit wird die Netto-Energieproduktion bei vollem Ausbau aller drei Werke 223 bzw. 190 und 125 oder total 538 Mill. kWh pro Jahr loko Innertkirchen in 150 kV Spannung gemessen, betragen.

Im Bau begriffen sind die Anlagen für das Kraftwerk Händel. Beim Grimselhospiz wird die Aare durch zwei Staumauern von 100 m und 30 m Höhe und einer Kubatur von 340 000 und 66 000  $m^3$  gestaut, so dass sie einen 5,5 km langen See von  $2,5\ km^2$  Oberfläche mit 100 000 000  $m^3$  Nutzhinhalt

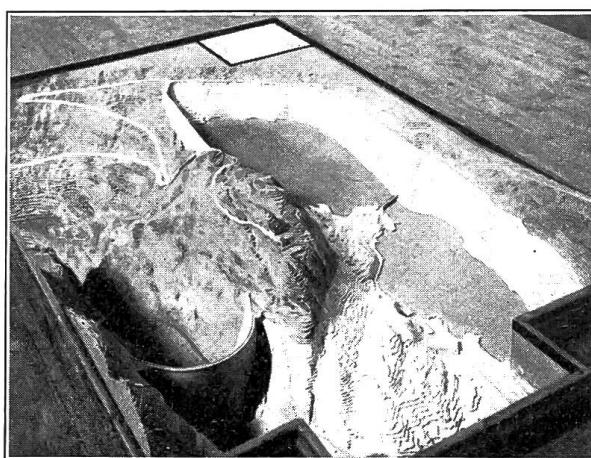


Fig. 17.

Modell der Anlagen auf der Grimselpasshöhe.

<sup>3)</sup> Siehe Bulletin 1926, No. 3.

<sup>4)</sup> Das im Bulletin S.E.V. 1921, No. 8, behandelte Projekt von Prof. Narutowicz von 1920, welches zwei Stufen vorsah, wurde somit aufgegeben.

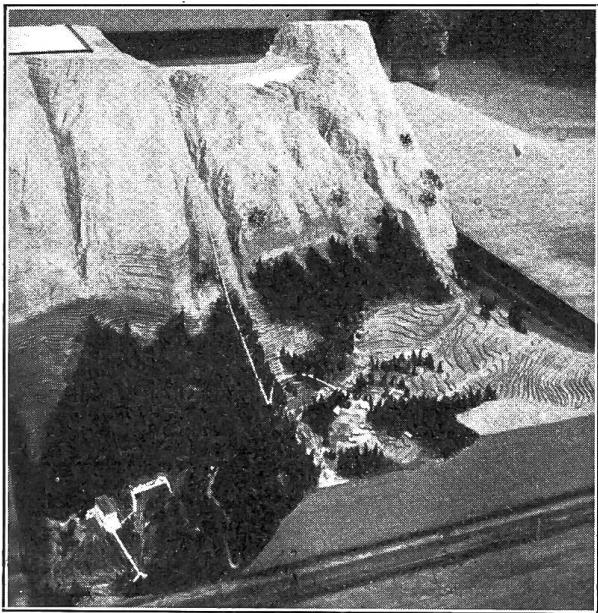


Fig. 18.

Modell der Anlagen am Gelmersee und des Werkes Handeck.

tannen erfolgt der Transport wegen der Lawinengefahr durch Kabel, welche in einem begehbarer Kabelgang verlegt sind. Dieser bildet im Winter auch einen sicheren Zugang zum Kraftwerk Handeck.

Als drittes Werk soll das erst im Projekt vorliegende *Kraftwerk Andermatt* der *Centralschweizerischen Kraftwerke A.-G., Luzern (C.K.W.)* beschrieben werden.

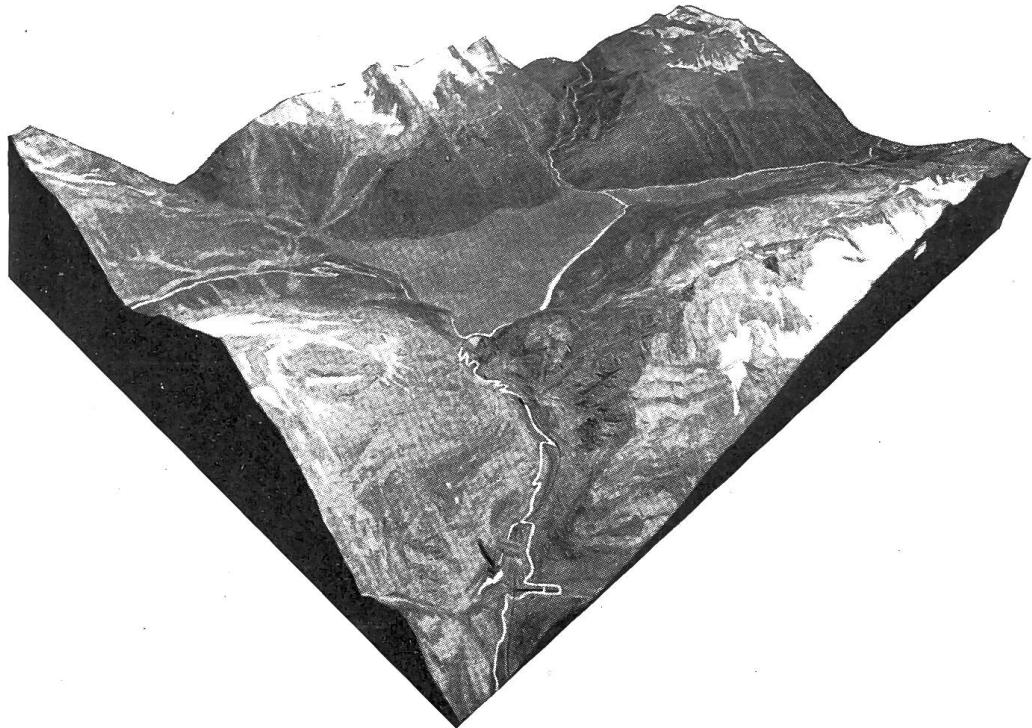


Fig. 19.

Modell des projektierten Kraftwerkes Andermatt mit Stausee im Urserental.

Die Schweizerischen Bundesbahnen sind Inhaber der Konzession aller Reusswasserkräfte von Andermatt bis Amsteg. Davon haben sie die Stufe Amsteg ausgebaut,

speicher bilden und sein Abfluss in den Gelmersee wird durch eine auf dessen höchst zulässigen Seespiegel eingestellte automatische Fernsteuerung der Anschlussorgane reguliert werden. Vom Gelmersee (Fig. 18) führt ein im Gebirge verlaufender, gepanzerter Druckschacht von 2 bis 2,2 m Durchmesser und ca. 1 km Länge zum Kraftwerk Handeck, welches direkt unterhalb dem bekannten Wasserfall liegt. Es wird 4 vertikalachsige vierdüsige Freistrahl-Turbinen von je 25 000 PS Leistung und 500 Touren pro Minute aufnehmen, jeder der direkt mit den Turbinen gekuppelte Drehstromgeneratoren von 25 000 kVA Dauerleistung und 7500 V Spannung bildet mit seinem Transformatormit einer Einheit und liefert Energie mit 50 kV in die Uebertragungsleitung nach Innertkirchen, wo sie zum Transit ins Unterland auf ca. 150 kV hinauftransformiert wird. Von Handeck bis Gut-

während die Stufen Wassen und Göschenen als Flusskraftwerke gedacht, erst gebaut werden sollen, wenn der Bahnbetrieb ihre Energie benötigt. Die C.K.W. schlagen einen Ausbau mit Akkumulierung für Winter- und Spitzenergie vor. Durch eine günstig gelegene Staumauer beim Urnerloch würde die Reuss auf Cote 1520 m ü. M. (Andermatt 1435 m ü. M.) gestaut, wodurch im Urserental ein See von 280 Mill. m<sup>3</sup> Fassungsraum und 560 ha Fläche entstehen würde. Dies bedingt eine Verlegung der Dörfer Andermatt und Hospental, der Oberalp-, Gotthard- und Furkastrasse, sowie der Oberalp-, Furka- und Schöllenenbahn. Durch einen Stollen würde ein Teil des Wassers der Göschenen Reuss bei Cote 1540 m ü. M. gefasst und in den See geleitet und damit das Einzugsgebiet auf 241,5 km<sup>2</sup> erhöht. Nach Abzug der möglichen Verluste ergibt sich eine Jahresabflussmenge von 413 Mill. m<sup>3</sup> netto, welche sich zu 344 Mill. m<sup>3</sup> auf das Winterhalbjahr und zu 69 Mill. m<sup>3</sup> auf das Sommerhalbjahr verteilen lässt. Dies ergibt im vorgesehenen Werk Göschenen eine mögliche 24stündige Energieabgabe von 258 Mill. kWh im Winter und 56 Mill. kWh im Sommer, bzw. im Werk Wassen 179 Mill. kWh und 145 Mill. kWh. Das bestehende Werk Amsteg gewinnt dabei durch die vermehrte Wasserabgabe im Winter (18 m<sup>3</sup>/sec 24stündig) 155 Mill. kWh. Von den baulichen Anlagen seien genannt: der Druckstollen, 2,6 km östlich der Schöllenen vom Stausee zum Wasserschloss, 400 m oberhalb Göschenen. Kraftwerk Göschenen für 300 000 PS (auf Cote 1100 m. ü. M.) Ausgleichsbecken Göschenen von 1,5 Mill. m<sup>3</sup> Inhalt beim Zusammenschluss von Andermatt und Göschenen Reuss, welches auch als Wasserfassung für das Kraftwerk Wassen dient. Dieses ist für 60 000 PS Dauerleistung vorgesehen, während das Werk Andermatt ein ausgesprochenes Spitzenkraftwerk darstellt.

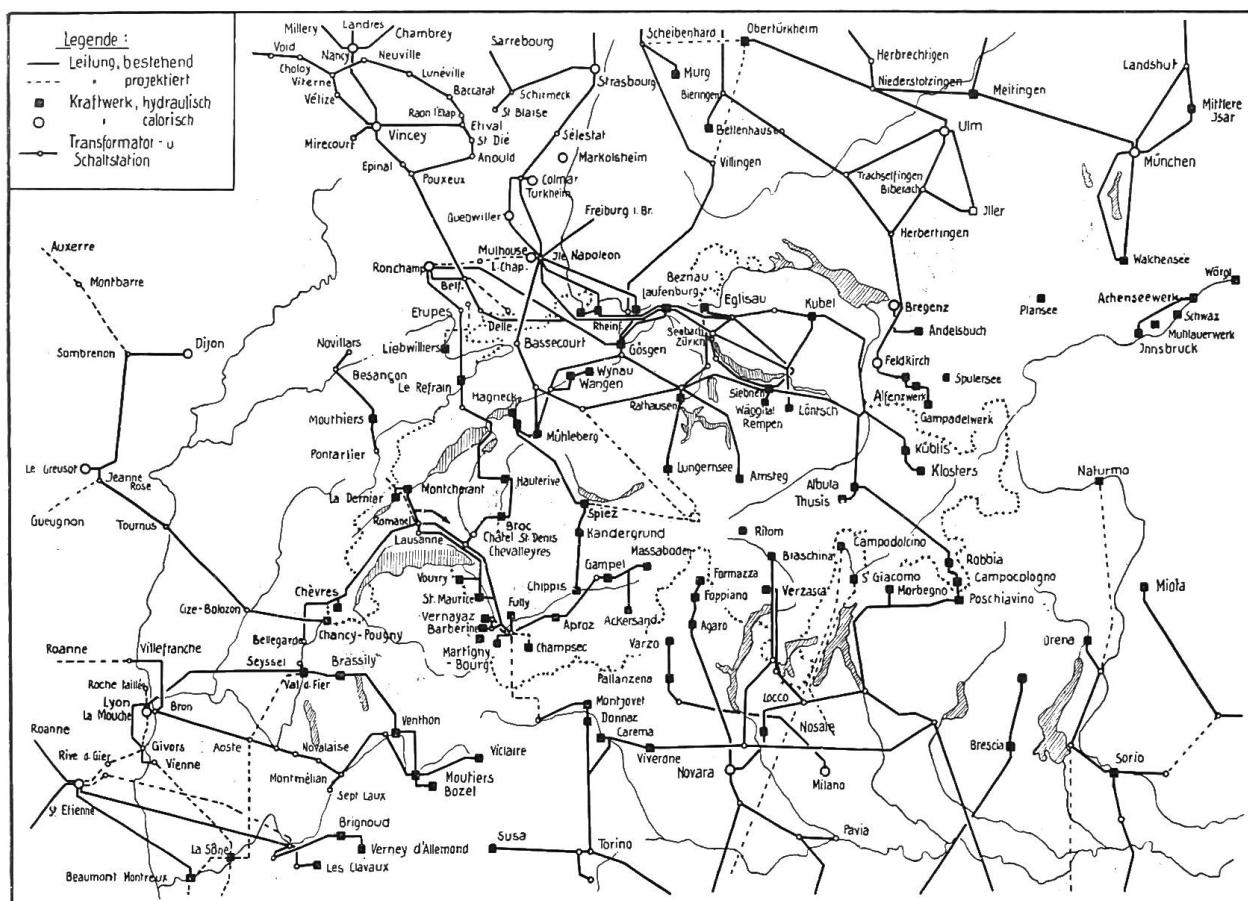


Fig. 20.

Karte der wichtigsten elektrischen Verbindungsleitungen der Schweiz und der angrenzenden Gebiete der Nachbarstaaten.

Die beiden grossen schweizerischen Gesellschaften für die Vermittlung und den Transport von elektrischer Energie, die *Schweizerische Kraftübertragung A.-G.* und die *S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse* stellen auf einer Karte an der nördlichen Stirnwand der Halle III das Netz der wichtigsten Verbindungsleitungen in der Schweiz und im nahen Ausland dar, welche wir in Fig. 20 wiedergeben. Daneben sind Darstellungen ihrer Anlagen zu sehen.

Die Ausstellung des *Elektrizitätswerkes Basel*, eines mit Wasser betriebenen Modells eines Hochdruckkraftwerkes und eines Niederdruckkraftwerkes gleicher Leistung nebst Erläuterungen dazu, zeigt dem Laien in anschaulicher Weise den Einfluss von Wassermenge und Gefälle auf die Leistung.

Besonders hingewiesen sei auf das auf der Galerie von Halle II etwas versteckt „aufgestellte“ 26 m lange vorzügliche Bild der Rheinstrecke Bodensee-Basel, welches aus 750 Fliegeraufnahmen zusammengesetzt ist und für den Betrachter in der Grösse erscheint, wie die Landschaft aus 3000 m Höhe. Sämtliche projektierten Anlagen sind eingezeichnet und ermöglichen einen Ueberblick über die vielbesprochene Strecke bei ihrem Vollausbau. Der Bau der konzidierten und zur Konzession angemeldeten Kraftwerke Reckingen, Dogern und Ryburg-Schwörstadt wird einen weiteren Schritt zur Schiffsbarmachung der Rheinstrecke Bodensee-Basel bilden.

In der Halle III wird man, einer betriebsmässig montierten Fahrleitungsanlage (Fabrikat Kummler & Matter-Aarau) der Schweizerischen Bundesbahnen (S. B. B.) folgend, in einen Tunnel geführt, in dessen Dunkel die zahlreichen, guten Diaposi-

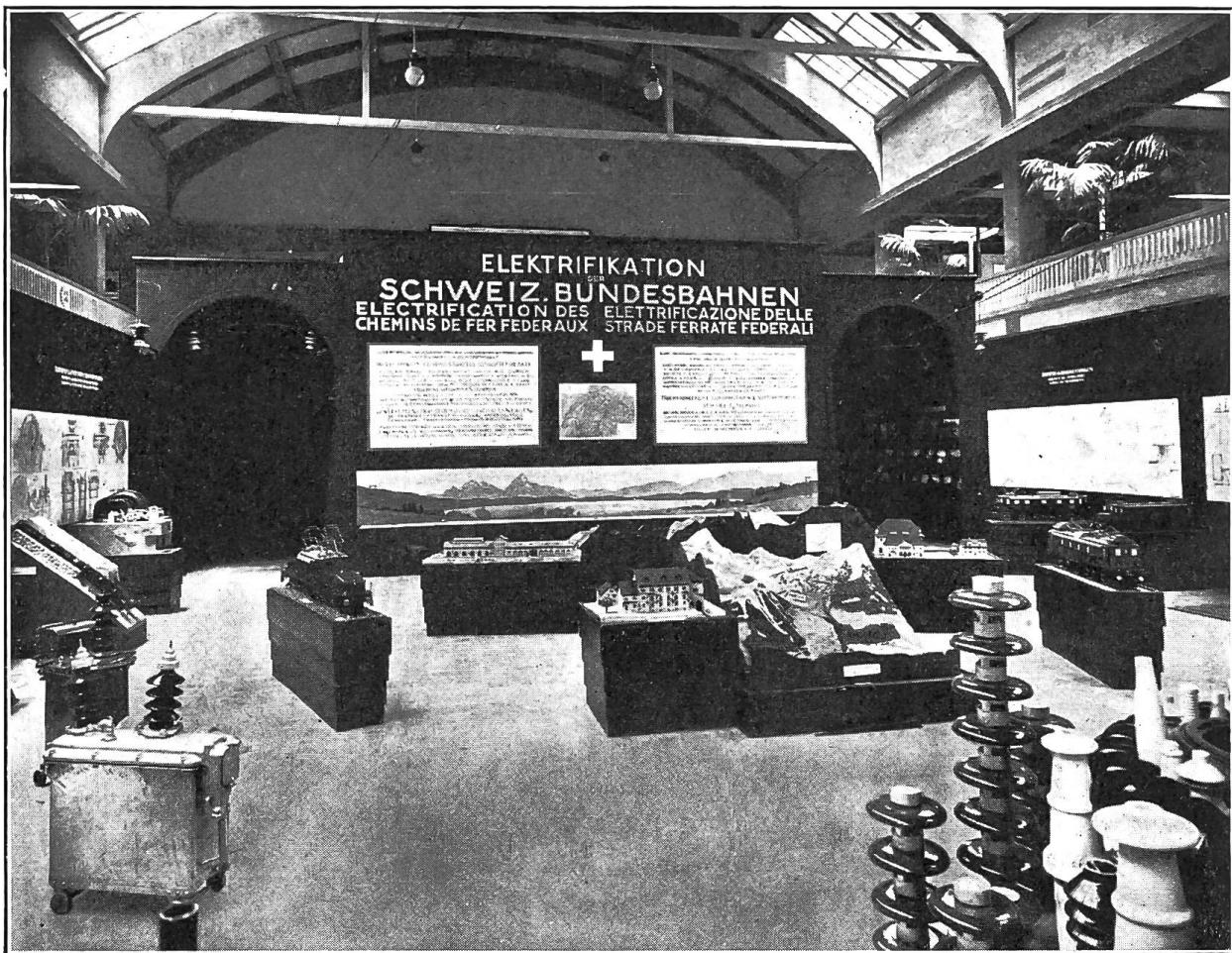


Fig. 21.  
Blick in die Ausstellungshalle der Schweizerischen Bundesbahnen.

tive, welche Aufschluss über die Elektrifikation der S. B. B. geben, wirkungsvoll erscheinen. Ferner hat man hier Gelegenheit, den Führerstand einer Lokomotive zu betrachten, so der Blick nicht zum Fenster desselben hinaus auf das 11 m lange und 9 m breite Diorama gezogen wird, welches den Ausblick von Giornico auf die Biaschinaschlucht und die dortige Entwicklung der Gotthardbahn wiedergibt. Vor dem Diorama haben zahlreiche Modelle von Kraft- und Unterwerken, Wasserfassungen, Stollen, Maschinen, Leitungen und Lokomotiven Platz gefunden (Fig. 21). Eine Gruppe von Isolatoren der *Porzellanfabrik Langenthal* und Transformatoren von *Moser, Glaser-Basel* zeigen Erzeugnisse, welche diese Firmen den S. B. B. liefern. Ein bemerkenswertes Modell des Buchli-Einzelachsantriebes von Brown, Boveri & Co. dient der Erklärung desselben. Es kann in langsame Drehung versetzt werden und dabei können durch die einzeln aufwärts und seitlich beweglichen Schienen die Einwirkung der Stöße des Schienenoberbaues auf die Räder nachgeahmt, wie auch das Spiel der Uebertragungsorgane, betrachtet werden. Oestlich der Halle III stehen im Freien, auch von der S. B. B. ausgestellt, drei uns bekannte Lokomotivtypen: die Güterzugslokomotive Ce 6/8<sup>III</sup> (1 - C C - 1) der Maschinenfabrik Oerlikon mit 129 t und 1700 PS Dauerleistung, die Schnellzugslokomotive Ae 3/6<sup>III</sup> (1 - C - 1) der Ateliers de Sécherons-Genf mit 82,5 t und 1440 PS Dauerleistung, und die Schnellzugslokomotive Ae 3/6<sup>I</sup> (2 - 3 A - 1) von Brown, Boveri & Co.-Baden mit 92 t und 1740 PS Dauerleistung.

