Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 21/22 (1893)
Heft: 12

Artikel: Die elektrische Kraftübertragung der Papierfabrik Biberist
Autor: Denzler, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-18180

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

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

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

Download PDF: 12.07.2025

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

INHALT: Die elektrische Kraftübertragung der Papierfabrik Biberist. II. (Schluss.) — Skizzen von der Chicagoer Ausstellung. — Honorar-Norm für Arbeiten der Ingenieure. — Die neue Falten-Zugbrücke in Chicago. — Miscellanea: Kunsthistoriker-Kongress. Pariser Weltausstellung von 1900. Deutscher Verein für den Schutz des gewerblichen Eigentums. Die Generalversammlung der deutschen Geschichts- und Altertums-Vereine. Der Verband der Elektrotechniker Deutschlands. — Konkurrenzen: Jonas Furrer Denkmal in Winterthur. Gerichtsgebäude und Untersuchungsgefängnis in Gotha. Donau-Brücken in Budapest. Garnisonkirche in Dresden. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittelung.

Die elektrische Kraftübertragung der Papierfabrik Biberist.

Von Dr. *A. Denzler*, Ingenieur,
Docent für Elektrotechnik am eidgen. Polytechnikum.

II. (Schluss.)

Leitung.

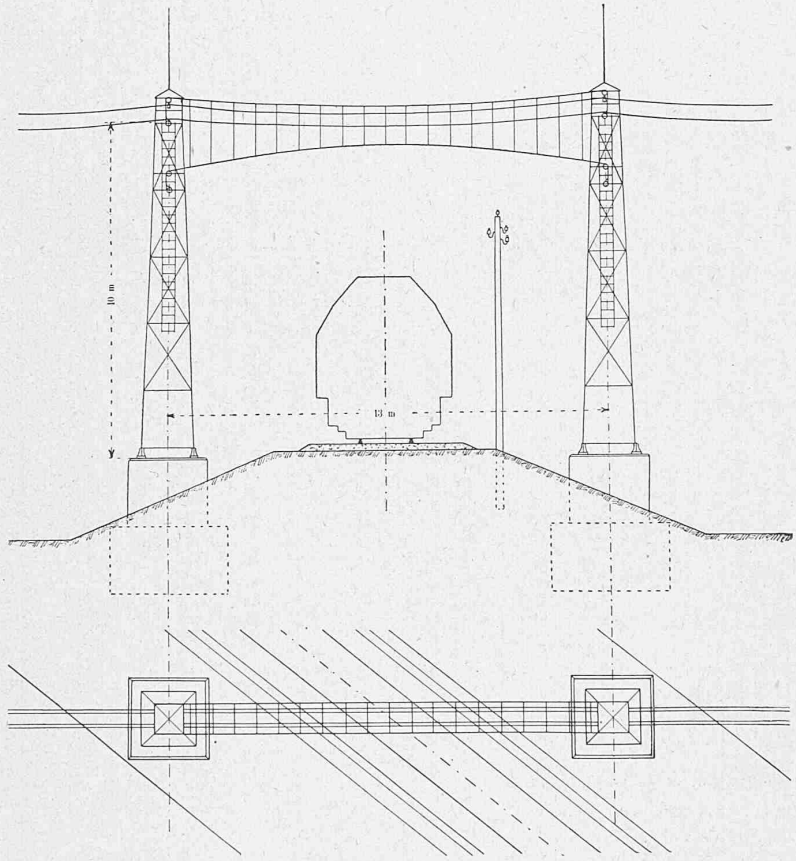
Tracé. Von der Primärstation aus steigt die Leitung etwa 80 *m* hoch über eine steile Felshalde hinauf bis zur neuen Landstrasse von Bözingen nach Reuchenette, folgt derselben etwa 300 *m* weit über der Bahnlinie Biel-Sonceboz, welche bereits vorher über einem Tunnel traversiert wird. Bei der Abzweigung der alten Landstrasse folgt die Leitung dieser letztern über den kahlen felsigen Höhenzug bis an die Kehren oberhalb Bözingen; von dort zieht sie sich gegen die Ebene hinunter und durchquert dieselbe in schnurgerader Linie in der Richtung der Flurmarchen bis zur Bahnlinie Solothurn-Biel, welche bei Mett gekreuzt wird. Von hier bis unterhalb Selzach, d. h. etwa 16 *km* weit, läuft sie unmittelbar neben der Bahn hin und zwar befinden sich die Stangen auf dem Terrain der Centralbahn.

Die Möglichkeit, dieses günstigste Tracé benützen zu können, bildete seiner Zeit einen weitern Grund für die Wahl des Gleichstromes, weil die schweizerische Telegraphendirektion bei Verwendung von alternierenden Strömen nur eine bedingte Konzession erteilt hätte, da zur Zeit der Entscheidung die Ansichten speciell über die störenden Einwirkungen des Drehstromes auf benachbarte, parallellaufende und zu kreuzende Telegraphen- und Telephonleitungen noch nicht genügend abgeklärt waren. Unter andern erschwerenden Bedingungen wäre namentlich eine Versetzung der Leitung von der Bahn weg nach Süden zu vorgeschrieben worden, wodurch die Zahl der Grundeigentümer, mit denen wegen der Bewilligung zum Stangenstellen unterhandelt werden musste, sich mehr als verdreifacht hätte, ganz abgesehen von der viel schwierigern Ueberwachung der Linie.

Um nicht der Gefahr ausgesetzt zu sein, die Leitung später in unvorhergesehener Weise verlegen und Betriebsunterbrechungen riskieren zu müssen, ist das Recht zum Stangenstellen in Form einer dreissigjährigen rechtsverbindlichen Platzmiete erworben worden.

Unterhalb Selzach verlässt die Leitung die Bahn und zieht sich in grossem Bogen feldeinwärts der Aare zu,

Elektrische Kraftübertragung der Papierfabrik Biberist (Kt. Solothurn).



Masstab 1 : 200.

Fig. 3. **Bahnkreuzung bei Biberist.**

Skizzen von der Chicagoer Ausstellung.

1. Verkehrsmittel.

Der Geschäftsmittelpunkt Chicagos ist vom Jackson-Park 10—12 *km* entfernt. Es leuchtet ein, dass von einem Zufussegehen nach der Ausstellung nicht die Rede sein kann, ausser man habe seinen Wohnsitz im Süden, ganz in der Nähe der Ausstellung aufgeschlagen. Die angenehmste Fahrgelegenheit bieten in der Regel die *Dampfschiffe*, die ausschliesslich für diesen Zweck von Van Buren-Street aus nach dem Jackson-Park fahren. Bei heftigem Winde ist freilich der See so bewegt, dass für manche Reisende die Gemütlichkeit aufhört. Die Fahrt dauert 40 Minuten; der Fahrpreis betrug anfänglich 15 Cts., wurde indessen vor einiger Zeit auf 10 Cts. herabgesetzt.

