

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 13 (1922)
Heft: 5

Rubrik: Bericht über die Diskussionsversammlung des S.E.V. : vom 8. April 1922 im Hotel Schweizerhof in Olten

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 17.05.2025

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

Firma:	Ort:	Art der Arbeit bzw. Lieferung:
Brun & Cimarosti	Zürich	Terrazzoböden
De Grada A.	Zürich	Malerarbeiten
Dätwyler G.	Zürich	Schlosserarbeiten
Elektra Wädenswil	Wädenswil	Akkumulieröfen
Euböolithwerke A.-G.	Olten	Fussböden
Fäh & Stierli	Zürich	Eisenlieferung
Gauger F. & Co.	Zürich	Vordach
Hatt-Haller H.	Zürich	Nordöstliche Stützmauer
Hobi & Jenny	Zürich	Erd-, Maurer- und Eisenbetonarbeiten
Hofstetter & Co.	Zürich	Tapeziererarbeiten
Huber Alfred	Zollikon	Dachdeckerarbeiten
Jelmini Angeli	Tenero	Granitarbeiten
Kägi & Egli	Zürich	Elektrische Lichtinstallationen
Keimer Ed. & Co.	Oerlikon	Spenglerarbeiten
Keller Martin & Co.	Wallisellen	Eiserne Oberlichter
Kiefer J. G.	Zürich-Wollishofen	Glaserarbeiten
Maag-Eckenfelder G.	Zürich	Haustelephonanlage
Magneta A.-G.	Zug	Uhrenanlage
Maurer Gottfried	Zürich	Schreinerarbeiten
Meyer-Müller & Co., A.-G.	Zürich	Linoleumbeläge
Müller Sohn & Cie.	Zürich	Zimmerarbeiten
Oechsli & Wolfermann	Zürich	Schlosserarbeiten
Sauter F., A.-G.	Basel	Akkumulieröfen, Zeit- und Fernschalter
Schindler & Co.	Luzern	Warenaufzug
Schröder Paul	Zürich	Malerarbeiten
Schweizer. Celluloidwarenfabrik	Zollikofen	Türschoner
Sulzer Gebr., A.-G.	Zürich	Zentralheizung
Thermolith A.-G.	Bischofszell	Akkumulieröfen (Cheminée)
Uehlinger & Ellwanger	Zürich	Sanitäre Installationen
Pfeiffer & Brendle	Zürich	Bureauöbel
Pfister & Co.	Zürich	Firmaschilder
Quadrelli & Cie.	Zürich	Steinhauerarbeiten
Rusterholz J.	Zürich	Spenglerarbeiten
Ryffel & Cie.	Zürich	Gipserarbeiten

Fortsetzung folgt.

Bericht über die Diskussionsversammlung des S. E. V.

vom 8. April 1922 im Hotel Schweizerhof in Olten.

An der Versammlung nahmen zirka 120 Mitglieder teil. Der Präsident des S. E. V., Dr. Ed. Tissot, eröffnete die Sitzung um 13 Uhr 40, indem er auf die ständig wachsende Bedeutung der Leitungen sehr hoher Spannung aufmerksam macht. Die grossen Länder, wie die Vereinigten Staaten, Deutschland und Frankreich, haben bereits Netze im Betrieb, mit welchen grössere Energiemengen auf weite Distanzen übertragen werden.

„Für die Schweiz schien eine Notwendigkeit für Leitungen mit Spannungen über etwa 60 kV angesichts der verhältnismässig kleinen Uebertragungsdistanzen nicht zu bestehen. Da aber mit unseren Energievorräten auch ein Austausch ausserhalb des Landes stattfindet und stattfinden muss, erweitert sich auch für uns diese

Frage, die in erster Linie an unsere Grenzen gebunden schien und verlangt die Anhandnahme von Studien und Arbeiten für den Transport beträchtlicher Energiemengen unter sehr hoher Spannung.

Als die Herren Direktor Heusser und Direktor Marti sich bereit erklärten, uns über ihre in Amerika gesammelten Erfahrungen zu berichten, dachte ich daher, dass mit diesen Vorträgen und den zusätzlichen Mitteilungen unserer Delegierten an die Konferenz in Paris über Leitungen sehr hoher Spannung genügend Stoff beisammen sei, um die Abhaltung einer Diskussionsversammlung zu rechtfertigen. Ihr Vorstand hat dieser Ansicht ebenfalls beigepllichtet.“

Der *Vorsitzende* erteilt darauf das Wort dem ersten Referenten, Herrn Generaldirektor *Heusser*, von der Firma Sprecher & Schuh, in Aarau, zu seinem Referat über:

Amerikanische Freiluftstationen.

Der Vortragende hatte im Frühjahr 1921 Gelegenheit, für seine Firma, die A.-G. Sprecher & Schuh, Fabrik elektrischer Apparate in Aarau, eine Studienreise in den Vereinigten Staaten von Nordamerika (U. S. A.) auszuführen, mit dem besonderen Zweck, Erfahrungsmaterial über elektrische Freiluft-Apparatenanlagen aus bemerkenswerten neueren und älteren amerikanischen Anlagen dieser Art zu sammeln. Es ist bekannt, dass die genannte Konstruktionsfirma als erste in unserem Lande sich der modernen Entwicklung von Hochspannungs-Freiluftapparaten zugewandt und in der Folge bereits eine Anzahl grösserer Freiluftschaltanlagen in der Schweiz projektiert und ausgeführt, oder mit Apparaten ausgerüstet hat, zum Beispiel: Das Kraftwerk Hauterive mit 65 kV Spannung der Entreprises Electriques Fribourgeoises, die Anlage Gösgen 135 kV und einige Anlagen der Bernischen Kraftwerke, für welche letztere 60/80 kV Oelschalter geliefert wurden.

Unter den letztern ist die Anlage Gösgen für 135 kV schon eingehend in schweizerischen Fachzeitschriften beschrieben worden.¹⁾

Nachdem in unserem Lande und in Europa überhaupt immer noch die divergierendsten Ansichten über die Betriebssicherheit von Schalt- und Transformatorenanlagen im Freien gleichzeitig vertreten werden, musste eine Zusammenfassung über die, in amerikanischen Freiluftschaltanlagen gemachten Erfahrungen, sowie ein Ueberblick über die hauptsächlich angewandte Bauweise, wie ihn die zahlreichen Lichtbilder boten, willkommen sein.

Die Mehrzahl der Bilder veranschaulichten Gerüst- und Apparateanordnungen aus Grossstationen von Schalt- und Transformeranlagen in denen Tausende und Zehntausende von kVA in Transformerleistung installiert sind. Daneben wurden aber auch Aufnahmen von typischen Transformerstationen geringerer Grösse für Speisung von Orts- oder Fabriknetzen vorgezeigt, so dass die Lichtbilder im Gesamten den ganzen Anwendungsbereich zu decken vermochten. Die Bilderserie umfasste insbesondere die Anlagen:

Colfax-Kraftwerk der Duquesne Light Co. Pittsburgh,
Transformerwerk Canton der American Gas & Electric Co., Canton, Ohio,
Transformerwerk Battle Creek der Consumers Power Co. Jackson, Mich.,
die Transformerwerke Maghella und Bessemer Angle der Alabama Light & Power Co.

und das Transformerwerk Lakewood der Southern Power Co. in Charlotte N. C.

Den Schluss bildeten einige Aufnahmen aus schweizerischen Anlagen. Aus der grossen Anzahl der Aufnahmen sind einzelne besonders typische hier wiedergegeben.

Die Ausführungen des Vortragenden lassen sich, soweit sie von den Lichtbildern losgelöst werden können, wie folgt zusammenfassen:

¹⁾ Siehe z. B. Bulletin des S. E. V. 1921, No. 9, Seite 231 u. ff.

„Die Idee, Schaltanlagen, insbesondere für hohe Spannungen im Freien, ohne Gebäudeschutz anzuordnen, ist im grossen Masstab zuerst in den U. S. A. praktiziert worden. Gehen wir aber auf den Elementarbereich der Schaltanlage zurück, so haben wir gerade in unserem Lande an den zahllos anzutreffenden Mastenschaltern und Stangentransformatoren die Priorität für die Idee der Freiluftschaltanlagen möglicher-

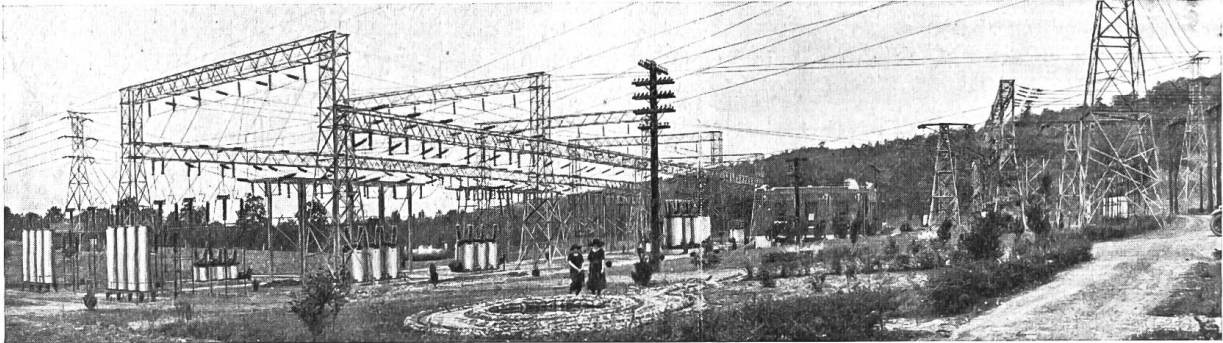


Fig. 1.

Alabama Light & Power Co., Birmingham Alabama. Transformerunterwerk Bessemer Angle, 110/44 kV.

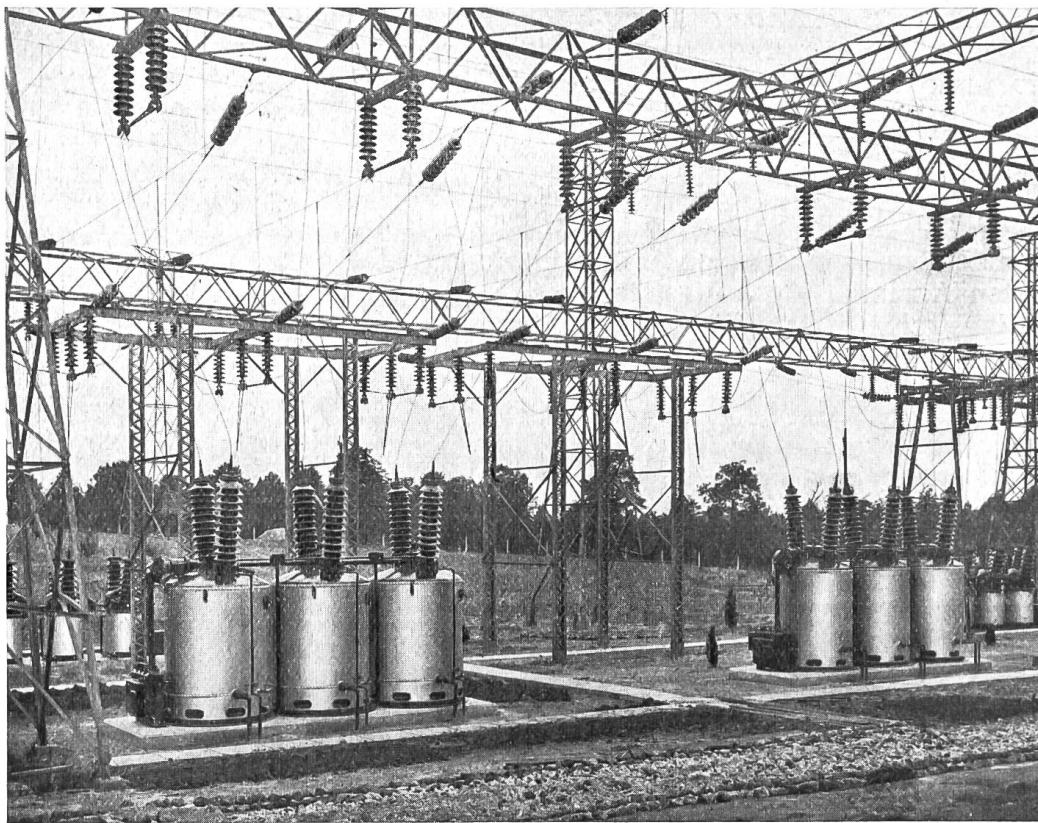


Fig. 2.