Den Privatausstellern der Schweizerindustrie ist die westliche Hälfte der Maschinenhalle (IV) zugewiesen worden. Wir durchgehen sie in der Reihenfolge der Standnummern. Bei *Carl Maier-Schaffhausen* (Fig. 22) wird die

Aufmerksamkeit auf 2 einpolige Freiluft-Oelschalter mit Motorfernsteuerung für 500 000 kVA Abschaltleistung bei 150 000 V gelenkt, wie sie im Unterwerk Kerzers der S. B. B. für Drehstrom in Dreiergruppen aufgestellt werden, wo damit 800 000 kVA geschalten werden können. In den

Durchführungen wird nicht Oel, sondern eine Eingussmasse verwendet. Für das gleiche Unterwerk sind die aufgestellten Trenner für 150 000 V bestimmt, bei welchen bei der Betätigung die eingelegten Mes-

ser automatisch festgeklemmt werden und einen guten Kontakt bewirken. Im Schaltzelt für das Kraftwerk Vernayaz ist uns die übersichtliche Leitungsführung aufgefallen. Trüb-Täuber-Zürich bilden die Rückwand ihres Standes als Schalttafel aus, was ihnen

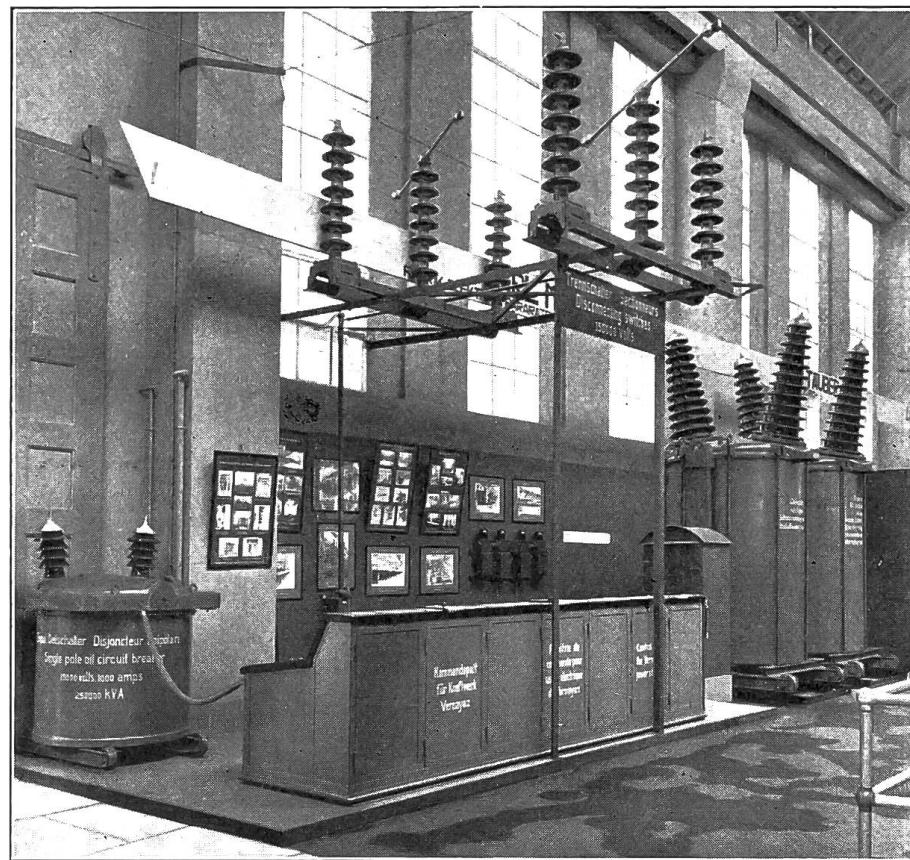


Fig. 22.  
Stand der Firma Carl Maier & Co., Schaffhausen.

Gelegenheit gibt, ihre bekannten Instrumente aller Art zur Geltung zu bringen. Interessant ist das statische Voltmeter für Spannungen bis 350 000 V, dessen Messystem in eine der beiden Elektroden eingebaut ist. Prinzipiell lehnt es sich an die Thomsonsche Spannungswage an. Eine in Richtung der Achse bewegliche kleine Elektrode wird durch die gegenüberstehende Elektrode entsprechend der Höhe der angelegten Spannung angezogen und überträgt ihre Bewegung auf das Zeigersystem. Die beiden grossen Elektroden verhindern störende Felder, ihre Form hängt von der zu messenden Spannung ab. Bei *Landis & Gyr-Zug* möchten wir aus der grossen Zahl der ausgestellten Zähler eine Kombination von zwei Kilowattstundenzählern, zwei Blindverbrauchsdoppeltarif-Zählern und einem Rückwattrelais erwähnen, welcher zur Bestimmung der gelieferten Energiemengen zweier Zentralen dient, die auf die gleiche Leitung arbeiten. Bei *Sprecher & Schuh-Aarau* (Fig. 23) bildet die zweipolige Oelschaltergruppe für

Freiluftaufstellung mit Motorferntrieb den Kern des Standes. Sie ist für eine grösste Abschaltleistung von 500 000 kVA bei dreipoliger Anordnung und 87 000 V gebaut. Die druckfesten Kessel besitzen Böden und Deckel aus gepresstem Stahlblech. Für die gleiche Spannung sind die damit verbundenen Trenner für 250 A Nennstrom bestimmt. Die 4 Porzellan-Elemente jeder Isolatorsäule stammen aus der Porzellanfabrik Langenthal. Das Gestell besteht aus normalisierten Fittings, im Unterteil des Antriebgehäuses sind Signalkontakte für die Rückmeldung eingebaut.

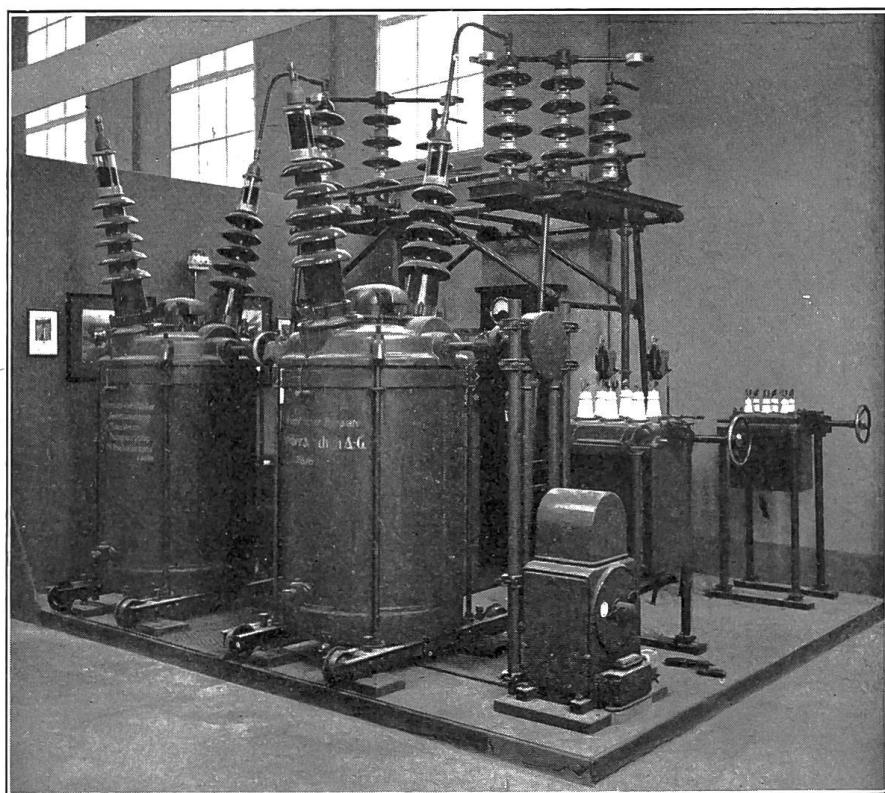


Fig. 23.  
Stand der Firma Sprecher & Schuh A.-G., Aarau.

Auf einer kleinen Schalttafel, welche die Verwendung normalisierter Konstruktionselemente für den Schalttafelbau zeigt, ist ein neues Ueberstromrelais der Firma mit Zeitverzögerung angebracht, welches jedoch bei kurzschlussähnlichen Ueberlastungen eine kleine, vom Strom unabhängige Auslösezeit aufweist. Bei *Gebr. Sulzer-Winterthur* gefiel uns die Darstellung im Modell der Kraftwerke für die Beschaffung von Spitzenergie: Einerseits das nahe beim Verbrauchsgebiet gelegene Dieselmotorenwerk für 20 000 kW und anderseits das hydraulische Akkumulierwerk gleicher Leistung mit Sulzer-Speicherpumpen, eine Anlage ähnlich derjenigen im Wäggital. Ein Gemälde verbindet die beiden Modelle zu einem einheitlichen Bild. *Rieser-Bern* stellt Leitungsrohre aus miteinander verzahnten Holzdauben von 75 mm Wandstärke aus, welche durch Rundeisenspannringe zusammengehalten werden. Die Stirnfugen sind durch Metallzungen verbunden; das Aufquellen des Holzes bewirkt eine vollständige Dichtheit. Die ausgestellten Rohre besitzen 3,2 m lichte Weite und sind für Drücke von 2 at armiert. Im schmucken Stand

von *Haefely-Basel* sind neben Isolatoren, Zylindern, Durchführungen usw. aus Haefelyt kleine Prüftransformatoren und das Modell des Buchholz-Relais ausgestellt, welches zum Schutz von Apparaten mit Oelisolation (Transformatoren, Schalter, Drosselpulen) verwendet wird. Eine kurze Beschreibung desselben erschien kürzlich im Bulletin<sup>5).</sup>

Die Turbinenbauanstalten der Schweiz zeigen neben den bekannten Francis- und Peltonrädern besonders die in neuester Zeit entwickelten Propeller- und Kaplan-turbinen<sup>6).</sup>

Für den Stand der *Ateliers des Charmilles-Genf* lassen wir Fig. 24 sprechen. Die Hauptdaten der Freistrahlturbine, welche für das Kraftwerk Vernayaz der S. B. B.

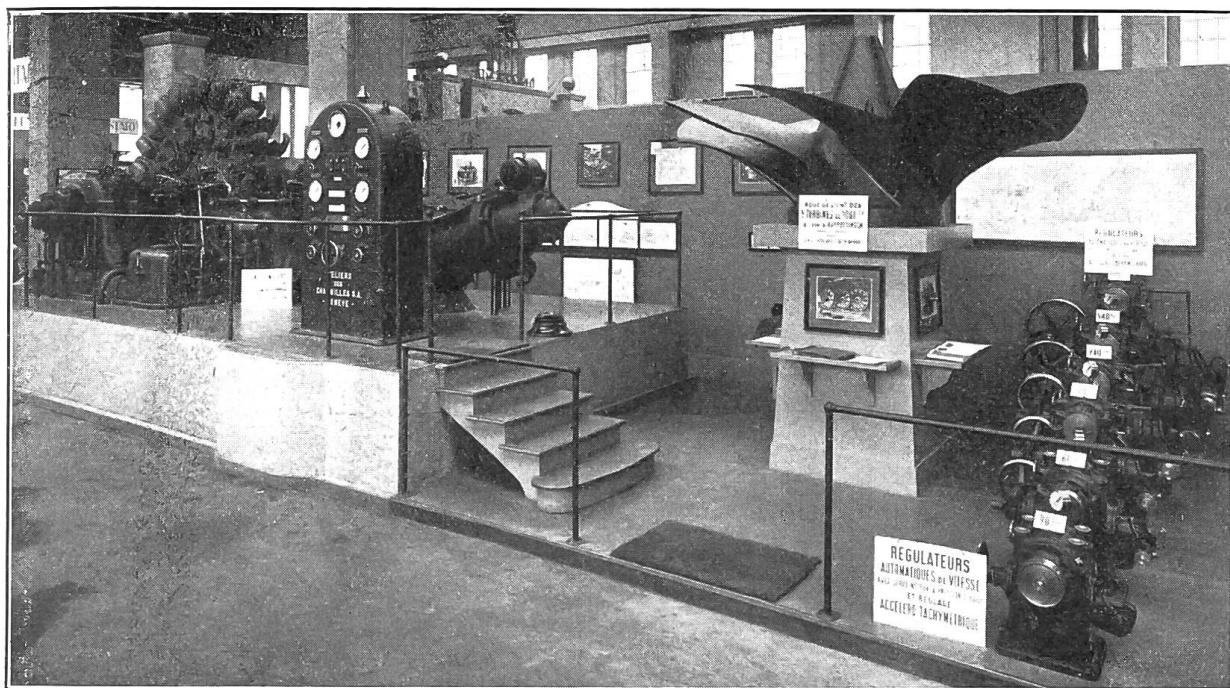


Fig. 24.  
Stand der Ateliers des Charmilles-Genf.

bestimmt ist, sind: 20 000 PS unter 640 m Gefälle bei 333 Touren/min. Sie arbeitet mit Regulierung durch die Düse und den Ablenker. Das ausgestellte Peltonrad für 10 500 PS, 700 m und 750 Touren/min ist für das Turtmannwerk, das Propeller-laufrad für 1000 PS, 4 m und 94 Touren/min für Ruppoldingen bestimmt.

*Escher, Wyss & Cie.-Zürich* stellt in seinem Stand eine vertikale Kaplanturbine für 3120 PS bei 8,2 m Gefälle und 167 Touren/min aus seinen Ravensburger Werkstätten aus. Die vier drehbaren Flügel des Laufrades werden durch einen Hebelmechanismus gesteuert, welcher in der Nabe eingebaut ist und durch die hohle Turbinenwelle hindurch betätigt wird. An einem Modell im Maßstab 1:5 wird diese Wirkungsweise veranschaulicht. Die Einstellung der Laufradflügel und des Leitapparates erfolgt automatisch vom Oeldruckregulator aus in der Art, dass der Wirkungsgrad bei jeder zur Verfügung stehenden Wassermenge ein möglichst hoher ist. Ein gutes Zeugnis für die Arbeiten der Werkstätte stellen die ausgestellten Stahlguss-Laufräder einer für Japan bestimmten Francisturbine und einer Freistrahlturbine für das Kraftwerk Burglauenen der Jungfraubahn dar. Erstere leistet 27 500 PS bei 125,8 m Gefälle und macht 360 Touren/min, die entsprechenden Zahlen für die letztere sind: 2900 PS, 160 m und 500 Touren/min. Mit einer spezifischen Dreh-

<sup>5)</sup> Siehe Bulletin S. E. V. 1926, No. 7, Seite 320.

<sup>6)</sup> Siehe Bulletin S. E. V. 1925, Nr. 8.

zahl von 47,2 für die ganze Turbine mit zwei Düsen ( $n_s = 33,45$  pro Strahl) stellt eine ausserordentlich hohe Schnelläufigkeit für eine Freistrahlturbine dar; diese bedingt auch die auffallend enge Schaufelteilung. Ein besonders interessantes Ausstellungsstück ist der Kugelschieber mit entlasteten Dichtungsringen. Sein Gehäuse und Drehkörper sind kugelförmig ausgebildet und deshalb zur Aufnahme der auftretenden Beanspruchungen besonders geeignet. Während der Betätigung des Schiebers werden die Dichtungsringe dadurch entlastet, dass der Raum vor ihnen mit dem Ableitungsrohr durch einen hohlen Drehzapfen des Schiebers hindurch verbunden wird und beidseitig der Dichtung gleicher Druck herrscht. Der gesamte Wasserdruck wird dann von den Drehzapfen aufgenommen, welche leicht schmierbar sind, so dass die Betätigung einen geringen Kraftbedarf bedingt.

Auch die *Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey* zeigen ihre Propeller-turbinen für besonders kleine Gefälle: eine solche für 200 PS bei 6 m Gefälle und 375 Touren/min ( $n_s = 595$ ) und eine solche für 320 PS bei 3,6 m Gefälle und 125 Touren/min ( $n_s = 476$ ). Hervorgehoben seien eine kleine Crozet-Fourneyron-Turbine für mittlere Gefälle mit automatischer Regulierung, bestimmt für die bedienunglose Ausnutzung kleiner Wasserkräfte zur Elektrifikation ländlicher Gegenden, und ein Oeldruckregulator für eine 12 000 PS Pelonturbine, mit doppelter Regulierung auf die Düsenadel bezw. den Ablenker, wobei die beiden voneinander vollständig unabhängig sind.

Bei *Theodor Bell-Kriens* ist eines der achtflügeligen Propellerräder zu sehen, durch welche die Leistungsfähigkeit des Kraftwerkes Beznau bei gleichem Wasserkonsum von 9000 kW auf ca. 14 200 kW gesteigert werden kann. Bisher ergaben die dreikrängigen Francisturbinen je 960 kW bei 65% Wirkungsgrad. Die neuen Maschinen mit 88% Wirkungsgrad leisten mit nur einem Laufrad 1560 kW. Als Spezialität dieser Firma ist ein extremer Schnellläufer, ein zweiflügeliges Schraubenrad ausgestellt, mit welchem spezifische Drehzahlen bis 1000 pro Minute erreicht werden können. Ferner erwähnt sei ein Peltonrad für 10 000 PS bei 320 m Gefälle und 500 Touren/min für Beaufschlagung aus zwei Düsen (Type der A.-G. Bündner Kraftwerke).

Bei der *Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik-Winterthur* interessiert uns eine fahrbare Rotations-Vakuum-pumpe, mit welcher absolute Drücke von 1–2 mm Quecksilbersäule erreicht werden und welche sich deshalb vorzüglich für die Evakuierung von Transformatorkesseln eignet.

Ein besonders schöner Stand ist derjenige der *A.-G. Brown, Boveri & Cie.-Baden* (Fig. 25). Die darin gezeigte Gleichrichteranlage von 1200 kW ist primärseitig über einen Transformator an das Hochspannungsnetz des Elektrizitätswerkes Basel angeschlossen und arbeitet mit 5000 V Gleichstromspannung auf einen Widerstand, dem ein Schnellschalter (oben in der Figur) vorgeschaltet ist. Um sowohl die Wirkungsweise des Schnellschalters wie auch die Betriebssicherheit und Kurzschlussfestigkeit des Gleichrichters zu zeigen, werden kurzzeitige Kurzschlüsse vorgeführt, wobei der Schnellschalter innert  $\frac{2}{100}$  Sekunden unterbricht. Er ist für 1000 A und 20 000 kW Abschaltleistung gebaut. Die Abschaltung erfolgt automatisch, ebenso die Wiedereinschaltung nach bestimmten Zeiten. Erst nach mehrmaligem Einschalten auf einen bestehenden Kurzschluss wird die Anlage endgültig abgeschaltet und erfordert dann die Behebung des Fehlers. Hervorheben möchten wir das zuverlässige Arbeiten des Schalters und die hohe Gleichspannung von 5000 V des Gleichrichters, wodurch diesem für die elektrische Traktion grosse Aussichten geöffnet werden. — In der hinteren Hälfte des Standes ist ein betriebsmäßig eingerichtetes, automatisches Kraftwerk eingerichtet (Fig. 26). Eine Sulzerpumpe liefert das Betriebswasser für die Bell-turbine, welche mit einem Drehstromgenerator direkt gekuppelt ist. Die Inbetriebsetzung der Anlage erfolgt nur durch Öffnen des Turbinenschiebers mittels Fernsteuerung, die folgenden Vorgänge werden durch das Zusammenspielen von Oeldruckregulator (von Bell-Kriens), automatischer Parallelschalteinrichtung und verschiedenen Relais bewirkt, ebenso der Ueberstromschutz und das Abschalten der

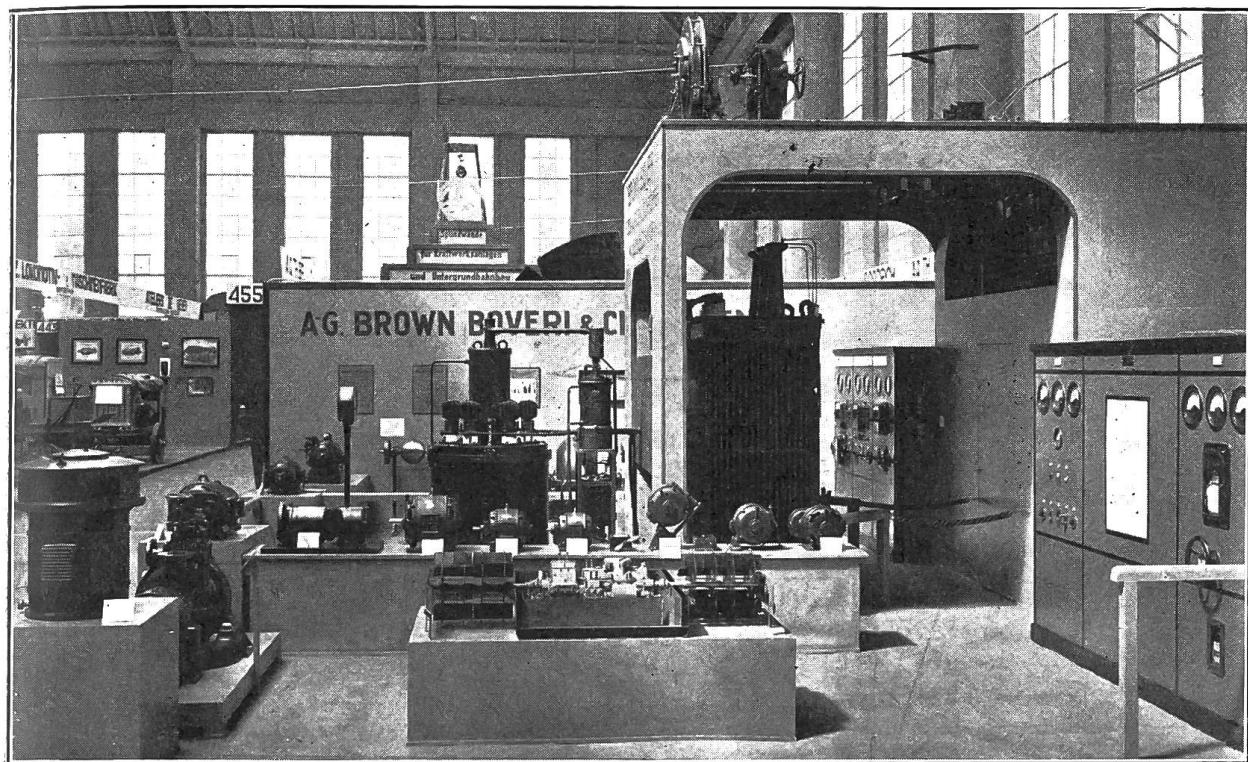


Fig. 25.  
Stand der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.