Je mehr man sich dem Platze der Ausstellung nähert, desto deutlicher treten deren Gebäude hervor. Sie bilden ein buntes, abwechslungsreiches Bild. Unter den unzähligen Türmchen und Fahnenstangen ragen namentlich die vergoldete Kuppel des Verwaltungsgebäudes [1]) und das 80 *m* hohe Ferry-Rad [2]) hervor. Doch alles überwältigt das Manufaktur-Gebäude [3]), das sich wie eine riesige Schildkröte zwischen die andern Bauten hineingedrängt zu haben scheint. Schweift der Blick rückwärts, so findet er in nebliger Ferne die bekannten Skyskrappers der Stadt, alles überragend, den Masonic-Temple [4]), und über dem Ganzen schwebt malerisch, vom Winde bald links, bald rechts bewegt, die von Chicago unzertrennliche Rauchwolke.

Dem eiligen Ausstellungsbesucher dauert die Schifffahrt zu lange. Er benützt die direkten *Züge der Illinois Central-Bahn*, die ihn für 10 Cents in 15 Minuten bis an den Rand des Platzes bringen. Diese Bahn, die bereits über drei Doppelgeleise (für Lokalzüge, für auswärtige und für Güterzüge) verfügte, legte für die Ausstellung noch ein viertes an. Die acht Geleise laufen anfänglich dicht am See auf Stadtbodenhöhe. Erst in der Nähe der Ausstellung

[1]) Bd. XXI S. 132.

[2]) Bd. XXII S. 28.

[3]) Gebäude für Industrie und freie Künste Bd. XXI S. 170, 172, Bd. XXII S. 9 und 10.

[4]) Bd. XXI S. 123.

überschreitet dieselbe, sowie die dort am Ufer hinführende Landstrasse und die Bahnlinie Lyss-Solothurn, folgt dem nördlichen Waldsaume des Hohberges bis gegen Biberist, wo sie neuerdings eine Bahnlinie, die von Burgdorf nach Solothurn, kreuzen musste, um sodann nach Traversierung der Emme und des Emmenkanals endlich die Sekundärstation in der Papierfabrik Biberist zu erreichen.

Es ist ein merkwürdiger Zufall, dass diese Linie Gegenden mit einander verbindet, welche als die Wiege der elektrischen Krafttransmission gelten können; wurde doch in der Nähe der Primärstation, in Bözingen, im Juli 1884 die erste permanente Kraftübertragungsanlage der Schweiz dem Betrieb übergeben [1]), während die berühmt gewordene, im Jahr 1885 erbaute Kriegstetten-Solothurner-Anlage [2]) in geringer Entfernung an Biberist vorbeiführt.

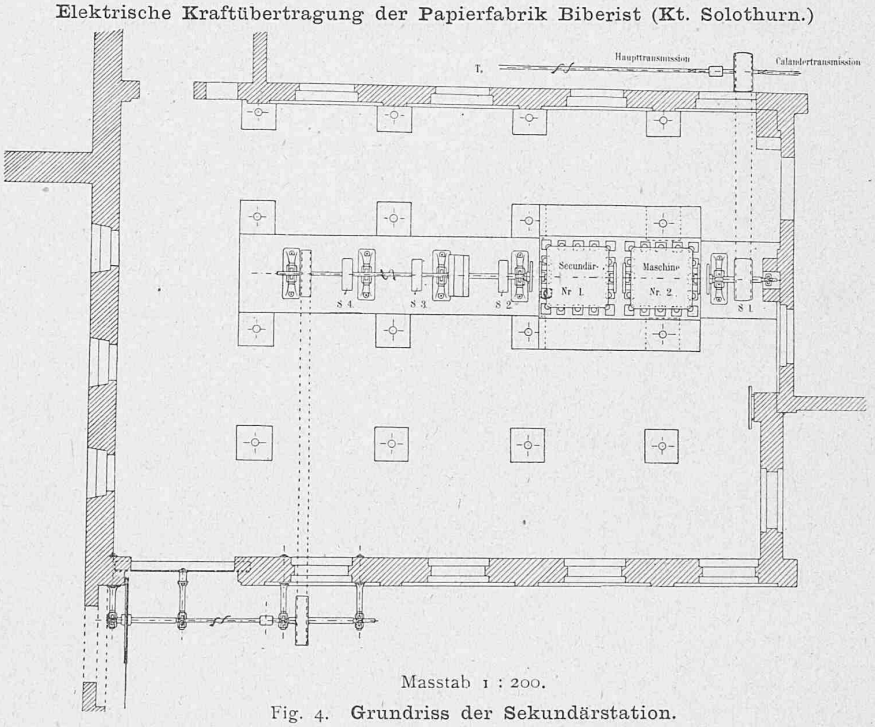
Die Gesamtlänge der Leitung beträgt ziemlich genau 28,5 *km*; es ist dies nicht nur die grösste bis jetzt erreichte Uebertragungsdistanz in der Schweiz, sondern neben derjenigen von Isoverde nach Genua mit etwa 29 *km* auch die bedeutendste in Europa; die drittlängste Linie, diejenige zwischen Tivoli und Rom, hat nur 23 *km*.

Während sonst bei Kraftübertragungsanlagen mit zwei in Serie geschalteten Generatoren und zwei Rezeptoren die Leitung regelmässig aus drei Drähten besteht, wurde hier der mittlere Ausgleicheleiter weggelassen und das hiedurch ersparte Kupfer zur Verstärkung der beiden Aussenleiter verwendet; um diese Anordnung treffen zu können, musste nur eine jeder Zeit gleichmässige Belastung der beiden Sekundärmaschinen gesichert werden, was einfach durch Verkuppeln derselben erreicht wurde.

Die *Bruchfestigkeit* des verwendeten hartgezogenen Kupferdrahtes von 7 *mm* Diameter variiert von 40-45 *kg* per mm^2. Diese relativ hohe Festigkeit war aus verschiedenen, den örtlichen Verhältnissen entspringenden Gründen notwendig; sie musste allerdings auf Kosten der elektrischen Leitungsfähigkeit erkauft werden, indem für den *Widerstand* bei 15° Cels. nur 0,453 Ohm pro Kilometer garantiert wird, was 17,43 Ohms pro mm^2 und *km* entspricht.

Der aus Messungen an der fertig montierten Leitung sich ergebende specifische Wert ist scheinbar noch grösser, doch dürfte die Differenz auf die principielle Schwierigkeit in der Bestimmung der wirklichen Drahttemperatur zurückzuführen sein, welche allen derartigen auf dem Terrain vorzunehmenden Kontrollmessungen anhaftet. Schon die Definition der Lufttemperatur für eine Strecke von 28,5 *km* Länge ist mit Rücksicht auf die Terrainverschiedenheiten

Elektrische Kraftübertragung der Papierfabrik Biberist (Kt. Solothurn.)



