

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 32 (1941)
Heft: 18

Artikel: 50 Jahre Lauffener Uebertragung
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060033>

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: 03.04.2025

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

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

REDAKTION:
Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des
Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

ADMINISTRATION:
Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telephon 5 17 42
Postcheck-Konto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXXII. Jahrgang

N^o 18

Mittwoch, 10. September 1941

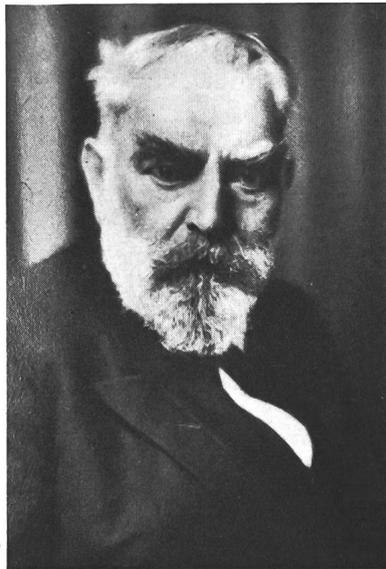
50 Jahre Lauffener Uebertragung.

Am 24. August dieses Jahres waren 50 Jahre verflossen, seit die unter dem Namen «Lauffener Uebertragung» geschichtlich gewordene Drehstrom-Fernleitung unter Spannung gesetzt wurde und im Areal der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung zum erstenmal die Glühbirnen aufleuch-

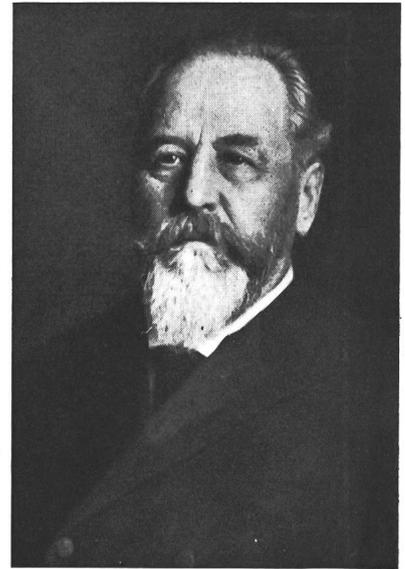
von den damaligen Erzeugungsstätten elektrischer Maschinen, deren es in allen einigermaßen industriell entwickelten Ländern bereits eine ganze Anzahl gab, soviel wie ausschliesslich Gleichstrommaschinen gebaut, die vorwiegend zur Speisung von Bogenlampen für Zwecke der Beleuchtung,



C. E. L. Brown
1863—1924
der geniale Konstrukteur.



O. v. Miller
1855—1934
der phantasiereiche Organisator
mit dem starken Zukunftsglauben.



P. E. Huber
1836—1915
der wagemutige, zähe Unternehmer.

Fig. 1.

Die drei Männer, die zusammen mit M. v. Dolivo-Dobrowolsky und Emil Rathenau die Lauffener Uebertragung schufen.
(Die Aufnahmen stammen aus einer viel späteren Zeit.)

teten und die Motoren zu surren begannen, gespeist von einem in der Portlandzementfabrik in Lauffen am Neckar in rund 175 km Entfernung aufgestellten und von einer Wasserturbine angetriebenen Drehstromgenerator. Bei der grossen Bedeutung, die die Lauffener Uebertragung für die Entwicklung unseres Faches hatte, und bei der hervorragenden Mitwirkung der schweizerischen Praxis und schweizerischer Fachleute an deren Gelingen sei auch an dieser Stelle kurz an jene denkwürdige Anlage und deren Vorgeschichte erinnert.

Bis um die Mitte der achtziger Jahre wurden

zum Laden von Akkumulatorenbatterien und dann für Zwecke der Galvanoplastik und Galvanostegie verwendet wurden. Man wusste wohl, dass es sich dabei eigentlich um Wechselstrommaschinen handelte, die zur Gleichrichtung der im Anker induzierten Wechselströme mit einem mechanischen Gleichrichter, dem Kommutator, versehen waren. Da es sich zunächst ausschliesslich um Einzelanlagen handelte, schienen alle Bedürfnisse befriedigt und auch für die Elektrizitätsversorgung grösserer Gemeinwesen und Städte waren Gleichstromwerke um so mehr das Gegebene, als die während der

Abendstunden auftretenden Belastungsspitzen leicht von Akkumulatorenbatterien bewältigt werden konnten, die während der Tagesstunden aufgeladen wurden. Die Anlagekosten solcher Werke waren gerade durch die Batterien und die Hochstrom-Kabelnetze ausserordentlich hoch, ein Umstand, der sehr wesentlich der damaligen Vorstellung Vorschub geleistet hat, dass elektrisches Licht in Wohnungen ein ausgesprochener Luxus bemitelter Kreise sei und daher ohnehin auf die vornehmen Innenquartiere der Städte beschränkt bleiben werde.

Diese Sachlage änderte sich aber, als Ziperowsky, Déri und Blathy von der Firma Ganz & Cie. in Budapest den Transformator schufen, der Wechselströme auf hohe Spannungen hinauf und wieder herab zu transformieren gestattete und, im Gegensatz zu den «Sekundärgeneratoren» von Gaulard und Gibbs, den heutigen Stromwandlern, in Parallelschaltung elektrische Energie mit konstanter Spannung beliebig zu verteilen ermöglichte. Das D.R.P. 33951 von Déri aus dem Jahre 1885 veranschaulicht bereits sehr deutlich dieses heute zum Allgemeingut gewordene Verteilungssystem. Als dann 1886/87 Galileo Ferraris und Nicola Tesla das elektromagnetische Drehfeld entdeckten, wie es von mehreren in der Phase gegeneinander verschobenen Wechselströmen erzeugt wird, und damit den Drehfeldmotor schufen, den v. Dolivo-Dobrowsky weiter entwickelte, als F. A. Haselwander in Offenburg 1889 die drei phasenverschobenen Einphasensysteme zu einem in Stern oder Dreieck verbundenen Mehrphasensystem verkettete und den

ersten Mehrphasengenerator baute, da war es in der Hauptsache die jüngere Generation der Fachleute, die die Entwicklungsmöglichkeiten des ein- und auch mehrphasigen Wechselstromes klar zu erkennen begann. Die ältere Generation aber, unter dieser Fachleute von Namen wie Werner v. Siemens und Th. A. Edison, stand zäh zum Gleichstrom und hielt den Anhängern des Wechselstromes vor, dass es einen brauchbaren Einphasenmotor für Selbstanlauf nicht gebe, dass der Wechselstrom für

die Speisung von Bogenlampen ungeeignet und für alle auf der Elektrolyse beruhenden elektrochemischen Prozesse einschliesslich Akkumulatorenladung unbrauchbar sei. Dieser unfruchtbare und die Weiterentwicklung ausserordentlich hemmende Streit erfüllte die ganze zweite Hälfte der achtziger Jahre und flammte bei jeder grösseren Projektausschreibung zu neuer Stärke auf.