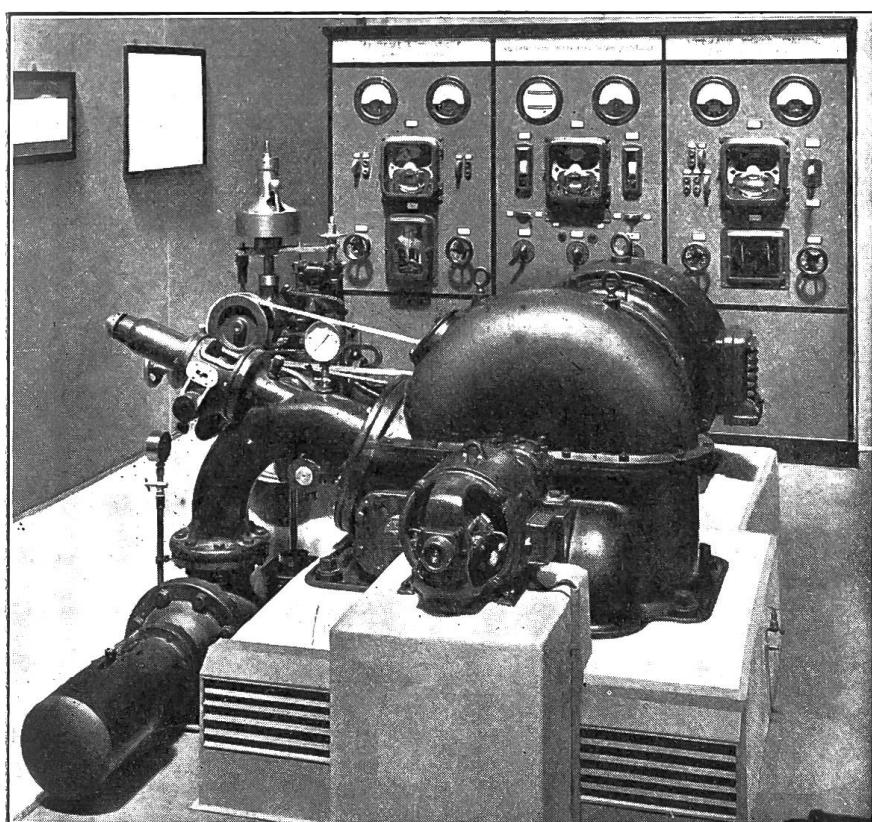


Fig. 26.  
Automatisches Kraftwerk im Stand der A.-G. Brown, Boveri & Co., Baden.

Anlage. Die ganze Inbetriebsetzung und alle bei Störungen vorkommenden Schaltungen werden im Betrieb vorgeführt und dabei das kleine „Kraftwerk“ auf das Netz des Elektrizitätswerkes Basel geschaltet. Auch hier überrascht die Sicherheit, mit welcher alle Schaltungen geschehen und welche bei Bedienung mit Maschinisten wohl nicht erreicht würde. Neben Motoren verschiedener Konstruktion fiel uns ein solcher mit Zentrifugalanlasser auf, dessen Schaltkasten mit einem Paketwärmeauslöser zum Schutz des Motors vor Ueberlastungen versehen ist.

Die bekannten Ueberstromschutzeinrichtungen, wie Sicherungen und

elektromagnetische Selbstauslöser (Automaten) erfassen nicht die Erwärmung der Maschine, welche hauptsächlich ein Mass für die Gefährdung der Wicklungen darstellt. Der neue Paketwärmeauslöser beruht auf dem bekannten Prinzip des Bimetallstreifens, welcher vom Betriebstrom durchflossen wird, sich bei Erwärmungen durchbiegt und dadurch die Ausschaltung bewirkt. Ein auf diesem Prinzip beruhender Schalter entspricht einem schon lange gehegten Bedürfnis.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ausstellung, sowohl durch ihre Aufmachung, wie auch durch die ausgestellten Maschinen und Apparate ein gutes Zeugnis für die Arbeiten und Bestrebungen der schweizerischen Firmen darstellt. Eine vermehrte Beteiligung derselben wäre erwünscht, und im Hinblick auf die günstige Gelegenheit zur Propaganda, besonders im Hinblick auf die Weltkraftkonferenz, wohl auch geschäftlich gerechtfertigt gewesen.

## **II. Die Ausstellung im Oktogon der Halle II betreffend die gesamtschweizerische Wasserkraftnutzung.**

### **1. Allgemeines.**

Im achteckig abgegrenzten, zentralen Teil der Halle II ist entsprechend einem von Prof. Wyssling der Ausstellungsleitung gemachten Vorschlage alles das vereinigt, was seitens gesamtschweizerischer Institutionen, Amtsstellen und Vereinigungen, mit Inbegriff der Eidgenössischen Technischen Hochschule, über die Wasserkraftnutzung der Schweiz als *Ganzes* zur Schau gebracht wird. Vom Haupteingange herkommend, finden wir auf der *linken* Seite des Oktogons in Ausstellungen der Eidg. meteorologischen Zentralanstalt, des Eidg. Wasserwirtschaftsamtes, des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins, des Eidg. Starkstrominspektorenes und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke sowie der Eidg. Technischen Hochschule die *natürlichen Verhältnisse* unserer Wasserkräfte, deren Untersuchung und ihre Ergebnisse, die Daten betreffend die *Ausnützbarkeit* und die *Ausnutzung* derselben in ihrer Entwicklung und ihrem heutigen Stande in *wirtschaftlicher Beziehung* (insbesondere durch die hydro-elektrischen Werke) dargestellt. Auf der *rechten* Seite dagegen zeigt die Technische Hochschule die *technische Entwicklung* und den heutigen Stand aller einzelnen Bestandteile hydro-elektrischer Kraftwerke, und der Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein einige zugehörige Arbeiten.

### **2. Die Ausstellung der Abteilung für Hydrologie der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.**

Von Oberingenieur Dr. O. Lütschg, Zürich.

Die Hydrologie, die Lehre von dem Grundwasser und den Quellen, von den Flüssen und Seen, von dem Firn und den Gletschern, von der Versickerung und der Verdunstung, gehört zu den jüngsten Zweigen der physikalischen Geographie. Sie hat sich zum Teil erst in den letzten Jahrzehnten zu einer selbständigen Disziplin entwickelt. Die Bedeutung, die diesem Zweige der Wissenschaft namentlich in praktischer Hinsicht zukommt, geht für uns Schweizer auch dadurch hervor, dass seit zwei Jahren der Schweizerischen Meteorologischen Zentralstelle eine besondere Abteilung für Hydrologie angegliedert wurde.

Die Hydrologie ist eine wirkliche Erfahrungswissenschaft geworden, Tatsachen, genaue Beobachtungen müssen ihre Grundlage bilden. Die Schätze, die wir dem Wasser abgewinnen, lehrt die Hydrologie aufzusuchen; dem Ingenieur ist sie ebenso unentbehrlich als dem Industriellen, und so lange die Menschheit an das Wasser gebunden sein wird, so lange wird auch die Hydrologie in engster Beziehung zu ihr stehen.

Die Erforschung des Hochgebirges in hydrologischer Hinsicht hat weit über die rein wissenschaftliche Bedeutung hinaus grossen Einfluss auf viele *Kraftnutzungs-* und *Schiffahrts-Probleme* gewonnen. Sie hat das grosse Verdienst, darauf hinge-

wiesen zu haben, dass der Organismus unserer Mittel- und Flachlandflüsse in weitaus höherem Masse von den Verhältnissen der Hochgebirgswelt abhängig ist, als man dies bis vor kurzem allgemein angenommen hat. Die Wasserführung des Rheines in Basel, der Rhone in Genf, ganz allgemein ausgedrückt unserer Mittel-landflüsse steht mit den Hochgebirgsverhältnissen im engsten Zusammenhang. So verdankt, um nur ein Beispiel anzuführen, der Rhein in Basel sein glücklich ausgeglichenes Regime in erster Linie den in seinem Einzugsgebiete vorhandenen Gletschern und Seen<sup>7)</sup>. *An der Erforschung des Hochgebirges sind also auch die Interessenten für Kraftnutzung und Schiffahrt stark interessiert.* Heute steigt nun aber die moderne Industrie sogar in die entlegensten Winkel unserer majestätischen Hochgebirgswelt selbst hinauf. Nicht nur als Wasserkraft-Akkumulatoren und Regulatoren, sondern auch als Aufnahme- und Schutzbehälter für die verheerenden Hochwasser kommt unsren Alpenseen und einzelnen hochgelegenen Talböden eine grosse Bedeutung zu. Damit entsteht aber auch für das Hochgebirge die Hauptaufgabe der Wasserwirtschaft: das Ausfindigmachen und die Regelung des Gesamtwasservorrates und des Gesamtwasserverbrauchs.

Immer wieder ist hervorzuheben, dass unsere Wirtschaft soweit als möglich unabhängig vom Auslande gemacht werden muss und dass dazu alle natürlichen Hilfsquellen des Landes nach Möglichkeit auszunutzen sind. Im Vordergrunde stehen: Steigerung der winterlichen Erzeugung von Kraft durch Schaffung von Aufspeicherungsbecken (Bau von Talsperren), bessere Regulierung unserer Seen, Bau von Hochwasserschutzbecken, usw. So berechtigt auch diese Forderungen an und für sich waren und auch heute noch sind, so musste doch die Durchführung in vielen Fällen an den Schwierigkeiten der Zeit scheitern. Ihre Verwirklichung muss in der Regel den Zeiten des *Aufschwunges* überlassen bleiben, wenn auch ihr voller Segen vielfach erst in Zeiten der Not zur Geltung kommen wird. Ganz anders steht es mit den *Vorarbeiten*, die für die Realisierung solcher Forderungen unbedingt nötig sind und die auch mit relativ geringen Mitteln bewältigt werden können. Gerade mit Rücksicht auf den grossen Wert, den die hydrologischen Untersuchungen bei schweren Krisen der Volkswirtschaft erlangen können, wird man sich der Verpflichtung bewusst bleiben müssen, rechtzeitig Vorsorge für kommende Zeiten des Notstandes zu treffen und sich vielfach nicht allzu sehr an das nächstliegend Notwendige anklammern dürfen. Der Ueberschuss der in sorgfältig erwogenen, praktisch-wissenschaftlichen Untersuchungen festgelegt wird, ist in der Regel zugunsten des öffentlichen Wohles untergebracht.

*Der Hydrologie des Hochgebirges ist die Ausstellung dieser Abteilung gewidmet.* Es war natürlich nicht möglich, sämtliche Fächer der Hochgebirgsforschung in allen Einzelheiten zur Darstellung zu bringen. Nur eine kleine Auswahl konnte getroffen werden unter einlässlicher Berücksichtigung derjenigen Thematik, die für *Kraftnutzung* und *Schiffahrt* allgemeines Interesse beanspruchen und die für die Besucher grösstenteils neu sind. Sachgemäß geschah die Einteilung derart, dass an Hand von Beispielen zunächst einige Regenkarten über die ungleiche Verteilung des Niederschlagess nach Lage und Höhe orientieren sollen. Daran schliesst sich ein Abflussteil an, in dem das Verhalten der wichtigsten Klimafaktoren auf den Abfluss als solche von verschiedenen Gesichtspunkten aus beleuchtet wird. Logisch schliesst sich daran an eine Darstellung der Verdunstungsverhältnisse hochalpiner Seen.

Um die Früchte der hydrologischen Forschung im Hochgebirge allen an ihren Fortschritten interessierten Richtungen ständig zugänglich zu machen, ist vom Verfasser dieser Zeilen eine umfangreiche Publikation herausgegeben worden<sup>8)</sup>, die, der Ausstellung ebenfalls einverlebt, über alle Fragen nähere Auskunft erteilt.

<sup>7)</sup> Vergleiche die Wasserführung während des Trocken- und Hitzesommers 1911.

<sup>8)</sup> O. Lütschg, Ueber Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge. Sonderdarstellung des Mattmarkgebietes. Ein Beitrag zur Fluss- und Gletscherkunde der Schweiz. Broschiert Fr. 40.—, zu beziehen direkt beim Autor, Leonhardstr. 25, Zürich I, oder beim Sekretariat des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, St. Peterstr. 10, Zürich 1.

Ueber die Einzelheiten der ausgestellten Apparate, Karten, Diagramme gibt das nachfolgende Verzeichnis Auskunft.

#### Apparate und Relief.

*Modelle des Hochgebirgs-Niederschlagssammelers (Totalisator)*, System P. L. Mougin, mit Windschutz Maurer, dazu bestimmt, feste und flüssige Niederschläge unter Schutz gegen Gefrierung und Verdunstung über eine Reihe von Monaten (bis zu einem Jahr) zu sammeln.

*Relief des Mattmarkbeckens*. Durch Ausspülen des im untern Mattmarkbecken angeschwemmten Schlammes soll der heute ausgefüllte Raum wieder als Sammelbecken nutzbar gemacht werden, indem man den ursprünglichen Zustand vor der Verlandung wenigstens teilweise wieder herzustellen versucht, d. h. einen neuen Wasserspeicher schüfe, mit der Eignung, einen Teil des Sommer- und Herbstwassers aufzunehmen und — entsprechend den Anforderungen des Hochwasserschutzes und der Kraftnutzung — wieder abzugeben. (Vergleiche die ebenfalls ausgestellten Tableaus über die geologischen Verhältnisse des Mattmarkgebietes, über die Hochwasserstatistik des Walliser Rhonegebietes, sowie des Hochwassers vom September 1920). Um den Einfluss der örtlichen Verhältnisse auf das Mass des Niederschlages festzustellen, gelangten im Untersuchungsgebiet von Mattmark unter verschiedenen Bedingungen Apparate zur Aufstellung (siehe Fig. 27).

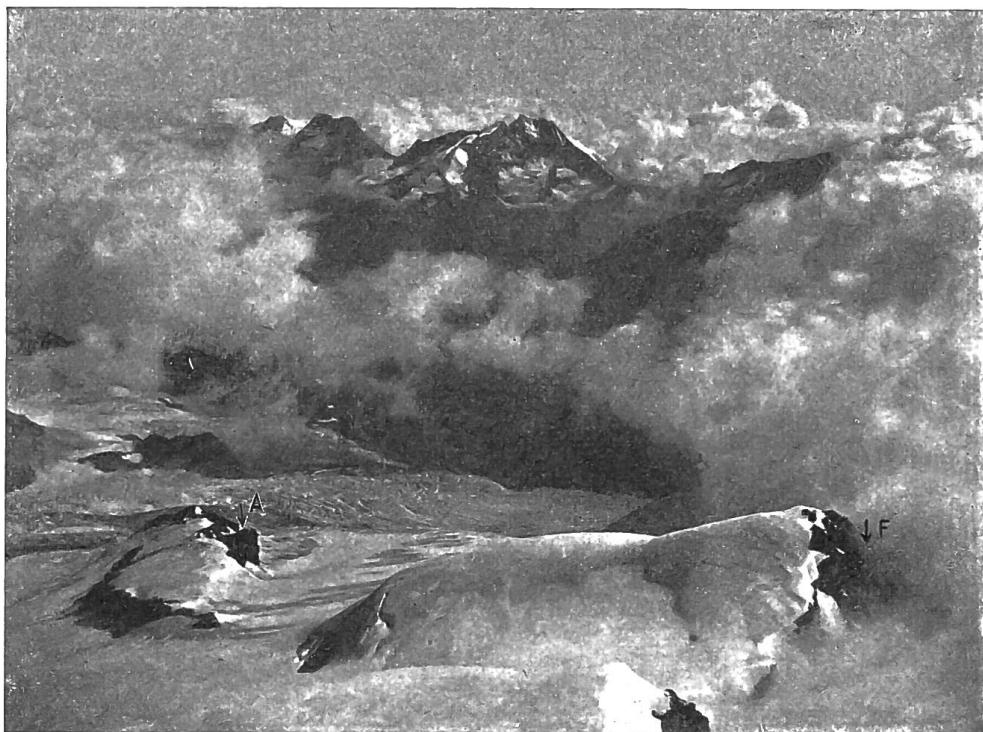


Fig. 27.

Blick vom Strahlhorn (4191 m ü. M.) auf den Allalingletscher.

- ↓ A: Apparat auf einer Felsinsel in geschützter Lage mitten im Allalingletscher, 3360 m ü. M., zur Feststellung des Einflusses der Gletscher auf die Kondensation der Wasserdämpfe.
- ↓ F: Apparat in windfreier Lage, am Ostgrat des Fluchthornes, 3700 m ü. M.

#### Graphische Darstellungen.

*A. Niederschlag.* 1. Teilstück der Schweiz. Niederschlagskarte von Direktor Dr. J. Maurer, basierend auf 50-jährige Mittelwerte (1871–1920) und der bisher erhaltenen Ergebnisse der Niederschlagssammler im Hochgebirge. 2. Niederschlagskarte des Wäggital vom 2. Okt. 1925 bis 26. Mai 1926 (siehe Fig. 28). 3. Niederschlagskarte des obersten Saastalgebietes (Wallis) in Mittelwerten der Periode 1922/23–1923/24), Niederschlagsprofile durch die Alpen; sie sollen eindrucksvoll veranschaulichen, wie ungleich sich das Wachsen der Niederschlagsmenge mit der Erhebung im Gebirgsland vollzieht.

*B. Abfluss.* Abflussdiagramme der Rhone und ihrer Zuflüsse im Zusammenhang mit Temperatur, Niederschlag, Bewölkung, Feuchtigkeit. — Beziehung der Luft- und Wassertemperatur zum Abfluss. — Hochwasserverhältnisse des Walliser Rhonegebietes. — Darstellung der Abflussverhältnisse der Ausflüsse des Mattmark-, Lucendro-, Ritom- und Lauerzersees durch Abflussflächen. — Gletscherstudien über spezifischen Abfluss und Eisbewegung.

*C. Verdunstung.* Verdunstungsmessungen am Hopschensee und in verschiedenen Höhenlagen des Saastales.

*D. Aufgelegte Literatur.*

1. Annalen der Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt.
2. Otto Lütschg. Ueber Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge, Zürich, 1926.
3. J. Maurer u. O. Lütschg. Einige Ergebnisse über die Verdunstungsgrösse freier Wasserflächen im schweizerischen Hochgebirge, Zürich, 1924.

Aus dem vorstehend erwähnten kurzen Resumé alles dessen, was die gedrängte Ausstellung der hydrologischen Abteilung des Eidg. Meteorolog. Institutes anbetrifft, geht, auch für den mit diesem Spezialgebiet weniger Vertrauten, wohl zur Genüge hervor, welche grosse, praktische Wichtigkeit dem Ausbau der hydrologischen Probleme für die nationale Wasserwirtschaft unseres Gebirgslandes zukommt.