Masstab 1 : 200.

Fig. 4. **Grundriss der Sekundärstation.**

Diese beiden ältesten schweizerischen Anlagen weisen folgende charakteristische Daten auf:

[1]) *Bözingen - Biel:* Betrieb einer Rubinschleiferei und einer Uhrenfabrik.
1 Primärdynamo von 33 *kw*.
2 Sekundärdynamos von 22 *kw* und 10 *kw*.
Uebertragungsspannung: 400 Volts.
Uebertragungsdistanz: 1,2 *km* und 1,5 *km*.
Nutzeffekt: 53 %.
Erstellerin: Cuénod Sautter & Cie., jetzt Compagnie de l'Industrie électrique in Genf.

[2]) *Kriegstetten-Solothurn:* Betrieb einer Uhrenfabrik.
2 Primär- und 2 Sekundärdynamos von je 20 *kw*.
Uebertragungsspannung: 1200 Volts.
Uebertragungsdistanz: 6 *km*.
Nutzeffekt: 75 %.
Erstellerin: Maschinenfabrik Oerlikon.

---

steigt die Linie an und überschreitet mehrere Zufahrtsstrassen mittelst Blechbalkenbrücken.

Es sind dies fast die einzigen Bahnüberführungen in Chicago. Fast alle übrigen Bahnlinien kreuzen die Strassen, selbst in der Nähe der Bahnhöfe, à niveau. Der Strassenverkehr wird, sobald ein Zug vorüberfährt, durch Barrièren geschlossen, doch steht es dem Fussgänger frei, auch dann noch die Bahn zu kreuzen; er thut's auf eigene Verantwortung. Dass diese Verhältnisse auf die Dauer unhaltbar sind, wird eingesehen. Von der Regierung ist daher den Bahnen zur Pflicht gemacht worden, die Niveauübergänge innerhalb der Stadt zu beseitigen. Man schätzt die Kosten der hierzu nötigen Bauten (Dämme, Einschnitte, Brücken, Bahnhofänderungen etc.) auf etwa 40 Millionen Dollar. Die Frage, ob der Gewinn diese grosse Ausgabe wert ist, bringt den Amerikaner nicht in Verlegenheit; er rechnet einfach wie folgt: Alljährlich werden innerhalb der Stadt 3—400 Personen durch Bahnzüge getötet. Ein Menschenleben ist 5000 Dollar wert. Der jährliche Schaden beläuft sich daher auf 1½—2 Millionen, was, zu 5% kapitalisiert, eine Summe von 30—40 Millionen ausmacht, also gerade so viel als die Umbauten kosten werden.

Dicht vor dem Ausstellungsplatze breiten sich die Geleise der Illinois Central-Bahn fächerförmig aus und endigen in etwa 30, durch 12 überdachte Perrons getrennte Kopfgeleise [5]). Verwundert frägt man sich wozu? Nur der Eingeweihte kann uns das Rätsel lösen: Die Bahn hoffte, dass die zahlreichen, in Chicago mündenden Schwesterbahnen gerne einen Teil ihrer Züge direkt nach der Ausstellung führen würden, baute diese umfangreiche Anlage und bot sie den andern Linien zur Miete an. Aber ihre Hoffnung schlug fehl. Nur selten verirrt sich ein auswärtiger Zug dahin. Der weite menschen- und wagenleere Platz beruht auf einem Rechnungsfehler, wie solche in dieser Zeit häufig vorgekommen sind.

Hauptsächlich auf die Ausstellung hin ist vor kurzem eine *Hochbahn* angelegt worden. Sie führt von der Südgrenze des Geschäftsviertels zwischen zwei Hauptstrassen, mit andern Worten zwischen zwei Häuserreihen durch, in etwa 30 Minuten für 5 Cents nach dem Ausstellungsplatze und hat zahlreiche Zwischenstationen. Die Bahn noch weiter ins Innere der Stadt zu verlängern, wäre sehr erwünscht

[5]) Bd. XXI S. 117 und 143.

und die vorkommenden Höhendifferenzen unsicher, dazu kommt aber noch der Einfluss der direkten Sonnenstrahlung, welcher bei heller, windstiller Witterung die blanken Kupferdrähte erheblich stärker zu erwärmen vermag als die umgebende Luft.

Im vorliegenden Falle fand sich ein Gesamtwiderstand von 28,1 Ohms für die Schleife von 57 *km* 7 *mm* Draht. Nimmt man als mittlere Lufttemperatur zur Zeit der Beobachtung 25° Cels. an, so resultiert bei 15° Cels. ein scheinbarer Widerstand von

0,493 Ohms pro *km* und 7 *mm* Diam.
oder 18,973 „ „ „ „ 1 mm^2.

Um die noch übrig bleibende Differenz durch Temperatureinflüsse erklären zu können, muss vorausgesetzt werden, die stationäre Temperatur des Drahtes sei infolge der Insolation um 12—13° Cels. höher gewesen als diejenige der umgebenden Luft, was noch durchaus im Bereich der Möglichkeit liegt.

Diese Betrachtung zeigt immerhin, dass der Nutzeffekt einer Kraftübertragung mit Bezug auf die Maschinen nur dann eindeutig definiert ist, wenn er auf einen bestimmten Wert des Leitungswiderstandes bezogen wird.

Isolatoren. Da die Erfahrung der letzten Jahre gelehrt hat, dass die grossen Vorzüge, welche man früher den sogen. Oelisolatoren nachrühmte, in Wirklichkeit eigentlich doch sehr problematischer Natur sind, so wurde von deren Anwendung abgesehen und dafür wieder Porzellanisolatoren mit Doppelglocke von 12 *cm* äusserm Durchmesser und 9 bezw. 11 *cm* Halshöhe gewählt. Durch den zum Befestigen der Isolatoren auf ihren Trägern verwendeten Kitt, bestehend aus einem Gemisch von Schwefel, Glaspulver, Wachs und Kolophonium, sollen die Isolatoren bei starken Temperaturänderungen gegen die Gefahr des Zerspringens besser geschützt sein als bei der sonst üblichen Verwendung von reinem Schwefel.