Transformerunterwerk Bessemer Angle, 110 kV Oelschalter, Bauart Westinghouse und Gerüstdetails.

weise auf unserer Seite. Nachdem grundsätzlich weder Leistung noch Höhe der Betriebsspannung die Verwendung eines Apparates im Freien nach unserer bisherigen Bauweise beschränken könnte und es auch gleichgültig für das Betriebs-
genügen einer Anlage ist, ob eine bestimmte Apparatentypen in grosser Zahl an einem räumlich eng begrenzten Ort oder im Raum weit verstreut installiert wird,

so bleiben die wirklichen Gründe noch festzustellen, die für den Stillstand in der schweizerischen Entwicklung der Freiluftschaltanlagen massgebend sein können. Es ist bemerkenswert, dass die Entwicklung der amerikanischen Freiluftschaltanlagen noch in die Vorkriegszeit fällt, wo die wirtschaftliche Not unserer Tage das freie Spiel der Erwägungen noch nicht so stark beeinflusste.

Die amerikanische Fachliteratur, vor allem die Zeitschriften „Electrical World & Engineer“, „General Electric Review“ und „Electric Journal“ weisen seit 1908 eine zunehmende Verbreitung der Schaltanlagen im Freien nach für Betriebsspannungen von 11 bis 220 kV. In Bezug auf die Grösse der Transformerleistung, die in Freiluftanlagen installiert werden kann, scheint keine Grenze zu bestehen. Wir finden Beschreibungen solcher Anlagen aus den Neu-Englandstaaten und Kanada, aus den Zentralstaaten Pennsylvanien, Ohio und dem Seengebiet, vom Mississippi

und von den Südstaaten, aus den kanadischen Rocky Mountains bis nach Texas und westlich bis an die pazifische Küste.

Diese Gebiete schliessen bezüglich Witterungsverhältnissen alles ein, was wir in Europa einschliesslich des europäischen Russlands an Extremen registrieren können und insbesondere das Gebiet der Neu-Englandstaaten mit dem anschliessenden Kanada weist alle Witterungsextreme auf, die in dem Teil der Schweiz, der für die Installation solcher Schaltanlagen in Betracht fällt, vorkommen.

In den Südstaaten Virginia, Carolina und Georgia verschärfen Regenfälle von tropischer Heftigkeit und aussergewöhnliche Glatteisbildungen die Betriebsbedingungen und im Gebiet von Michigan und den

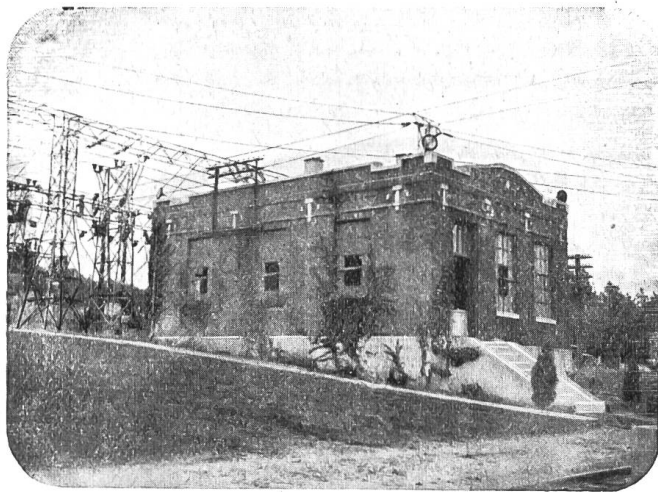


Fig. 3.

Transformerunterwerk Bessemer Angle, Dienstgebäude, im Hintergrund 44 kV Schaltanlage.

nördlichen Rocky's verschiebt die andauernde heftige Winterkälte die Vergleichsbasis gegenüber schweizerischen Verhältnissen zu Gunsten unseres Klimas. Berücksichtigt man, dass einige wenige Firmen sich fast ausschliesslich in die Lieferung dieser Freiluftschaltanlagen teilen und dass allerorts für die verschiedenartigsten klimatischen Verhältnisse die gleichen Apparatenmodelle wiedergefunden werden, so dürfte darin der beste Beweis liegen, dass die klimatischen Verhältnisse für Schaltanlagen im Freien keine Begrenzung darstellen können und dass die technische Lösung für die Apparategestaltung grundsätzlich bereits gefunden ist.

In unserem Lande haben die Nachkriegsverhältnisse vorab zu Einsparungen aller Art gedrängt. Ueberlegungen dieser Natur haben denn auch eine Reihe schweizerischer Elektrizitätswerke, wie auch die Schweizerischen Bundesbahnen für den weiteren Ausbau ihrer Unterwerke nach dem Elektrifizierungsprogramme auf die wieder neugefundene Installationsweise geführt.

Es darf vorausgesetzt werden, dass die schweizerische Praxis in der Entwicklung von Freiluftschaltanlagen in mancher Hinsicht ihre besonderen Wege gehen und sich im Bau der Schaltapparate in natürlicher Weise den eigenen Konstruktionen für Inneninstallation anschliessen wird, die von den amerikanischen ziemlich verschieden sind. Es gibt aber auch auf diesem Gebiete bestimmte günstigste Lösungen, sowohl in der Bauart der Apparate, als in der Anordnung der Schaltanlage, die für den Erfolg oder Nichterfolg bestimmend sein können und in absehbarer Zeit unwillkürlich zu einer gewissen Standardisierung führen.

Durch Besprechungen mit einer Reihe von Betriebsingenieuren habe ich mich überzeugt, dass die Zweckmässigkeit der Disposition einer Freiluftanlage in hohem Masse von Erfahrungen abhängt. Das bestätigt indirekt auch die grosse Verschiedenheit der Gerüstanordnungen zwischen älteren und neueren Freiluftanlagen. Obschon man heute noch leicht Anlagen der General Electric Co. von solchen der Westinghouse Co. unterscheidet und beide wieder von Anlagen, die von den Elektrizitätswerken selbst, oder von unabhängigen Ingenieur- und Unternehmerfirmen projektiert wurden, so lässt sich doch bei den neuesten der Grossanlagen die Einhaltung gemeinsamer Richtlinien verfolgen. Für kleinere Orts- und Fabriktransformerstationen treten „normalisierte“ Bauarten schon stärker hervor.

Bei den grossen Transformeranlagen finden wir fast allgemein die Doppelsammelschiene angewendet, womit in Bezug auf Apparatenreserve Verhältnisse geschaffen werden, die es ermöglichen, für Revisionen und Auswechslungen den

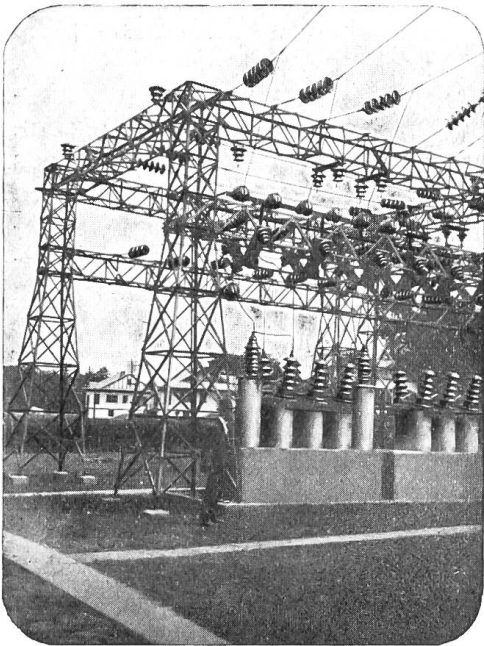


Fig. 4.

Alabama Light & Power Co., Transformerunterwerk Magella, 110/44 kV, Teil der 44 kV Schaltanlage.

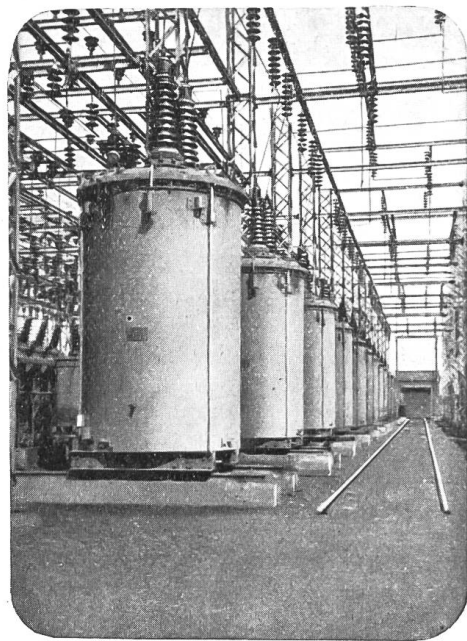


Fig. 5.

Southern Power Co. Charlotte N. C., Transformerunterwerk Lakewood, 30 000 kVA, 110/44 kV Transformerallée.

passenden Zeitpunkt freier zu wählen. Es scheint, dass die amerikanischen Betriebsingenieure gerade dieses bei uns sehr diskutierte Thema als erledigt betrachten und keine Hindernisse in der Abhängigkeit von der Witterung mehr sehen, welche die Freiluftschaltanlage gegenüber der Gebäudeschaltanlage ernstlich benachteiligen könnten.

Aus meinen Beobachtungen und den Besprechungen mit Betriebsingenieuren und leitenden Persönlichkeiten ausgedehnter Kraftverteilsysteme überzeugte ich mich, dass die von mir in Amerika besichtigten Freiluftschaltanlagen grundsätzlich befriedigen. Es sind im Laufe der letzten 8 ÷ 10 Betriebsjahre keine Störungen bekannt geworden, die nicht vollständig in der Kontrolle der Konstrukteure oder des Betriebspersonals stehen und als grundsätzliche oder unüberwindbare Mängel dieses Installationssystems bezeichnet werden könnten. Dagegen ist durch zahlreiche Fälle erwiesen, dass Störungen an Oelschaltern und Transformatoren, die zu Oelbränden oder Explosionen Anlass geben, in Freiluftstationen viel harmloser verlaufen, als in Gebäuden und deshalb viel von ihrer ursprünglichen Bedeutung eingebüsst haben. Es ist nirgends konstatiert worden, dass den Witterungsverhältnissen im Bau der

Apparate nicht durchaus befriedigend für den Betrieb Rechnung getragen werden könnte. Während sich für die Transformer die sogenannten Oelkonservatoranlagen mehr und mehr notwendig machen und heute als normale Ausrüstung für Freilufttransformer angesehen werden, so habe ich für Schalter keine Anlagen dieser Art gesehen.

Die schwierigsten Teile, die für Freiluftapparate in Betracht kommen, sind die Durchführungen zu Transformatoren und Schaltern. Insbesondere diese Frage erscheint jedoch für die höchsten Spannungen sowohl als für mässige Hochspannung vollständig gelöst. Man kann für die besonders hohen Spannungen zwei Bauarten unterscheiden:

1. die Durchführungen mit Bakelitisolierung, mit übergestülpten Regenschutzmänteln aus Porzellan (Kondenserdurchführung Konstruktion Westinghouse);
2. die öl- oder compoundgefüllten ein- oder mehrteiligen Porzellandurchführungen Konstruktion General Electric Co. und Ohio Insulator Co.