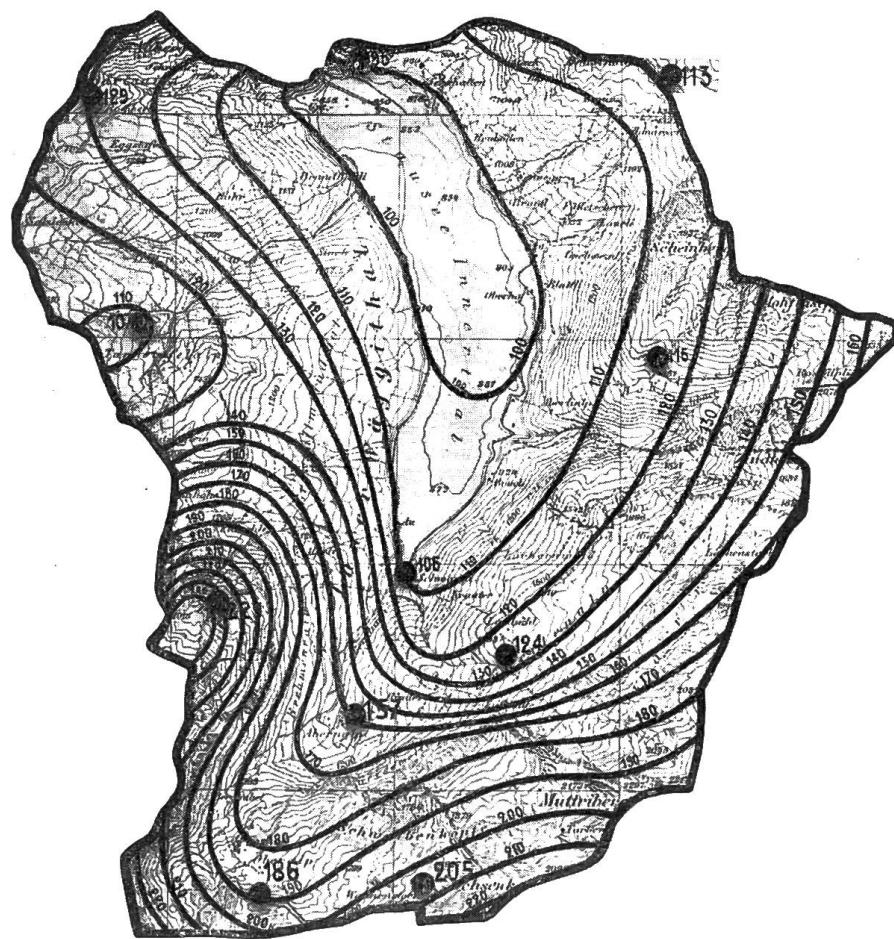


Fig. 28.  
Niederschlagskarte des Wäggithals.

### 3. Die Ausstellung des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft.

Von Ing. R. Bleuler, Bern.

Die Ausstellung des *Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft* im Oktogon der Halle II, (das Amt belegte auch Räume auf der Gallerie der Halle II, sowie im Erdgeschoss der Halle III), zeigt Materialien aus den Gebieten der Hydrographie, der Wasserkraftnutzung und der Elektrizitätsversorgung des Landes.

a) Der *hydrographischen* Abteilung dient als Mittelpunkt eine Karte 1:250 000 mit der Eintragung des heute bestehenden schweizerischen Netzes der Pegel-, Limnigraphen- und Wassermesstationen, wobei die Stationen für verschiedene Flussgebiete durch verschiedene Farben kenntlich gemacht sind. Zwei zugehörige graphische Tafeln veranschaulichen einerseits die Entwicklung, Ausdehnung und Veränderung des Netzes, anderseits das bemerkenswerte Anwachsen der Anzahl der jährlich durch das Amt ausgeführten Wassermessungen. Einen augenfälligen Vergleich zwischen den Regimes (Wasserstandsverhältnisse und Wasserführung) der schweizerischen Gewässer in den Alpen, im Mittelland und im Jura gestatten sodann die charakteristischen Limnigraphenkurven im originalen Registriemasstab, sowie die Aufzeichnungen der mittleren monatlichen Abflussmengen einer Reihe ausgewählter Stationen. — Eine weitere zeichnerische Darstellung bezieht sich auf die Ausmittlung einer Wassermessung im Rheinmessprofil „Breite“ innerhalb der Stadt Basel. Diese Messungen wurden zumeist mit dem Wassermessflügel (hydro-

metrischen Flügel) ausgeführt, dessen Konstantenwerte sich aus der *Eichung* (Tariierung) des Instrumentes ergeben. Die schweizerische Eichstelle für diese Flügel in der *Papiermühle* bei Bern wird in Plänen und Photographien gezeigt. Ferner sind in einigen graphischen Darstellungen die Resultate von besondern Untersuchungen in dieser Flügelprüfanstalt veranschaulicht. Die eine zeigt die relative Genauigkeit der Eichmethode, d. h. die Streuung der einzelnen Versuchspunkte, die andere den Einfluss von schießen Strömungen auf die Genauigkeit der Messresultate. Schliesslich ist der hohe Genauigkeitsgrad von Flügelmessungen dargestellt, die bei Anlass der Turbinenabnahmeversuche in sechs schweizerischen Kraftwerken durchgeführt wurden. Eine Menge *Photographien* (auf Pulten) ergänzt die Sprache der Pläne und Graphiken, insbesondere hinsichtlich der praktischen Durchführung des Baues von Stationen, sowie der Wassermessungen. Vor allem vermittelt jedoch die Einrichtung des Demonstrationsgerinnes mit Wasserkreislauf die praktische Anschauung über die Wirkungsweise der verschiedenen (in das Gerinne eingebauten) hydrometrischen Flügel, welche das Amt für seinen Messdienst benützt. Die Tariierungsergebnisse der aufgestellten Flügel liegen daneben auf. Sodann sind über zwei Wasserbehältern aus Glas ältere und neuere Limnigraphenapparate aufgestellt, welche die Veränderungen der verstellbaren Wasserspiegel kontinuierlich, also im Betriebe stehend, aufzeichnen. Vier von diesen Apparaten verschiedener Bauart sind mit Fernmeldung versehen; ihre Empfänger sind an den Wänden des Oktogons angebracht und veranschaulichen dadurch die Entfernung zwischen Geber- und Sendeapparat.

b) Ueber die Ausnutzung der schweizerischen *Wasserkräfte* orientiert eine grosse Reliefkarte 1:100 000. Die Orte der Zentralen mit mindestens 1000 PS Leistung sind mit Lämpchen von verschiedener Grösse, Form und Farbe versehen, um insbesondere den Umfang der Minimalleistung und die Akkumulierfähigkeit der einzelnen Kraftwerke zu zeigen. In gruppenweisem Aufleuchten können die zeitliche Aufeinanderfolge der ausgebauten Werke, die Akkumulierwerke und die verschiedenen Grössenklassen der bestehenden, im Bau befindlichen und projektierten Kraftwerke zur Darstellung gebracht werden. Eine *Tabelle* gibt die Minimal- und die Ausbauleistung ausgewählter schweizerischer Kraftwerke an. *Graphische Darstellungen* vermitteln ein Bild über die allgemeinen Leistungsverhältnisse schweizerischer Wasserkraftanlagen und zwar:

1. über die Beziehungen zwischen vorhandenen und ausnutzbaren Abflussmengen bei den Werken von mindestens 1000 PS Minimalleistung;
2. über den Anteil der einzelnen Flussgebiete an der möglichen (verfügbaren) Leistung derselben Kraftwerke;
3. über die Gliederung der Gesamtleistung nach Höhenzonen der Wasserfassungen, wobei deutlich zum Ausdruck kommt, in welchem Grade sich Hochdruck- und Niederdruckwerke an der Aufbringung der Totalleistung beteiligen;
4. über die Entwicklung der Ausbaugrösse der Werke im Verhältnis zur Wasserführung an Hand typischer Anlagen;
5. über die zeitliche Entwicklung (seit 1905) der gesamten in schweizerischen Wasserkraftwerken installierten Leistung und der erzeugten Energiemenge.

c) Ueber die schweizerische *Energieausfuhr* gibt eine Uebersichtskarte Auskunft, in welcher die ausführenden Gesellschaften, die Leitungen und die ausländischen Energiebezüger vermerkt sind. Sodann erscheint in einer graphischen Darstellung der prozentuelle Anteil der Exportenergie gegenüber der Gesamtenergieerzeugung. Zuletzt wird neben der Aufzeichnung des Standes der Aufuhrbewilligungen im Jahre 1925 das Verhältnis der bewilligten zu den effektiv ausgeführten Leistungen festgehalten.

#### 4. Die Ausstellung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes.

Von Ing. A. Härry, Zürich.

Die Ausstellung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes konzentriert sich auf die Darstellung der wirtschaftlichen Bedeutung der aus den Wasserkräften erzeugten elektrischen Energie für die Schweiz. Den Mittelpunkt der Ausstellung bildet eine Karte der Schweiz, in der sämtliche bedeutenden Elektrizitätswerke eingetragen sind. Es wird in Form von Lichtpunkten die Entwicklung dieser Werke in 4 Perioden: vor 1890, von 1890 bis 1900, von 1900 bis 1910, von 1910 bis 1920 und 1920 bis 1925 gezeigt. Die Werke sind in 3 Grössenklassen eingeteilt: bis 1000 PS, Ausbau grün; von 1000 bis 10 000 PS, Ausbau blau; von über 10 000 PS, Ausbau rot. Es zeigt sich deutlich die Zunahme der Werke mit grösserem Ausbau in den letzten Jahren.

Eine zweite Tafel zeigt die *Entwicklung des Ausbaues der Wasserkräfte und der Kohleneinfuhr* in der Periode 1895 bis 1925. Der Stand der einzelnen Jahre ist dabei durch farbige Lämpchen dargestellt, die sukzessive aufleuchten und nach und nach eine leuchtende Linie bilden. Im folgenden sind einige Zahlen wiedergegeben:

Jahr	Wasserkräfte Ausbau PS	Kohleneinfuhr Tonnen
1895	165 000	1 384 000
1900	258 000	2 057 000
1905	366 000	2 267 000
1910	665 000	2 838 000
1915	960 000	3 312 000
1920	1 280 000	2 647 000
1925	1 850 000	2 702 000

Das Maximum der Kohleneinfuhr betrug im Jahre 1913 = 3 387 000 Tonnen. Die Einfuhr ist heute um ca. 600 000 Tonnen zurückgegangen, dank der fortschreitenden Elektrifikation auf allen Gebieten, namentlich der Bahnen.

Eine dritte Tafel zeigt die Entwicklung der *Preise von Kohle und elektrischer Energie* von 1895 bis 1925. Hier kommt deutlich die enorme Preissteigerung der Kohle in den Kriegs- und Nachkriegsjahren zum Ausdruck. Im Gegensatz dazu zeigen die Preise für elektrische Energie, dargestellt am Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, eine auch während der Kriegsjahre stets fallende Tendenz, die auch heute immer noch anhält und die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserkräfte ins richtige Licht rückt.

Die folgenden Zahlen geben über diese Verhältnisse Auskunft:

Jahr	Lichtstrompreise in der Stadt Zürich Jahresverbrauch von 100 kWh Kosten in Fr. <sup>9)</sup>	Kohlenpreise in der Stadt Zürich (Belg. Anthrazit) pro 100 kg Fr.
1895	123.—	5.20
1900	92.—	6.50
1905	92.—	5.80
1910	71.—	6.50
1915	60.—	7.80
1916	60.—	9.95
1917	60.—	16.30
1918	60.—	26.95
1919	60.—	19.60
1920	61.50	27.50
1921	62.75	15.35
1922	62.75	15.—
1923	56.75	16.65
1924	52.90	14.50
1925	47.50	13.—

<sup>9)</sup> Zählermiete inbegriiffen. Vom Jahre 1911 ab Doppeltarif. Verteilung 1911 bis 1920: Hoher Tarif 60 kWh, niederer Tarif 40 kWh; 1920 bis 1921: Hoher Tarif 70 kWh, niederer Tarif 30 kWh; 1921 bis 1925: Hoher Tarif 65 kWh, niederer Tarif 35 kWh.

Eine vierte Tafel zeigt in leuchtenden Linien die schweizerischen *Wasserwerke mit ihren Verbindungsleitungen*. Die mit Mitwirkung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins erstellte Karte entstand anlässlich der Studien des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes für eine Genossenschaft für Energieverwertung, deren Ziele später durch die Gesellschaften „Schweizerische Kraftübertragung A.-G“ und „S.A. de l'Energie de l'Ouest Suisse“ verwirklicht wurden. Die Karte enthält nur die Leitungen, die zu einem Energieaustausch zwischen den einzelnen Werken dienen, also keine Verteilleitungen. Bei jeder Leitung ist der Eigentümer angegeben, die Betriebsspannung, der Leiterquerschnitt, die Anzahl der Leiter, das Leitermaterial. Die einzelnen Unternehmungen sind durch Farben unterschieden. Zur Karte gehört eine Tabelle der schweizerischen Wasserwerke mit den wichtigsten Daten. Sie ist viersprachig: deutsch, französisch, italienisch und englisch ausgeführt, und in zwei Größen, Maßstab 1 : 600 000 und 1 : 200 000 erhältlich.

Eine weitere Karte enthält eine Uebersicht über die *konzedierten und zur Konzession angemeldeten Wasserprojekte der Schweiz*. Dabei wird zwischen Werken mit und ohne Akkumulierung unterschieden. Auf einer Tabelle sind die wichtigsten Daten aufgeführt. Die Zahl der konziderten und zur Konzession angemeldeten Werke beträgt 147, mit einer minimalen Leistung von 1 180 000 PS und einer Ausbauleistung von 3 873 000 PS. Die mittlere, jährlich mögliche Energieproduktion dieser Werke beträgt 11,4 Milliarden kWh. Die nutzbare Akkumulierung erreicht den Betrag von 1,8 Milliarden m<sup>3</sup>. Auch diese Karte ist viersprachig ausgeführt und im Maßstab von 1 : 1 000 000 käuflich.

Der Verkaufstand des Verbandes enthält die verschiedenen Publikationen des Verbandes und einiger befreundeter Organisationen. Hervorzuheben ist der „Führer durch die schweizerische Wasserwirtschaft“, der in deutscher, französischer und englischer Ausgabe erschienen ist und ein umfassendes Bild des Standes der schweizerischen Wasser- und Elektrizitätswirtschaft vermittelt.

Andere Arbeiten des Verbandes und seiner Gruppen sind auf der Galerie der Halle II ausgestellt.

### **5. Die Ausstellung über schweizerische Elektrizitätswirtschaft.**

a) *Teil des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke und des Starkstrominspektorates*  
Von Ing. O. Ganguillet, Zürich.

In der südlichen Hälfte des Oktogons befinden sich am rechten Flügel die *technisch-wirtschaftlichen Angaben, die sich auf die Gesamtheit der schweiz. Elektrizitätswerke beziehen*. Die Eidg. Technische Hochschule, der Verband Schweiz. Elektrizitätswerke und das Starkstrominspektorat haben die diesbezügliche Arbeit gemeinschaftlich unternommen.

Wir finden hier zunächst eine Karte im Maßstab 1 : 100 000, welche in verschiedenen Farben die Versorgungsgebiete, sowie die Hauptleitungen der schweizerischen Elektrizitätsunternehmungen darstellt.

Auf derselben sind im dichter bevölkerten Teil der Schweiz nur die Versorgungsgebiete derjenigen Elektrizitätswerke eingezeichnet, die in eigenen Stromerzeugungsanlagen über mehr als 300 kW Leistung verfügen, während in den Gebirgstälern auch die kleineren Werke mit eigenen Erzeugungsanlagen berücksichtigt worden sind. Etwa 110 kleine Kraftwerke mit ihren Versorgungsgebieten wurden dabei vernachlässigt.

Die Karte orientiert uns im weitern über die Lage der einzelnen Kraftwerke, unterteilt in solche mit weniger als 500 kW, 500 bis 10 000 kW und mehr als 10 000 kW Ausbauleistung, wobei auch die kalorischen Kraftwerke besonders bezeichnet wurden. Ferner finden wir alle Hochspannungsleitungen mit 20 000 V Spannung und mehr, die die einzelnen Kraftwerke unter sich, sowie auch teilweise mit dem Ausland verbinden. Von den Hochspannungsleitungen mit weniger als

20 000 V Spannung sind nur die Hauptleitungen in den Verteilgebieten der einzelnen Elektrizitätsunternehmungen aufgeführt und von den Transformatorenstationen nur diejenigen an den Hauptverzweigpunkten und an den Enden der Hochspannungsleitung.

Es folgt hierauf eine Tabelle, welche die Hauptdaten betreffend Organisation der heute in der Schweiz bestehenden energieverteilenden Unternehmungen enthält, dann eine Tabelle über die Ende 1925 in der Schweiz den Elektrizitätswerken zur Verfügung stehenden Leistungen und eine dritte Tabelle über die im Jahre 1925 abgesetzten Energiemengen. Da diese Angaben von bleibendem Interesse sind, geben wir sie hier in extenso wieder:

*Organisation der Elektrizitätswerke.*

Tabelle III.

<i>A. Werke mit mehr als 500 kW disponibler Leistung.</i>		
Davon gehören:		
Den Kantonen oder Gemeinden . . . . .	47	
Privatgesellschaften mit Beteiligung von Staat oder Gemeinden . . . . .	13	
Reinen Privatgesellschaften oder Privatpersonen . . . . .	42	
Total	102	
<i>B. Werke mit weniger als 500 kW disponibler Leistung.</i>		
Davon gehören:		
Den Kantonen oder Gemeinden . . . . .	44	
Privatgesellschaften mit Beteiligung von Staat oder Gemeinden . . . . .	6	
Reinen Privatgesellschaften oder Privatpersonen . . . . .	157	
Total	207	
<i>C. Reine Verteilwerke ohne eigene Kraftzeugung.</i>		
Davon gehören:		
Den Kantonen oder Gemeinden . . . . .	495	
Privatgesellschaften mit Beteiligung von Staat oder Gemeinden . . . . .	4	
Reinen Privatgesellschaften oder Privatpersonen . . . . .	499	
Total	998	
In den elektrischen Unternehmungen sind angelegt ca. 1 200 000 000 Gold-Franken.		
Die Verbraucher haben in ihren Einrichtungen angelegt ca. 800 000 000 Gold-Franken.		

*Verfügbare hydraulische Leistungen (Stand Ende 1925).*

Tabelle IV.

	kW
In elektrochemischen Werken (geschätzt) . . . . .	230 000
In Werken anderer Industrien (geschätzt) . . . . .	190 000
In den Werken der Schweizerischen Bundesbahnen . . . . .	135 000
In den zur elektrischen Energieversorgung dienenden Werken (nach Statistik)	894 000
Davon errichtet an Flüssen mit stark veränderlicher Wasserführung . . . . .	585 000
welche bei Trockenheit zurückgehen können auf . . . . .	240 000
Um diesem Mangel zu steuern, verfügen die Elektrizitätswerke:	
1. über Speicherbecken mit einem nutzbaren Energieinhalt von 270 Mill. kWh, welcher in elektrischer Energie umgeformt werden kann in Werken mit einer Gesamtmaschinenleistung von . . . . .	247 000
2. über thermische Anlagen mit einer verfügbaren Leistung von . . . . .	62 000
<i>Leistungsaufnahme der angeschlossenen Apparate:</i>	
Ca. 10 000 000 Lampen . . . . .	400 000
Ca. 180 000 Motoren . . . . .	720 000
Ca. 640 000 Wärmeapparate . . . . .	600 000
Gesamtanschlussleistung ca. . . . .	1 720 000
Durchschnittlich pro Einwohner . . . . .	0,44
Bereitzuhaltende Leistung, um diese Apparate zu speisen:	
im Mittel pro Einwohner ca. . . . .	0,06
im Maximum pro Einwohner ca. . . . .	0,12

*Im Jahre 1925 in der Schweiz erzeugte Energie.*

Tabelle V.