Ganz besonders hoch gingen die Wogen des Meinungsstreites beim Projekt für das Elektrizitätswerk der Stadt Frankfurt a. M. Eine Projektausschreibung folgte auf die andere, ein Expertengutachten löste das andere ab, ohne dass die städtischen Behörden angesichts dieser auf Aussenstehende geradezu beschämend wirkenden Unsicherheit der Fachleute zu einer Entscheidung hätten kommen können. Da stellte der Frankfurter Stadtverordnete und Herausgeber der «Frankfurter Zeitung» Leopold Sonnemann im Herbst des Jahres 1889 den Antrag, in Frankfurt eine Internationale Elektrotechnische Ausstellung in Verbindung mit einem Internationalen Elektrotechniker-Kongress zu veranstalten, um vor einem breiteren Forum vielleicht eine Klärung der Ansichten herbeizuführen. Der Antrag Sonnemanns fand den Beifall seiner Kollegen, und es wurde beschlossen, die Ausstellung samt Kongress im Frühjahr und Sommer des Jahres 1891 durchzuführen und mit der Organisation der ersten Oskar v. Miller (1855—1934) zu betrauen. Dieser hatte bereits 1882 die elektrotechnische Ausstellung in München organisiert und dabei nach der Idee von Marcel Deprez die bekannte erste elektrische Energieübertragung von Miesbach nach München (57 km) mit 1500 bis 2000 V Gleichstrom durchgeführt. Seit diesem mit unzulänglichen Mitteln und unter unzutreffenden Voraussetzungen durchgeführten Versuch — die Anlage ergab bei dem Missverhältnis zwischen der grossen Uebertragungslänge und der niedrigen Spannung nur einen Wirkungsgrad von 22 % — hat aber den weitblickenden und phantasievollen v. Miller das Problem der elektrischen Energieübertragung auf grosse Entfernungen nicht mehr zur Ruhe kommen lassen, dem als Bayer bereits damals die Ausnutzung der Wasserkräfte des bayrischen Hochlandes zum Zwecke der Elektrizitätsversorgung der Städte des Unterlandes vorschwebte. Weit über das Problem hinausgehend, das Sonnemann mit der Frankfurter Ausstellung zu klären hoffte, bezeichnete v. Miller als deren Hauptaufgabe¹⁾, das Problem der elektrischen Kraftübertragung und Kraftverteilung auf weite Entfernung einer Klärung zuzuführen, für das nach dem damaligen Stand der Technik der Gleichstrom natürlich nicht in Frage kommen konnte. Als v. Miller daher im Frühjahr 1890 mit seinem Plan vor die Fachwelt trat, die Leistung einer der Portlandzementfabrik in Lauffen a. N. gehörigen Wasserkraft von ca. 220 kW mittels hochgespanntem Drehstrom von ca. 25 000 V über eine ca. 175 km lange Fernleitung nach dem Frankfurter Ausstellungsareal zu übertragen, stiess er vor allem

¹⁾ In seinem ersten in der Elektrotechnischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. erstatteten Bericht.

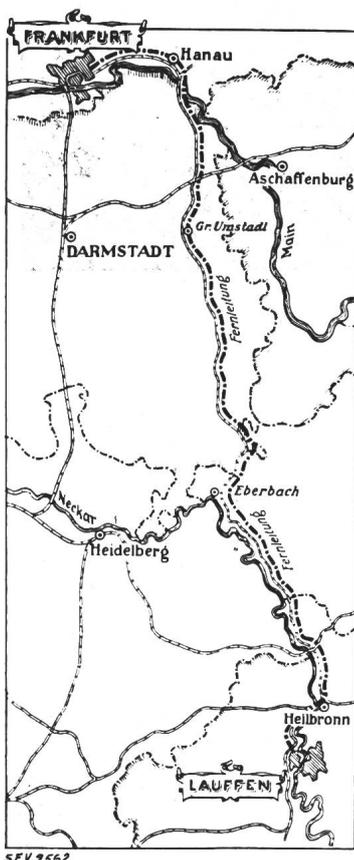


Fig. 2.
Karte der Uebertragung
Lauffen-Frankfurt.

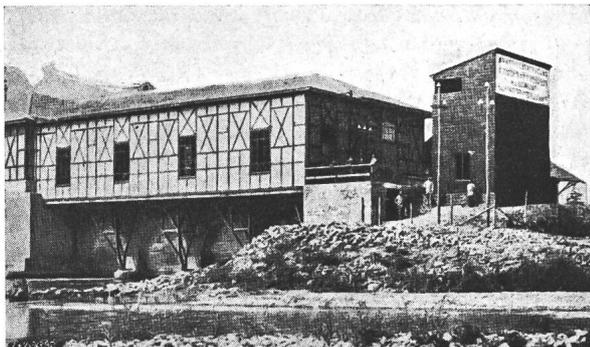


Fig. 3.

Maschinenhaus Lauffen. Rechts das Transformatorenhaus der AEG und die Leitung nach Frankfurt.

bei den Anhängern des Gleichstromes auf konsequente Ablehnung. Werner v. Siemens lehnte jede Mitwirkung seines Unternehmens bei der von v. Miller geplanten Kraftübertragung rundweg ab. Aber auch Anhänger des Wechselstromes hielten v. Millers Idee für eine praktisch undurchführbare Utopie. Die einen berechneten 15, die andern 12, wieder andere nur 5 % Wirkungsgrad. Bedenken wurden namentlich auch von der Postverwaltung in bezug auf störende Beeinflussung der Telegraphen- und Telephonleitungen geäußert, und in der Tagespresse, die sich der Sache bemächtigt hatte, wurde von der schweren Gefährdung gewarnt, die die Hochspannungsleitung für Mensch und Tier haben werde. Unter diesen Umständen war auch *Emil Rathenau* (1838—1915) von der AEG zunächst zurückhaltend, obwohl deren Chefelektriker *M. v. Dolivo-Dobrowolsky* (1860—1919) einer der wenigen war, die damals v. Millers Idee keineswegs für absurd hielten. Die Situation war so, dass v. Miller nahe daran war, die Durchführung seines Planes aufzugeben. Ebenso aber, wie Marcel Deprez zehn Jahre vorher in Frankreich das Schick-

sal des Propheten im eigenen Lande erleben musste und damals erst im Ausland, damals in Deutschland, den Mann fand, der seine Idee verwirklichte, so wandte sich Oskar v. Miller nunmehr selbst ins Ausland, und zwar nach der Schweiz.

Dort hatte der Zürcher Maschineningenieur und Industrielle, Oberst *P. E. Huber-Werdmüller* (1836 bis 1915) der von ihm im Jahre 1876 gegründeten «A.-G. der Werkzeug- und Maschinenfabrik Oerlikon» im Jahre 1884 eine elektrotechnische Abteilung angegliedert, die seit Ende 1885 unter Leitung von *C. E. L. Brown* (1863—1924) stand. Dieser hatte sich und dem Unternehmen, in dessen Diensten er stand, in wenigen Jahren einen Namen von internationalem Ansehen zu geben gewusst durch eine Reihe sehr erfolgreicher Konstruktionen und Anlagen, von denen auch Oskar v. Miller gehört hatte. Im Mai des Jahres 1890 wandte sich v. Miller an die «Maschinenfabrik Oerlikon», wie das Unternehmen seit Ende 1886 hiess, und fand sofort bei dem damals kaum 25jährigen *C. E. L. Brown* nicht nur volles Verständnis, sondern vor allem den gleichen initiativen Wagemut, von dem er selbst besetzt war. *C. E. L. Browns* Begeisterung für die Sache war, wie v. Miller selbst später oft rühmte, geradezu von suggestiver Ueberzeugungskraft, und Versuche, die sofort vorgenommen wurden, waren auch für *Huber-Werdmüller* bestimmend, um so mehr, als die Verwirklichung der v. Millerschen Idee für die grosszügige Ausnutzung der Wasserkräfte unseres Landes richtungweisend werden musste. Im Juli 1890 erhielt Oskar v. Miller die endgültige Zusage der Maschinenfabrik Oerlikon zu aktiver Mitarbeit, die für das relativ kleine schweizerische Unternehmen ein sehr beträchtliches finanzielles Opfer in sich schloss. Daraufhin sagte auch *Emil Rathenau* die Mitwirkung der AEG zu, und es kam schliesslich nach einer Reihe von Detailverhandlungen zu einem am 6. Dezember 1890

in München abgeschlossenen Uebereinkommen zwischen der Maschinenfabrik Oerlikon und der AEG, das die Zusammenarbeit der beiden Firmen für die Lauffener Uebertragung regelte. Die Maschinenfabrik Oerlikon übernahm die Lieferung des Generators im Lauffener Kraftwerk, während sich beide Firmen in die Lieferung der in Lauffen und Frankfurt aufzustellenden Transformatoren teilten. Ausserdem übernahm die AEG die Erstellung eines Drehstrommotors von etwa 75 kW, der zum Antrieb