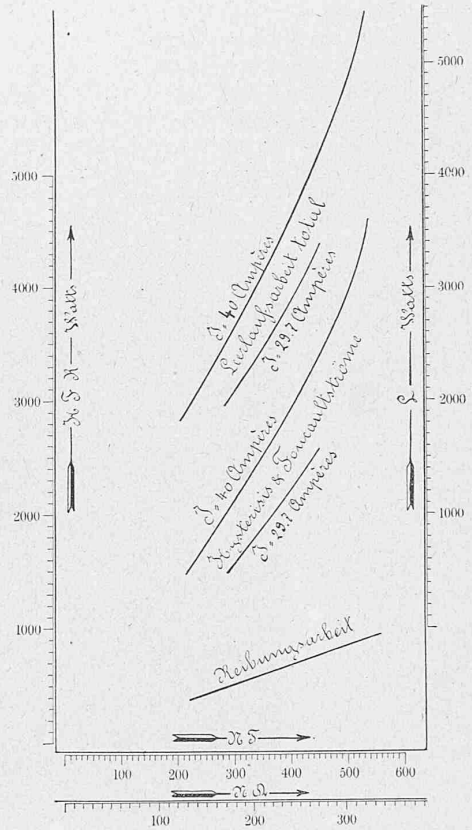
Für die Hin- und Rückleitung inkl. Einführungen und Tableauanschlüsse ergab sich ein *Isolationswiderstand* von 6,8 Megohms, d. h. 388 Megohms per Kilometer oder etwa 10000 Megohms per Stützpunkt, bei trockenem Wetter gemessen.

Gestänge. Im ganzen waren 766 Stangen mit 98 Streben erforderlich. Die meisten derselben sind 8—10 *m*, diejenigen zu beiden Seiten von Wegübergängen stets mindestens 12 *m* lang. Die mittlere Stangendistanz beträgt 37 *m*, die grösste Spannweite beim Aareübergang 140 *m*.

Das Versichern der Stangen verursachte in dem streckenweise etwas sumpfigen Terrain ziemliche Schwierigkeiten, so dass an den betreffenden Stellen die Stangen mit einem Betonguss umgeben werden mussten.

Der *Linienblitzschutz* besteht aus einfachen verzinnten Auffangspitzen aus Eisen, welche in die, das Kopfende der Stangen schützenden Gusskappen eingegossen und mit einem Erdleitungsdraht von 7 *mm* verlötet sind; jede Erdleitung führt zu einer kleinen Erdplatte. Von den 130 Schutzvorrichtungen ist der grösste Teil in der Nähe von Gebäuden und an solchen Stangen angebracht, an denen Fangnetze und Verankerungsdrähte befestigt sind.

Fig. 5. **Kurven der Leerlaufverluste.**



Abscissen NT = Tourenzahl der Turbine.
„ ND = „ „ Dynamo.
Ordinaten HFR = Watt-Verlust durch $A_H + A_F$; A_R.
„ L = „ „ „ A_L.

Bei Wegübergängen sind zweiteilige Ringe mit starken, abwärts gerichteten Stacheln angeschraubt, um das Erklettern der Stangen zu verhindern; überdies sind an vielen Stellen noch Warnungstäfelchen befestigt.

Diese Vorsichtsmassregeln in Verbindung mit der amtlichen Androhung hoher Bussen im Falle von mutwil-

---

gewesen, hätte aber, wie behauptet wird, angesichts der teuren Expropriationen pro Block (etwa 100 *m*) etwa eine Million mehr gekostet. Weitere Hochbahnen nach Westen und Norden sind im Bau begriffen.

Eine kleine Nebenbemerkung sei hier gestattet. An der Treppe, die vom Ausstellungsplatze zur Hochbahn hinaufführt, sind die meisten Aufschriften englisch, deutsch und französisch. An einer Stelle liest man sogar nur „Elevated Railroad trains for the City", „Hochbahnzüge nach der Stadt". Unwillkürlich wird man an jene kleine nützliche Bahn erinnert, die im Jahre 1889 das Marsfeld mit dem Invalidenplatz verband und bei der man in allen möglichen Sprachen — nur nicht in der deutschen — davor gewarnt wurde, seine werten Gliedmassen zu weit aus dem Wagen herauszustrecken.

Ein grosser Teil der Ausstellungsbesucher wählt zur Fahrt eine der nach Süden führenden *Kabelbahnen.* Die Kabel-Wagen fahren zwar langsamer als die der Hochbahn, sind aber sehr angenehm (vorausgesetzt, dass man nicht wegen Ueberfüllung stehen muss) und halten auf Verlangen an jeder Strassenecke. Die Kabel laufen bekanntlich über Rollen in einem zwischen den Schienen angelegten Kanale und werden von einer Centralstation in Bewegung gesetzt. Sie werden durch sogenannte Greifer gefasst, die in schmalen Schlitzen laufen und vom Wagen aus mittelst eines Hebels geschlossen und geöffnet werden können. Ein zweiter Hebel öffnet und schliesst die Bremse[6]).

Der Verkehr, den diese Kabelbahnen bewältigen, ist ausserordentlich gross. An den Vorderwagen werden je nach Bedürfnis ein, zwei bis drei gewöhnliche Wagen angehängt, und häufig sieht man solche „Züge" in kurzen Zwischenräumen voll besetzt einander folgen.

Die Kabel sind ursprünglich $^5/_4''$ (32 *mm*) stark. Sie nützen sich rasch ab und strecken sich, oft ungleich, so dass beim Fahren zuweilen häufige Stösse fühlbar werden. Hat sich der Durchmesser bis $^3/_4''$ (19 *mm*) verringert, so wird das Kabel ausgewechselt. Der durch den Schlitz eindringende Schmutz wird teils durch Ausspühlen, teils durch Auskratzen entfernt und in seitlichen Kasten ge-

[6]) Die erste Kabelbahn wurde 1873 in San Francisco in Betrieb gesetzt und ist von Herrn Ing. *R. Abt* in Bd. I Nr. 3 u. Z. einlässlich beschrieben worden. Die Red.

ligen Beschädigungen scheinen ein wirksames Präservativmittel gegen das Zerschmeissen von Isolatoren zu bilden, wodurch sonst die Mehrzahl der auf langen Starkstromleitungen vorkommenden Betriebstörungen verursacht werden.

An zwei mit der Bahn rasch erreichbaren Punkten unterhalb Selzach und oberhalb Pieterlen befinden sich sogen. *Kontrollstellen*, an denen zur Lokalisierung von Fehlern die Leitungen unterbrochen und nach beiden Seiten hin untersucht werden können.

Besondere Erwähnung verdienen noch die *Bahnkreuzungen*, weil hier das schweiz. Eisenbahndepartement die principiell wichtige Genehmigung erteilt hat, an Stelle der sonst vorgeschriebenen *Unterführungen, Ueberführungen* mit blanken Luftleitungen treten zu lassen. Fig. 3 zeigt einen solchen Uebergang im Grund- und Aufriss; die beiden Gitterpfeiler sind so stark berechnet, dass sie einen einseitigen, der Bruchbelastung der Kupferdrähte entsprechenden, horizontal wirkenden Zug aufnehmen können. Obschon eine solche Beanspruchung nur von der Linie her gedenkbar ist, sind doch noch für den ganz unwahrscheinlichen Fall eines Drahtbruches zwischen den Pfeilern engmaschige Fangnetze aus Stahldrahtlitzen über die Bahnlinie gespannt.