Einwohnerzahl . . . . .	3 920 000
Einwohner, die die Möglichkeit haben, sich an ein Energie-Verteilnetz anzuschliessen . . . . .	3 850 000
 Jährlich erzeugte Energie:	
In elektrochemischen Betrieben . . . . .	750 000 000 kWh
In sonstigen, industrie-eigenen Betrieben (geschätzt) . . . . .	200 000 000
In den Werken der Schweiz. Bundesbahnen (1925) (nach vollständiger Elektrifikation: 500–600 Mill.) . . . . .	170 000 000
In den zur elektrischen Energie-Versorgung dienenden Werken (nach Statistik) . . . . .	2 730 000 000
Davon wurden exportiert (nach Statistik) . . . . .	655 000 000
Gesamte Energieerzeugung in den schweizerischen Wasserkraftanlagen . . . . .	3 850 000 000
Durchschnittlich pro Einwohner . . . . .	980
Davon wurden in das allgemeine Verteilnetz geliefert . . . . .	530
 Von der ins allgemeine Verteilnetz gelieferten Energie wurden den Flussläufen entnommen . . . . .	
Durch thermische Maschinen wurden erzeugt . . . . .	99,45 %
Zur Umwandlung in Gebrauchsspannung dienen Transformatoren . . . . .	0,55 %
Deren Gesamtleistung beträgt . . . . .	10 650 Stück
Gesamtlänge der Hoch- und Niederspannungsleitungsstränge . . . . .	665 000 kVA
	41 500 km

Es folgt dann eine schematische Darstellung des Kreislaufes von Energie und Geld zwischen Produzenten und Konsumenten von Energie. Es ist daraus ersichtlich, welchen Anteil Beleuchtung, Motoren und Wärmeanwendungen am Gesamtkonsum von elektrischer Energie haben und welchen Anteil in der Schweiz diese drei Verwendungsarten im Kapitel „Einnahmen“ aufweisen. Die angeführten Zahlen sind natürlich Mittelwerte und können bei einzelnen Unternehmungen nicht genau zutreffen; sie zeigen aber deutlich, wie bedeutend die Einnahme aus dem Lichtstrom ist und wie verhältnismässig schlecht sich der Verkauf von Wärmestrom, für sich allein betrachtet, rentiert. Man sieht auch, in welchem Verhältnis die eingenommenen Summen in der Schweiz verwendet werden: zur Deckung der Betriebskosten, zu Amortisationen aller Art und für den Zinsendienst und anderen Zuweisungen an die Geldgeber.

Eine weitere Tabelle enthält drei Kurven, welche für die ganze Schweiz angeben:

1. Die Zunahme der Bevölkerung seit 1900, die im Bereiche der elektrischen Verteilanlagen lebt, also ohne weiteres elektrische Energie beziehen kann.
2. Die Zunahme im selben Zeitraume des Anschlusswertes der Energieverbrauchsobjekte, welche von den Elektrizitätswerken gespiesen werden.
3. Den Verlauf der mittleren jährlichen Benützungsdauer aller Verbrauchsobjekte

$$\frac{\Sigma \text{ der jährlich verbrauchten kWh}}{\Sigma \text{ aller Anschlusswerte}}.$$

Man sieht, dass heute 3 850 000 Einwohner, d. h. ca. 99 % der Gesamteinwohnerzahl in Häusern wohnt, in deren unmittelbarer Nähe sich eine Energieverteilleitung befindet.

Man sieht, dass heute der Gesamtanschlusswert aller Verbrauchsobjekte 1 720 000 kW und deren mittlere jährliche Benützungsdauer 1230 Stunden beträgt.

Aus einer weiteren Zusammenstellung ist ersichtlich, wie sich das schweizerische Hoch- und Niederspannungsnetz seit dem Jahre 1900 entwickelt hat.

Heute existieren 16 200 km Hochspannungsleitungsstränge,  
wovon 950 km unterirdisch verlegt sind.

Heute existieren 25 300 km Niederspannungsleitungsstränge,  
wovon 2 400 km unterirdisch verlegt sind.

Das Gewicht des verwendeten Kupfers beträgt 25 000 Tonnen

Das Gewicht des verwendeten Aluminiums beträgt 1 350 Tonnen

Das Gewicht des verwendeten Eisens beträgt 300 Tonnen

*b) Das Relief des Leistungsverlaufes schweizerischer Elektrizitätswerke* (Verband Schweiz. Elektrizitätswerke und Eidg. Techn. Hochschule).

Von Ing. O. Ganguillet, Zürich.

Da man in der Schweiz sehr viel über Energiewirtschaft schreibt und dieselbe gerne kritisiert, schien es nützlich, dem Publikum ein möglichst anschauliches Bild der Situation der schweiz. Energieproduktion und Energieabgabe vor Augen zu führen.

Das Sekretariat des Verbandes schweiz. Elektrizitätswerke hat es daher übernommen, zusammen mit der Eidg. Techn. Hochschule und dem Starkstrominspektorat, ein solches Bild in Form eines Reliefs ausführen und in Basel ausstellen zu lassen. Wir glauben, es sei nicht überflüssig, in einigen Worten darzutun, was aus diesem Relief herausgelesen werden kann. Fig. 29 (ein Bild des Reliefentwurfes)

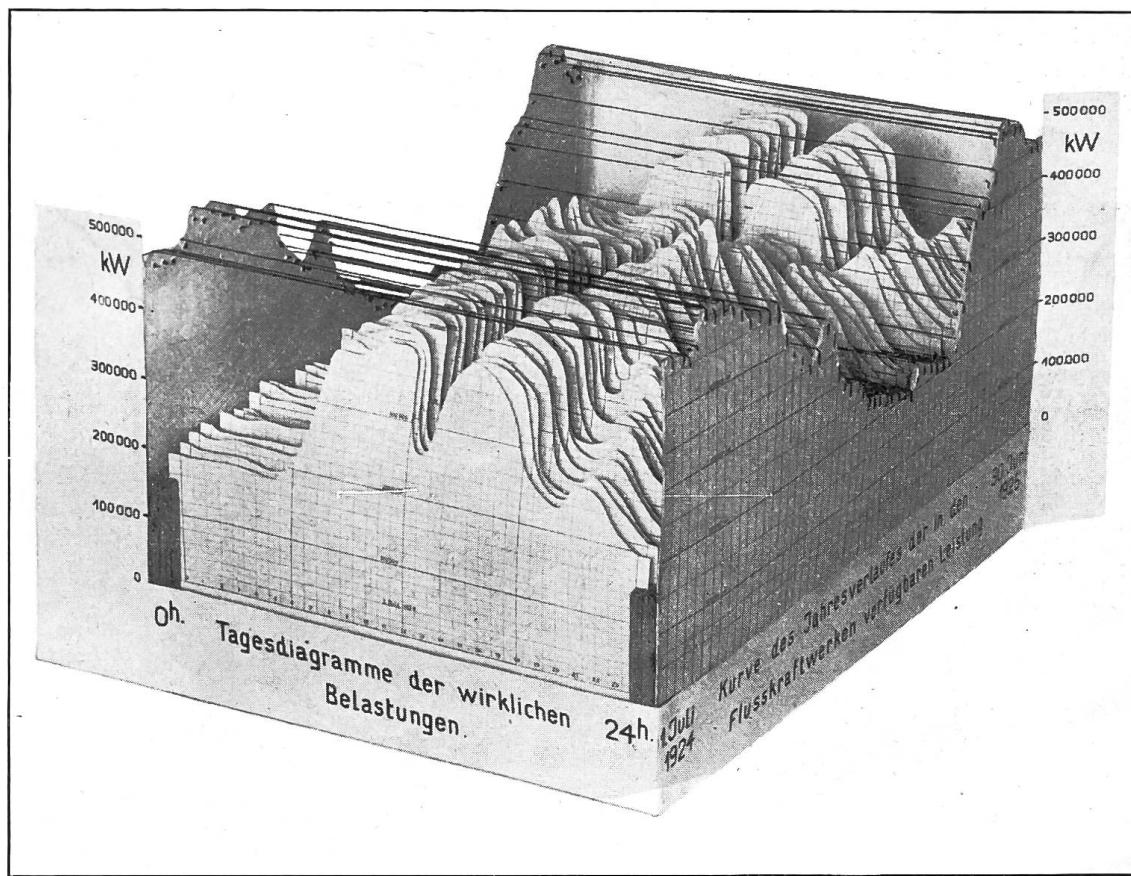


Fig. 29.  
Relief der Energieproduktion der Schweiz (Entwurf).

und Fig. 30, das Jahresdiagramm für die dem Relief entsprechende Zeitspanne, werden die Erläuterungen erleichtern.

Zur Konstruktion des Reliefs sind die Tagesabsatzdiagramme der 45 grössten Werke, welche Energie für Allgemeinversorgung abgeben, zu Gesamttagessabsatzdiagrammen addiert worden. Man konnte sich mit den Werken von mehr als 1000 kW

in eigenen Kraftwerken verfügbarer Leistung begnügen, weil diese zusammen 93 % der Gesamtproduktion darstellen. Die Energieproduktion der Bundesbahnen und anderer Selbstverbraucher, soweit sie für ihren eigenen Bedarf dient, wurde nicht berücksichtigt. Die vorgenommene Addition der Leistungen der in Betracht gezogenen Werke zu einem Ganzen war zulässig, weil heute in Wirklichkeit die Ausgleichsmöglichkeiten von einem Werk zu den Nachbarwerken so zahlreich sind, dass es erlaubt ist, die schweizerischen Werke als *ein* Werk und die Abnehmer als *einen* Abnehmer zu betrachten<sup>10)</sup>. Durch Uebereinanderreihung von 365 Tagesdiagrammen entsteht ein Körper, dessen Volumen proportional ist der Energieproduktion aller Werke während eines Jahres. An diesem Körper erkennen wir, dass die Leistungsabgabe nachts ungefähr 40—50 % der Leistungsabgabe während des Tages ist. Noch vor ganz wenig Jahren fiel die Energieabgabe in den Spät Nachtstunden auf 20—30 %. An diesem Körper erkennt man deutlich eine Längsrinne entsprechend der Abnahme des Energieabsatzes über die Mittagsstunde, ebenso einen Höhenzug entsprechend dem Energieabsatz für Beleuchtung. Dieser Höhenzug ist in der Winterszeit am höchsten und der eben erwähnten Rinne am nächsten, im Herbst und Frühling entfernt er sich von der Mittagsrinne und ist bedeutend weniger hoch als im Winter. Im Sommer, wenn die Beleuchtungszeit mit der Fabrikarbeitszeit nicht mehr zusammenfällt, ist der Höhenzug, obwohl niedriger, doch am ausgeprägtesten.

Am Relief in Basel erkennt man auch deutlich den Rückgang im Energieabsatz am Samstag und Sonntag. Der Samstagenergieabsatz ist im Mittel um 10 % und der Sonntagenergieabsatz im Mittel um 40 % geringer als der Absatz während eines Wochentages.

Ein zweiter Körper mit derselben Basis wie derjenige, der den Energieabsatz veranschaulicht, ist durch horizontale Fäden nach oben begrenzt. Dieser zweite Körper gibt ein Bild der Energieproduktionsmöglichkeit aller Flusswerke nur auf Grund des jeweils natürlich zufließenden Wassers, also ohne Berücksichtigung der in den Jahresakkumulierbecken aufgespeicherten Wassermengen. Die Fäden sind alle horizontal gespannt, weil die Disponibilität im Laufe der 24 Tagesstunden annähernd konstant bleibt. Die grosse Variation der Disponibilität im Laufe des Jahres kommt im Längsprofil dieses Körpers zum Ausdrucke. Wir haben als Anfang und Ende des Jahres den 1. Juli gewählt, weil dies ein Zeitpunkt ist, wo immer die Maximaldisponibilität auftritt und weil dann die ganze Periode geringer Disponibilität zusammenhängend ersichtlich ist, was nicht der Fall gewesen wäre, wenn man den 1. Januar als Ausgangsdatum gewählt hätte. Der Teil des zweiten Körpers, der über den ersten hinausragt, gibt ein Bild der ungenutzten Kilowattstunden.

Im untersuchten Zeitraume betrug die ungenutzte Energiemenge zwischen 800 und 900 Mill. kWh. Das Verhältnis der Ausnutzung zur Disponibilität betrug 72 %. Mancher Laie wird das Verhältnis unbefriedigend finden und doch darf es als sehr günstig bezeichnet werden im Vergleich mit den Ausnützungen, die in früheren Jahren erzielt wurden. Die sehr gute Ausnutzung ist erzielt worden durch bedeutende Abgabe von Nachtenergie zur Heisswasserbereitung in den Haushaltungen (das vorteilhafteste Absatzgebiet für Nachtenergie) und zu andern Zwecken, ferner durch Abgabe von grossen Quantitäten Sommerenergie zum Dampfkessel heizen (es handelt sich dabei um beträchtliche Mengen, welche aber nur einen ganz kleinen Geldertrag liefern können) und endlich zu einem guten Teile Dank des Exportes. Eine vollständigere Ausnutzung der überschüssigen Sommerenergiemenge scheint heute nur möglich durch noch engere Zusammenarbeit mit den ausländischen Dampfkraftwerken. Der Teil des den Absatz darstellenden Körpers, der über den Körper

<sup>10)</sup> Die Kritiker der heutigen Elektrizitätsversorgung sprechen gerne von ganz ungenügendem Ausgleich. Tatsache ist aber, dass jedermann in der Schweiz für regelmässige Bedürfnisse von den Elektrizitätswerken alle Energie bekommt, die er notwendig hat. Auch ohne das Bestehen einer Leitung über den Gotthard konnten die Tessinerwerke die nördlich der Alpen gelegenen Kraftwerke entlasten, indem sie mehr als gewöhnlich, und der Graubündner Exporteur, der auch nordwärts verbunden ist, weniger als gewöhnlich nach Italien exportierten.

der Disponibilität herausragt, gibt ein Mass der Energie, welche aus Reserveanlagen bezogen werden musste. Da das Jahr 1924/25, welches im Relief zur Darstellung gelangt ist, einen sehr trockenen Winter aufwies, ist auch die Energiemenge, welche den Reserveanlagen entnommen werden musste, eine verhältnismässig bedeutende.

Die Energiemenge, welche in der Trockenperiode aus den Reserveanlagen bezogen werden musste, betrug im Jahre 1924/25 ca. 177 Mill. kWh. Sie unterteilt sich, wie Fig. 30 zeigt, in:

- a) Ca. 150 Mill. kWh, welche aus den künstlichen Akkumulierbecken entnommen wurden.
- b) Ca. 10,5 Mill. kWh, welche aus in der Schweiz situierten thermischen Reserveanlagen bezogen wurden.
- c) Ca. 7,5 Mill. kWh, welche aus ausländischen Dampfwerken zurückbezogen wurden.

Man sieht, wie intensiv in der Schweiz die hydraulische Kraft zur Befriedigung der Energiebedürfnisse herangezogen wird. Die in Betracht gezogene Periode war eine aussergewöhnlich trockene und doch sind von den 1 774 089 000 von den Elektrizitätswerken in der Schweiz abgesetzten kWh nur 18 155 000, d. h. ca. 1% nicht dem Wasser entnommen worden. In normalen Jahren beträgt der Anteil des Wassers an der Energieabgabe mehr als 99,9 %<sup>11)</sup>.

Wer das Relief genau betrachtet, wird sich wundern, dass der der Tagesenergieabgabe entsprechende Rücken sich im Winter nicht sichtbarer hebt, während doch der Verbrauch bei den meisten Konsumenten im Winter um 10 – 20 % bedeutender ist als im Sommer. Es röhrt dies von der schon erwähnten reichlichen Sommerenergie her und von der Einschränkung des Exportes zur Zeit der Trockenheit. Je mehr wir exportieren, desto leichter kann auch die Exportquote eine Einschränkung erfahren und desto weniger müssen wir teure künstliche Akkumulieranlagen bereithalten. Das Relief zeigt auch, dass heute in der trockensten Zeit die durch den natürlichen Wasserzufluss gelieferte Energie auch nachts schon beinahe ausgenützt ist. Wenn die Nachtenergieabgabe noch bedeutend zunimmt und sie wird es wahrscheinlich, so kann auch sie zeitweise einen Bezug aus Reserveanlagen notwendig machen.

Aus Fig. 30, welche einem mittleren Längsprofil des Reliefs entspricht, lassen sich auch einige interessante Schlüsse ziehen. Es sind dort die „Wochenmittel“ der disponiblen und der abgegebenen Leistung aufgetragen. Die Kurve *E* der im Mittel aus dem zufließenden Wasser produzierbaren Leistung bewegt sich zwischen 520 000 und 210 000 kW. Das im Februar und März 1925 konstatierte Minimum dürfte in normalen Jahren nicht so tief fallen und nur etwa auf die Hälfte des Maximalwertes heruntergehen. Der Abstieg vom Maximum zum Minimum verläuft im allgemeinen langsamer als der Aufstieg. Die Kurve *D* der abgegebenen Leistung verläuft viel gleichmässiger als die Kurve *E*, sie variiert nur zwischen 310 000 und 240 000 kW und würde, wie wir schon früher angedeutet haben, viel weniger und in verschiedenem Sinne variieren, wenn nicht die Gesamtleistungsabgabe, ausser der Leistung zu wirklichen Bedürfnissen, auch eine bedeutende Leistungsquote umfassen würde, auf welche die Bezüger ohne Schaden verzichten können. Die Leistungsabgabe hat sich, Dank der Verwertung der Sommerenergie (zu ganz minimalen Preisen allerdings) der Leistungsdisponibilität in hohem Grade angepasst. Im untersuchten Jahre war die mittlere disponible Leistung während ca. 8 Monaten grösser und während 4 Monaten kleiner als die mittlere Abgabe. Die den Reserveanlagen entnommenen mittleren Leistungen sind in Fig. 30 getrennt und deutlich ersichtlich. Die den Re-

<sup>11)</sup> Wir möchten bei diesem Anlasse darauf aufmerksam machen, dass die Ausnutzung unserer Wasserkräfte nicht als Selbstzweck aufgefasst werden darf, wie es hier und da geschieht. Zweck und Ziel der Elektrizitätswerke ist, allen Kreisen der Schweiz möglichst billige Energie zu verschaffen. Die Wasserkräfte sind ein Mittel zur Erfüllung dieses Zweckes, aber es ist nicht das einzige Mittel und niemand weiß, ob es immer das vorteilhafteste Mittel sein wird.

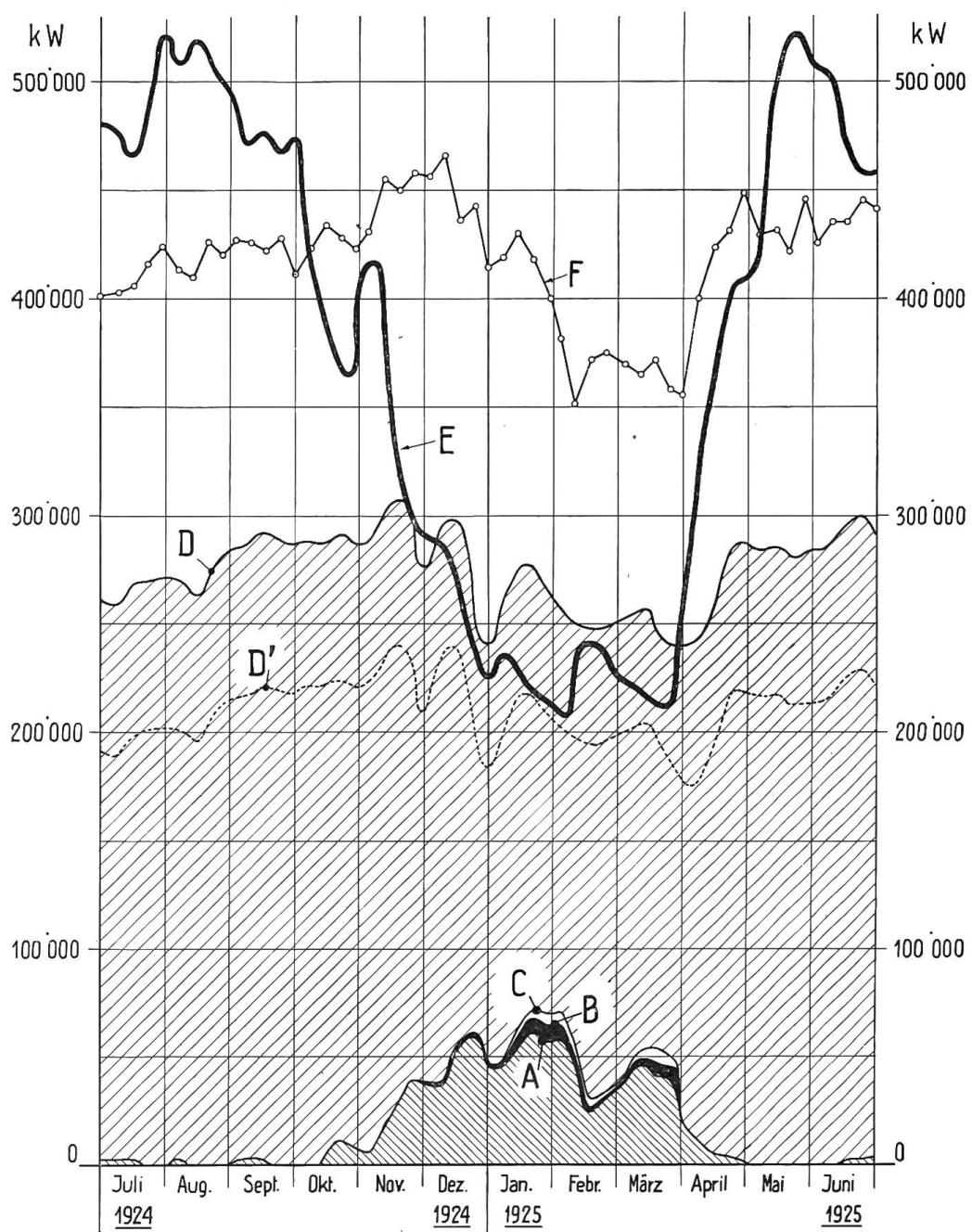


Fig. 30.