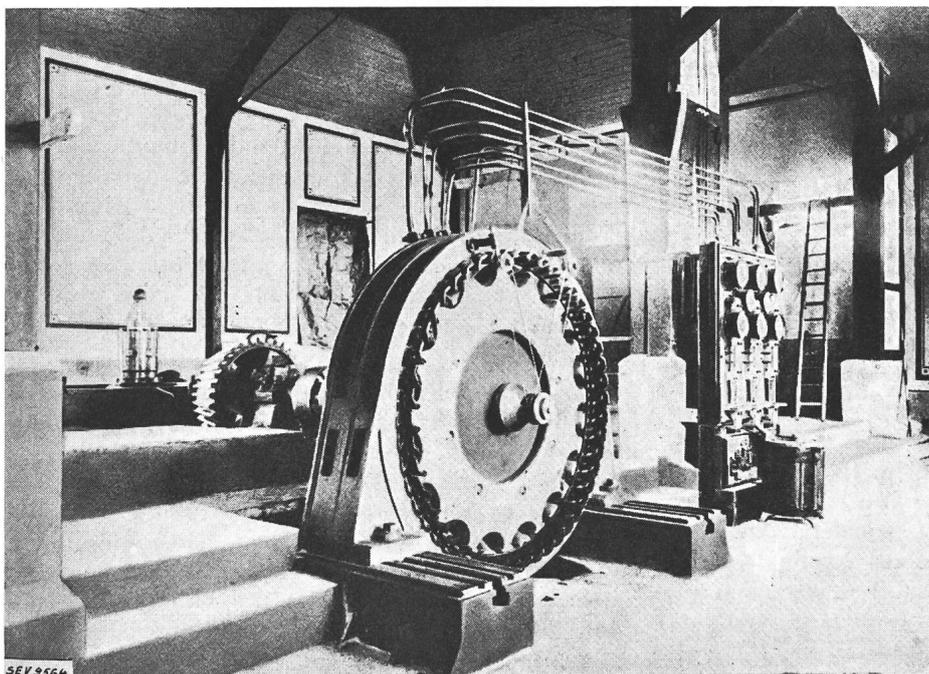


Fig. 4.
Drehstromgenerator der MFO,
220 kW.

einer Zentrifugalpumpe im Ausstellungsareal bestimmt war, die das Druckwasser für einen künstlichen Wasserfall von etwa 10 m Höhe liefern sollte.

C. E. L. Brown machte sich sofort an die Konstruktion des Generators und der Transformatoren, deren Berechnung sein jüngerer Bruder S. W. Brown (1865—1941) durchgeführt hatte und die ihm weiter keine Schwierigkeiten boten. Hauptproblem blieb die Hochspannungs-Uebertragungsleitung, mit der die ganze Anlage stehen oder fallen musste. Vorerst war darüber Klarheit zu schaffen, ob die Befürchtungen der hohen Energieverluste sowie jene der störenden Beeinflussung der Schwachstromleitungen berechtigt seien oder nicht. Im Fabrikareal der MFO liess daher C. E. L. Brown im November 1890 eine improvisierte Hochspannungsübertragung mit Generator, Auf-Transformator, Uebertragungsleitung unter Benützung ölgefüllter Isolatoren, Ab-Transformator und Glühlampenbatterie als Belastung erstellen, an der im Winter 1890/91 Versuche mit Spannungen bis zu 30 kV, auch unter künstlicher Beregnung vorgenommen wurden. Unter der Hochspannungsleitung wurde eine weitere Leitung als supponierte Telephonleitung vorbeigeführt, die in dieser induzierten Spannungen gemessen und die Grösse der Störgeräusche mittels Telephon festgestellt. Die Versuche ergaben eindeutig, dass die geäusserten Bedenken und Befürchtungen entweder ganz unbegründet oder aber stark übertrieben waren. Auf Veranlassung von Oskar v. Miller reisten dann eine Anzahl Vertreter der Deutschen Reichspost, die die Uebertragungsleitung Lauffen-Frankfurt bauen sollte, der preussischen und württembergischen Staatsbahnen sowie eine Anzahl Mitglieder des Frankfurter Ausstellungskomitees nach Oerlikon, wo ihnen am 24. Januar 1891 alle Versuche vorgeführt wurden²⁾. Nach diesen Versuchen war man schliesslich vollständig überzeugt, und die Genehmigung der Postverwaltung und der Länder Württemberg, Baden, Hessen und Preussen für den Bau der Uebertragungsleitung wurde nunmehr erteilt. Die in unserm Lande bei der Maschinenfabrik Oerlikon mit erheblichem Aufwand durchgeführten Versuche waren für das Zustandekommen der Lauffener Uebertragung jedenfalls von entscheidendem Einfluss. Für C. E. L. Brown bedeuteten sie ausserdem eine grosse persönliche Genugtuung und veranlassten ihn zu seinem am 9. Februar 1891 vor der Elektrotechnischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. unter dem Titel «Hohe Spannungen, Erzeugung, Fortleitung und Verwendung derselben» gehaltenen Vortrag³⁾.

Die Fernleitung bestand aus drei Kupferdrähten von 4 mm Durchmesser, die im Profil in Form eines gleichschenkligen Dreiecks von 1 m Basis und 116 cm Schenkellänge verlegt wurden. Als Gestänge dienten 8 m hohe Holzmasten, die Isolatoren war ölgefüllt. Sowohl in Lauffen, als auch in

Frankfurt waren die Transformatorennullpunkte unmittelbar geerdet.

Der von der Maschinenfabrik Oerlikon für das Lauffener Kraftwerk gebaute Generator war eine 32polige Maschine, über ein Kegelradgetriebe von einer Jonval-Turbine angetrieben. Die Drehzahl betrug 150 U/min, die Frequenz also 40/s, die Leistung 230 kVA bei 95 V verketteter Spannung. Das Polrad war mit einer einzigen zentralen Erregerspule versehen, die den Hohlraum zwischen den klauenartigen Polfortsätzen ausfüllte und der der Erregerstrom in eigenartiger Weise über zwei Paare von Rollen zugeführt wurde, über die endlose Stahldrähte geschlungen waren.

Die Transformatoren der Maschinenfabrik Oerlikon waren Kerntransformatoren mit stehenden, unter 120° gegeneinander versetzten Säulen, die oben und unten durch kreisrunde Joche abgeschlossen waren. Sehr wahrscheinlich sind es die ersten Öltransformatoren gewesen.

Nachdem noch eine Reihe von Schwierigkeiten und Hemmnissen zu überwinden waren, die z. T. noch in letzter Stunde die Inbetriebnahme in Frage stellten, wurde die Leitung erstmals am Abend des 24. August 1891 eingeschaltet und am 12. September in Vollbetrieb genommen. Die viel angefochtene und angezweifelte Lauffener Uebertragung war zur Tatsache geworden. Bis zum Schluss der Ausstellung (19. Oktober 1891) wurde die Leitung mit 15 000 V betrieben. Nachher ging man bis auf 30 000 V, was ohne jede Schwierigkeit gelang. Bei dieser Spannung wurden dann von Prof. Dr. H. F. Weber (1843—1912) von unserer ETH ausgedehnte Messungen vorgenommen und dabei in glänzender Widerlegung der zuerst gehegten Befürchtungen ein Gesamtwirkungsgrad von 75 % von der Turbinenwelle bis zu den Sekundärklemmen der Transformatoren in Frankfurt gemessen. Auf die Leitung, längs welcher der Grossteil der Energie nach der Meinung der Zweifler hätte verloren gehen sollen, entfiel ein Verlust von nur 10 %. Wesentlichen Anteil an diesen Messungen hatten Hans Behn-Eschenburg (1864—1938), Karl Sulzberger (1864 bis 1935) und Agostino Nizzola (geb. 1869), die später zu den hervorragendsten Fachleuten unseres Landes werden sollten. Für Nizzola, der heute noch als 72jähriger in ungebrochener Rüstigkeit und Frische die 1895 auf Initiative von W. Boveri ins Leben gerufene Motor A.-G. (jetzt Motor-Columbus A.-G.) leitet, ist die Mitwirkung bei jenen Messungen an der Lauffener Uebertragung lebensentscheidend geworden.