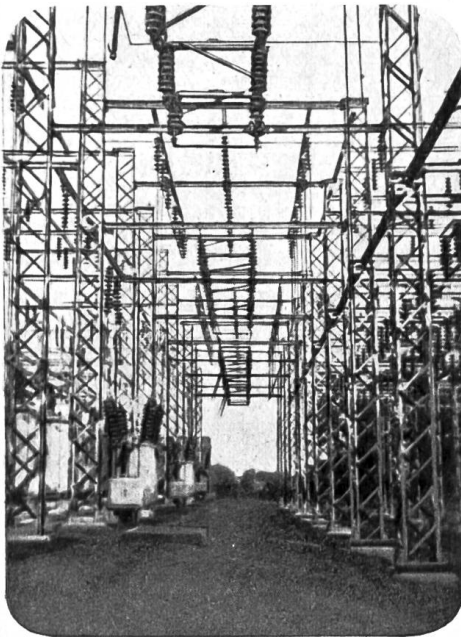


Fig. 6.

Transformerunterwerk Lakewood, Gerüstanlage.

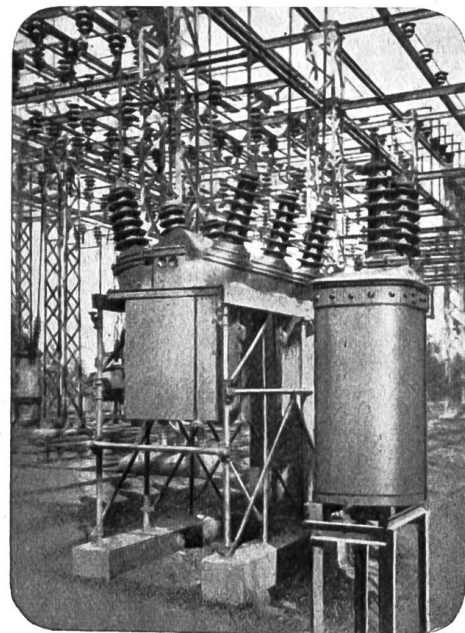


Fig. 7.

Transformerunterwerk Lakewood 44 kV, Oel-schalter mit Messwandler, Bauart G. E. Co.

Die Bakelitdurchführung ist bei einem Ueberschlag in der Längsrichtung, der einen Kurzschlusslichtbogen zur Folge hat, durch das Betriebspersonal kaum mehr reparierbar. Die ölgefüllte Durchführung hat schon anlässlich Durchschlägen Explosionen des Oelinhalts mit nachfolgenden Bränden verursacht. Die compoundgefüllten Durchführungen ergeben für Transformer wegen der Temperaturdifferenz im untern und obern Teil gewisse Schwierigkeiten, sofern das Compound nicht bei allen vorkommenden Aussentemperaturen in flüssigem oder wenigstens gallertartigem Zustand bleibt. Die Zusammensetzung brauchbarer Compounds bleibt daher meist ein wohlgehütetes Geheimnis.

Beide Arten sind als Innenraumdurchführungen auch bei uns bekannt, ebenso deren Vorteile und Nachteile. Hinsichtlich des Betriebsgenügens bei Verwendung im Freien haben sich beide Konstruktionen bewährt und es werden dem Verbraucher für beide gleichwertige Garantien gewährt.

Zum Schutze von offenen Schaltapparaten und von Schalterantrieben vor Vereisung finden wir dieselben Mittel angewendet, wie wir sie bei Mastenschaltern und bei Antrieben für Eisenbahnsignale in unserem Lande auch verwenden, oder wie sie sich daraus zufolge der Zweckähnlichkeit entwickeln lassen.

Der Bau von Freiluftölschaltern ist in den letzten Jahren sehr fortgeschritten. Man kann bereits eine weitgehende Normalisierung bis zu den höchsten Spannungen erkennen. Es scheint auch, dass die Firmen im allgemeinen die Anzahl der verschieden grossen Modelle in der letzten Zeit mehr und mehr beschränken konnten, voraussichtlich der Erkenntnis der Betriebsingenieure wegen, dass etwas mehr Aufwendung für grössere Oelschalter keine schlechte Kapitalanlage darstellt. Eine Anzahl grosser Kraftwerke scheint durch Erfahrungen verschiedener Art auch zur allgemeinen Praxis gelangt zu sein, in bezug auf die Prüfspannungen wesentlich weitergehen zu müssen, als dies die offiziellen Vorschriften verlangen, die im allgemeinen für Apparate das 2,25fache der Betriebsspannung verlangen. Aus diesem Grunde sehen wir oft Apparate verwendet, die für höhere Betriebsspannungen bemessen sind, als denen, welchen sie tatsächlich standzuhalten haben. Ausserdem haben verschiedene grosse Kraftwerke die spätere Erhöhung der Betriebsspannung auf das Doppelte vorgesehen und jetzt schon ihre Anlagen für die höhere Spannung gebaut.

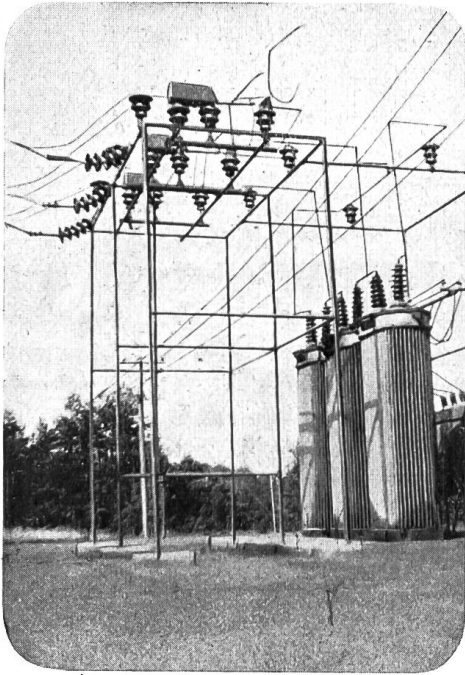


Fig. 8.

Southern Power Co., 44 kV Transformerstation
mit automatisch auslösendem Hornschalter.

Ueber die Erfahrungen mit Oelschaltern hat der Vorsitzende der Kommission für Hochspannungsapparate des American Institute of Electrical Engineers (A. I. E. E.) im Frühjahr 1921 einen interessanten Bericht im Journal des A. I. E. E. veröffentlicht, auf den ich Interessenten verweise. Es wird in demselben kein Unterschied gemacht zwischen Freiluft- und Innenraumschaltern, wie dies auch in der Aufstellung von offiziellen Vorschriften zurzeit nicht beabsichtigt ist.

Für die Unterbringung der Apparate für die Unterspannungsseite und von Schalttafeln, Steuerbatterien mit Zubehör, finden wir meist kleine Dienstgebäude, welche auch die für das Dienstpersonal nötigen sanitären Installationen enthalten, dagegen keinerlei Wohnräume. Zum Herausziehen der Transformer aus den Oelkesseln finden wir ebenso oft gemauerte Krantürme im Anschluss an das Dienstgebäude, wie auch offene eiserne Türme, die nur durch ein Blechdach geschützt sind. Auf Reparaturwerkstätten wird meist verzichtet.

Ueber die Freiluftschaltanlagen gestatte ich mir, Ihnen diejenigen Vor- und Nachteile zu nennen, die mir durch meine Reisebeobachtungen zur Erkenntnis geworden sind:

Vorteile:

1. geringere Gesamtanlagekosten;
2. grössere Freiheit in der Disposition und in der Entwicklung für den künftigen Ausbau;

richtige Disposition vorausgesetzt:

3. Bessere Uebersicht über die Anlage und bessere Zugänglichkeit zu den einzelnen Apparaten im Betrieb;
4. geringeres Störungsrisiko insbesondere bei Apparaten wo Oelexplosionen im Bereich der Möglichkeit liegen;

Nachteile:

1. Abhängigkeit für Revisionen und Reparaturen an Apparaten vom Wetter;
2. eine gewisse Erschwerung in der Manipulation von Trennschaltern während der Nacht, sofern nicht für entsprechende Beleuchtung gesorgt wird;

3. die Notwendigkeit, allfällig im Winter in Oelschaltern Oel von grösserer Kältebeständigkeit und daher tieferem Flammpunkt zu verwenden.

Es hat sich gezeigt, dass diesen Nachteilen bisher keine besondere Bedeutung zugemessen werden musste. Insbesondere hat sich durch die Erfahrung bestätigt, dass für Revisionen an Apparaten immer genügend niederschlagsfreie Stunden und Tage im Jahr zur Verfügung stehen, um solche Arbeiten bequem ausführen zu können. Im Fernern können leicht Reserveapparatusätze so vorgesehen werden,

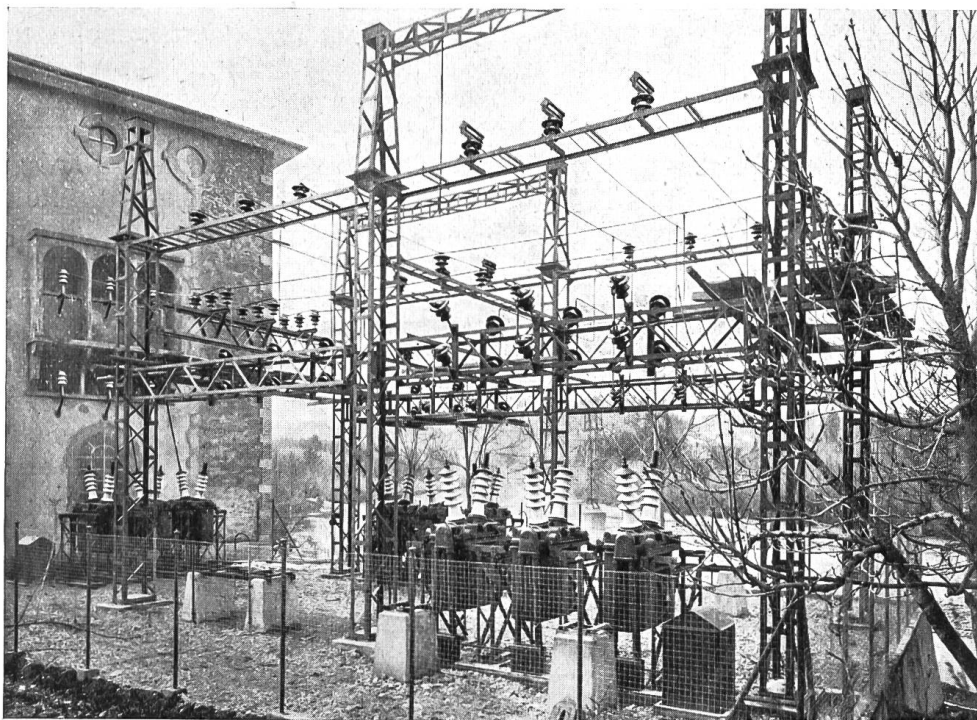


Fig. 9.

Entreprises électriques fribourgeoises, Freiluftschaltanlage in Haute-Rive, 65 kV, erstellt von Sprecher & Schuh A.-G.

dass sie ohne weiteres jeden beschädigten Apparat zu ersetzen vermögen, und so für die Reparatur der betreffenden Teile ausser Betrieb genügend Zeit zur Verfügung steht.

Der Wegfall von Gebäudekosten begünstigt die Anschaffung von Reserveapparaten in besonderem Masse.

Die Beleuchtung kann mit Scheinwerfern besonderer Bauart so vorteilhaft erfolgen, dass der unter 2. genannte Nachteil praktisch illusorisch wird.

Ueber die Höhe der Betriebsspannung, für welche sich Freiluftanlagen bereits bewährt haben oder noch eignen, scheint es keine Grenze zu geben. Währenddem die West Penn Power Co. durch ihre neuesten Erfahrungen dazu gekommen ist, ihre sämtlichen 25 kV Anlagen, die sie früher zum grössern Teil in Gebäuden untergebracht hatte, künftig als Freiluftanlagen zu bauen, so ist die New England Power Co. eben daran, die 11 kV Innenraumanlage des grossen Millbury Unterwerkes durch eine Freiluftanlage für 11 kV zu ersetzen. In einer Anlage im Staat New York beobachtete ich, dass ausser der 22 kV Hochspannungsseite auch die 500 Volt Unterspannungsseite ungeschützt im Freien angeordnet wurde. Für kleine Fabriktransformerstationen oder für Ortstransformer ist dies viel allgemeiner der Fall und z. T. ja auch bei uns üblich. Für 150 000 Volt hat man bis jetzt allgemein für nötig gefunden, die Apparate im Freien aufzustellen, um teure Gebäude zu ersparen, im Colfax Kraft-

werk wurden die Transformer und der zugehörige Teil der 150 000 Volt Schaltanlage geschützt, der übrige, grössere Teil im Freien installiert.