Auf diese Weise ist nach menschlicher Voraussicht die Möglichkeit einer Gefährdung des Bahndienstes durch die Starkstromleitung beseitigt; zugleich verschwinden aber auch alle die grossen Uebelstände, welche einer jeden Unterführung in elektrischer Beziehung anhaften; denn Uebergänge von Luftleitungen in unterirdische Leitungen sind stets die schwächsten Punkte einer Linie; sie bilden eine beständige Gefahr für die Anlage, für den Betrieb und insbesondere für das Bedienungspersonal.

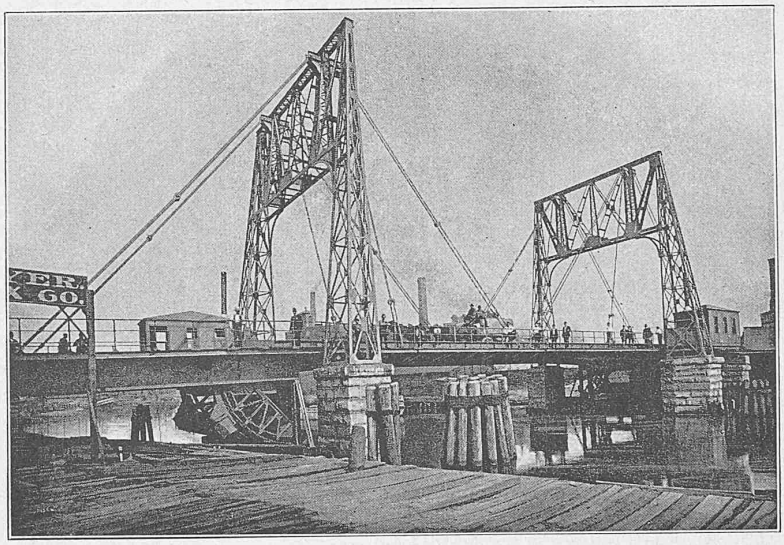
Unterführungskabel und Brook'sche Röhren übernehmen auf offener Linie die Rolle von Blitzableitern par excellence, denn nirgends findet eine atmosphärische Entladung einen kürzern Weg zur Erde als hier.

Besondere Blitzschutzvorrichtungen, welche an beiden Kabelenden angebracht werden müssen, bieten nur eine beschränkte Sicherheit, weil wirksame aber subtile Apparate, welche in einem geschützten, trockenen Maschinenraum ganz gut funktionieren, sich in der Regel nicht auf der Linie verwenden lassen, wo sie den Unbilden der Witterung ausgesetzt sind.

Werden die Kabel und die Ueberwachung erfordernden Blitzschutzvorrichtungen durch blanke Leitungen ersetzt, welche in gemauerten Unterführungskanälen auf Isolatoren montiert sind, so riskiert man das Auftreten von Kurzschlüssen und Erdverbindungen durch eindringendes Wasser, durch Eisbildungen, welche von der Kanaldecke herunterwachsen, unter Umständen, wie konstatiert, sogar durch Blindschleichen. Liegen die Kanäle tief, so bedecken sich die Isolatoren in feuchter stagnierender Luft sehr leicht mit einer schleimigen, schimmelartigen Schicht, welche leitet; in einzelnen Fällen tritt zudem bei unverzinnten Kupferdrähten relativ bald starke Korrosion ein. Der Hauptnachteil, welcher auch diesem Unterführungssystem anhaftet, liegt in der Schwierigkeit der Ueberwachung, die während des Betriebes geradezu unmöglich ist.

Da alle diese Uebelstände bei einer oberirdischen Leitung gänzlich wegfallen, so wäre es von eminenter Wichtigkeit, wenn sich das schweiz. Eisenbahndepartement entschliessen könnte, die Kreuzung der Bahnlinien mit Luftleitungen, nicht bloss ausnahmsweise, sondern ganz allgemein zu gestatten, event. unter Erlassung von Vorschriften betreffend mechanische Festigkeit etc., welchen die Ueberführungen Genüge zu leisten haben.

Falten-Zugbrücke in Chicago.



Geschlossen.

---

sammelt, die an der Strassenoberfläche durch eiserne Deckel abgeschlossen sind.

Die Kabelwagen laufen wesentlich rascher als Pferdebahnwagen. Erstere sind in Chicago hauptsächlich in den Nord-Süd-Strassen, letztere in den Ost-West-Strassen üblich. Elektrische Bahnen mit Luftleitung werden in Chicago bloss in den Vorstädten gestattet. Bis jetzt sind nur wenige im Betriebe.

Für den *Verkehr auf dem Ausstellungsplatze selbst* ist nicht in dem Masse gesorgt, wie es angesichts der grossen Entfernungen wünschenswert wäre.

Die „Intermural" Elektrische Bahn[5]) verbindet die Agrikulturhalle mit dem Fischereigebäude, indem sie, fast fortwährend dem Rande des Platzes folgend, annähernd ein grosses C beschreibt. Sie ist eine Hochbahn auf eisernen Trägern und hölzernen Jochen. Die Kraftzuführung besorgen Drähte und eine neben dem Geleise herlaufende dritte Schiene. Die Länge der Bahn beträgt etwa 4 *km*, die Fahrzeit von einem Ende zum andern etwa 15 Minuten; der Fahrpreis ist mit 10 Cents etwas hoch angesetzt.

Auf den Wasserbassins und Lagunen, die den Platz durchziehen und ihm einen eigenen Reiz verleihen, verkehren *Ruderboote* (Gondeln nach italienischem Vorbilde) und mit Accumulatoren getriebene *elektrische Boote*. Letztere fahren wesentlich rascher als die Gondeln. Sie legen die etwa 5 *km* lange Strecke in 25 Minuten zurück. Beide gleiten sanft und geräuschlos über das Wasser, sind aber mehr als Luxusartikel anzusehen. Die Fahrpreise (Minimum 25 Cents) sind zu hoch, als dass man die Boote als allgemeine, dem Bedürfnis entsprechende Verkehrsmittel bezeichnen könnte.

Nimmt man noch die Fahrstühle hinzu, die für 40 Cents die Stunde gemietet werden können, so ist alles genannt, was einem die ermüdenden Wege von einem Gebäude zum andern zu erleichtern im stande ist. Man vermisst eine kleine, auf ebener Erde laufende, um billigen Preis sämtliche Hauptgebäude verbindende elektrische Bahn. Sie würde zwar den schönen Anblick, den die Gebäude und Plätze bieten, stellenweise stören, dafür aber dem Besucher sehr willkomen sein und seine Aufnahmsfähigkeit wesentlich steigern. *R.*

Sekundärstation.