Den wissenschaftlichen Höhepunkt der Ausstellung bildete der Internationale Elektrotechnikerkongress vom 7. bis 12. September, an dem u. a. folgende Referate gehalten wurden: Epstein (Frankfurt) über «Stellung und Aufgabe der elektrischen Untersuchungsanstalten», Hospitalier (Paris) über «Notations, conventions et symboles de l'électrotechnique», Silvanus P. Thompson (London) über «The new domain of alternating currents», du Bois (Berlin) über «Magnetische Kreise

²⁾ ETZ 1891, S. 61 und 137.

³⁾ ETZ 1891, S. 146.

Drehstromdynamo. 3 Phasen. 300 H.P. Lampen. Oktober 1890.

Touren = 150; Anzahl Pole = 32; cycles = 40.

Watt total = 200.000; Watt einer Abtheilung = 64.500

Nebst einer Abtheil. = 50; Amps. einer Abtheil. = 1350. 

Magnete rotierend. Ammator Loch mit 4 Nutenabnehmern.

Thalkreislinie der Ammator = 1800 mm. Ammatorbreite = 380 mm.

Äußerer Durchmesser der Ammator = 1896 mm. Innerer Durchmesser der Ammator (Ausnehmung) = 1764

Loch dieser = 32. Rische des Kupferstabes macht = 29. radial Kupfer = 37.

Lebenszeit = 100 Jahre. $\frac{000}{\text{Kupfer, gesch. m.}}$

Linien in Ammatorlöchern = $\frac{57 \times 10^7}{2,5 \times 40 \times 32 \times 247} = 4800$

Nutzen durch Kupfer = Lebensinhalt = 115 - 21 = 84 dm³

Watt. per 1 dm³ = 18; Verlust = 1520 Watt = 0,75 %.

Ammatorkupfer.

96 Stäbe; 32 Stäbe sind hintereinander geschaltet; Wicklung = Y Kreis.

Stäbe		Querschnitt = 660 mm ²		Länge = 53 m		Dichte = 2,05 g/cm ³		Verlust = $\frac{1,8}{2,4}$ Volt.
Leitende		= 320 mm ²		= 20 m		= 1,88 g/cm ³		

$34 \times 1000 = \frac{3447}{20000} = 1,6\%$

Ammatorkupferverlust = $\frac{98}{57} = 1,6\%$

Bei Messung mit 1000 Amp. Gleichstrom. wurde abgesehen. Spannungsfall gefunden, dass die Verluste nicht höher als Rechnung. (1,66 Volt.) waren.

Magnete Stahlzopf.

Druck. 5. / 5,5; 16 Lagen v. 30 Wind Wind total = 480.

Ring d. mit d. Wind = 4 m; Druckring = 1920 m.

Amps. Wind. = mit nach Versuch mit Voltmeter zu bestimmen.

Fig. 5.

Faksimile der ersten Seite der Berechnung des Lauffener Generators von Sidney W. Brown, dem kürzlich verstorbenen Bruder von C. E. L. Brown (Bulletin SEV 1941, Nr. 16, S. 391).

und deren Messung», Bruger (Frankfurt) über «Die Anwendung einiger Messinstrumente für Wechselstrom», Hohenegg (Wien) über «Die graphische Untersuchung elektrischer Leitungen», Peukert (Braunschweig) über «Elektrizitätszähler», H. F. Weber (Zürich) über «Die Theorie des elektrischen Glühlichtes», v. Dolivo-Dobrowolsky (Berlin) über «Elektrische Arbeitsübertragung mittels Wechselstrom», H. Goerges (Berlin) über «Neuere

Untersuchungen an Wechselstrommotoren», W. Lahmeyer (Frankfurt) über «Neuere Konstruktionen auf dem Gebiete des Drehstromes und Gleichstromes», K. Zipernowsky (Budapest) über «Elektrische Bahnen für interurbanen Schnellverkehr» u. a.

Eine Klärung der Streitfrage Gleichstrom-Wechselstrom hat weder die Ausstellung noch der Kongress herbeizuführen vermocht, vielleicht gerade

deshalb, weil durch die Lauffener Uebertragung der dreiphasige Wechselstrom oder Drehstrom, wie ihn Dolivo-Dobrowsky nannte, als neuer Konkurrent in den Vordergrund gerückt wurde. Dieser hat mit seinen drei Zuleitungen die Verwirrung

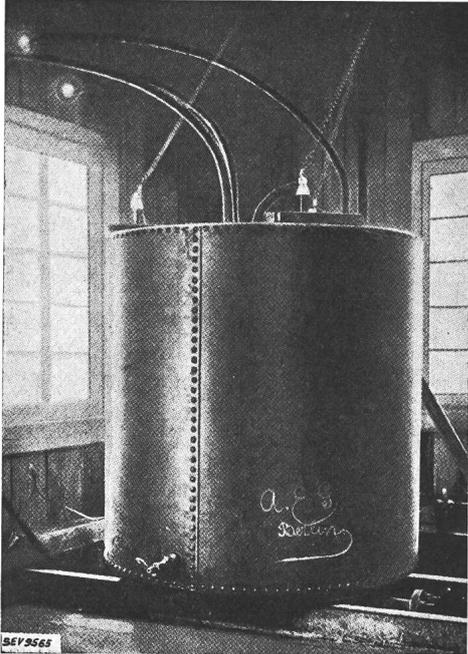


Fig. 6.
Transformator der AEG, 150 kVA.

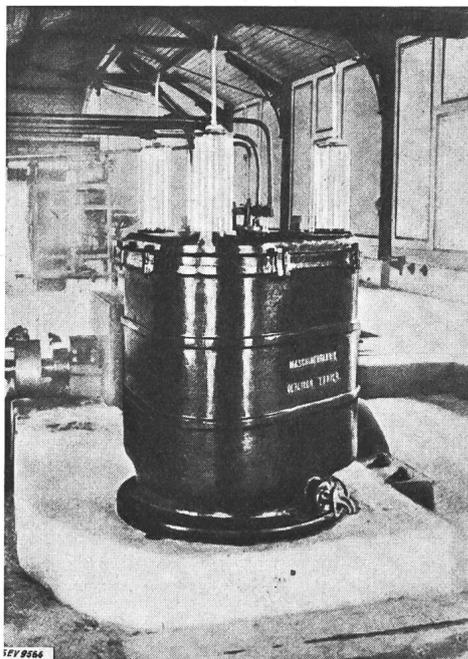


Fig. 7.
Transformator der MFO, 150 kVA.

zunächst noch erhöht, wurde aber dann eindeutiger Sieger nach Zurücknahme bzw. Nichtigkeits-erklärung der bezüglichen Dérischen Patente.

In einem Briefe v. Millers an Huber-Werdmüller aus den letzten Jahren vor dem Weltkrieg fin-

det sich der Satz: «Ich werde nie vergessen, in welcher opferwilliger und weitblickender Weise Sie die wichtige Kraftübertragung nach Frankfurt unterstützt, als das geplante Unternehmen fast verloren schien.»

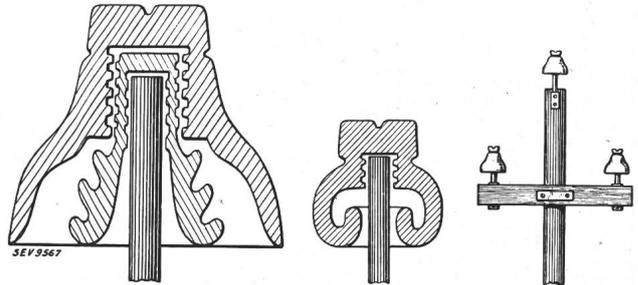


Fig. 8.
Oelisolatoren und Mastkopf der Leitung Lauffen-Frankfurt.