Sie wollen daraus erkennen, dass es bei jeder Anlage besondere Gründe geben kann, welche die eine oder andere Disposition bevorzugen lassen. Man wird wohl nie behaupten können, dass für eine bestimmte Anlage eine sonst als Norm anerkannte Bauart unbedingt die meisten Vorteile aufweisen werde. Abweichungen werden auch auf diesem Gebiete die Regel bestätigen und die technischen und kommerziellen Leiter unserer Kraftwerksbetriebe werden sich grundsätzlich das Urteil selber bilden müssen, welche Bauart in ihrem besondern Fall das zweckmässigste darstellt.

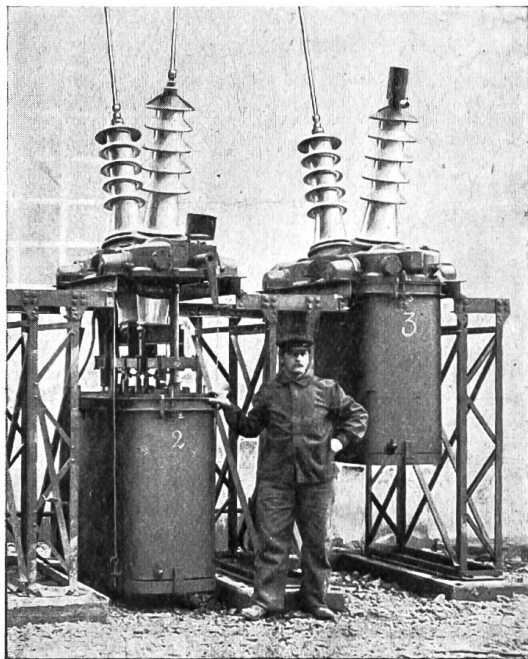


Fig. 10.

Schaltanlage Haute-Rive, Oelschalter 65 kV,
Bauart Sprecher & Schuh A.-G.

Die Aufgabe der Konstruktionsfirmen muss darin erkannt werden, sich für beide Fälle einzurichten, was zur Folge haben wird, dass die künftige Entwicklung der Innenraumapparate von derjenigen der Freiluftapparate stark beeinflusst werden wird im Sinne einer Vereinheitlichung der wichtigen Konstruktionsteile. Es wird dadurch auch in den Herstellungskosten der beiden Bauarten eine immer grössere Annäherung stattfinden, welche insbesondere die Vorteile der Freiluftanlage bezüglich der Anlagekosten noch mehr hervortreten lassen wird. Ich bin davon überzeugt, dass auch in unserem Lande bei Neu- und Erweiterungsbauten elektrischer Anlagen die Freiluftschaltanlage ernsthaft in Erwägung zu ziehen sein wird und dass dann in sehr vielen Fällen die Entscheidung zugunsten der Freiluftanlage ausfallen wird.

Wir werden ja übrigens auch in der Schweiz bald eine ansehnliche Zahl derartiger Installationen besitzen und an deren verschiedenen charakteristischen Einzelheiten diejenigen Erkenntnisse machen können, die

für die künftige Entwicklung gewisser Normen für solche Anlagen bestimmend sein werden.

Ich möchte meine Ausführungen nicht schliessen, ohne mich dankbar daran zu erinnern, mit welcher grosser Bereitwilligkeit mir die amerikanischen Fachkollegen und Leiter der grossen Elektrizitätswerke ihre Anlagen zeigten und ihre Erfahrungen mitteilten, um diejenigen unter Ihnen aufzumuntern, die ähnliche Studienreisen in den U. S. A. beabsichtigen und diejenigen um Reziprozität zu bitten, die Gelegenheit haben, amerikanische Fachkollegen in schweizerischen Elektrizitätswerken zu empfangen.“

Der *Vorsitzende* verdankt das interessante Referat bestens und ersucht Herrn Direktor *Marti* (Elektrizitätswerke Wynau) um Mitteilung seiner Erfahrungen anlässlich seiner Reise nach Amerika im Herbst 1921.

Bericht über meine Amerikareise.

(30. Oktober bis 20. Dezember 1921.)

„Im Januar 1920, zu einer Zeit, da wir bereits unser nun im Bau begriffenes neues Kraftwerk studierten, hielt in Teknikerkreisen in Aarau Herr Pfau, ursprünglich Schweizer und in Aarau aufgewachsen, jetzt Chefingenieur der Turbinen-

abteilung der Firma Allis Chalmers in Milwaukee einen bemerkenswerten Vortrag über Neuerungen im Turbinenbau. Ich hatte Gelegenheit, diesen Vortrag anzuhören und verfolgte von da ab stets die von Herrn Pfau dort gemachten Mitteilungen über Schnellläufturbinen, die mir von grösster Bedeutung schienen. In Turbinenfabrikantenkreisen wurden sie als amerikanischer Bluff bezeichnet, doch entschlossen sich zwei Schweizer Firmen diesbezügliche Versuche anzustellen, die die Richtigkeit der Angaben des Herrn Pfau ergaben. Dementsprechend erhielten wir anderthalb Jahre später Offerten für solche Schnellläufturbinen. Während die ersten Offerten eine Tourenzahl von 65 Touren per Minute für die Turbinen unseres neuen Werkes vorsahen, erreichten die erwähnten neuen Offerten 107 Touren per Minute. Je höher nun aber die Tourenzahl der Turbine, desto kleiner und billiger werden die von den Turbinen angetriebenen Dynamomaschinen. Für die von uns gewählte Grössenordnung der Maschinensätze von 2200 PS beträgt das Gewicht der Dynamomaschine bei 65 Touren 98 Tonnen, bei 107 Touren nur 67 Tonnen; entsprechend reduziert sich selbstredend auch der Preis. Dabei ist der Wirkungsgrad der erwähnten Turbinen mindestens so hoch wie derjenige langsam laufender Turbinen.

Meine Rundreise ging von New York dem Hudsonfluss entlang nach Buffalo und den Niagarafällen, wo die bestehenden und im Bau befindlichen Kraftwerke, sowohl auf amerikanischer als auf kanadischer Seite, das Erstaunen jedes Techniklers bilden.

Wenn in Amerika, dem Lande der unbegrenzten Möglichkeiten, der Bau hydroelektrischer Kraftwerke erst seit kürzerer Zeit (im Jahre 1902 waren am Niagarafall nur ca. 14000 PS ausgenützt) anhand genommen wurde, so liegt der Grund dafür wohl in der billigen Kohle, die im Lande selbst vorhanden ist oder war, oder auf dem Wasserwege billig beschafft werden konnte. Vor dem Kriege kostete z. B. in Chicago Dampfkohle franko Verbrauchsstelle, bezw. Dampfwerk, 3 – 4 Dollar per grosse Tonne, gleich 1000 kg. Es war also kein Bedürfnis nach Wasserkraft vorhanden und zudem musste der grossen Distanzen wegen, mit denen hier zwischen Wasserwerk und Verbrauchszentrum zu rechnen ist, zuerst die Möglichkeit geschaffen werden, die Energiemengen wirtschaftlich weiterzuleiten, bevor man an die allgemeine Ausbeutung der Wasserkraftwerke schreiten konnte.

In Amerika entwickelte sich die Technik des Baues grosser hydroelektrischer Kraftwerke erst seit 1904/06 im Grossen, aber schon heute zeigt sie, wie ohne weiteres zugegeben werden muss, bereits einen Vorsprung gegenüber der Technik im alten Kontinent. Das ist übrigens nicht verwunderlich, wenn man berücksichtigt, mit welchen unbeschränkten Mitteln in Amerika gearbeitet werden kann. Folgende Zahlen mögen dafür den Beweis erbringen: Während noch 1905 in ganz Nordamerika ca. 1 Million PS ausgebaut waren, sind es 1920 8 Millionen PS gewesen mit einer grössten Gruppeneinheit von 80 000 PS. Der Gesamtbedarf der Vereinigten Staaten (elektrische Kraft für Licht, Kraft und thermische Zwecke, Eisenbahnen und Industrie) wird auf 55 Millionen PS geschätzt, davon sind heute, wie gesagt, etwa 8 Millionen PS durch Wasserkräfte erzeugt, der Rest durch Kohle, Petrol, Oel und andere Substanzen. Im Gesamten werden die Wasserkräfte der Staaten auf rund 60 Millionen PS eingeschätzt.

Dass der Bedarf an elektrischer Kraft für Licht, Gewerbe und Industrie in den Städten ein ganz enormer ist, liegt auf der Hand. Man muss die Lichtreklamen in den Städten New York und Chicago gesehen haben, um sich von der Vergeudung der Elektrizität zu Reklamezwecken ein Bild machen zu können. Einen weiteren grossen Strombedarf weisen die Stadtbahnen auf. Auch Fernbahnen sind elektrifiziert. Es wird aber auch in Amerika die betrübende Erfahrung gemacht, dass die Elektrifikation der Fernbahnen sich im allgemeinen nicht lohnt, d. h. Zins und Amortisation des für die Elektrifikation erforderlichen Kapitalaufwandes sind in vielen Fällen nicht herauszubringen, da eben der Dampfbetrieb immer noch billiger ist.

Rechtlich sind die elektrischen Kraftwerke und Kraftverteilungsanlagen beinahe ausschliesslich im Privatbesitz. Es sind aber Bestrebungen im Gange, sie in den Besitz

der Allgemeinheit, der Gemeinden, Bezirke oder einzelnen Staaten überzuführen. Doch befürchtet man auch in Amerika im allgemeinen vom Staatsbetrieb nur Verschlechterung des Betriebes und Tarifierhöhungen.

Bei allen meinen Besichtigungen erhielt ich den Eindruck, in Amerika werde bei den Kraftwerken scharf gerechnet, d. h. der Finanzplan eingehalten. Diese Maxime führt dann dazu, dass in Details oft nicht alles nach unseren Begriffen richtig und sorgfältig ausgeführt wird. Dieses und jenes lässt man weg, findet es unnötig. Billige Kilowattstunden fabrizieren, das ist die Hauptsache. Gerade im Wasserbau trifft das Gesagte in hohem Masse zu.

Bei den amerikanischen Kraftwerken ist die Rechenanlage der Gefahr der Eisbildung wegen meistens ins Innere des Maschinenhauses verlegt. Die Rechenstabdistanz richtet sich nach der Grösse der Turbine, nicht nach den Fischen, wie bei uns in der Schweiz. Meist beträgt sie 160 – 240 Millimeter.

Mechanische Rechenputzmaschinen sind, wie ich gehört habe, noch keine in Betrieb. Im allgemeinen ist das Bedürfnis hierfür weniger vorhanden, da die Flüsse weniger Geschwemmsel bringen. Dazu geht natürlich bei 200 Millimeter Rechenstabdistanz das meiste durch den Rechen durch. Gegen Eiszuschwemmung findet man schwimmende Holzkonstruktionen im Oberwasser eingebaut.

Mehr Sorgfalt ist auf den elektrischen Teil der Anlagen verlegt. Selbst bei älteren Anlagen (1905 – 1908 erstellt), findet man recht praktische und komplette elektrische Schaltanlagen, ausgerüstet mit allen Messinstrumenten, die nach modernen Begriffen nötig sind.