Verlauf der gesamten zur Verfügung stehenden und beanspruchten Leistung der schweizerischen Kraftwerke.

Es bedeuten:

Abszisse A (fein schraffierte Fläche) = Energieproduktion der Jahresakkumulierwerke auf Grund der aufgespeicherten Wassermengen.

Abszisse AB (schwarze Fläche) = Kalorische Energieproduktion im Inland.

Abszisse BC (weiße Fläche) = Energieeinfuhr aus dem Ausland.

Abszisse CD (grob schraffierte Fläche) = Energieproduktion der Flusskraftwerke.

Abszisse D' = In der Schweiz ausgenützte Leistung (Wochenmittel).

Abszisse D = Wirklich ausgenützte Leistung (Wochenmittel).

Abszisse E = Auf Grund des Wasserzuflusses verfügbar gewesene Leistung (Wochenmittel).

Abszisse F = An sämtlichen Mittwochen wirklich aufgetretene Höchstbelastung.

serveanlagen entnommenen Energiemengen entsprechen dort verschiedenen schraffierten Oberflächen. Man sieht, dass man den Akkumulierbecken und andern Reserven grössere Energiemengen entnehmen musste, als der Fläche entspricht, die in der Defizitperiode zwischen der Kurve der abgegebenen mittleren Leistung und der Kurve der im zufließenden Wasser disponiblen Leistung liegt. Es ist dies nicht

verwunderlich, wenn man bedenkt, dass die maximal abgegebene Leistung (Kurve F) ca. das 1,5 fache der mittleren abgegebenen Leistung beträgt und dass lange nicht alle Werke Tagesausgleichsbecken besitzen. Die Entnahme von Energie aus den Jahresakkumulierbecken erstreckt sich deshalb auch nicht nur auf 4 Monate, sondern, wenn auch in geringem Masse, auf beinahe alle Monate. Man sieht auch aus Fig. 30, dass die exportierte Leistung in der trockensten Periode um ca. 30 % reduziert wurde, während doch in der Schweiz niemand ernstlichen Mangel gelitten hat und alle Konsumenten ihre vertraglich vorgesehenen Lieferungen erhalten haben<sup>12)</sup>.

Seit dem Jahre 1925 hat die in den künstlichen Akkumulierbecken aufspeicherbare Energie nicht unwesentlich zugenommen; sie beträgt heute ca. 270 Mill. kWh, während vor 1½ Jahren 160 Mill. kWh zur Aufrechterhaltung des Betriebes genügt haben.

Zum Schlusse möchten wir an dieser Stelle darauf aufmerksam machen, dass die schweizerischen Elektrizitätswerke durch die Ablieferungen der detaillierten Angaben über die Disponibilität und Energieabgabe während eines Jahres an das Sekretariat eine sehr grosse Arbeit auf sich genommen haben, von der sich wohl nicht jeder Besucher der Ausstellung Rechenschaft geben konnte. Wir hoffen aber, dass das Gesamtresultat die Werke überzeugen werde, dass die Arbeit auch für sie interessant war und dass es erwünscht ist, sie in ähnlicher Art durch das Sekretariat weiter zu führen.

*c) Die Ausstellung über die gesamtschweizerische Hydro-Elektrizitätswirtschaft,  
Teil der Eidgenössischen Technischen Hochschule.*

Von Prof. Dr. W. Wyssling, Zürich.

Diese Darstellungen sind unter teilweiser Benützung von statistischem Material des S.E.V. und von Sondererhebungen des V.S.E. vom Schreiber dieser Zeilen, zum Teil unter Mitwirkung der Organe dieser Vereinigungen und besonders des Starkstrominspektorate, geschaffen worden. Sie werden Gegenstand einer besonderen Publikation sein, die in dieser Zeitschrift erscheinen wird. Hier sei nur zusammenfassend auf den Inhalt aufmerksam gemacht.

Fünf Wandtafeln zeigen die Entwicklung der *wichtigsten Betriebsverhältnisse der Gesamtheit der schweizerischen Elektrizitätswerke* (die von Anfang an fast ausschliesslich Wasserkraftwerke sind) über die vollen 40 Jahre seit ihrer ersten Entstehung auf, so den Ausnützungsprozentsatz der in den Werken disponibeln Jahresenergie, das Jahresschwankungsverhältnis und die ideelle Benützungsdauer der Werke, und zwar jeweilen sowohl den Bereich, in dem sich die Mehrheit der Werke bewegt, wie auch die Werte, die man erhält, wenn man alle Schweizerwerke als ein einziges betrachtet. Die Steigerung der Energieausnützung seit 1886 von etwa 12 auf 72 % und der Benützungsdauer von etwa 1000 auf 5000 Stunden im Jahre ist eindrucksvoll und beweist eine bedeutende, zielbewusste Leitung; anderseits veranlasst der Einzelverlauf der Kurven, der den bedeutenden Einfluss der raschen Kriegsselektifikation, den nachfolgenden Rückschlag durch die Industriekrisis und den Erfolg der Bemühungen um die Kompensation der letzteren durch Export zeigt, zum Nachdenken über die Grenzen des Möglichen. Aus den zwei Tafeln über die Entwicklung der Leistungsfähigkeit und der wirklichen jährlichen Energieproduktion der Gesamtheit aller schweizerischen Elektrizitätswerke ist nämlich zwar das *ununterbrochene* Ansteigen der totalen Leistungsfähigkeit und deren jeweiliger Aufschwung nach neuen technischen Errungenschaften ersichtlich, aber auch die zeitweise Verminderung in der Energieproduktion zufolge der Industriekrisis der Nachkriegszeit und wiederum deutlich deren Ueberwindung grösstenteils als Folge der Steigerung

<sup>12)</sup> Es ist hier vielleicht der Ort, darauf hinzuweisen, dass es der Ausdruck eines gesunden Tempos im Kraftbauwesen ist, wenn in Zeiten starker, lang andauernder Trockenheit eine gewisse Knappheit eintritt. Sollten wir einmal auch in solchen Zeiten Ueberfluss an Leistung und Energie konstatieren, so wäre es ein sicheres Zeichen, dass schon zu grosse Summen zum Kraftwerkbau ausgegeben worden sind.

durch den vielgeschmähten Export. Aus beiden Tafeln ist die gewaltige Bedeutung der elektro-*chemischen* Werke für das Land zu ersehen, sowie die erst in den letzten Jahren eingetretene erheblichere Abgabe für Gross-Bahnbetrieb. Die auf diesen Tafeln ebenfalls aufgetragenen Zahlen der Leistungsfähigkeit und des Jahreskonsums im Landesinnern *pro Einwohner* werden bekanntlich von keinem andern Lande der Welt überschritten. (Man wird vielleicht bemerken, dass die Zahl für den Inlandskonsum pro Einwohner im Jahre 1925, die auf dieser Tafel zu 740 kWh/Jahr angegeben ist, etwas höher ist als die in der Zahlentabelle des V. S. E. vermerkte. Der Unterschied röhrt von etwas differierenden Annahmen über die Produktion der rein elektro-*chemischen* Werke her, über welche keine Statistik besteht. Die Zahlen auf der Tafel der E. T. H. resultieren z. T. aus besonderen Informationen und dürften der Wirklichkeit näherkommen. Die Daten betreffend die Bahnwerke und die Allgemeinwerke beruhen auf direkten Angaben der ersteren und aus Zusammenzügen aus der jeweiligen Statistik des S.E.V. Die auf einer Tafel des Eidg. Wasserwirtschaftsamtes in der Ausstellung angegebenen und von denen der E.T.H. allgemein etwas abweichenden Energiezahlen sind lediglich Schätzungen, die nach den installierten Leistungen ermittelt sind.)

Sixs mit farbigen Kurven aufleuchtende Schwarztafeln<sup>13)</sup> zeigen an typischen Beispielen die Verbesserung der Ausnützung der beanspruchten Maximalleistung in ihrem Verlauf durch den Tag und durch das Jahr von früheren Zeiten bis heute sehr auffällig; aus einzelnen ist zu ersehen, wie verhältnismässig gering die Wirkung der früher angewandten Mittel der elektrischen Akkumulation oder der Tagespumpakkumulierung war gegenüber dem, durch systematischen Verkauf von Spät Nacht- und „Tages“-Strom Erreichten.

Ein *Relief des Leistungsverlaufes für die Gesamtheit der schweizerischen Elektrizitätswerke* (als ein einziges Werk betrachtet) für das Jahr von Mitte 1924 bis Mitte 1925, ausgeführt nach Ideen von Prof. Wyssling an der E. T. H. und Ingenieur Ganguillet beim V.S.E., unter Benützung einer von den Genannten veranlassten Sonderstatistik des Starkstrominspektorate, hat wohl eine Anzahl Werke bemerkenswerte Bemühungen gekostet, dürfte aber doch sehr viel zu dem notwendigen allgemeineren Verständnis der Verhältnisse bezüglich „Kraftmangel, Kraftüberschuss, Energieexport und Preispolitik“ beitragen. Für das Nähere kann auf die leichtverständliche aber vollständige Erklärung am Relief selbst und auf die vorstehenden Ausführungen von Herrn Ing. O. Ganguillet verwiesen werden.

Eine *reliefartige Darstellung von Konsum und Produktion elektrischer Energie in der Schweiz* auf der Karte 1 : 100 000 wurde geschaffen vom Autor dieser Zeilen. Sie zeigt diese Verhältnisse in drastischer Weise und ist auf Grund einer Sonderstatistik für das Jahr 1925 erstellt worden. Sie kann als eine weitere Ausbildung früherer anderweitiger derartiger Untersuchungen und Darstellungen angesehen werden<sup>14)</sup>.

Da die Dichte der Energieabgabe pro Flächeninhalt in den Ortschaften und ausserhalb derselben sehr stark verschieden ist, so konnte keine eigentliche Reliefdarstellung angewendet werden. Soweit die Zahl der jährlich für Allgemeinbedarf konsumierten Energie unter 100 000 kWh pro km<sup>2</sup> bleibt, ist sie durch rote Bemalung in drei Dichte-Stufen dargestellt. (Die Berechnungen mussten selbstverständlich nach *Elektrizitätswerksgebieten* vorgenommen werden.) Die in der Flächendichte darüber hinausgehenden Energieverbrauche von grösseren Ortschaften sind dagegen als *Körper* (Quader) dargestellt worden, deren Inhalt der Jahresenergie proportional ist und deren Grundfläche ungefähr die engere Ortschaftsfläche („Weichbild“) ist, so dass die Höhe ein Mass des Konsums *pro km<sup>2</sup>* liefert. Die produzierte Jahresenergie ist an den Kraftwerksstellen, im gleichen Maßstab des Inhalts, ebenfalls durch Körper, aber kreiszylindrische, repräsentiert, deren Höhe ein Mass der ideellen

<sup>13)</sup> Leider ist bei dem unerwartet starken Oberlicht der Tagesbeleuchtung die Wirkung dieser Transparente stark beeinträchtigt.

<sup>14)</sup> Siehe Bulletin S.E.V. 1926, No. 5<sup>bis</sup>, Seite 277: Aufsatz und Karte von Dr. Bauer.

Benützungsdauer der Leistungsfähigkeit ist. Für das Nähere mag ebenfalls auf die ausführlichen Aufschriften auf der Karte selbst verwiesen werden.

Verschiedene Färbung der Körper lässt die elektro-chemisch oder für Bahnzwecke und die für den übrigen („Allgemein“)-Bedarf verwendete und produzierte Energie unterscheiden. Die quantitative Bedeutung der verschiedenen Verwendungarten und die Verteilung ihrer Produktion und Konsumation auf das Land lässt sich an der Darstellung sehr schön studieren, und da auf dieser Karte absichtlich *keine Leitungen* aufgezeichnet sind, gestattet sie auch, sich ohne Voreingenommenheit durch Bestehendes Gedanken über die günstige Gestaltung des Hauptleitungsnetzes zu machen. Bis ins Kleinste lassen sich ferner die bessere oder schlechtere Ausnützung der einzelnen Werke, insbesondere aber die mehr oder weniger intensive Verwertung elektrischer Energie in verschiedenen Werksgebieten wie in den einzelnen Ortschaften verfolgen. Zur Erleichterung der Würdigung der Ergebnisse dieser Darstellung sind Haupt- und typische Zahlen ihrer statistischen Grundlagen in einer Tafel an der gegenüberliegenden Wand besonders aufgeführt und namentlich auch durch Zahlen bezogen auf die Einwohnerzahl ergänzt. (Es ist interessant, diese Zahlen zu vergleichen mit denjenigen einiger anderer Länder, die sich ebenfalls in der Ausstellung befinden. Dieses Studium wäre namentlich Denjenigen zu empfehlen, die in der Schweiz fortwährend über „ungenügende Inlandsversorgung“ reden und schreiben.) Von diesen Zahlenangaben sollen hier nur einige Hauptergebnisse gestreift sein: Die Gesamtproduktion aller schweizerischen Elektrizitätswerke ergab sich im Jahre 1924 zu 885 kWh pro Einwohner und 84 000 kWh pro km<sup>2</sup>, elektrochemischer und Bahnbedarf, sowie Export inbegriffen. Im Lande verblieben davon 740 kWh pro Einwohner oder 70 000 kWh pro km<sup>2</sup>, wovon für „Allgemeinzwecke“ (also ohne Elektrochemie und Grossbahnen) 451 kWh pro Einwohner oder 43 000 kWh pro km<sup>2</sup>. Der auf der Karte relativ gross erscheinende „nicht bediente“, d. h. nicht mit elektrischen Verteilleitungen versehene Flächenanteil der Schweiz ist praktisch der „unbewohnte“, nur etwa 1 % der Einwohner umfassende. Rechnet man nur den restlichen, den „bewohnten“ Teil der Schweiz, so sind in diesem 67 000 kWh pro km<sup>2</sup> im Jahre konsumiert worden für „Allgemeinzwecke“.

Die Dichte des Energiekonsums, bezogen auf Verteilgebiete von ganzen Werken, erreicht naturgemäss das Maximum in „Stadtwerken“ (welche allerdings meistens auch noch ländliche Teile versorgen); sie ging dort bis 1455 kWh pro Einwohner und bis 1 725 000 kWh pro km<sup>2</sup>). Die Dichte ist aber weder pro Einwohner noch pro km<sup>2</sup> gerechnet gerade in den grössten Städten auch am höchsten, sondern grösser in kleineren Industrie- und Fremdenstädten, die entweder verhältnismässig viel Industrie oder viel Kleinwärmeabgabe aufweisen. In der Konsumdichte auf den *Einwohner* gerechnet kommen eine ganze Anzahl Ueberlandwerke selbst grössten Stadtwerken gleich. Alles dies sind Beweise dafür, dass die elektrische Energie im ganzen Lande intensiv für die *verschiedensten* Zwecke verwendet wird und keineswegs mehr eine „städtische“ oder mit irgendwelchem Luxus zusammenhängende Ware ist. Die aufgezeichneten, auf die einzelnen geschlossenen Ortschaften bezüglichen Zahlen beweisen dies noch deutlicher: Unter den Städten mit maximalem Konsum pro Einwohner finden sich von den kleinsten, und von den grossen Städten umgekehrt einzelne unter denen mit geringerem Konsum pro Einwohner. Mit der grössten Dichte pro Flächeneinheit in Ortschaften stehen allerdings die beiden grössten Städte mit über 5 Millionen und gegen 4 Millionen kWh Konsum pro Jahr und km<sup>2</sup> an der Spitze, aber von allen kleineren Ortschaften (zwischen 3000 und 20 000 Einwohnern) haben noch 14 eine Flächendichte von über 4 Millionen kWh Konsum pro Jahr und nur 8 weniger als eine halbe Million, eine Folge des glücklichen Typus des schweizerischen „Industriedorfes“. Man möge auch diesen interessanten Zahlentabellen einige Zeit der Betrachtung widmen.

**6. Die Ausstellung der Eidg. Technischen Hochschule über die technische Entwicklung der Bestandteile der hydro-elektrischen Kraftwerke.**

Von Prof. Dr. W. Wyssling, Zürich.

Diese Ausstellung nimmt die (vom Eingang her) *rechte* Hälfte des Oktogons ein. Nach einem Vorschlag des Schreibers dieser Zeilen möchte die Eidg. Technische Hochschule hier in einheitlichen Darstellungen das jeweilen *Typische* der verschiedenen *Bauarten der einzelnen Bestandteile* vorführen, wie sie im Verlaufe der Zeit insbesondere in der Schweiz sukzessive angewendet worden sind. Damit soll die *technische Entwicklung* in ihren wesentlichen Punkten zur deutlichen Anschauung gebracht und gleichzeitig eine teilweise Uebersicht über einzelne Gebiete der Mitarbeit der E.T.H. geboten werden. Die an den Wänden sichtbaren Zeichnungen sind daher keine *Konstruktionszeichnungen*, sondern solche, in denen das Unwesentliche, nicht Typische weggelassen ist, um das letztere deutlicher hervortreten zu lassen. Die wissenschaftlich-technische Entwicklung ist dabei durch Angabe der wesentlichen, insbesondere charakteristischer spezifischer Zahlen und vergleichender typischer Rechnungsergebnisse ergänzt. Die dargestellten Objekte sind alle schweizerische Erzeugungs- und Projektierungsarbeit. Die sämtlichen Bauarten je eines Bestandteiles sind dabei vom ersten bis zum letzten Entwicklungsstadium je im selben Maßstabe aufgezeichnet, um den Vergleich besonders eindrücklich zu gestalten.

Den Elektriker werden besonders interessieren die Tafeln betreffend *Entwicklung* der *Transformatoren*, der *Schalter*, *Schaltanlagen*, der *Generatoren* und der *Turbinen*. Die ersten drei sind vom Autor dieses Aufsatzes zusammengestellt unter dankenswerter Hilfe der schweizerischen Konstruktionsfirmen und Elektrizitätswerke. Von den ersten kleinsten Transformatoren der ältesten hydro-elektrischen Werke von 1886 bis zu den neuesten wird die grosse Entwicklung der Transformatoren von einigen kW bis zu 12 500 kVA Einheitsleistung vorgeführt, die entsprechende Verringerung des spezifischen Gewichts von 75 bis zu  $2\frac{1}{2}$  kg pro kVA, ferner die Entwicklung der magnetischen, der Wicklungs- und Kühlungsanordnungen. An *Schaltern* sind von 1886 bis 1925 zehn typische dargestellt, beginnend mit den Hochspannungsmaschinenschaltern des ersten Wechselstromwerks Thorenberg bis zu den neuesten schweizerischen Konstruktionen von Oelschaltern für 150 kV und  $1\frac{1}{4}$  Millionen kVA Abschaltleistung. Eine Zusammenstellung über Anordnung und Raumbedarf der ganzen *Schaltanlagen*, gezeigt durch 7 Typen von 1886 bis 1924, gibt Zahlen über den Raumbedarf der Schaltanlagen pro kW Werksleistung; man erkennt, wie mit Erhöhung der Sicherheit durch Änderung des Einbausystems der spezifische Raumbedarf zunächst jeweilen anstieg, um sodann durch rationellere Ausführung wieder heruntergebracht zu werden, von etwa  $\frac{1}{10}$  m<sup>3</sup> per kW ein Ansteigen bis auf 1 m<sup>3</sup> und nun bereits wieder eine Senkung auf etwa  $\frac{1}{3}$  m<sup>3</sup> per kW. Die Entwicklung der *elektrischen Generatoren und Turbinen* ist gemeinsam, nach Anordnung von Prof. Prášil und des Schreibenden, auf den nächsten Wandtafeln dargestellt. Zunächst die Niederdruckanlagen: Hier erscheinen die Turbinen unserer ältesten grösseren Wasserausnutzung mit Kraftverteilung, derjenigen am „Moser-Damm“ zu Schaffhausen, 1866 noch ohne Hilfe der Elektrizität mittels Drahtseiltransmission ausgeführt, und zum Vergleich die seitherigen neuen Anlagen an jenem Gefälle. Auch weiterhin sind von denjenigen grösseren Anlagen, in welchen frühere Turbinen- und Generatoren systeme durch neuere ersetzt wurden, die alten und neuen Anlagen nebeneinander gezeigt (z. B. Chèvres, Matte Bern, Ruppoldingen); die Weiterentwicklung bis heute ist vertreten durch die Maschinengruppen der Werke Eglisau, Neu-Wynau mit Propellerturbine und die erste kleine Kaplan-Turbinenanlage der Schweiz (Glattfelden). Für die Generatoren ist ersichtlich, wie nach anfänglicher Benützung von Uebersetzungsantrieben (Riemen, Zahnräder) in der Schweiz schon früh sehr langsam gehende, direkt gekuppelte Generatoren versucht wurden (Ruppoldingen 1896, Chèvres, Rheinfelden), während später die möglich gewordene Erhöhung der Turbinendrehzahlen auch die Bauart der Generatoren modifizierte und nach Fallenlassen des „Homopolartyps“, der durch die Konstruktion von Thury für

Chèvres 1896 repräsentiert ist, sehr vergleichmässigte. Instruktiv sind auch hier, neben andern angegebenen technischen Daten, die Werte der spezifischen Gewichte pro Leistungseinheit und ihre durch Verbesserung der Konstruktion und Anwachsen der Einzelleistung erzielte Abnahme, die für je dieselbe Wasserkraftanlage beispielsweise für die Generatoren von 73 auf 40, von 70 auf 40, von 107 auf 40 kg pro kVA geht, und für die entsprechenden Turbinen von 39 auf 17, von 177 auf 44, von 105 auf 25 kg pro PS. Für die neuesten Niederdruckanlagen bewegen sich die Gewichte etwa um 30 kg pro PS bzw. 25 kg/kVA. Für die auf dem nächsten Felde dargestellten typischen *Hochdruckanlagen* sinkt bei den neuesten und grössten das Turbinengewicht auf 4 und 3 kg/PS und das Generatorenengewicht bis auf 7 und 6 kg/kVA. Hier geht die Entwicklung in den 40 Jahren von Girard-Turbinen einiger hundert PS bis zu Francis-Turbinen von 17500 PS (Siebnen-Wäggital) und Pelton-Turbinen von 15600 PS (Barberine); für die zugehörigen, von Anfang an direkt mit den Hochdruckturbinen gekuppelten Generatoren ist besonders die entsprechend den gesteigerten Drehzahlen und Einheitsleistungen nötig gewordene Entwicklung der Festigkeitskonstruktion der Rotoren und Ankerwicklungen interessant.