Und Oskar v. Miller hat sein Wort gehalten. Denn seit den Tagen der Lauffener Uebertragung war er unserem Lande, war er namentlich C. E. L. Brown und P.E. Huber in Freundschaft verbunden, und er liess namentlich in den neunziger Jahren der schweizerischen Industrie manchen Auftrag zuweisen. Oft und oft ist dann Oskar v. Miller in unser Land gekommen, auch später, als er durch sein Lebenswerk, das «Deutsche Museum

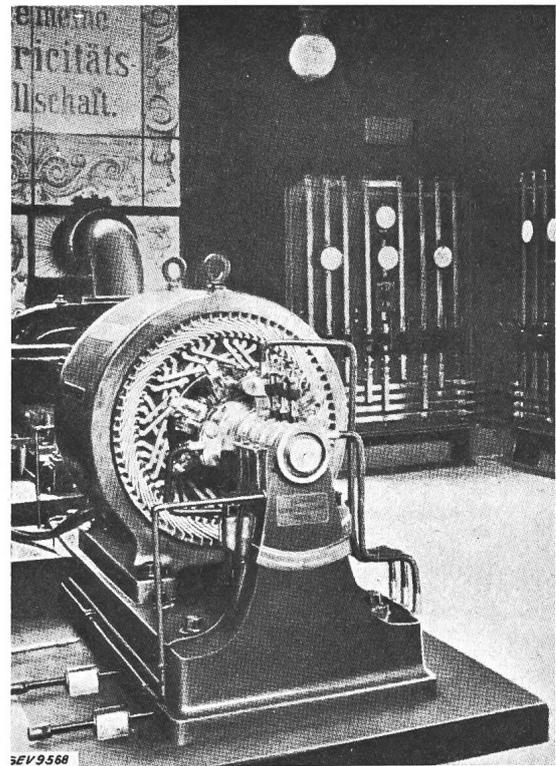


Fig. 9.
75-kW-Drehstrommotor der AEG, 600 U/min, zum Antrieb der Pumpe.

für Denkmäler der Naturwissenschaften und der Technik» in München zu Weltruhm gekommen war. Man sah ihn an der Teiltagung der Weltkraftkonferenz in Basel im Jahre 1926, und in hellster Begeisterung hat er dem damaligen General-

direktionspräsidenten der SBB, Dr. A. Schrafl, Beifall gezollt, als dieser in Andermatt, im Herzen Europas, den Wassern von Rhein, Rhone und Tes-

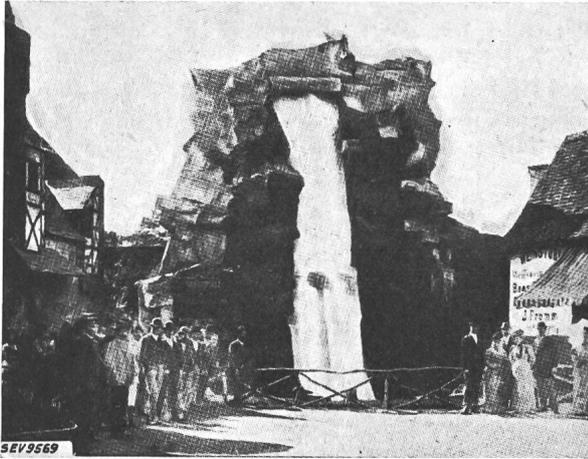


Fig. 10.

Der Wasserfall in Frankfurt, gespiesen von einer Pumpe, die durch den 75-kW-Motor nach Fig. 9 angetrieben war.

sin in den drei Sprachen unseres Landes und jenen der drei grossen kontinentalen Kulturnationen die Grüsse an diese mitgab und dabei die versam-

melten Gäste fast aus allen Ländern der Welt zu gegenseitiger Wertschätzung und Achtung und intensiver Gemeinschaftsarbeit aufrief, die die Quelle allen Fortschritts ist.

Zum letztenmal war Oskar v. Miller im Mai des Jahres 1933 in der Schweiz. Er war gekommen, um seinen wenigen noch lebenden Schweizer Freunden noch einmal die Hand zu drücken. So kam er damals eines Morgens auch nach Baden, und im Gespräch mit Sidney W. Brown floss die Schale der gemeinsamen Erinnerungen bald über. Wie immer bei solchen Gelegenheiten kam v. Miller auf die Lauffener Uebertragung zu sprechen und auf die grossen Schwierigkeiten, die er dabei überwinden musste. Dazu hatte Sidney W. Brown aus seiner Schublade ein paar vergilbte Blätter hervorgeholt und sie vor Oskar v. Miller ausgebreitet: die Berechnung des Lauffener Generators und Transformators! — Der Nachmittag war der Besichtigung des Kraftwerkes Ryburg-Schwörstadt gewidmet. v. Miller liess sich alles erklären und namentlich der kurz vorher erfolgte Zusammenschluss mit der jenseits des Gotthardmassivs gelegenen Kraftwerksgruppe Biaschina-Tremorgio-Piottino über die Gotthardleitung mit ihren gewaltigen Spannweiten erregten sein besonderes Interesse. Im Jahr darauf ist Oskar v. Miller, fast 80jährig, gestorben.

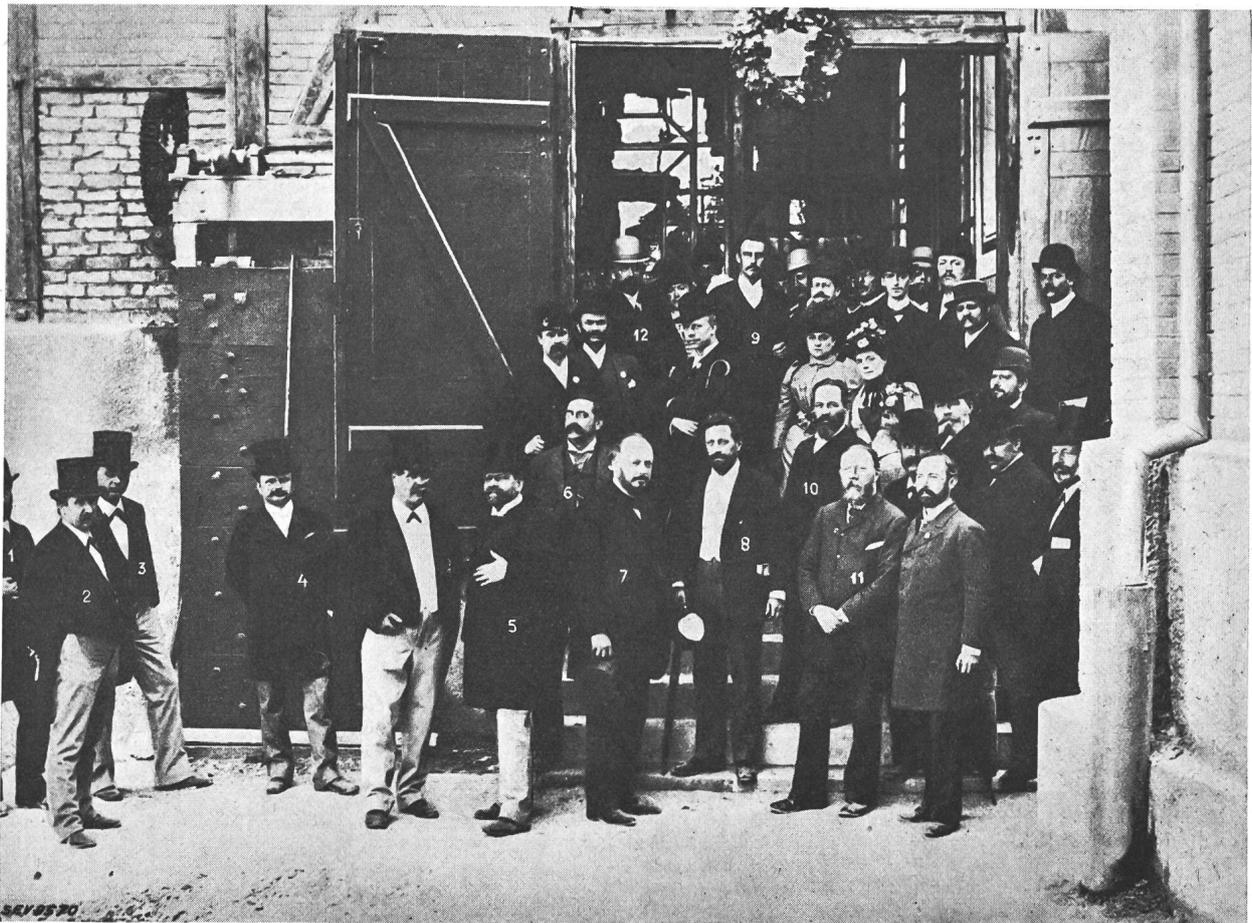


Fig. 11.