In den grossen Anlagen sind eigene Phasenkompensationsgruppen aufgestellt; grössere rotierende Umformer, sei es für Bahnbetrieb oder Periodenumformer, werden nur mittels Synchronmotoren angetrieben usw. Ein trauriges Wirrwarr dagegen herrscht noch in bezug auf die Polwechselzahl. 25 und 60 Perioden per Minute sind sog. Standardzahlen, Abweichungen davon sind aber mindestens ebenso häufig wie die Regel selbst. Dem Wirkungsgrade von Turbinen und Generatoren wird die grösste Aufmerksamkeit geschenkt. Der Maschinenbau wird dadurch gereizt und gezwungen, vorwärts zu schreiten, und es ist Tatsache, dass speziell im Turbinenbau Amerika uns gegenwärtig weit voraus ist. Die in Amerika erreichten Wirkungsgrade sind dabei nicht etwa Bluff, wie von europäischen Fachleuten gerne behauptet wird, nein, die Zahlen beruhen auf Tatsachen.

Im Bau elektrischer Leitungsanlagen sind uns die Amerikaner mit den Gittermastfernleitungen vorangegangen. Recht schlimm sieht es aus mit den älteren Niederspannungsfreileitungen in Döfern oder Vororten von Städten. Da würde ein Starkstrominspektorat, wie wir es in der Schweiz haben, nichts schaden. Im Bau von Unterstationen zur Speisung oder zur Aufnahme hochgespannter Fernleitungen sind die Amerikaner ganz allgemein zur „Outdoor“, d. h. *Freilufttype* übergegangen, welche sich bewährt haben soll.

Auf Aesthetik wird beim Bau der Kraftwerke, Schaltanlagen usw. keine Rücksicht genommen, dafür hat der Amerikaner kein Geld. Die Frage der Aufstellung der elektrischen Generatoren im Freien wird auch geprüft; ich habe bei Allis Chalmers Pläne einer grossen Kraftanlage im Süden im Alabama Staate gesehen; dort ist das Maschinenhaus mit einem mechanisch verschiebbaren Dache versehen. Es kann durch Seitwärtsschieben der Dachkonstruktion geöffnet werden zur Verbesserung der Ventilation im Innern des Hauses, wenn die Witterung dies erlaubt. Da aber, speziell im Süden, zu gewissen Jahreszeiten wolkenbruchartige Niederschläge an der Tagesordnung sind, so werden auch dort die Generatoren unter Dach gebracht. In dieser Anlage bedient ein mächtiger Laufkran, der über alles hinausrollt, die Einlaufschützen durch das Schiebedach, die Maschinen, wie auch die nebenan im Freien aufgestellten Transformatoren.

Der Bau der ersten Anlagen mit Oberspannungen über 100 kV datiert aus dem Jahre 1909. Nachfolgende Tabelle orientiert über die heutigen Betriebe mit Spannungen über 100 kV:

Name der Gesellschaft	Spannung V	Gesamt- leistung kW	Länge der Fern- leitung km	Im Betrieb seit
Pacific Lt. & Power Co.	150 000	140 000	388	1913
Au Sable Elektr. Co. Jakson	140 000	19 000	395	1912
S. Siewa Power & Co.	140 000	40 000	385	1915
Utah P. & Lt. Co.	130 000	88 000	217	1914
Pacific Gas & Electr. Co.	125 000	175 000	177	1913
Tennessee Power Co.	120 000	125 000	225	1914
Ontario Power Co.	110 000	175 000	145	1910
Georgia Ry. & P. Co.	110 000	60 000	338	1912
Alabama Power Co.	110 000	150 000	242	1913
Mississippi River Co. (Keokuk)	110 000	270 000	232	1913
Cedar Rapids M. & B. Co.	110 000	180 000	97	1914
Gierra & S. Frans. P. Co.	104 000	34 000	222	1910
Yadkin River Co.	104 000	27 000	155	1912
Montana Power Co.	102 000	118 000	242	1910
Southern Power Co.	102 000	220 000	322	1909
Colorado Power Co.	100 000	20 000	245	1909
Great Western Power Co.	100 000	80 000	248	1909
Shawinigan Power Co.	100 000	200 000	140	1911
Los Angeles Power Co.	100 000	170 000	76	1914

Bei den einen Anlagen ist der Nullpunkt der Oberspannung direkt geerdet, bei anderen unter Zwischenschaltung von Widerständen an Erde gelegt, wieder bei einigen ist die Fernleitung in Dreieck geschaltet ohne Erdung. Dagegen ist die Anbringung eines galvanisierten Eisendrahtes über der Leitung als Blitzschutz fast allgemein durchgeführt.

Ueber das Tarifsystern konnte ich leider nicht gerade viel vernehmen, da in den meisten Fällen die Betriebsingenieure der Werke sich mit dem Verkauf der Energie nicht befassen. Immerhin wird der Preis der Elektrizität hier in Amerika natürlich durch den Kohlenpreis beeinflusst und ist an den meisten Orten seit dem Kriege ebenfalls gestiegen. In New York z. B. kostet die Kilowattstunde Lichtstrom 8 Cents, gleich 40 Rappen. In der Green-Island Water P. Co., mit Sitz in Troy, kostet der Lichtstrom nach Staffeltarif für die ersten 100 kWh per Monat 10 Cent, sinkend bis auf 5 Cent per kWh bei einem Verbrauche von über 600 kWh per Monat. Für den Kraftstrom wird im Minimum \$ 1.25 per kW und Monat, für die ersten 500 kWh 2 1/2 Cent per kWh, der nächsten 20 000 kWh 1,75 Cent per kWh, weitere kWh kosten 1,3 Cent per kWh. Kochstrom wird zu 10 Cent die kWh, also gleich wie Lichtstrom, sinkend bei grossem Konsume bis 4 Cent per kWh verrechnet.

Die Wasserkraftanlagen am Niagara.

Ich hatte von der Firma Allis Chalmer's eine Empfehlung direkt an Herrn John Harper, Chefingenieur, der mich in lebenswürdiger Weise empfing und mir Gelegenheit gab, alle die Werke der nun vereinigten Gesellschaft „Niagara Falls Power Cie.“ zu besichtigen. Diese Gesellschaft besitzt nun das grösste der Kraftwerke auf der amerikanischen Seite; es besteht: a) aus der *älteren ersten Anlage* mit 15 Turbinen zu je 10 000 PS. Das Gefälle beträgt 60 m Brutto. In dieser Anlage arbeiten zehn horizontalachsige Francisturbinen, alle von der Turbinenfirma J. P. Morris in Philadelphia erstellt. Auf Drehstromgeneratoren mit direkter Hochspan-

nungsentwicklung von 12 000 Volt. Fünf weitere arbeiten auf Gleichstrommaschinen 600 Volt, für die direkt oberhalb des Kraftwerkes befindliche grosse Aluminiumfabrik. Die elektrischen Generatoren sind teils von Allis Chalmers in Milwaukee, teils von der General Electric Co. geliefert worden. Die Schaltanlage in der Zentrale nimmt sehr wenig Raum in Anspruch. Oben auf der Höhe des Plateaus befindet sich der sog. Kommandoraum für die Verteilung der Kraft;

b) aus einer *zweiten Anlage*, die im Jahre 1919 der ersten angegliedert wurde und drei Einheiten zu je 37 500 PS umfasst.

Zwei Turbinen wurden der Firma J. P. Morris in Philadelphia in Auftrag gegeben, die elektrischen Generatoren dazu der General Electric Co., der dritte Maschinensatz (Turbine und Generator) wurde von der Allis Chalmers & Cie. in Milwaukee geliefert. Der Wirkungsgrad dieser grossen Turbinen beträgt 92–94 % bei Vollast. Die Turbinenausläufe sind bei diesen zwei Turbinentypen vollständig verschieden ausgeführt. Die Ausläufe von J. P. Morris weisen die sog. Trompetenform auf, derjenige der Allis Chalmers Turbine den sog. Hydrocon. Bei dieser letzteren platzt der Wasserstrahl senkrecht auf eine Platte, verbreitet sich beidseitig und im Innern dieses Strahles bildet sich ein Vakuum, so dass die horizontale Platte im Innern auf grossen Luftdruck nach oben (Saugwirkung) beansprucht wird.

Auch diese neue Anlage, die an die ältere direkt in stumpfem Winkel angeschlossen ist, aber nicht in gerader Fortsetzung zu derselben, besitzt eine äusserst einfache Schaltanlage. Jede Maschine gibt direkt 12 000 Volt Drehstrom ab und hat ihre Maschinenschalttafel; der Kommandoraum, von welchem aus die Fernleitungen abgehen, befindet sich oben im Schalthaus.

Es fällt direkt auf, dass weder auf Symmetrie, noch auf gefälligen äusseren Anblick Wert gelegt wird. Technisch interessant sind die enormen Einlaufklappen zu den 40 000 PS Turbinen, die zugleich als Sicherheitsventil wirken sollen bei allfälligem Defekt an der Turbine. Das eigentliche Schalthaus befindet sich oben, in einem getrennten Gebäude, und entspricht allen modernen Anforderungen. Die Idee, die hier, wenn ich nicht irre, zum ersten Male im Grossen zur Anwendung kam, die Schalteinrichtung vollständig vom Maschinenbetrieb zu trennen, ja absichtlich von diesem unabhängig zu machen, hat ja auch bei uns Anwendung gefunden. Auch hier im Schalthause fehlt jeder Luxus; alles ist nur auf Zweckmässigkeit eingestellt. Die Kraftanlage selbst ist in Cyklopenmauerwerk erstellt, angeblich, um sich der Landschaft anzupassen.

Neben diesem grossen Kraftwerk wird nun ein drittes erstellt mit zwei Einheiten von je 100 000 PS. Diese Anlage ist aber erst im Bau, der Stollen ist zu 1 Sechstel vorgetrieben und vom Gebäude sieht man noch nichts.

Bei den im Betrieb stehenden Niagarakraftanlagen wird das Gesamtgefälle von 100 m zwischen Eriesee und Ontariosee schlecht ausgenützt. Die grosse Zentrale der Niagara Falls Hydraulic Power Co. (N. F. P. Co.), vorhin beschrieben, hat mit 64 m das grösste Gefälle auf der amerikanischen Seite.

Die Ontario Power Co.-Anlage (200 000 PS; 16 Einheiten, Francisturbinen von 11 800 bis 18 500 PS), die Eigentum der „Hydro“ ist, nützt mit 55 m Druckhöhe das grösste Gefälle auf der kanadischen Seite aus.

Infolge der raschen industriellen Entwicklung im Niagaragebiet sah man schon vor Jahren ein, dass das zur Verfügung stehende Wasser besser ausgenützt werden muss. Die «Hydro»-Gesellschaft begann daher im Jahre 1917 mit dem Bau einer Kanalanlage zwischen Chippawa und Queenstown. Ueber diese neue Anlage mögen einige Daten angeführt sein: Ihr Gesamtgefälle beträgt 92–93 m. Kanallänge ca. 22 Kilometer, wovon ca. 8 Kilometer Flusstrecke schiffbar; der Welland River soll zur Verbindung des Ontariosees mit dem Eriesee zum Schiffskanal ausgebaut werden, wodurch die Meerschiffe bis nach Chicago werden fahren können. Der Aushub erreicht total 9 Millionen Kubikmeter, wovon 2,8 Millionen Kubikmeter Felsen. 17 Brücken (Eisenbahn- und Strassenbrücken) führen über den Kanal. Das Werk

wurde 1917 begonnen und beschäftigte gleichzeitig bis 3000 Arbeiter. Seine Leistung ist 500 000 PS in 10 Turbinen zu je 50 000 PS. 10 Druckrohrleitungen führen zum Maschinenhaus. Die Baukosten belaufen sich auf ca. 75 Millionen Dollar, oder pro installierte PS ca. 150 Dollar. Diese Anlage kommt im Frühjahr 1922 teilweise in Betrieb. Die „Hydro“ ist in Unterhandlung betr. Kauf der Anlage der Toronto Power Co. (T. P. Co.), die den Fällen für 150 000 PS eine Wassermenge von 290 m³/Sek. entzieht. Kommt der Kauf zustande, so werden etwa 800 m³/Sek. von dieser Gesellschaft ausgenützt werden. Die Anlage der Canadian Niagara Power Co. (C. N. P. Co.) wird alsdann noch die einzige grosse kanadische Niagara-Anlage sein, die nicht der „Hydro“ gehört; sie hat das Recht, 230 m³/Sek. abzuleiten und erzeugt 120 000 PS. Die Anlage der Toronto Power Co. und die Canadian Niagara Power Co.-Anlagen haben mit zwei alten amerikanischen Niagarakraftwerken (zusammen 60 000 PS) die Eigentümlichkeit, dass die Turbinen in tiefen, im Felsen eingeschnittenen Schächten sitzen. Die Generatoren sind auf der Höhe der Erdoberfläche und mit rund 45 m langen, vertikalen Wellen mit den Turbinen direkt gekuppelt. Die Turbinen dieser Anlage sind grösstenteils Schweizer Fabrikat.