Hier seien gleich noch erwähnt die von Prof. Dr. Prásil zusammengestellten Darstellungen betreffend *das charakteristische Verhalten der verschiedenen Turbinenarten*, welche unter Beigabe der typischen Querschnittszeichnungen nach den wesentlich vom Genannten entwickelten Darstellungsmethoden sehr anschaulich gezeigt werden bis zu den neuesten und grössten Konstruktionen, ferner die äusserst interessanten Wasserströmungsbilder, die nach einer ebenfalls vom genannten Hydrauliker eingeführten neuen Methode (die auch kinematographischen Aufnahmen dient) einige typische Strömungsfälle in und bei Turbinen sehr schön photographisch sichtbar macht. (Ueber diese turbinentechnische Ausstellung wie auch den weiterhin zu beschreibenden wasserbautechnischen Teil der Ausstellung der E.T.H. ist eine besondere Publikation in einem Fachblatte vorgesehen.)

In den weiteren Wandfeldern folgen nun die von Prof. Meyer-Peter bearbeiteten *Darstellungen betreffend die Entwicklung der wasserbautechnischen Teile der Kraftwerke*. Zunächst werden die typischen *Pumpakkumulieranlagen* vorgeführt je durch Maschinenhausplan, Aggregatszeichnung und Betriebsdiagramm, von der kleinen Fabriksanlage der Clus aus dem Jahre 1898 über die Elektrizitätswerks-Tagesakkumulierung von Ruppoldingen von 1904 und die Wochenspeicherung der Stadt Schaffhausen bis zur Pumpanstalt Rempen des Wäggitals mit 4 je rund 5000 pferdigen Pumpen, die auf bis 266 m Höhendifferenz jährlich gegen 40 Millionen m<sup>3</sup> Wasser für Jahresakkumulation in den Stausee befördern.

Weiterhin sind die typischen *Hochdruckturbinen-Abschlussorgane* von der Drosselklappe bis zum Kugelschieber vorgeführt.

Die Darstellung der *Entwicklung der Niederdruckanlagen* umfasst vor allem die verschiedenen *Lageanordnungen* des Gesamten und der Werkbestandteile (Wehr, Rechen, Maschinenhaus, Zu- und Ablauf), mit Typen reiner Stauwerke von Chèvres (1893) bis Eglisau (1920) und das Projekt Schwörstadt, sowie mit 4 typischen Kanalwerken (Rheinfelden 1895, Beznau, Gösgen 1917 und ein Rhoneprojekt) und mit 2 Akkumulierwerken (Kallnach und Mühleberg). Dann werden die *Einlaufbauwerke* mit ihren Einrichtungen und den Kanalquerschnitten an 7 typischen Fällen durchgenommen. Sehr viel lehrt auch die Tafel über die Entwicklung der *Wehre* (mit Skizzen über Kolkungen), vom Moser-Damm von 1866 bis zum Mühlebergwehr 1921, auf der sich die verschiedensten Konstruktionen und Grössen finden. Die Entwicklung der *Maschinenhausquerschnitte* von Chèvres (1893) bis Mühleberg (1921) ist interessant durch den Fortschritt der Einfachheit und Grösse, dessen fast ausschliesslich in der Turbinentechnik liegende Ursache deutlich hervortritt. Besonders eindrucks voll ist bei den nun folgenden *Hochdruckanlagen* die *Entwicklung der Talsperren*, deren Bedeutung noch nicht einmal ganz zum Ausdruck kommt, weil die allzugrossen Unterschiede von 8 m Höhe bei der kleinen Anlage Laghetto (1907) bis zu 94 m Höhe bei der Staumauer beim Schräb im Wäggital leider zur Anwendung dreier

*verschiedener* Masstäbe zwang. Graphische Darstellungen über die Berechnungsgrundlagen, Beanspruchungen, Kubaturen usw. der neueren grossen Gewichts- wie Gewölbe-Staumauern geben dem Fachmann wertvolle Vergleiche.

Die zufolge der Verschiedenheit der Verhältnisse sehr mannigfaltige Gestaltung der *Wasserfassungseinrichtungen* an Flüssen und an Bassins für Tages- oder Saisonspeicherung sind an 7 neueren typischen Anlagen gezeigt, ebenso die Lösungen des Problems der ausgleichenden *Wasserschlösser* an 7 Beispielen. Letztere weisen, namentlich auch durch beigegebte neuartige Vergleiche mit zylindrischen Schächten bei gleichen hydraulischen Bedingungen, die Fortschritte seit den ersten Ausführungen der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts bis heute sehr schön aus.

Endlich gibt ein weiteres Feld Auskunft über die Gestaltung der *Druckleitungen* mit Bezug auf ihre Lagerung und namentlich die neueren *Rohrverbindungen*; auf den vorliegenden Pultflächen sind die bisher hauptsächlich angewandten *Druckstollen*-typen dargestellt und in sehr lehrreicher Art verglichen mit entsprechenden kreisförmigen Stollen. Im Anschluss daran sind die Ergebnisse der *Druckstollenkommission* der S.B.B. (in welcher die E.T.H. durch ihren derzeitigen Präsidenten mitwirkte) und insbesondere ihre Nutzanwendung auf das Werk Amsteg zur Schau gebracht.

In der Mitte der eben beschriebenen Hauptwand mit den technischen Darstellungen der E.T.H. hat noch eine damit zusammenhängende Ausstellung des *Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins* Platz gefunden, nämlich die unter Mitwirkung von Prof. Prášil zustande gekommenen Untersuchungen und Ergebnisse der *Wassermesskommission* betreffend die Wassermessmethoden und -Formeln, sowie die für die wasserbautechnischen Arbeiten ja so wichtigen Resultate der sogenannten *Abdichtungskommission*, die Durchlässigkeit verschiedener Materialien und Abdichtungsanordnungen beschlagend.

#### *Historische Gegenstände.*

Ergänzungen des Dargestellten fassen im Raume vor dieser Hauptwand noch einige Tische und Pulte. Da finden sich auf einem Bilderpulte die Originalpläne der Wasserkraftnutzung in Schaffhausen am Moserdamm (Drahtseiltransmission von 1866), auf einem anderen eine Zusammenstellung von Bildern und Originalplänen der ältesten hydro-elektrischen Kraftwerke nebst Zeichnungen ihrer Maschinen. So die mit den ersten Vielpolmaschinen von R. Thury arbeitenden Gleichstromanlagen der Rançonnière (Le Locle) und von Combe Garot-La Chaux-de-Fonds, letztere nach dem originellen Seriesystem, mit bis 11 000 Volt, von 1890 bzw. 1896 an bis heute noch mit denselben Maschinen fast unverändert arbeitend, ferner Bilder des ersten Wechselstromwerks der Schweiz, Thorenberg-Luzern, in der nicht mehr bestehenden Form von 1886 mit Ganzschen Einphasen-Generatoren, die Zürcher Anlagen im Letten von 1892 mit der heute ebenfalls als Merkwürdigkeit erscheinenden Kappischen Einphasengeneratoren-Konstruktion, dann die Anlagen mit den ersten grösseren schweizerischen Wechselstrom-Generatoren, darunter besonders die zweite Anlage Thorenberg mit dem langsam laufenden Einphasen- und die ersten Mehrphasengeneratoren, z. B. die von Rathausen, endlich Darstellungen der ältesten Anlage des Werkes Chèvres von 1896, mit den langsam laufenden, zweiphasigen Thuryschen Maschinen nach dem Homopolar-Typ.

Die Ausstellung dieser historischen Gegenstände entspricht einer Anregung der Ausstellungsleitung, auf deren Wunsch hin sie von der Technischen Hochschule besorgt wurde. Die Elektrizitätswerke und Konstruktionsfirmen, welche die Ausführung mit grossem Müheaufwand unterstützten und ermöglichten, indem sie das Material zur Verfügung stellten, verdienen dafür den besten Dank. Dies gilt besonders auch für die Ueberlassung von *historischen Objekten in natura*. Grössere Maschinen, die zur Verfügung gestellt worden waren, konnten leider nicht aufgestellt werden, doch orientierten über die Anfänge des Baues von Gleichstromma-

schinen in der Schweiz kleinere Maschinen von *R. Thury* (1886) und besonders die Versuchsanordnungen, sowie die, schon 1874 ersonnene und ab 1883 zur regelmässigen Fabrikation gebrachte Form der Maschinen eines anderen unserer Pioniere, Ingenieur *E. Bürgin*-Basel; ferner über die ersten schweizerischen Wechselstromprodukte, je einer der ersten Transformatoren von 1886/87 der Elektrizitätswerke von Luzern und von Vevey-Montreux, die letzteren dort gebaut, die ersten eine Verbesserung des ursprünglich Ganzschen Fabrikats durch unsren kürzlich verstorbenen V. Troller. Ein Spannungsregulator, Maschinenschalter und Gross-Sicherungen aus den 80er und 90er Jahren ergänzen diese kleine Schau und dürften für die jüngere Generation Schlaglichter werfen auf den anfangs unsicheren und mühsamen Weg, den die schweizerische Kraftwerkstechnik in den 40 Jahren ihres Bestehens zurückgelegt hat. Dasselbe besorgen auf dem Gebiete der Turbinen, vielleicht noch eindrucksvoller, die daneben aufgestellten Gegenstände, die von ausgefressenen Schaufeln und Düsen-Nadeln modernerer Turbinen zurückführen bis auf ein hölzernes Jonval-Laufrad und ein hölzernes Stossrad, welch letztere allerdings aus Frankreich bzw. Bosnien stammen.

Zur neuesten Zeit überführen möchte das zur Aufstellung gebrachte kleine *Modell der für die E. T. H. projektierten Wasserbauversuchsanstalt*. Im Vergleich mit den von einzelnen anderen Ländern zur Schau gebrachten Darstellungen neuer Wasserbaulaboratorien und der Ergebnisse die aus denselben bereits gewonnen wurden, wird dies Modell einmal Zeugnis ablegen von der auf das Notwendige beschränkten, sehr einfach aber zweckmässig gehaltenen Einrichtung dieser projektierten Anstalt, dann aber auch von seiner dringenden Notwendigkeit und Nützlichkeit, die ganz besonders für unsere Schweiz, für die Wahl der zweckmässigsten Einrichtungen an unseren Wehren, Kanälen usw. vorhanden sind. Das Modell soll sprechen für die tatkräftige Unterstützung der Sammlung der zur Erstellung nötigen Gelder, für die, wie es scheint, der Bund als solcher gegenwärtig nicht genügend Mittel besitzt.

Das „Oktogon“ der Ausstellung ist, wie so viele andere Partien derselben, der Uebersicht für die Fachleute und ganz besonders der Information derjenigen gewidmet, die mit Wasserkraftverwertung und Elektrizitätsversorgung in Beziehung stehen, oder sich sonst dafür interessieren, es soll denjenigen Personen dienen, welche dieser Art der Einholung authentischer Auskünfte anstelle derjenigen durch die vielen, oft widersprechenden Nachrichten und Behauptungen oberflächlicherer Publikationen gerne eine Stunde widmen. Die Veranstalter werden für ihre Mühe entschädigt sein, wenn diese Benützung und erhoffte Wirkung des Dargestellten einigermassen eintritt.

## 7. Die Ausstellung des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins.

Von Ing. *E. Stadelmann*, Zürich.

### a) Auswahl aus dem Studienmaterial zu den Normen für Wassermessungen.

Wie der Titel besagt, sind die 15 Schaubilder eine nur beschränkte Auswahl aus dem sehr reichhaltigen Studienmaterial und geben daher nur einen allgemeinen Ueberblick über die Arbeit selbst.

Das Ergebnis einer vieljährigen Untersuchungsarbeit ist in den Normen<sup>15)</sup> zusammengesellt; vorläufig beschränken sich dieselben auf Behältermessungen, Ueberfallmessungen und Flügelmessungen.

*Behältermessungen.* Bei dieser noch immer genauesten Methode konnten sich die Normen darauf beschränken, genaue Vorschriften festzulegen bezüglich der Wahl der anzuwendenden Behälter und deren Eichung. Die Normen bringen also hier nichts neues, sondern legen nur eindeutig fest, wie bei solchen Messungen vorzugehen ist.

<sup>15)</sup> Normen für Wassermessungen, Verlag des S. I. A., Tiefenhöfe, Zürich.

*Ueberfallmessungen.* Die Messart wird überall mit Vorteil angewendet, wo es sich um kleinere und mittlere Wassermengen handelt und wo der Einbau eines Ueberfallwehres praktisch möglich ist. Als Messwehre kommen nur vollkommene Ueberfälle in Betracht, für welche die Wassermenge ganz allgemein nach der Formel von Du Buat berechnet wird. Für den in dieser Formel auftretenden Ueberfall-Koeffizienten  $\mu$  haben nun die Untersuchungen des S. I. A. zu einer neuen Formel geführt.

Die Versuche des S. I. A. wurden einsteils im Maschinenlaboratorium der Eidg. Technischen Hochschule in einem Kanal von 0,80 m Breite, andernteils in einem Kanal des Kraftwerkes Ackersand von 3,50 m Breite ausgeführt. Die Versuche wurden von geübten Ingenieuren mit grösstmöglicher Genauigkeit vorgenommen, für die Bestimmung der Ueberfallhöhe und der Wasserspiegelhöhe im Kanal wurde eine grosse Zahl von Präzisionsspitzenpegeln, Schwimmerpegeln und ein Registrierpegel eingebaut.

Der Schirm, der als Eichmittel für die Ueberfallmessungen dienen sollte, wurde einer gründlichen Revision und teilweisen Neukonstruktion unterworfen. Durch eingehende Versuche wurde sowohl der Schirmwiderstand, als auch der Schirmslip bestimmt.

Die eigentlichen Ueberfallmessungen erstreckten sich auf Ueberfälle ohne Seitenkontraktion von 3,5 m Breite und Wehrhöhen von 0,50 bis 1,30 m und auf Ueberfälle mit Seitenkontraktion, bei welchen sowohl Wehrhöhe als Kontraktionsverhältnis in weiten Grenzen variiert wurden. Im ganzen wurden von der Wassermesskommission über 6000 Versuche ausgeführt.

Zum erstenmal ist es nun gelungen, eine Formel für Ueberfälle mit Seitenkontraktion aufzustellen, welche für das Kontraktionsverhältnis 1, also Kanalbreite gleich Ueberfallbreite, ohne weiteres in die angegebene Formel für Ueberfälle ohne Seitenkontraktion übergeht.

*Flügelmessungen.* Ueber die Genauigkeit dieser wohl am meisten angewandten Messmethode herrschten von jeher sehr geteilte Meinungen. In den beiden Messkanälen wurden eine grosse Anzahl von neuen Messungen mit Instrumenten verschiedener Konstruktion durchgeführt. Am Messkanal im Ackersand konnten gleichzeitig in drei verschiedenen Querschnitten Wassermessungen mit verschiedenen Instrumenten und gleichzeitig auch solche mit dem Ueberfall vorgenommen werden. Dadurch ergab sich eine genaue Kontrolle der verschiedenen Messungen und Instrumente untereinander.

Auf Grund des gewonnenen zahlreichen Materials ist es nun möglich gewesen, bestimmte Vorschriften über die zu wählende Anzahl der Messpunkte, über die Einteilung der Messprofile und schliesslich auch eindeutige Angaben über die Art und Weise der Auswertung solcher Flügelmessungen aufzustellen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es gelungen ist, in den S. I. A.-Wassermessnormen eindeutige, klare Vorschriften für die drei gebräuchlichsten Wassermessmethoden festzulegen, wodurch früher oft gehegte Zweifel und Meinungsverschiedenheiten vermieden werden.

#### b) Auswahl aus dem Studienmaterial zum Bericht der Gussbeton-Kommission<sup>16)</sup>.

Die Gussbeton-Kommission wurde gegründet um die Erfahrungen mit der Rinnenbetonbauweise auf den Baustellen der grossen Talsperren Barberine und Wäggital zu sammeln. Die Arbeit behandelt einen Teil des Talsperrenbaues; sie gehört also mit zu der Abteilung der Wasserkraftausnutzung.

Auf einem Dutzend Schaubilder sind die beiden grossen Staumauern Barberine und Schräb dargestellt, die Bauplatzinstallationen, die Betonzusammensetzungen und deren wichtigste Eigenschaften. Dargestellt sind ferner die Arbeitsfortschritte, beach-

<sup>16)</sup> Gussbeton, Erfahrungen beim Schweizerischen Talsperrenbau. Bericht der Gussbetonkommission, bearbeitet von Dipl. Ing. E. Stadelmann. Verlag „Hoch- und Tiefbau“, Zürich.

tenswert sind die kurzen Bauzeiten beider Mauern, trotzdem nur während weniger Sommermonate betoniert werden konnte. Dieser Umstand ist besonders dem Gussbeton zu verdanken. Sehr interessant sind sodann die gemessenen Abbindetemperaturen im Innern der Mauern. So wurden in der Schrähmauer Temperaturerhöhungen von bis  $35^{\circ}\text{C}$  gegenüber der Umgebung beobachtet. Im Massenzentrum und in der Nähe der Fundamentsohle nimmt diese Abbindewärme nur sehr langsam ab.

Die Erfahrungen mit Gussbeton auf Baustellen wurden sodann noch ergänzt durch eine grosse Anzahl von Laboratoriumsversuchen der Eidgen. Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. Diese Untersuchungen befassten sich mit der Druckfestigkeit von Mörtel und Beton, mit der Frostbeständigkeit, der Wasserundurchlässigkeit, der Elastizität und dem Schwinden. Untersucht wurde der Einfluss des Bindemittels, des Wasserzusatzes, der Granulometrie der Sand- und Kieskomponenten und des Alters auf die vorgenannten Betoneigenschaften. Die Laboratoriumsversuche wurden auch in vergleichender Weise mit den Theorien von Feret und Abrams beigezogen; es kann hier gesagt werden, dass mit den beiden Methoden gut übereinstimmende Werte gefunden wurden.

Zusammenfassend kann als Resultat der Arbeit der Gussbeton-Kommission festgehalten werden:

Der Gussbeton hat sich als brauchbarer Baustoff erwiesen. Seine Festigkeit ist allerdings nur etwa halb so gross wie diejenige eines gleich gut dosierten Stampfbetons. Frischer Gussbeton ist infolge seines grossen Wassergehaltes ziemlich empfindlich gegen Frost und kann leicht beschädigt werden. Diese Frostgefahr nimmt mit zunehmendem Alter ab. Die Installationen für Gussbeton müssen eingehend studiert werden, vor allem ist es nötig, dass die Rinnenanlage den ganzen Bauplatz bestreichen kann.