Der Internationale Elektrotechniker-Kongress bei der Besichtigung des Elektrizitätswerkes in Lauffen.
1 Prof. Dr. Dietrich. 2 Baudirektor von Leibbrand. 3 Minister Pischeck. 4 Direktor Dr. Arendt, Lauffen. 5 Emil Rathenau.
6 Gisbert Kapp. 7 Marcel Deprez. 8 Dr. J. Hopkinson. 9 Charles Brown. 10 Oberst Huber. 11 Preece. 12 Oberpostrat Ebert.

Unter andern Zeitumständen wäre die fünfzigste Wiederkehr des 24. August 1891, der als Geburtstag der heutigen Starkstromtechnik zu gelten hat, zweifellos festlich begangen worden. Und abermals hätten sich die namhaftesten Vertreter unseres Faches aller Länder von diesseits wie von jenseits des Ozeans zusammengefunden, um vor allem der verewigten Schöpfer der Lauffener Uebertragung ehrend zu gedenken: Oskar v. Miller, P. E. Huber-Werdmüller und C. E. L. Brown, Emil Rathenau und M. v. Dolivo-Dobrowolsky. Und wieder wäre wie vor 50 Jahren die Frage «Gleichstrom oder Wechselstrom» zur Diskussion gestanden, nunmehr aber unter völlig andern Voraussetzungen und mit

ganz andern Zielen vor Augen. Das Schicksal hat es anders gewollt! —

Wir Elektrotechniker der Schweiz, deren fachlich-freundschaftliche Beziehungen unverändert die ganze Welt umspannen und die seit jeher um den Wert und den ungeheuren Reiz internationaler wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit Bescheid wissen, wir können des 50. Geburtstages der Lauffener Uebertragung heute rückschauend nur in stiller Wehmut gedenken. Die Freude und Genugtuung, dass es einige der Unsrigen waren, die am Gelingen jener denkwürdigen ersten Drehstrom-Energieübertragung grossen Stils entscheidenden Anteil hatten, tritt darum zurück. K. S.

Aus alten Akten.

Das Archiv des SEV besitzt einige kostbare Originale aus der Entstehung der Lauffener Kraftübertragung¹⁾. Sie zeigen die tausenderlei Schwierigkeiten aller Art, die zu überwinden waren. Aus den Korrespondenzen geht ein unbändiger, imponierender Wille zur Tat und zum Sichdurchsetzen hervor. Sie zeigen jenes starke Geschlecht an der Arbeit, dem Schaffen und Wagen Lebensinhalt war. Imponierend ist neben der schöpferischen Arbeit auch die rasche Folge von Briefen und Telegrammen — die Beteiligten haben damals wohl Tag und Nacht gearbeitet.

Ganz besondere Schwierigkeiten machte die Beschaffung der nötigen 9000 bis 10000 Isolatoren mit Oelrinnen. Auch jene Isolatoren waren eben neu — von Brown konzipiert — und die Keramikfirmen weigerten sich, die Herstellung unter den gestellten Terminen zu übernehmen. Vor uns liegt ein Dutzend Absagen von deutschen Firmen aus der ersten Hälfte des Monats März 1891. In der zweiten Hälfte März 1891 reiste dann Brown nach London, um die englische Firma Johnson & Phillips für die Isolatorenlieferung zu gewinnen. Er schrieb an Oberst P. E. Huber in seiner schwungvollen Handschrift:

London, Charing Cross, 24. III. 91.

Gehrter Herr!

Ihre Telegramme und Brief habe richtig erhalten. Ich berichtete, dass Johnson & Philips ohne Bezahlung absolut nichts von Isolatorenlieferung wissen wollten. Ich konnte nicht mehr erreichen. Die Herren waren recht freundlich und gestanden zu, dass Sie unsere Anfrage falsch aufgefasst. Sie behaupten aber, dass sie kein Interesse hätten, die Isolatoren zu liefern, was ich auch offengestanden ganz richtig finde, da sie ja keine Isolatoren selber machen. Im Falle man sich dazu verstehen würde, die Isolatoren zu kaufen, erklärte mir Herr Johnson, dass in 2—3 Monaten voraussichtlich die Lieferung möglich. Meiner Ansicht nach ist es jedoch besser, man versucht von einer deutschen Firma die Isolatoren zu erhalten, und lässt sich auch eventuell herbei, dieselben zu kaufen; denn ich glaube, dass sicher bald eine Verwendung für dieselben gefunden wird. Die Herstellung ist in Erdgut ganz gut möglich und kann auch gewiss die Lieferung von circa 6000 Stück (bei 100 m Stangendistanz sind nicht mehr nöthig) noch zu rechter Zeit erfolgen.

Ihr Telg.: «must absolutely have 10 000 Isolators construe if necessary other modells» ist mir nicht recht verständlich.

¹⁾ Bei den Wiedergaben haben wir an der Orthographie nichts geändert.

Ein anderer Type ist gerade so schwierig herzustellen und braucht die gleiche Zeit.

Ich reise Freitag nach Paris und werde Sonntag oder Montag wieder in Zürich sein.

Hochachtungsvoll

C. E. L. Brown.

Ferner ist folgender Brief von besonderem Interesse, weil Brown darin die Isolatoren und das Mastbild spezifiziert.

Oerlikon bei Zürich, 29. III. 91.

Tit. Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft,

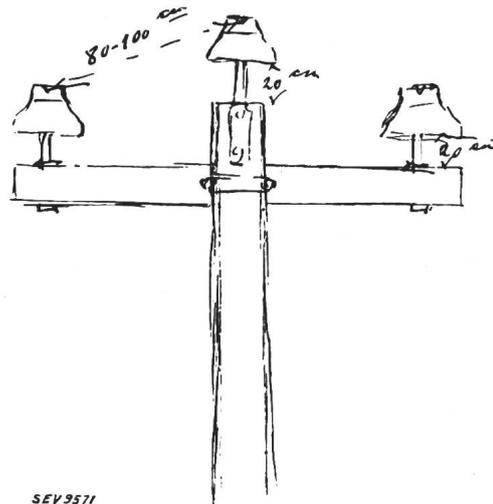
Schiffbauerdamm 22,

Berlin N. W.

Von Herrn Oberst Huber wurde mir der Brief bezüglich Isolatoren von H. Schomburg & Söhne zur direkten Erledigung übergeben.

I. Gegen Ausführung der Isolatoren aus einem einzigen Stück ist nichts einzuwenden, nur fürchte ich, dass die exakte Ausführung der Oelrinnen Schwierigkeiten bieten wird.

II. Das Brennen der Isolatoren auf dem Kopfe ist jedenfalls vortheilhaft, da dadurch die Sicherheit geboten, dass die untern Partien eine gute Glasur erhalten.



Skizze I.