Die Gesamtwasserkraft zwischen dem Eriesee und dem Ontariosee beträgt rund 6 Millionen PS, die Gefälldifferenz rund 100 Meter, die durchschnittliche Gesamtwassermenge etwa 6–7000 m³/Sek.

Sehr interessant ist ferner die von der amerikanischen Gesellschaft N. F. P. Co. errichtete *Schaltstation in Echota*, die zwischen Buffalo und Niagara-Falls liegt. Die Oberspannung beträgt 88 000 Volt. Diese Schaltstation ist ein Mittelding zwischen einer Station in geschlossenem Gebäude und den sog. Freiluftstationen, wie sie jetzt in Amerika Mode sind. Für die klimatischen Verhältnisse, wie sie die dortige Gegend aufweist, mag die Ausführungsart in Echota aber gegeben sein. Der Winter regiert dort strenge und ist schneereich, so dass die eigentliche Freiluftstation vielleicht doch nicht zweckmässig wäre.

Neben dem Besuche eines der Riesenschlachthäuser der Swift Compagnie wurde mir durch die Freundlichkeit eines Schweizer Ingenieurs ermöglicht, das grosse Dampfkraftwerk, *Fiskstreetstation* anzusehen, das Eigentum der Commonwealth Edison Cie. ist. Dieses grosse Privatunternehmen, das sich den schönen Namen Commonwealth (Gemeinwohl) beigelegt, hat vier Dampfkraftstationen zur Versorgung der Stadt Chicago mit elektrischer Kraft. Die totale Leistung aller 4 Dampfkraftwerke beträgt ca. 500 000 kW. Die grösste dieser Stationen, die Fiskstreetstation umfasst 10 vertikale Cortisdampfturbinen mit Drehstromgeneratoren von je 10 000 kW-Leistung und 12 000 Volt, dann zwei weitere zu 25 000 kW, eine zu 35 000 kW und eine zu 30 000 kW, die letzteren vier sind horizontale Parsonsdampfturbinen, und zwar teilweise von Westinghouse, teilweise von der General Electric Co.

Die Maschinenspannung von 12 000 V wird auf 30 000 V herauftransformiert, und zwar in einer Freilufttransformerstation, mit je drei Einphasentransformatoren von zusammen 50 000 kW Drehstromleistung. Diese von der General Electric Co. gebaute, nicht mehr ganz moderne, aber gut disponierte Schaltstation besitzt eine eigene 100 000 V Kabelprüfstation.

Im Städtchen *Cedar-Rapids* im Staate Jowa, befindet sich ein hydraulisches Kraftwerk mitten in der Stadt am Flusse Cedar-Rapids, ein *Niederdruckwerk* mit drei Turbinen zu je 540 PS Leistung, 60 Touren per Min. und 3,05 Meter Gefälle, das Zweiphasenwechselstrom von 2300 Volt und 60 Perioden pro Sek. erzeugt. *Das Werk arbeitet vollständig automatisch*, und wird von dem nachfolgend beschriebenen *Dampfkraftwerk* aus bedient. Normalerweise geht etwa jeden Tag einmal jemand hin, um nachzusehen und bleibt zehn Minuten dort. Das Dampfkraftwerk enthält Dampfturbinen von zusammen 26 000 kW Leistung. Der hier erzeugte Strom mit dem der hydraulischen Anlage wird auf 33 000 und auf 110 000 Volt erhöht und verteilt. Die höchst interessante Anordnung, die von der General Electric Co. geliefert wurde, hat sich seit 1916 sehr gut bewährt.

Weiter nach Süden ziehend, kam ich nach Keokuk im Staate Iowa, wo sich das grosse *Kraftwerk Keokuk* befindet, das Eigentum der Mississippi River Power Co. ist. Dieses grösste Niederdruckkraftwerk der U. S. A. wurde 1913 in Betrieb gesetzt. Der Mississippi, der hier schon eine respektable Breite von etwa zwei km hat, wird durch ein Stauwehr um etwa zehn Meter gestaut. Nachfolgend einige technische Daten über dieses Werk:

a) *Hydraulischer Teil*: Das *Wehr* ist ca. 1600 m breit und umfasst 119 je zehn Meter breite Schleusenöffnungen. Der bewegliche Teil der Schleusen ist nur zwei oder drei Meter hoch, der Rest ist festes Betonmauerwerk. Die Schleusen werden mittels eines Laufkranes bedient, besitzen also kein Windwerk.

Die *Rechenanlage* ist mit Rücksicht auf die klimatischen Verhältnisse (Eisbildung) im Innern des Gebäudes. Der Wassereinlauf erfolgt unter der Maschinenhauswand, die als Tauchwand ausgebildet ist. Vor dem Rechen sind Nuten für den Abschluss der Kammern. Hinter demselben sind die Turbinen-Abschlusstöre, 4 für jede Turbine, sie werden aber nur in Notfällen bedient und haben keine spezielle Aufzugvorrichtung. Mit mächtigen Ketten werden die Tore mittels zwei vorhandener Laufkrane hinaufgezogen. Zum Herunterlassen dient neben dem Laufkran ein sog. Kettenspiel mit Backenbremsen.

Turbinenanlage. Installiert sind 15 Einheiten zu 10 000 PS, die Turbinen wurden von der bekannten Firma J. F. Morris in Philadelphia und Wellmann, Seaver and Morgan in Cleveland geliefert, und sind normale Francislaufräder, vertikaler Type. Das Gefälle beträgt $9,6 \div 11,4$ m, die Turbinen machen 57,7 Touren pro Min. Das Spurlager, das einen Druck von über 200 Tonnen auszuhalten hat, befindet sich unter dem elektrischen Generator im Souterrain. Es steht unter Oeldruck, der von einer dreifachen Kolbenpumpe geliefert wird. Nebenzu steht eine dreimal grössere dreifache Kolbenpumpe als Reserve, dieselbe kommt automatisch in Tätigkeit, sobald die Oeltemperatur das zulässige Mass überschreitet. Ein Anfressen ist also ausgeschlossen.

Für die Erregung sind zwei Turbinen von je ca. 2000 PS aufgestellt.

b) Im *elektrischen Teil* finden wir Generatoren von je 7200 kW, die Drehstrom von 25 Perioden pro Sek. bei 11 000 Volt Spannung erzeugen und einen Durchmesser von ca. zehn Meter besitzen. Zwei Erregermaschinen zu je 1600 kW, 460 Volt erzeugen den für die Erregung nötigen Gleichstrom. Ausserdem besitzt aber jeder Drehstromgenerator eine eigene Erregerumformergruppe. Im Maschinen-saal sind nur die nötigsten Hilfsapparate aufgestellt, um die Turbine anzulassen oder abzustellen. Alles andere wird vom Kommandoraum aus besorgt.

Elektrische Schaltanlage. Vom Generator geht der Maschinenstrom direkt auf Oeltransformatoren von 9000 kW Leistung, die den Strom auf 110 000 Volt erhöhen. Auf der Oberspannungsseite sind zwei Sammelschienensysteme. Das Interessanteste ist der sog. *Kommandoraum*. Einem grossen Zimmer ähnlich, stehen in diesem Raume in rechtwinkliger Anordnung die Maschinenschaltpulte und hinter denselben die senkrechten Tafeln, mit den direkt zeigenden elektrischen Messapparaten.

In einer Ecke sitzt der Manager (Betriebsleiter). Vor sich hat er im Halbrund angeordnet, auf schwarzer Schiefertafel, das gesamte Schaltschema der Anlage, wobei jeder Schalter und jedes Trennmesser mit Lämpchen optisch dargestellt sind und mittels Signalvorrichtung genau angeben, was vorgeht.

Ein mächtiges Totalisatorwattmeter, auf Papierstreifen registrierend, zeigt ihm die Gesamtleistung der Anlage an, weitere Registrierapparate zeigen ihm den Wasserstand im Ober- und im Unterwasser, die Wassertemperatur, die Windstärke usw. an.

Alle Befehle gehen von hier aus, er erhält auch alle Mitteilungen, was auf den Fernleitungen vorsichgeht. Ein grosses Schema über die zirka 140 km langen Fernleitungen, ist ebenfalls von hier aus ersichtlich. Freiluftstationen, wovon eine grosse in Burlington, stehen in direkter telephonischer Verbindung mit dem Manager.

Oben auf dem Dache des Maschinenhauses ist die Schalteranlage der zwei 110 000 Volt Leitungsanlagen. Da sind Hörnerblitzschutzapparate und grosse Hörner-

schalter, die jedoch nicht unter Belastung bedient werden, sondern nur dazu dienen, das gesamte Leitungssystem im Innern spannungslos machen zu können. Die Hörnerblitzschutzapparate sind mit mächtigen Widerstandsspulen in Öl versehen.

Die Leitungen gehen durch grosse Reaktanzspulen, bevor sie zu den Sammelschienen geführt werden.

Dieses Kraftwerk ist zurzeit für die normale *Winterwassermenge von 1500 m³/Sek.* ausgebaut. Der Unterbau ist aber für weitere 15 Einheiten bis über Wasseroberfläche bereits vorhanden. Das gibt einen Begriff von der Wasserführung des Mississippi, der bei Niedrigwasser noch 1500 m³/Sek. Wasser führt, gleich dem grössten Hochwasser in der Aare. Dabei liegt Keokuk noch oberhalb des Zusammenflusses von Mississippi und Missouri.

Von Keokuk fuhr ich über Burlington-Chicago zurück nach Milwaukee, beendigte dort meine Verhandlungen mit der Firma Allis Chalmers und zog dann in den Staat Michigan, der zwischen den grossen Binnenseen (Michigan-, Huron- und Eriesee) liegt.

Hier meldete ich mich bei der Michigan Consum Power Co. mit Sitz in Jackson und bewirkte die Erlaubnis zur Besichtigung einer Reihe elektrischer Kraftstationen. Ich erwähne davon das Dampfkraftwerk in Battle-Creek, die Anlage in Plainwell und in Junktion Dam bei Manistree im nördlichen Teile des Staates. Hier hatte ich Gelegenheit, mich über die neuen Propellerturbinen im Betrieb zu erkundigen. Es sprechen sich alle, auch das Bedienungspersonal, über diese Turbinen lobend aus. In der Anlage Plainwell z. B., wo die Turbinen seit sechs Jahren in Betrieb sind, konstatierte man nie irgendwelche Störungen oder Erosionen an den Flügeln. Dabei ist das Wasser sehr stark sandhaltig.

Baulich interessant ist das Kraftwerk am Junktion Dam, da es ganz auf Sand gebaut ist. Dabei sind nicht etwa sehr tiefe Fundamente gemacht worden, vielmehr steht das Ganze auf einer grossen Platte mit Krallen. Nicht weit davon ist eine weitere Oberspannungs-Freilufttransformeranlage, 40 000/140 000 Volt in einer wilden, einsamen Gegend.

Die mir noch zur Verfügung stehenden Tage benutzte ich zur Besichtigung des im Bau begriffenen hydro-elektrischen *Kraftwerkes in Green-Island* oberhalb Troy am Hudson-River.

Hier bestehen wohl schon seit längerer Zeit vom Staate errichtete Schleusenanlagen, die dem Zwecke dienen, den Hudson schiffbar zu machen.