Die zwei in Biberist aufgestellten Elektromotoren entsprechen in Konstruktion und Grösse genau den Primärmaschinen. Wie aus dem Grundriss der Station Fig. 4 ersichtlich ist, sind dieselben coaxial, Kollektor gegen Kollektor gekehrt, montiert und sowohl unter sich als mit den beiden Transmissionswellen rechts und links durch elastische Kuppelungen verbunden. Die Riemenscheibe S_1 ist mit einer selbstthätigen Auskehrvorrichtung versehen, um eine Ueberlastung der Sekundärmaschinen zu verhüten, welche eintreten könnte, wenn die Welle T_3 mit der Haupttransmission der Fabrik zusammengekuppelt wird. Die von S_2 S_3 S_4 aus angetriebenen Holländer besitzen keine Leerrollen, so dass immer eine erhebliche Belastung vorhanden ist, welche die Gefahr des Durchgehens der Motoren bei mangelhafter Geschwindigkeitsregulierung in der Primärstation bedeutend vermindert.

Die normale Tourenzahl der Sekundärmaschinen ist 200, doch wird dieselbe nach Bedarf etwas erhöht oder erniedrigt.

Die *Apparatenwand* ist noch einfacher als diejenige in der Primärstation; der von aussen kommende Strom durchfliesst zuerst die eine Blitzschutzvorrichtung, welche den bereits beschriebenen gleich ist, ein Ampèremeter, ein System von Schalthebeln, die beiden Motoren und geht von dort durch die negative Blitzplatte in die Rückleitung. An Stelle der automatischen Ausschalter tritt ein grosser Belastungswiderstand, welcher unter andern Verhältnissen auch als Anlasswiderstand dienen würde, während er hier einzig in Notfällen zum Ausschalten der Sekundärmaschinen benützt werden soll, wenn die Zeit nicht ausreicht, um die Turbine in Frinvillier abzustellen.

Im Maschinenraum befindet sich noch ein stationäres Galvanometer zur Vornahme regelmässiger Widerstands- und Isolationsmessungen.

Telephonanlage.

Zur Erleichterung des Verkehres zwischen Frinvillier und Biberist wurde eine besondere Telephonverbindung erstellt; die Apparate sind mit Crossley-Ader Mikrophonen aus der Telegraphenfabrik Hasler in Bern versehen, welche sich für den Gebrauch in solchen Lokalen vorzüglich eignen. Die verwendeten zweilamelligen Kabelblitzplatten mit Staniolleinlagen haben neben dem Blitzschutz noch den Zweck, zu verhindern, dass Zweigströme des hochgespannten Uebertragungsstromes dauernd ihren Weg durch die Telephonapparate nehmen können, wenn etwa infolge Drahtbruches auf der Leitung metallischer Kontakt zwischen beiden Stromkreisen entstehen sollte. Die Anlage besitzt metallische, sechs Mal gekreuzte Hin- und Rückleitung, bestehend aus zwei 1,5 *mm* Siliziumbronzedrähten von 80—85 *kg* Bruchfestigkeit und 30—40% Leitungsfähigkeit. Dieselben sind auf den gleichen Stangen montiert wie die Starkstromleitung und zwar wechselständig als Drähte Nr. 1 und 2 mit 50 *cm* Abstand unter sich und von den untern Hauptdrähten.

Die telephonische Verständigung während des Betriebes bietet keine Schwierigkeit; abgesehen von dem direkten Geräusch von den benachbarten Maschinen, war kaum ein Unterschied zu bemerken, ob in der Starkstromleitung Strom floss oder nicht, ein Beweis, dass während der Proben weder merkliche Induktionswirkungen noch Ableitungen vorhanden waren. Bei Reparaturen auf der Linie kann mit Hülfe eines transportablen Feldtelephonapparates mit den beiden Endstationen gesprochen werden.

Nutzeffekt der Uebertragung.

Der Nutzeffekt der Anlage wurde sowohl aus elektrischen Messungen als auch aus Bremsversuchen abgeleitet.

Bei der *elektrischen Methode* musste zuerst der Nutzeffekt einer Maschine ermittelt werden; zu diesem Behufe wurde von den vier unter sich gleichen Maschinen die Primärmaschine Nr. 1 zur Untersuchung gewählt und vor ihrer Ablieferung in Genf geprüft; die hiebei erhaltenen Resultate sind in mehrfacher Hinsicht instruktiv und mögen deshalb hier in extenso wiedergegeben werden.

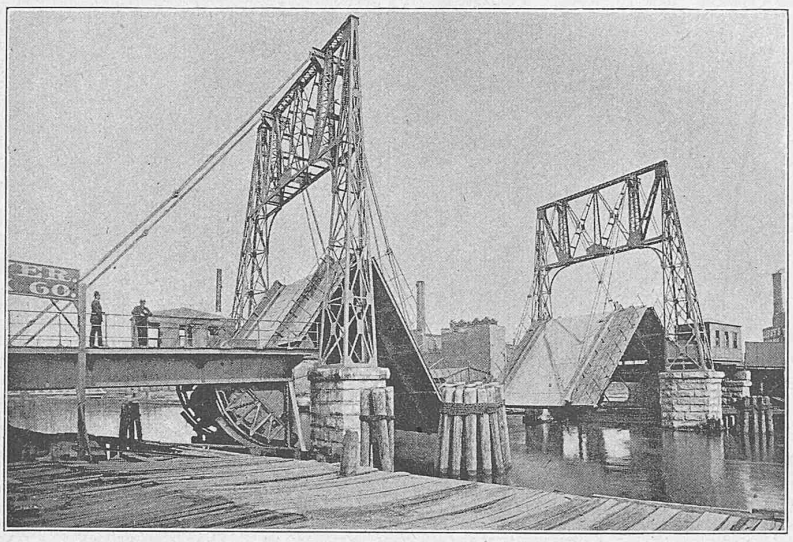
Da im Versuchslokal keine genügend starken Motoren und Hülfsdynamos zur Verfügung standen, um die Maschine nach einer der von Sprague und Kapp angegebenen Methoden unter voller Belastung untersuchen zu können, so musste die Summe der verschiedenen Verluste auf indirektem Wege bestimmt werden.