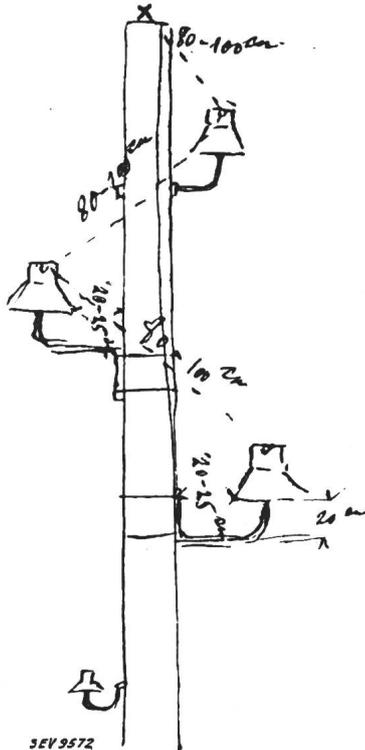
III. Auch der Ausführung der äussern Glocke, deren unterer Rand statt nach innen etwas nach aussen gebogen ist, steht gar nichts im Wege.

IV. Die zugehörigen Stützen sind vorgesehen, dass sie in der Glocke eine Dicke von 25 mm haben, gegen das untere Ende aber auf 30 mm anwachsen.

V. Ich halte im Falle Isolatoren auf eine Holztraverse aufgeschraubt werden, eine Distance von 20 cm zwischen Holz und unterem Rand des Isolators für genügend. (Diese Angabe sollte genügen, zur Festsetzung eines verbindlichen Preises.)

VI. Bezüglich Material würde als vollständig dem Zweck entsprechend erachten, wenn die äussere Glocke aus Steingut, die innere aus Porzellan hergestellt würde, wodurch vielleicht eine bessere und billigere Herstellung ermöglicht wird.

VII. Die Stützen statt einzugiessen, einzuschrauben, halte in Anbetracht der nur provisorischen Verwendung der Isolatoren für sehr empfehlenswerth.



Skizze II.

zahl Isolatoren 1000, und nicht 2000 beträgt, wie im Protokoll¹⁾ irrtümlicher Weise aufgeführt.

Ich gebe schliesslich noch, so weit es mir schon jetzt möglich, die gewünschten Daten der Dynamos etc. etc. Die Schaltung ist offen und beträgt die Spannung einer Abtheilung circa 45 Volts oder also Erdspannung 78 Volts. Total Leistung 200 000 W. Cycles = 42. Erregungsspannung bei Vollbelastung etwa 100 Volts. Stromstärke etwa 40 Ap. Ungefährere Variation derselben zwischen Leerlauf und Vollbelastung kann noch nicht angeben, ebensowenig die Wicklungsdaten der Transformatoren, da dieselben erst im Laufe dieser Woche definitiv festsetze.

Hochachtungsvoll

C. E. L. Brown.

Die Isolatoren wurden schliesslich von H. Schomburg & Söhne (heute Hermsdorf-Schomburg Isolatoren-Gesellschaft) geliefert, wobei allerdings aus Termingründen nur ein Drittel der Leitung mit den Isolatoren, die verlangt waren (Fig. 8 links) ausgerüstet werden konnte.

Ein besonderes Kapitel waren auch die gestellten Termine und die damit verknüpften Konventionalstrafen. Wir veröffentlichen zur Illustration folgendes einschlägige Dokument:

¹⁾ Siehe nächstes Aktenstück.

Verhandelt den 25. März 1891.

(in Berlin)

Anwesend

Als Vertreter des Vorstandes der Elektrotechn. Ausstellung:

Herr O. v. Miller

» Tel. Inspect. Ebert

Für die Maschinenfabrik Oerlikon:

Herr Oberst Huber.

Für das Cementwerk Lauffen:

Herr Dr. Arendt.

Für die Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft:

die Herren: Rathenau

Kolle

Jordan

v. Dobrowolsky.

Nachdem am Tage zuvor im Reichs-Postamt Abth: II hier eine Rücksprache mit den zuständigen Dezenten dieser Behörde über die Angelegenheit der geplanten Kraft-Uebertragung Lauffen-Frankfurt stattgefunden hatte, deren Ergebnis war, dass das Kaiserliche Reichs-Postamt nach Eingang der Zustimmungserklärungen der Landespolizei- und Eisenbahn-Behörden bezw. der sonst beteiligten Verwaltungen, welche schon bei dem Ausstellungs-Vorstande vorliegen, aber noch nicht zum Reichspostamt gelangt sind, die Dispositionen für den Bau der Leitungen treffen wird, waren am heutigen Tage die oben benannten Herren zur weiteren Berathung dieser Angelegenheit zusammengetreten.

Es soll noch vorausgeschickt werden, dass die Reichstelegraphen-Verwaltung den Bedarf an Stangen für die Strecke Frankfurt-Jagstfeld auf

1600 Stück à 8,5 m.

600 » à 10,0 m.

veranschlagt hat, und dass technische Schwierigkeiten, die Leitungen so zu führen, wie es die Reichstelegraphen-Verwaltung zum Schutze ihrer eigenen Leitungen, die Eisenbahn-Verwaltungen zum Schutze der Bahnleitungen verlangen, nach Ansicht des Herrn Tel. Inspektor Ebert, welcher die Linie zur Prüfung der Durchführbarkeit des Leitungsbaues bereist hat, nicht bestehen. Die Strecke Jagstfeld-Heilbronn ist nur 24 km lang. Die Württembergischen Behörden haben bereits durch amtliche Erlasse den Bau der Starkstromleitung genehmigt, sodass erwartet werden darf, dass der Leitungsbau in Württemberg mindestens in derselben Zeit fertiggestellt werden kann, als der auf der übrigen Strecke.

Als Gesamtbedarf an Stangen darf die Zahl 2600 angenommen werden, der Bedarf an Oerlikon-Isolatoren ist 8000 Stück, unter vorsichtiger Calculation einer Reserve 9000 Stück.

Die Vorleihe der Stangen, das Aufstellen derselben, das Anbringen der Isolatoren und Ziehen der Leitungen (excl. Lieferung der Isolatoren, deren etwaige Substructionen, und des Leitungsdrahtes) übernimmt die Reichspost-Verwaltung bezw. die Württembergische Behörde nach besonderer Vereinbarung mit dem Ausstellungs-Vorstande.

Die heutige Berathung hat den Zweck, die wechselseitigen Verpflichtungen der beteiligten Firmen und der Ausstellung, sowie die für jeden Beteiligten einzuhaltenden Termine festzulegen. Die Grundlage bildet das Münchener Protokoll vom 6. December 1890.

Herr Dr. Arendt hat schon schriftlich erklärt, dass er Namens des Cementwerkes Lauffen weitere Zugeständnisse, als solche im Münchener Protokoll niedergelegt sind, nicht machen könne. Die dort erwähnte, für den Frankfurter Kraftübertragungsversuch nöthige Turbine werde in 8 Wochen geliefert sein. Er sei damit einverstanden, dass die bereits fertige, für die Heilbronner Kraftübertragung bestimmte Turbine mit der zur Zeit in Ausführung begriffenen ebenfalls für Heilbronn bestimmten Dynamomaschine gekuppelt und für den Frankfurter Versuch bis zum 15. September 1891 verwendet werden dürfe, von wann ab diese Anlage jedoch für Heilbronn gebraucht würde. Der für Frankfurt bestimmte Transformator muss jedoch gleich neben der für den Frankfurter Versuch bestellten Turbine definitiv aufgestellt werden.

Wenn die interimistisch hergegebene Dynamomaschine bei dem Frankfurter Versuch gelitten haben sollte, muss dieselbe bis zum 15. September gegen die für Frankfurt bestimmte ausgewechselt sein.

Und zum Schluss, ohne Kommentar, noch folgenden Epilog:

Oerlikon bei Zürich, den 14. Januar 1892.

Herrn Stadtbaurath Lindley, Frankfort a. M.
Sehr geehrter Herr!