Direkt unterhalb dieser Schleusen hat nun Henri Ford, der Detroitser Automobilkönig, die Bewilligung erhalten, ein Kraftwerk zu erstellen, so dass es ihm nun erspart bleibt, ein Stauwehr zu bauen.

Das Gefälle beträgt im Mittel ca. 4,3 Meter. Ebbe und Flut vom Meere her machen sich noch stark bemerkbar. Das Werk wird für vier Turbinen zu je 2000 PS gebaut. Der Bau wurde im April 1921 begonnen, der bauliche Teil wird im Februar 1922 beendet sein. Die Inbetriebsetzung der ganzen Anlage soll spätestens im Juni 1922 erfolgen. So wird in Amerika gebaut! Bei meiner Besichtigung war das Maschinenhaus auf Maschinensaalhöhe betoniert, eine Turbinenkammer schon ausbetoniert und ausgeschalt, die übrigen in Ausführung. Das Eisengerüst des Maschinenhauses selbst war schon aufgerichtet, der grosse Laufkran schon montiert und nun wird das Mauerwerk zwischen hinein gebaut. Die Kranbahn ruht auf mächtigen T-Trägern, die dann ummauert werden. Der Baugrund ist schwarzer Schiefer, der genau wie Anthrazit aussieht.

Die Bausumme des ganzen Werkes beträgt rund zwei Millionen Dollar, wovon auf den baulichen Teil rund eine Million entfällt. Zum Bau wurden im Maximum 500 Arbeiter gleichzeitig beschäftigt, zur Zeit meiner Besichtigung waren es ca. 300. Es wird neun Stunden im Tag gearbeitet. Der Aushub, der mittels grossen Dampfgreifbagger erfolgte, wurde in Kähne verladen und wahrscheinlich ins Meer geworfen.

Die Löhne, die dort bezahlt werden, sind: für einen Backsteinleger 1 Dollar per Stunde (derselbe leistet dann aber so viel wie 2—3 unserer Schweizermaurer), ein

Handlanger 45 Cents (Fr. 2.25) per Stunde, ein Schlosser 70 Cents (Fr. 3.50) per Stunde, ein Zimmermann 75 Cents (Fr. 3.75) per Stunde. Man sieht, dass die Arbeitslöhne in Amerika sehr hoch sind, deshalb wird auch soweit möglich, alles mechanisch ausgeführt. Ueber die Materialpreise wurden mir folgende Angaben gemacht: Gewöhnliche Backsteine 12 Dollar per 1000 Stück, weissgelbe Verblendsteine 48 Dollar per 1000 Stück, Portlandzement 2 Dollar per 400 Pfund, Kohle für den Baggerbetrieb 6 Dollar per 1000 kg, Stahleisenstäbe für Armierungen 2.80 Dollar per 100 Pfund, alles franko Baustelle.

Der Strom wird vom dortigen Elektrizitätswerk zu 2 amerikanischen Cent (10 Centimes) bezogen. Totalstromkonsum für Kompressoren, Elevatoren, Schmiede, Schreinerei usw. 250 Kilowatt.

Der maschinelle Teil wird (die Schaltanlage ausgenommen) von der Firma Allis Chalmers in Milwaukee geliefert, und zwar kommen hier die Naglerturbinen zur Anwendung, fast genau gleich gross wie die Type, die uns für unser Werk offeriert wird.

Sehr einfach ist z. B. die Wasserführung auf der Oberwasserseite. Der Rechen besteht aus vier demontablen Feldern per Turbine, die Rechenstabdistanz ist im Lichten 240 Millimeter. Die Einlaufftore sind als Gleitschützen mit Bronzegleitschienen ausgebildet, wieder je vier pro Turbine. Ein spezieller kleiner Laufkran dient zum Heben und Senken dieser Gleitschützen, von denen also immer nur einer bedient werden kann. Das Gewicht ist so bemessen, dass sie von selbst hinunterrutschen.

Henry Ford, ein genialer Industrieller, hat die Anlage der weltbekannten Firma Stone & Webster in Boston zur fertigen Ausführung übertragen, er hat nicht Zeit, sich mit den Details seiner Pläne zu befassen.

Die Generatoren erzeugen gleichzeitig Dreiphasenwechselstrom 4600 Volt und Gleichstrom 250 Volt, je nach Belieben. Diese Anlage ist sehr interessant, denn hier konnte ich auch die Beobachtung machen, dass der Amerikaner auch in den Bauinstallationen nicht zu wenig und nicht zu viel macht. Dieselbe ist aber für uns speziell bemerkenswert, weil die Grösse der Turbinen, ihre Zahl, sowie das Gefälle fast genau mit den Verhältnissen unseres neuen linksufrigen Werkes übereinstimmen und wir damit die Bestätigung haben, dass sich die Anwendung der neuen Propellerturbinen für diese Verhältnisse ohne weiteres empfiehlt.

Nun war leider meine Uhr in Amerika abgelaufen; noch gerne hätte ich einige Wochen dort zugebracht, doch Geschäft und Familie zogen mich wieder zurück. Ich schiffte mich am 10. Dezember auf dem holländischen Dampfer „Rotterdam“ wieder ein und landete glücklich und gesund am 19. Dezember in Boulogne und betrat unser kleines Vaterland am 20. Dezember, morgens in Basel, hochbefriedigt von all dem Schönen und Grossen, das mir während meiner Reise zu sehen und zu hören vergönnt war und voll unauslöschbarer Eindrücke.

Ich kann aber meinen Bericht nicht schliessen, ohne der grossen Gastfreundlichkeit und Liebenswürdigkeit aller Kollegen in Amerika dankend zu gedenken. In dieser Hinsicht können wir Schweizer noch recht viel lernen.

Von der Leistungsfähigkeit der amerikanischen Konstruktionsfirmen wurde ich geradezu überrascht. Amerika wird unseren Produkten auf dem Weltmarkt meines Erachtens scharfe Konkurrenz machen und es ist nur zu hoffen, dass es unserer Schweizer Industrie auch in Zukunft gelingt, ihren Rang und Platz zu behaupten.“

Der *Vorsitzende* verdankt auch diese inhaltsreichen Mitteilungen aufs Beste und eröffnet nach einer kurzen Pause die Diskussion über den Vortrag des Herrn Generaldirektor Heusser.

Schiesser-Baden richtet an Herrn Heusser folgende Fragen:

1. Kann die *Bedienung der Trenner* mittels imprägnierter Holzstangen ohne Zwischenschaltung eines besseren Isolators nicht unter Umständen gefährlich werden?

2. Aus den vorgeführten Bildern geht hervor, dass in der Regel die Transformatoren mit Expansionsgefäss ausgerüstet werden. Bei den Schaltern scheint das jedoch nicht der Fall zu sein. Ist in diesen Fällen nicht *Kondenswasserbildung* beobachtet worden?

3. Haben die Betriebsingenieure nicht über *Vereisung von Gelenken* der Trenner und Schalter, sowie eventl. ihrer Antriebe geklagt?

4. Die vom Referenten zitierte *Uebersichtlichkeit* als Hauptvorteil von Freiluftanlagen scheint mir, wenigstens was die Unterspannungsseite der Anlagen anbetrifft, nicht, oder nur in beschränktem Masse vorhanden zu sein.

5. Genügt die *Art der Beleuchtung*, wie sie der Referent erwähnt hat, auch bei Nebel?

Heusser-Aarau: 1. Die *Bedienung der Trenner* mittels imprägnierter Holzstangen ist gefahrlos, wie ich mich in Battlecreek nach starkem Regen selbst überzeugen konnte. Schätzungsweise werden in Amerika ungefähr $\frac{2}{3}$ aller Trenner von Hand bedient.

2. In Oelschaltern ist gar nicht in dem Masse mit *Kondenswasserbildung* zu rechnen, wie bei den Transformatoren, weil bei den ersteren betriebsmässig keine Temperaturerhöhungen aus innerer Ursache vorkommen.

3. Es sind mir keine besonderen Störungen durch *Vereisung von Gelenken* bekannt geworden. Das bestätigte mir beispielsweise die Southern Power Co., die ich speziell über diesen Punkt interpelliert habe, weil dort jeden Winter besonders schwere Glatteisbildung zu beobachten ist.

4. Betreffend die *Uebersichtlichkeit* ist zu berücksichtigen, was ich in meinem Referat einleitend gesagt habe, dass nämlich Freiluftanlagen noch in Entwicklung begriffen sind. Es ist hier, wie übrigens überall, zwischen guten und schlechten Dispositionen zu unterscheiden. Gute Beispiele in dieser Hinsicht habe ich in den Anlagen der Alabama Power Co. (Bessemer Angle), der Southern Power Co. Lakewood) und der Freiluftanlage zum Colfax-Kraftwerk bei Pittsburg vorgeführt.

5. Betreffend die *Beleuchtung* nachts *bei Nebel* ist zu bemerken, dass man in den von mir besuchten Anlagen nicht mit so starkem Nebel zu rechnen hat, als wir in der Schweiz. Von diesen werden die Anlagen um Pittsburg wohl am meisten von Nebel beeinflusst. Dort sind die Verhältnisse diesbezüglich ähnlich wie z. B. bei uns im unteren Aaretal, und es ist mit Erfolg die örtliche Beleuchtung angewandt worden, ähnlich wie in der Anlage Gösgen.

Perrochet-Basel: 1. Ich habe beobachtet, dass in fast allen vorgeführten Bildern die Transformatoren mit Wasserkühlung ausgeführt sind. Ist da keine Gefahr des Einfrierens vorhanden und wie wird derselben eventuell vorgebeugt?

2. Aus den Bildern glaube ich schliessen zu können, dass mehrstöckige Anlagen wohl eher älteren Datums sind. Ist diese Annahme richtig, oder beruht dieser Eindruck nur auf zufälliger Auswahl der Bilder?

Heusser-Aarau: 1. Der *Frostschutz der Wasserkühlungs-Zuführungsleitungen* hat nur in den nördlicheren Gegenden der Staaten Bedeutung. Dort wird der Gefahr des Einfrierens beispielsweise so vorgebeugt, dass die Zuleitungen im Winter mit einer Holzverschalung versehen werden, die mit Sägespännen aufgefüllt wird. An anderen Orten hilft man sich etwa auch durch Einbinden der Leitungen. Andere Vorsichtsmassregeln sind mir nicht bekannt.

2. Es haben auch ganz neue Anlagen Gallerien. Als Beispiel kann die im Dezember 1920 in Betrieb genommene Anlage *Colfax* zitiert werden. In der Regel werden die örtlichen Verhältnisse bestimmend für die mehr oder weniger grosse Ausdehnung in den Vertikalen wirken. Richtig ist aber, dass, wo möglich, die horizontale Ausdehnung bevorzugt wird.

Meyfarth-Genf: Als ich s. Z. in Amerika war, baute die Westinghouse-Gesellschaft nur *Oelschalter mit zweifacher Unterbrechung*. Gibt es heute amerikanische Schalter mit Mehrfachunterbrechung?

Heusser-Aarau: Es werden auch heute noch nur Schalter mit Zweifachunterbrechung und entsprechend grossem Hub, auch für höchste Spannungen und Ströme gebaut. Bei sehr hohen Spannungen scheinen sich diese bis jetzt zu bewähren, dagegen beklagen sich amerikanische Betriebsingenieure gelegentlich über die Schalter für grosse Leistungen bei Spannungen von $11 \div 44$ kV und interessieren sich sehr um unsere Erfahrungen mit Mehrfachunterbrechungsschaltern. Die amerikanischen Konstruktionsfirmen wollen aber solche scheinbar nicht bauen und weisen auf angeblich schlechte Erfahrungen hin, die mit europäischen Schaltern dieser Bauart in mexikanischen Anlagen gemacht wurden.

Beuttner-Luzern fragt an, welche gesetzlichen Bestimmungen zum Schutze des Personals beim Umhängen von Leitungen, wie im Bulletin 1922, Nr. 3, beschrieben, getroffen sind, und welche gesetzlichen Vorsichtsmassregeln für die Bedienung von Freiluft-Schaltanlagen einzuhalten sind.