Die Versuchsanordnung zur Feststellung der Leerlaufsarbeit war folgende:

Die Feldmagnete der Maschine wurden durch Fremdströme von möglichst konstanter Intensität erregt; während der Versuche Nr. 1 bis 10 betrug die mittlere Stromstärke ∾ 40 Ampère und bei Nr. 11—16 ∾ 29,7 Amp. Die Tourenzahl der Armatur variierte dagegen in der ersten Versuchsreihe successive von 330—147, in der zweiten von 263—179 pro Minute. Unterbrach man bei einer bestimmten Tourenzahl den Erregerstrom, bezw. schaltete man denselben auf einen, den Feldmagneten äquivalenten Widerstand um, so absorbierte die Dynamomaschine weniger Kraft als im erregten Zustand, und die sie antreibende Turbine zeigte bei gleichbleibender Beaufschlagung Tendenz schneller zu laufen; mit Hülfe eines kleinen, auf der horizontalen Turbinenwelle angebrachten und ausgezeichnet funktionierenden Prony'schen Zaumes konnte die Tourenzahl n_T wieder auf ihren frühern Wert reduciert werden; die hiebei abgebremste Arbeit entspricht genau den Verlusten, welche vorher in Form von *Hysterisis und Foucaultströmen* in der Armatur auftraten, wenn dieselbe in einem Magnetfeld von konstanter Stärke rotierte. Die nachstehende Tabelle enthält diese in Watts umgerechneten Arbeitsverluste in der Kolone $A_H + A_F$; die Zahlen unter G geben diejeweilige Nettobelastung der Bremse in *kg* an; da der Bremshebel auch in unbelastetem Zustande der Bremse in Schwebe erhalten wurde, so muss das Eigengewicht desselben nicht in Rechnung gezogen werden; die Hebellänge betrug 0,922 *m*.

Der Arbeitsaufwand, welcher die Ueberwindung der *Zapfen- und Bürstenreibung* und des Luftwiderstandes erforderte, liess sich auf diesem Wege nicht mit Sicherheit bestimmen, weil die Armatur während des Bremsversuches mit in Bewegung blieb; sie ergiebt sich dagegen ange-

Falten-Zugbrücke in Chicago.



Halb geöffnet.

nähert aus der elektrischen Energie, welche der Armatur zugeführt werden musste, damit sich dieselbe in einem ganz schwachen Felde mit normaler Geschwindigkeit drehte. Bei 278 Touren in der Minute war hiefür ein Effekt

$$A_R = 775 \text{ Watts} = 0{,}6\,\%$$

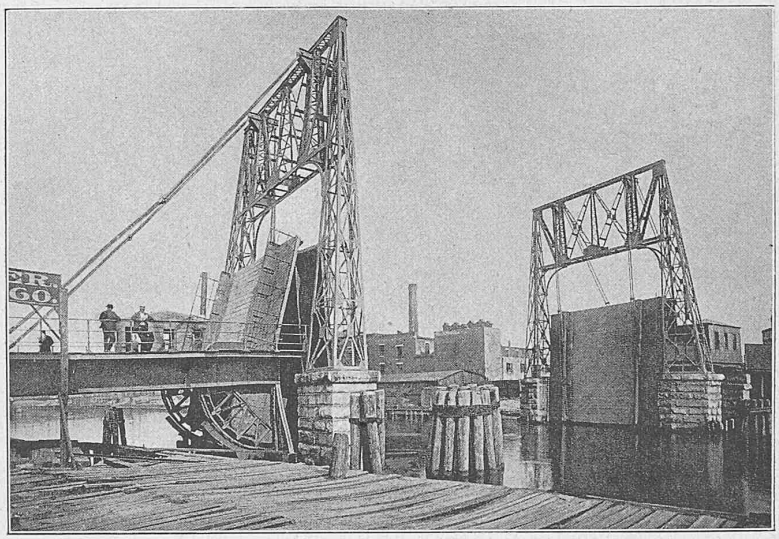
der maximalen Nutzleistung der Maschine erforderlich, für kleinere Geschwindigkeiten proportional weniger. Das Uebersetzungsverhältnis zwischen Dynamo und Turbine war $N_D = 1{,}675\ N_T$.

Die auf andere Tourenzahlen reducierten Verluste sind unter A_R eingetragen, während

$$A_L = A_H + A_F + A_R$$

die *Gesamtleerlaufsarbeit* bezeichnet (Fig. 5.). Streng genommen sind dies indessen nur angenäherte Werte, denn es wäre eigentlich noch der Effekt derjenigen Wirbelströme zu berücksichtigen, welche in den Armaturdrähten selbst entstehen können, wenn die Maschine arbeitet; da jedoch die Wickelung mit einer feinfädigen, einem homogenen Draht von 2,8 *mm* entsprechenden Kupferdrahtlitze ausgeführt ist, so kann der hieraus resultierende Verlust jedenfalls nur sehr klein sein. Derselbe wird ohne Zweifel durch den Umstand vollständig kompensiert, dass die Reibungsarbeit in Wirklichkeit etwas kleiner gewesen ist als 775 Watts, weil darin auch noch diejenigen Hysterisis- und Foucaultverluste mit inbegriffen sind, die dem allerdings schwachen Felde entsprechen, in welchem die Armatur sich während des Leerlaufversuches bewegte. Die Grösse dieser Korrektion war nicht genau bestimmbar, weil der Erregerstrom eine so geringe Intensität besass, dass eine Interpolation aus der rückwärts verlängerten Verlustkurve ganz unsicher ist.

Falten-Zugbrücke in Chicago.



Ganz geöffnet.

Nr.	J	P	n_D	G	$A_H + A_F$	A_R	A_L
	Amp.	Volts	pro Min.	*kg*	Watts	Watts	Watts
1	40.5	4120	322	8.5	4348	909	5257
2	40.7	4180	330	8.5	4445	929	5374
3	40.9	3800	300	9.-	4280	846	5126
4	40.2	3870	304	8.5	4107	858	4965
5	39.6	3000	240	7.9	3008	677	3685
6	39.5	2860	235	7.5	2792	661	3454
7	39.8	2870	233	7.7	2845	656	3501
8	39.7	2500	203	7.7	2480	572	3052
9	40.5	2400	183	7.05	2046	515	2562
10	39.3	1835	147	7.23	1692	416	2107
11	29.8	2880	261	5.9	2436	737	3174
12	29.7	2880	263	6.–	2501	740	3241
13	30.–	2214	191	6.5	1669	539	2208
14	29.9	2166	190	5.5	1657	535	2192
15	29.4	1968	179	5.5	1563	505	2068
16	29.3	1956	182	5.4	1560	513	2074

Zur Berechnung des aus dem *Joule'schen Effekt* sich ergebenden Energieverlustes wurde der innere Widerstand der Maschine direkt gemessen und auf die voraussichtliche Maximaltemperatur von 50° umgerechnet. Die so korrigierten Widerstände betragen

$W_a = 3{,}575$ Ohms für die Armatur,
$W_f = 0{,}986$ „ „ „ Feldmagnete,
$W_m = 4{,}561$ „ „ „ ganze Maschine.