Ich erhalte soeben ein Schreiben von Herrn Prof. Dr. H. F. Weber, mit welchem er mich benachrichtigt, dass es ihm nicht gestattet sei Mittheilungen über die nunmehr durchgeführten Berechnungen der Lauffner Versuche zu machen, dass ihm aber geantwortet worden sei: «Werden officielle Veröffentlichung thunlichst beschleunigen.» Die Situation in welche die Firmen welche das Lauffen-Frankfurter Unternehmen durchgeführt haben, durch das lange absolute Stillschweigen der verehrlichen Prüfungs-Commission gedrängt wurden ist eine höchst peinliche und Sie werden es mir nicht verargen wenn ich darauf dringe dass diesem Zustande beförderlichst ein Ende gemacht werde.

Sowohl die Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft als auch die Maschinen Fabrik Oerlikon haben keine Mühen und Kosten gescheut, den grossen, von vielen Technikern angezweifelten Versuch durchzuführen; ganz enorme Pönale waren uns zugemuthet, für den Fall wir um ein paar Tage verspätet fertig geworden wären, wegen des möglichen finanziellen Schadens, der durch eine solche Verspätung der Ausstellung hätte erwachsen können. Wir dürfen uns wohl schmeicheln, dass die Lauffen-Frankfurter Anlage nicht unerheblich zum guten finanziellen Resultate der Ausstellung beigetragen habe.

Unter diesen Umständen ist es wohl gerechtfertigt, wenn das Begehren gestellt wird, es möchten nun auch die sehr berechtigten Interessen der beiden Firmen, Seitens der Ausstellungsbehörden gewahrt werden.

Ehe wir den Beweis für die Möglichkeit der Durchführung des Versuches erbracht hatten mussten wir es uns gefallen lassen bespöttelt zu werden. Nun aber können wir nicht ruhig zusehen wie nicht nur politische Zeitungen sondern

auch technische Blätter, das lange Schweigen der Commission dazu benützen, den Gerüchten Geltung zu verschaffen als seien die Resultate so kläglich dass man sich nicht getraue sie zu publiciren. Wir predigen tauben Ohren wenn wir sagen die Berechnungen der Commission seien noch nicht zu Ende geführt, denn das glaubt man uns einfach gar nicht. Die Concurrenz sowohl, in Electricität als in Druckluft, nützt diese Situation in sehr ergiebiger Weise aus und wir begegnen einem Misstrauen das täglich grösser wird. Die Ansicht verbreitet sich immer mehr dass nicht einmal 50 % Nutzeffekt herausgekommen sei! Es ist aber viel schwieriger eine günstige Nachricht zu verbreiten, als eine ungünstige und die wenigsten von denjenigen, welche die unwahre ungünstige Notiz gelesen haben, lesen dann auch die erst Monate hinterher kommende Richtigstellung! Es wird sehr schwierig sein, den uns jetzt schon effektiv erwachsenen Schaden auch nur zum Theile wieder gut zu machen, um so mehr muss ich darauf dringen, dass diesem Zustand nun auch wirklich in kürzester Frist, ein Ende gemacht werde.

Speciell im vorliegenden Falle handelte es sich um einen nach Amerika zu gebenden Bericht wo es sich bezüglich der Niagara Angelegenheit um wichtige Interessen handelt und wo auch das von unserer lieben Concurrenz ausgestreute Gift der Verläumdung und Verkleinerung das in uns von jenen Herren in uns gesetzte Zutrauen gänzlich zu zersetzen scheint.

Wenn wir auch nicht eine vorzeitige öffentliche Publication zu begehren berechtigt sind, so glaubte doch dass da, wo es sich um Aufklärung von Unternehmungen wie die Niagara Cataract Co. es ist, handelt, es uns erlaubt worden wäre, officiell den ganz bewusst vorbereiteten Verläumdungen entgegenzutreten zu können. Weder die Ausstellung noch die Wissenschaft, noch auch die Prüfungscommission würde darunter leiden, wenn endlich einmal den beiden Firmen zu Ihrem Rechte verholfen würde.

Ich gebe mich der Hoffnung hin, dass Sie nicht anstehen werden meine Begehren zu unterstützen. Inzwischen genehmigen Sie die Versicherung meiner vollkommenen Hochachtung
sig. P. E. Huber.

Die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Wärmepumpe.

Von P. E. Wirth, Winterthur.

620.91:621.577

Die Frage des wirtschaftlichen Einsatzes der Elektrizität in der Wärmewirtschaft unseres Landes mittels Wärmepumpen ist höchst aktuell. Wir behandelten die Frage hier wiederholt (siehe z. B. M. Egli, Die Wärmepumpenheizung des zürcherischen Rathauses: 1938, Nr. 11, S. 261; M. Egli, Einiges über die Möglichkeiten von Wärmepumpenheizungen: 1939, Nr. 2, S. 42; P. Seehaus, Winterheizung durch Sommerenergie: 1940, Nr. 15, S. 317; A. Spoerli, Speicherung von Sommerüberschussenergie für den Wärmebedarf im Winter: 1940, Nr. 24, S. 564; A. Gasser, Weiterer Vorschlag für Winterheizung durch Sommerwärme: 1941, Nr. 6, S. 93; O. Hasler, Die wirtschaftlichen Grundlagen der Wärmepumpenanlagen im neuen Hallenschwimmbad Zürich: 1941, Nr. 15, S. 345). P. E. Wirth erörterte nun die Frage der Wärmepumpe generell in der Schweiz. Bauzeitung vom 7. Juni 1941; der Autor gibt seine Gedankengänge in gekürzter Form im folgenden wieder¹⁾. Wir nehmen an, dass die Fachkreise, die diese Fragen verfolgen, sich dafür interessieren werden. (Red.)

Die wirtschaftliche Seite der durch die Brennstoffknappheit wieder sehr in den Vordergrund gerückten Wärmepumpe ist bisher wenig ausführlich behandelt worden. Es ist nicht leicht, eine zutreffende Uebersicht zu geben, weil verschiedene Preise ständig im Flusse und Prophezeiungen über die Entwicklung derselben auf längere Sicht schwierig sind. Damit der Einsatz unserer nicht in unbegrenzten Mengen zur Verfügung stehenden elektrischen Energie richtig geleitet werden kann, ist es zweckmässig, alle wichtigen Anwendungsgebiete der Wärmepumpe zu überblicken.

Die in der Folge gewählte Darstellungsweise erlaubt, für die Beurteilung von Fall zu Fall eigene Annahmen zu treffen,

¹⁾ Die Klischees wurden von der Schweiz. Bauztg. zur Verfügung gestellt.

besonders in der Richtung der Preisentwicklung von Kohle und Energie; ferner können daraus zuverlässige Schätzungen sowohl für eine Kapital- als auch für eine Betriebsrechnung abgeleitet werden.

Der Ausdruck «Wärmepumpe» deutet bereits an, dass Wärme nicht erzeugt, sondern von einem Temperaturniveau aus, das keine nutzbare Verwertung mehr erlaubt, auf ein

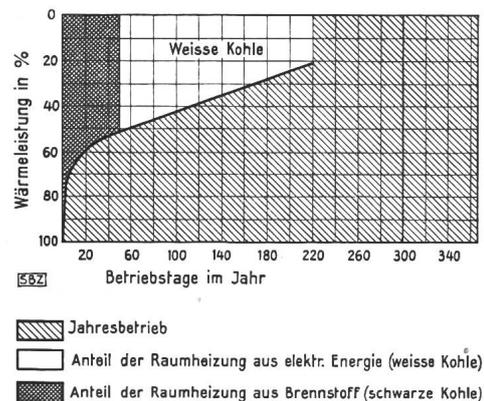


Fig. 1.
Belastungs-Diagramm.

solches hochgepumpt wird, bei dem die Wärme wieder verwertet werden kann. Der Leistungsbedarf zum Antrieb der Wärmepumpe steigt mit zunehmender Temperaturhöhe, über die die Wärme hinaufgepumpt werden muss. In der Betriebsrechnung spielt die sogenannte Leistungsziffer eine Rolle: sie gibt an, wievielfach mehr Wärme in der betreffenden Anwendung nutzbar umgesetzt wird, gegenüber direkter Umwandlung der elektrischen Energie in Wärme. In der Lei-