Heusser-Aarau: Es bestehen in Amerika in unserem Sinne keine gesetzlichen Vorschriften zum Schutze des Personals; dagegen verlangen die Versicherungsgesellschaften gewisse Schutzmassnahmen.

Die Ingenieure Johnson und Willis, die Erfinder der Werkzeuge zur Kontrolle von Leitungen und Vornahme von Arbeiten an denselben im Betriebe, behaupten, dass während einer mehrjährigen Periode der Anwendung dieses Systems in den Leitungsanlagen der für 110 und 44 kV gebauten Anlagen der Georgia Railway and Power Co. eine kleinere Anzahl von Unfällen bei Arbeiten an unter Spannung stehenden Leitungen vorgekommen sei als vorher, in einer gleichlangen Zeitperiode, während welcher dieselben Arbeiten an angeblich spannungsfreien Leitungen ohne diese Werkzeuge ausgeführt wurden. Tatsache ist jedenfalls, dass in 8 Jahren, da, wo diese Methode in Amerika angewandt wird, nur ein einziger tödlicher Unfall zu verzeichnen war und dass dieser einer Unvorsichtigkeit und nicht einem Werkzeugfehler zur Last zu schreiben ist.

In Freiluftanlagen werden alle Apparate so hoch über dem Boden montiert, dass eine unabsichtliche Berührung von spannungsführenden Teilen ausgeschlossen ist, die persönliche Sicherheit für die Bedienungsmannschaft ist deshalb mindestens ebenso gross, wie in einer Innenraumanlage.

Der *Vorsitzende* verdankt Herrn Heusser die erteilten Antworten bestens und eröffnet die *Diskussion über das Referat Marti*.

Perrochet: 1. Die Turbine, für die Herr Marti die Daten angeführt hat: 2200 PS, 107 Umdrehungen pro Minute, 4 m Gefälle, weist eine spezifische Drehzahl von ca. 887 auf, wenn nur ein Rad vorausgesetzt, und von ca. 627, wenn die angegebene Leistung mit zwei Rädern erreicht wird. Turbinen mit bedeutend grösseren Leistungen, mit spezifischen Drehzahlen bis zu 600 und darüber, werden in der Schweiz auch hergestellt. Ich zweifle nicht daran, dass unsere schweizerischen Turbinenkonstrukteure auch die höhere spezifische Drehzahl von ca. 800 bei kleineren Leistungen erreichen könnten. Besitzt die von Herrn Marti in Aussicht genommene Turbine *ein oder zwei Räder*?

2. Bei Vergleichung amerikanischer *Wirkungsgradgarantien* mit europäischen ist zu berücksichtigen, dass die Amerikaner den Wirkungsgrad in anderer Weise definieren als wir und so den Anschein eines sehr hohen Wirkungsgrades mit Leichtigkeit erwecken können. Wenn man aber mit unserer Definition nachrechnet, so erkennt man, dass die amerikanischen Turbinen in dieser Beziehung ungefähr den unsrigen gleichwertig sind.

Marti-Langenthal: 1. Die für die neue Anlage der Wynauer-Werke in Aussicht genommene Schnellläuferturbine besitzt bei einer spezifischen Drehzahl von ca. 730 *nur ein Rad* (107 U/min, 4,7 m Gefälle, 2200 PS); dieselbe bedeutet also mit Bezug auf bestehende Konstruktionen einen wesentlichen Fortschritt.

2. Die amerikanischen Turbinenfabrikanten definieren allerdings den *Wirkungsgrad* in anderer Weise, als in Europa gebräuchlich; sie geben aber in ihren

Garantien die Messweise genau an, sodass also ein Vergleich mit europäischen Erzeugnissen sehr wohl möglich ist.

Auf eine Anfrage von *Calame*-Baden betreffend die Patente von Prof. Kaplan geben der *Vorsitzende* und *Marti*-Langenthal Auskunft.

Der *Vorsitzende* schliesst darauf die Diskussion über die zwei Berichte Heusser und Marti. Er bedauert, dass Prof. J. Landry nicht anwesend ist, um noch ergänzende Mitteilungen über die internationale Konferenz in Paris vom November 1921 zur Besprechung von Bau- und Betriebsfragen von Leitungen sehr hoher Spannung zu machen und erteilt das Wort Herrn Direktor *P. Perrochet*.

Perrochet-Basel: Die internationale Konferenz in Paris wurde von der „Union des Syndicats d'Electricité“ einberufen, nachdem unser Kollege Dr. Bauer derselben diese Idee nahegelegt hatte. Dr. Bauer wurde dann auch von der Konferenz als einer der Vizepräsidenten ernannt.

Die Konferenz teilte ihr Arbeitsgebiet in folgende 3 Teile:

1. Erzeugung und Transformierung des Stromes.
2. Bau von Uebertragungsleitungen.
3. Betrieb von Uebertragungsleitungen.

Doch wurden die Sitzungen so angesetzt, dass alle Vertreter den Referaten und Diskussionen in allen drei Gruppen folgen konnten.

Die Konferenz wurde unter dem Vorsitze des Ministers der öffentlichen Arbeiten eröffnet. Die Sitzungen fanden jeweils von 9 Uhr 30 bis 18 Uhr, mit zweistündiger Unterbrechung mittags, statt. Donnerstag den 24. November wurde in der Sorbonne unter dem Vorsitze des Präsidenten der Republik eine Kundgebung zu Ehren Ampères veranstaltet.

Die Schweiz war ausser durch die drei offiziellen Vertreter des S. E. V. durch drei Ingenieure von Brown, Boveri & Cie., je einen Ingenieur der Bernischen Kraftwerke und der Schweiz. Bundesbahnen und ferner durch die Herren Ingenieure Thormann und Direktor Heusser vertreten. Anlässlich des offiziellen Bankettes, im Anschluss an die Ampèrefeier, hatten wir auch die Freude, unseren Präsidenten, Herrn Dr. Tissot, begrüßen zu können.

Was uns vor allem an dieser Konferenz aufgefallen ist, war die ausserordentliche Freundlichkeit des Empfanges und die Würde und Sachlichkeit der mit grossem Takt geleiteten Versammlungen. Jeden Abend war zu Ehren der Gäste für feine, gediegene Unterhaltung gesorgt. Wir haben in den Tagen in Paris nicht nur wertvollen technischen Referaten und Diskussionen beigewohnt, sondern auch Menschen kennen und schätzen gelernt.

Ueber die technische Seite der Konferenz orientieren die Berichte der Delegierten, die im Bulletin erschienen sind und zum Teil noch erscheinen werden. Wenngleich, wie nicht anders zu erwarten, die Diskussion der einzelnen Gegenstände nicht erschöpfend sein konnte, weil ja den Verhandlungen ein ausserordentlich weitgefasstes Arbeitsprogramm zu Grunde gelegt worden war, so ist doch der Grund zu weiterer erfolgreicher Arbeit gelegt worden. Die Konferenz hat denn auch einstimmig mit dem Dank an die Union des Syndicats d'Electricité, deren Präsident Herrn Legouez und Generalsekretär Herrn Tribot Laspière den Wunsch ausgesprochen, die Union möge dieser so wohl gelungenen Veranstaltung weitere, ähnliche, etwa je in zweijährigen Intervallen folgen lassen. Es ist wohl anzunehmen, dass dann nur einzelne Gebiete des sehr komplexen Problems auf der Tagesordnung figurieren werden, die dann an Hand von vor der Konferenz verteilten Berichten einlässlich diskutiert werden können.

Das Sekretariat der Konferenz hat auch in französischer wie in englischer Sprache einen ausführlichen Bericht über die erstatteten Referate und die daran sich anschliessende Diskussion verfasst, die bei demselben erhältlich ist.¹⁾ Ich empfehle Interessenten sehr, sich dieses ausserordentlich wertvolle Werk zu verschaffen.

¹⁾ Siehe Bulletin 1922, Nr. 3, S. 124 und Nr. 4, S. 168.

Der Sprechende macht darauf noch einige, die Gesetzgebung und Konstruktion der Leitungen betreffende Angaben.

Der *Vorsitzende* verdankt diese wertvollen Mitteilungen bestens und dankt den Delegierten Prof. Landry, Dr. Bauer und Dir. Perrochet für die so würdige Vertretung der Schweiz an dieser dankbaren Konferenz im Namen des S. E. V. bestens.

Er entlässt hierauf die Versammlung, indem er noch zu recht zahlreicher Beteiligung an den viel Interessantes bietenden, ordentlichen Jahresversammlungen vom 17. bis 19. Juni in Chur und Arosa einlädt und der in zwei Tagen beginnenden ungleich wichtigeren Konferenz in Genua gedenkt, von deren Beschlüssen die künftige wirtschaftliche Entwicklung nicht nur unseres Landes, sondern von ganz Europa in hohem Masse abhängt. Möge derselben ein erfolgreiches Arbeiten beschieden sein.

Zur Vereinheitlichung der Hochspannungen in der Schweiz. III. ¹⁾

Vom Generalsekretariat.

1. Zusammenfassung der bisher gemachten Vorschläge.

Seit unseren letzten Publikationen in dieser Frage hat der V. S. M. seine dort behandelten Vorschläge etwas modifiziert zu dem nachstehend²⁾ abgedruckten *Beschlusse*, den wir, ebenso wie seitherige bestimmte Vernehmlassungen von Elektrizitätswerken³⁾ in den heutigen Betrachtungen zu würdigen haben.

In der nachfolgenden, kurzen orientierenden Zusammenfassung der bisher gefallenen Vorschläge teilen wir diese in zwei Gruppen:

- I. Vorschläge, in denen die einzelnen Spannungen durch Reihenbildung mit einem konstanten Faktor erhalten werden.
- II. Vorschläge, bei denen die einzelnen Spannungen nicht durch einen Faktor miteinander verknüpft sind.

Die Vorzüge der Reihenbildung liegen in der mehr oder weniger leichten Möglichkeit, von einer Spannung der Reihe auf eine andere derselben Reihe übergehen zu können. Dies wird hauptsächlich von Wert sein für den allmählichen Uebergang von bisher verwendeten niedrigeren Spannungen auf günstigere höhere, eventuell auch für bleibende Anwendung zweier Spannungen zur Anpassung an verschiedenartige Verhältnisse. Der Wert einer solchen Anordnung wird erhöht, wenn schon bei der Bestellung der Maschinen, Transformatoren oder Apparate darauf Rücksicht genommen werden konnte.

Andererseits ist bei Anwendung von Spannungsreihen die Gefahr vorhanden, dass zu viele Spannungen als Normalspannungen erklärt werden und auch, dass unter Umständen einzelne, nicht ganz passende Spannungen um des Faktors willen zu Normalspannungen erhoben werden.

In der ersten Gruppe können wir noch weiter unterscheiden zwischen Vorschlägen, die als konstanten Faktor die Zahl $\sqrt{3}$ wählen und solchen, bei denen die Zahl 2 benützt wird. Bei den ersteren wird der Uebergang von einer Spannung zu einer anderen derselben Reihe durch Stern-Dreieck-Schaltung der Maschinen- und Apparatenwicklungen erreicht, bei den letzteren durch Serieparallelschaltung derselben.

Ein wesentlicher Punkt in dem heute nun alle Reihenvorschläge übereinstimmen

¹⁾ Siehe Bulletin 1921, No. 4, Seite 84; 1921, No. 6, Seite 141. Unser bisheriger Mitarbeiter für diese Fragen wurde Anfang Juli 1921 an deren weiterer Behandlung durch schwere Krankheit gehindert. Wir geben nachfolgende orientierende Uebersicht speziell mit Rücksicht auf die an der nächsten Generalversammlung in Arosa beabsichtigten Aussprache und fügen derselben einige Betrachtungen und Vorschläge bei, die unter Mitwirkung unseres genannten Mitarbeiters entstanden.

²⁾ Vorliegendes Bulletin Seite 203.

³⁾ Bulletin 1921, No. 9, Seiten 238 und 240.