Als Vorteile zugunsten des Gussbetons sind zu nennen seine leichte Verarbeitbarkeit, die Möglichkeit grosser Arbeitsfortschritte, gute Wasserundurchlässigkeit, grosse Homogenität des Baustoffes und des Bauwerkes, die Möglichkeit Arbeitsunterbrechungen, Fugen an statisch ungefährdete Stellen anzubringen.

Es ist klar, dass nur gewissenhafte Unternehmer diesen etwas heiklen Baustoff verwenden sollten; denn auch hier, wie bei andern technischen Neuerungen, müssen Erfahrungen gesammelt werden, welche eben nicht jedem Anfänger zur Verfügung stehen.

### III. Exposition de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

Par J. Landry, professeur et directeur de l'Ecole, à Lausanne.

Lorsque se posa la question de la participation de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne à l'Exposition Internationale de Navigation intérieure et d'Exploitation des Forces hydrauliques à Bâle, il fallut naturellement étudier et arrêter un programme approprié. Vu le caractère très spécial de la manifestation bâloise, ce n'était pas là chose particulièrement facile. Une exposition purement scolaire ne paraissait guère à sa place. Une représentation systématique destinée à montrer l'évolution de certains des éléments essentiels que l'on rencontre dans tout ouvrage hydroélectrique ne paraissait pas davantage indiquée, car le risque de tomber dans une certaine monotonie aurait été grand. Il fallait donc autre chose. Mais quoi?

Après avoir envisagé nombre d'idées et de projets correspondants, l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne, qui est en relations très étroites avec la plupart de ceux qui participent activement au mouvement technique et économique romand, s'est arrêtée au double programme dont son stand, que nous allons sommairement décrire, est le vivant reflet.

#### 1<sup>re</sup> partie: *Forces hydrauliques.*

Les deux tiers environ de l'espace disponible (dimensions en plan:  $21 \times 9\text{ m}$ ) sont occupés principalement par un certain nombre de représentations et d'objets

qui ont trait à l'utilisation des forces hydrauliques du bassin du Rhône (voir fig. 31 et 32).

1<sup>o</sup> Comme chacun le sait, le *bassin du Rhône* est l'un des plus riches en forces hydrauliques de toutes sortes. Il convenait donc d'en donner une idée d'ensemble et il était tout indiqué de le faire sous la forme d'une *carte* convenablement disposée. Cette carte, à l'échelle 1 : 50 000 et que l'on voit à droite dans la figure 31, s'étend du glacier du Rhône à la frontière franco-genevoise. On y a figuré, en traits et en cercles blancs ou rouges, les signes distinctifs des ouvrages hydrauliques, des usines hydro-électriques en exploitation ou en construction et des principales lignes électriques à haute tension avec leurs liaisons. Il n'a pas été jugé opportun d'y ajouter des données statistiques, ne serait-ce que pour ne pas augmenter d'une unité le nombre déjà impressionnant de ceux qui, en Suisse, produisent des travaux de ce genre.

De part et d'autre de la carte du bassin du Rhône et ailleurs encore (fig. 31) apparaissent des *vues photographiques* d'un certain nombre d'*usines hydro-électriques* relevant directement ou indirectement de ce bassin.

2<sup>o</sup> L'économie électrique Suisse s'oriente de plus en plus vers *l'utilisation judicieusement combinée des usines* «au fil de l'eau» et des *usines avec accumulation*. La Suisse romande en offre quelques exemples. Elle possède en particulier quelques lacs naturels ou artificiels exploités industriellement et, depuis relativement peu de temps, un *réseau général* de lignes électriques grâce auquel ces lacs peuvent faire sentir leur effet dans l'un quelconque des réseaux de distribution romands.

L'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne a tenté de faire apparaître *dans une installation animée* dont la fig. 32 donne la vue générale, tout ce qu'il y a d'essentiel et tout l'intérêt qui réside dans les usines hautes et basses chutes associées par le seul lien capable d'en faire un tout: *la ligne électrique*. Cet ensemble, qui forme le cœur de son exposition, comprend:

a) Une *carte de la région de Genève* (fig. 32, centre gauche), où se trouve, sur le Rhône, l'usine de *Chèvres* (chute 5 à 8 m) et, sur le territoire genevois, les principaux centres de consommation qui en dépendent. Cette carte est animée, en ce sens que des groupes de lampes s'allumant vu s'éteignant suivant une loi déterminée donnent une image vivante des fluctuations de la charge d'un réseau comme celui qui a été choisi à titre d'exemple.

b) Une *carte de la région de Martigny* (fig. 32, centre droit), où se trouve, latéralement au Rhône, l'usine typique de *Fully* (chute 1650 m). Cette carte est également *animée*. On y a figuré par un cercle à fond transparent éclairé l'usine dont il vient d'être question ainsi que celles de St-Maurice et de Vouvry qui travaillent sur le même réseau général. Comme sur la précédente, on y voit aboutir une *ligne triphasée* à haute tension tendue de la région de Genève à celle de Martigny, ligne qui schématise la grande artère existante Fully-Genève et qui s'anime par lampes s'allumant et s'éteignant périodiquement dès que l'usine à accumulation symbolisée par le groupe à haute chute dont il est question sous d'vient en aide à l'usine à basse chute (lettre c).

c) A titre de témoin d'une *usine à basse chute* existante, de celle de Chèvres par exemple, un *groupe hydro-électrique à basse chute avec canal d'aménée, déversoir, chambre d'eau et canal de fuite*. On remarquera, en passant, les détails constructifs de ce groupe à basse chute dont les éléments essentiels (distributeur à aubes pivotantes, roue à hélice de 90 mm de diamètre et tube d'aspiration en verre) peuvent être observés *en fonctionnement* grâce à des regards vitrés ménagés à cet effet (fig. 32, à gauche).

d) A titre de témoin d'une *usine à haute chute* existante, de celle de Fully par exemple, un *groupe composé d'une turbine Pelton et d'un alternateur correspondant*. On remarquera aussi les détails constructifs de ce groupe où les éléments essentiels de la turbine (roue Pelton, tuyère, pointeau et déflecteur) peuvent, grâce à une bâche en verre, être observés *en fonctionnement* (fig. 32, à droite).

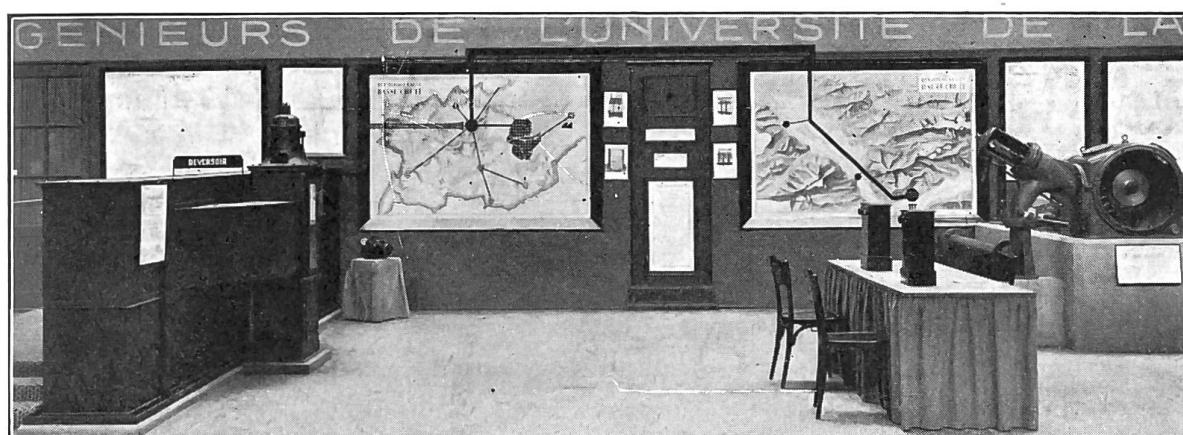


Fig. 31, 32 et 33.  
Le stand de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.  
Fig. 31 et 32: Forces hydrauliques. Fig. 33: Essais des matériaux.

e) Une colonne de commande automatique des deux groupes spécifiés sous c et d, du réseau de Genève (carte animée, lettre a) et de la ligne de jonction animée (lettre b). Cette colonne (fig. 32, au centre) contient un certain nombre d'appareils automatiques commandés par une came circulaire dont le profil reproduit exactement le diagramme de consommation d'une journée d'été et celui d'une journée d'hiver. On y remarque aussi deux voyants, l'un où apparaît et se déroule le diagramme de la consommation du réseau (Genève) dont les besoins sont couverts, suivant la saison et l'heure de la journée, soit par l'usine à basse chute seule (été et certaines heures de la journée en hiver), soit par l'usine à basse chute et par l'usine à haute chute conjuguées par la ligne de jonction Valais-Genève (en hiver, à certaines heures; pointes), l'autre où surgissent à temps voulu les explications sommaires des opérations qui se succèdent dans les usines productrices chargées de faire face aux exigences du service.

L'installation combinée dont les constituants viennent d'être énumérés (une description complète exigerait beaucoup plus d'espace que ce dont nous pouvons disposer ici) a été conçue entièrement par quelques membres du corps enseignant de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne. La réalisation constructive en est due principalement aux Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey, à Vevey (groupe basse chute), aux Ateliers des Charmilles, à Genève (groupe haute chute) et aux Ateliers H. Cuénod, à Genève (colonne de commande et appareils automatiques).

3<sup>o</sup> L'exposition de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne consacrée aux Forces hydrauliques comprend encore un certain nombre d'éléments qui méritent d'être mentionnés. Ce sont:

a) Comme témoins des effets d'usure que subissent les organes (roues, aubes, tuyères, pointeaux) traversés par des eaux chargées de sables siliceux: *une collection de pièces de turbines usées* provenant les unes d'une usine située sur la Drance, les autres d'une usine située sur la Viège, ainsi qu'une *collection d'échantillons des sables* recueillis à la sortie des turbines d'une usine hydro-électrique du Bas-Valais (usine avec dessableur). Ces collections apparaissent fig. 31, sur table et sur le sol, et l'on aperçoit aussi, sous vitrine, une fort intéressante collection de pierres prélevées dans le lit de rivières du Nouveau-Monde sur lesquelles se voient des stries analogues à celles qu'accusent les pièces de turbines usées par les sables (collection M. Lugeon, professeur à Lausanne).

b) *Trois machines électriques* (fig. 31, premier plan) qui ont fait époque et qu'ont bien voulu mettre à notre disposition les Ateliers de Sécheron S. A., à Genève.

c) *Deux séries de plans*. L'une située à gauche de la carte animée de la région de Genève (fig. 32, à gauche) représente le plan d'ensemble de l'installation de Chèvres (Genève) et deux coupes par l'axe d'une chambre de turbine de la dite usine (turbine ancienne à quatre étages, 1898, et turbine moderne à un étage, 1920), propres à montrer d'une manière frappante le chemin parcouru en quelque vingt ans dans l'art de la construction des turbines à basse chute. L'autre, située à droite de la carte animée de la région de Martigny (fig. 32, à droite; fig. 31, au fond), représente l'ensemble et quelques dispositions constructives particulièrement intéressantes de l'usine de Fully (1650 m de chute).

d) *Un plan d'ensemble et quatre vues photographiques* du chantier de construction du barrage de Barberine (fig. 33, sur paroi gauche). En exposant ce plan, œuvre du bureau W. Martin, ingénieur, à Lausanne, l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne a voulu rendre un juste hommage au travail méritoire à tous égards auquel l'entreprise Martin et Baratelli et tout spécialement M. William Martin, l'un de ses chefs, et M. Ruttimann, ingénieur, tous deux anciens élèves de l'Ecole, ont su faire face (barrage de plus de 200 000 m<sup>3</sup>; retenue de 35–40 millions de m<sup>3</sup>).

e) *Deux stéréoscopes*, de 50 vues chacun, où l'on peut voir défiler une magnifique collection de vues de barrages du monde entier (collection M. Lugeon, professeur, à Lausanne). Ces deux appareils apparaissent sur table, fig. 32.

*f) Un Stroborama*, appareil à éclairage intermittent au néon, permettant d'examiner *au ralenti* tout mouvement périodique régulier (fig. 31, à droite de la turbine Pelton; caractéristiques: 1000 bougies, 1500 watts).

*Cet appareil est en fonctionnement.* Il permet de procéder à l'examen stroboscopique du mouvement de plusieurs appareils et machines présentés, en particulier de celui de la roue de la turbine Pelton (voir fig. 34 où, bien que tournant à sa vitesse normale, la dite roue paraît absolument immobile, et cela en pleine lumière du jour) et de celui d'un petit compresseur à palettes dont la cause d'un fonctionnement défectueux n'a pu être décelée que par un examen stroboscopique (fig. 32, coin inférieur gauche de la carte aminée de la région de Genève). Il est à peine besoin de souligner la très grande utilité d'un appareil de ce genre, qui est certainement appelé à rendre les plus grands services dans les laboratoires aussi bien que dans les ateliers de tous genres.

#### 2<sup>me</sup> partie: *Essais de matériaux.*

Le tiers environ du stand de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne a été réservé aux produits de l'activité de celui de ses instituts qui a le plus de rapports immédiats avec les travaux que l'Exposition de Bâle entend illustrer: son *Laboratoire d'essais de matériaux* (voir fig. 33). On y trouvera aussi, parce qu'ils nous ont paru mériter d'attirer l'attention du monde des ingénieurs, les résultats des intéressants essais et recherches auxquels M. Jean Bolomey, ingénieur, directeur des travaux des forces motrices de Barberine et de Vernayaz (usines des C.F.F.) et ancien élève de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne, s'est livré sur les bétons au cours de ces dernières années.

Cette partie, dont nous ne pouvons donner qu'un bref résumé, comprend:

*a) Une collection d'échantillons de béton* provenant du barrage de Barberine et rassemblés par M. Bolomey. Ces échantillons mettent en évidence:

- 1<sup>o</sup> l'effet de la loi de granulation du mélange sur la compacité;
- 2<sup>o</sup> l'effet de la fluidité du béton sur sa compacité et sur la résistance des joints de reprise;
- 3<sup>o</sup> les effets de retrait.

On ne manquera pas de remarquer (voir fig. 33, à gauche, sur le sol) un magnifique bloc de même provenance dont une face polie révèle la parfaite structure.

*b) Une série de graphiques*, établis par M. Bolomey, qui illustrent les résultats d'essais systématiques poursuivis pendant plusieurs années. Ces travaux viennent jeter un jour nouveau sur les caractéristiques diverses des mortiers et des bétons. Ils résolvent la plupart des problèmes auxquels le constructeur se heurte lorsqu'il doit rechercher les conditions les plus favorables à adopter pour confectionner un béton répondant à des caractéristiques données avec des matériaux donnés.

*c) Une série de machines et appareils* présentant un caractère original et qui ont été étudiés pour résoudre des problèmes posés par l'industrie. Ces mécanismes ont été entièrement créés au Laboratoire d'essais; ils ont été exécutés à l'Ecole des Métiers de Lausanne, c'est-à-dire par de très jeunes gens faisant un apprentissage. Nous devons nous borner à n'en donner qu'une simple nomenclature. Ce sont:

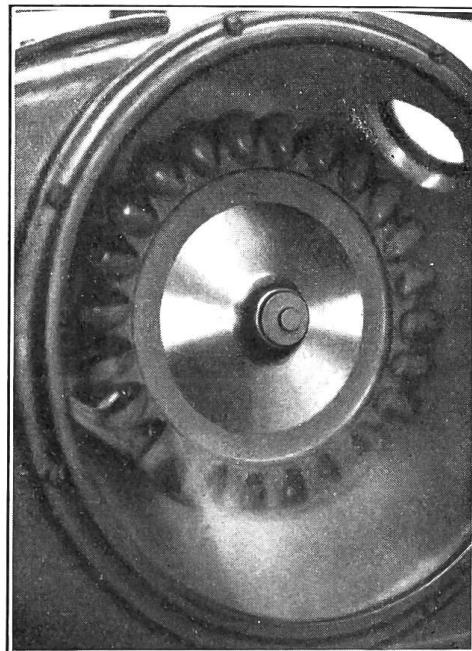


Fig. 34.  
Roue Pelton en marche, éclairée par  
le Stroborama.

- 1<sup>o</sup> Une machine pour essais d'endurance par flexions répétées de poutres en béton armé (fig. 33, premier plan droit).
- 2<sup>o</sup> Une machine pour essais d'usure de métaux par roulement et glissement variable (fig. 33, sur table, à l'avant).
- 3<sup>o</sup> Une balance pour la détermination de la résistance au roulement de sphères et de cylindres sur des plans (fig. 33, sur table, à l'arrière).
- 4<sup>o</sup> Un appareil pour essais à l'étanchéité du béton (fig. 33, derrière la machine mentionnée sous 1).
- 5<sup>o</sup> Un comparateur pour mesurer le retrait du béton.

Tous ces mécanismes sont ou peuvent être mis en activité sur place.

Telle est, en raccourci, l'exposition que l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne a réalisée à Bâle. Simplicité, clarté et vie sont les principes dont celle-ci s'est inspirée. Puisse-t-elle ainsi avoir réussi au gré des organisateurs de cette grande manifestation qu'est l'Exposition de Bâle. Puisse-t-elle surtout avoir montré qu'elle était digne du puissant appui matériel que pour ce faire elle a reçu de plusieurs entreprises électriques et industrielles romandes dont les noms figurent dans son stand.



## Technische Mitteilungen. – Communications de nature technique.

**Selektivschutz.** Die stromerzeugenden Werke widmen in letzter Zeit im Interesse einer erhöhten Betriebssicherheit den *Schutzeinrichtungen ihrer Netze* ganz besondere Aufmerksamkeit. Die Erhöhung der Betriebssicherheit und die bessere Ausnutzung der vorhandenen Netze verlangt, dass die bis heute meist strahlenförmig betriebenen Netze zu Ring- und Maschennetzen zusammen geschlossen werden, denn dadurch erreicht man, dass jede Station von zwei oder mehr Seiten gespeist wird. Dieser Zusammenschluss lässt sich aber nur verwirklichen bei gleichzeitigem Einbau eines *zuverlässig arbeitenden Selektivschutzes*.

Das neue Selektivschutzsystem der Dr. Paul Meyer A.-G., Berlin, enthält als Hauptbestandteil das in Fig. 1 dargestellte N-Relais. Dieses stellt ein sogenanntes Impedanz-Relais dar, dessen Auslösezeit eine Funktion der Impedanz zwischen

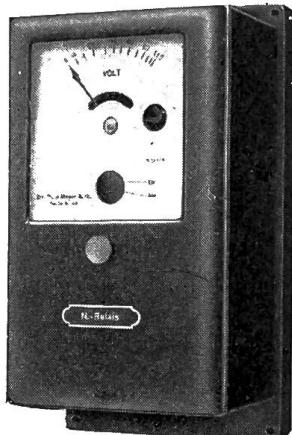


Fig. 1.

Fehlerstelle und Einbaustelle des Relais ist. Um eine Auswahl der Schalter eines Kriotenpunktes zu ermöglichen, ist mit dem Impedanzsystem ein Energierichtungsrelais mechanisch gekuppelt, das

die Auslösung nur bei den Schaltern freigibt, bei denen die Energie von der Station nach der Kurzschlusstelle fliesst.

Das Spannungssystem besteht aus einem Spezialvoltmeter mit hohem Drehmoment und erweiterter Skala im unteren Spannungsbereich; es weist eine Genauigkeit von  $\pm 1,5\%$  auf.

Als Stromsystem werden zwei Bimetallstreifen verwendet, von denen der eine vom Strom durchflossen ist, während der andere, im übrigen genau gleiche, als Temperaturkompensation wirkt. Der Bimetallstreifen hat eine sehr grosse Richtkraft, die es ermöglicht, starke Bürstenkontakte zu betätigen. Durch Vorschaltung eines kleinen Stromwandlers mit relativ grosser Sättigung gelingt

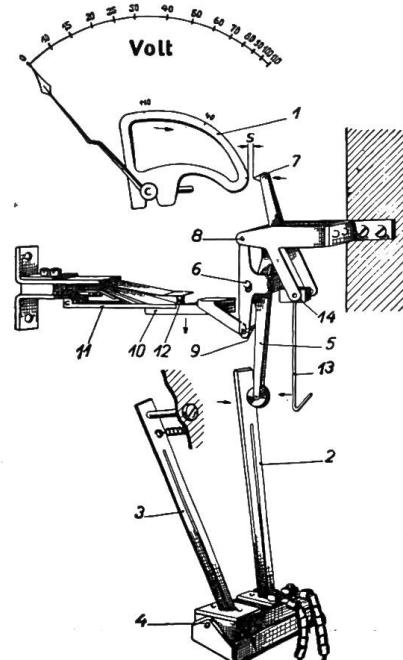


Fig. 2.