Der *Nutzeffekt der Maschine* kann nunmehr nach der Formel

$$\eta_p = \frac{J P_p}{J P_p + (A_H + A_F + A_R) + J^2 W_m}$$

ermittelt werden. Da der mechanische Nutzeffekt η_p mit der Belastung der Primärdynamos variiert, so wurde die Rechnung für fünf verschiedene Wertpaare von J und P_p durchgeführt, welche den in der untenstehenden Tabelle mit I—V bezeichneten Nutzleistungen der Turbine bezw. Dynamomaschine entsprechen.

Bei der Berechnung des *Nutzeffektes der Uebertragungsleitung*

$$\eta_L = \frac{2\,P_p - J\,W_L}{2\,P_p}$$

wurde der Widerstand $W_L = 25{,}8$ Ohms zu Grunde gelegt, welchen der Leitungsdraht bei 15° Lufttemperatur und bedecktem Himmel annimmt. Die 2. Tabelle unten enthält eine vergleichende Zusammenstellung der korrespondierenden Werte der Nutzleistung der Turbine bezw. der zu transmittierenden Kraft, der Uebertragungsstromstärke J und der am Anfang der Leitung vorhandenen Gesamtspannung $2\,P_p$ nebst den resultierenden Spannungsverlusten u. Nutzeffekten. Für zwei Fälle sind der Vollständigkeit halber auch noch die bezüglichen Daten angegeben, wenn nur mit einer Primärmaschine gearbeitet werden kann.

	Nutzleistung der		Primär-		Nutzeffekt
	Turbine	Dynamo	Strom	Spannung	η_p
	P. S.	Kilowatts	Ampères	Volts	%
I	65,5	44,—	20,—	2200	91,3
II	96,4	65,3	24,5	2667	92,1
III	129,4	87,9	29,7	2960	92,2
IV	170,8	115,9	36,—	3220	92,2
V	196,7	133,2	40,—	3330	92,—

Nutzleistung der Turbine	Uebertragungs-		Spannungs-abfall	Nutzeffekt der	
	Strom	Spannung		Leitung	Sekundärmaschinen
P. S.	Ampères	Volts	Volts	%	%
2 Primär- und 2 Sekundärmaschinen.					
131,—	20,—	4400	516	88,4	90,7
192,8	24,5	5334	633	88,3	91,8
258,8	29,7	5920	766	87,1	91,8
341,6	36,—	6440	929	85,6	91,3
393,4	40,—	6660	1032	84,5	90,7
1 Primär- und 1 Sekundärmaschine.					
96,4	24,5	2667	633	76,3	90,5
170,8	36,—	3220	929	71,2	89,5

Arbeiten gleichzeitig zwei *Sekundärmaschinen*, so bestimmt sich ihr mechanischer *Nutzeffekt* für die während des Betriebes auftretenden Belastungsverhältnisse aus der Formel

$$\eta_s = \frac{\frac{1}{2}(2\,P_p - J W_L)\,J - (A_H + A_F + A_R) - J^2 W_m}{\frac{1}{2}(2\,P_p - J W_L)\,J}.$$

Hiebei muss berücksichtigt werden, dass bei gleichdimensionierten Primär- und Sekundärmaschinen die Leerlaufsarbeit infolge der niedrigeren Tourenzahl dieser letztern kleiner ausfällt als für die Primärdynamos; der Reduktionsfaktor für A_R ist proportional der Tourenzahl, während derjenige für A_H und A_F sich durch Interpolation aus den mitgeteilten Bremsresultaten ergiebt. Die Zahlenwerte für η_s finden sich in der letzten Kolonne der vorstehenden Tabelle.

Hieraus resultiert schliesslich die Grösse der an den Wellen der Sekundärstation verfügbaren Kraft, sowie der *Nutzeffekt der ganzen Uebertragung.*

Kraftverbrauch in Frinvillier	Nutzleistung in Biberist	Nutzeffekt der Uebertragung
P. S.	P. S.	%
2 Primär- und 2 Sekundärmaschinen.		
131,—	95,9	**73,2**
166,5	123,5	**74,2**
192,8	144,—	**74,7**
258,8	190,8	**73,7**
341,6	146,2	**72,1**
393,4	277,4	**70,5**
1 Primär- und 1 Sekundärmaschine.		
96,4	61,3	**63,6**
170,8	100,3	**58,7**

Mechanische Bestimmung des Gesamtnutzeffektes. Da die vorstehenden Resultate auf der Voraussetzung beruhen, dass sich alle vier Dynamos genau so verhalten wie die untersuchte Primärmaschine, so wurden einige Wochen nach der Inbetriebsetzung der Uebertragung zur Kontrolle noch *Bremsversuche* angestellt.

Aus den bereits früher in Frinvillier vorgenommenen Bremsproben ist bekannt, welche Kraft bei einer bestimmten Beaufschlagung der Turbine und bei normalem Wasserstand im Kanal an die Primärdynamos abgegeben wird; es lässt sich somit aus der in Biberist verfügbaren Kraft unmittelbar der Gesamtnutzeffekt der Uebertragung berechnen. Leider erlaubte es weder die Bremseinrichtung, noch der infolge anhaltender Trockenheit in der Scheuss eingetretene niedrige Wasserstand, die Maximalleistung zu ermitteln, denn die übrigbleibende Kraft genügte knapp, um abwechselnd eine der beiden Primärmaschinen bei 308 Touren mit 3600 V. und 36 Amp. = 130 *kws* voll zu belasten; dessenungeachtet war es von Interesse, wenigstens zu erfahren, welche Nutzleistung unter den ungünstigsten Verhältnissen in Biberist noch mit Sicherheit verfügbar ist, weil zu Zeiten kleiner Wasserstände in der Scheuss in der Regel auch die Emme am wenigsten Wasser führt und die transmittierte Kraft alsdann den grössten Wert besitzt.

Die beistehende Tabelle enthält die gefundenen *Bremsresultate.*

Primärstation		Sekundärstation	
Beaufschlagung der Turbine	Nutzleistung der Turbine	Nutzleistung an der Transmission	Nutzeffekt der Anlage
Zellen	P. S.	P. S.	%
4	38	20,1	53,—
8	92	59,—	64,2
12	142	95,—	67,—
16	190	128,3	67,6

Die zu den einzelnen Versuchsreihen gehörigen Zahlen, aus denen die Mittelwerte der III. Kolonne abgeleitet wurden, zeigen unter sich Abweichungen bis zu 7 %, was zum Teil von der allen Bremsversuchen mehr oder minder anhaftenden Unsicherheit, teils von dem Umstand herrühren mag, dass die Tourenzahl der Turbine während der Versuche nicht konstant blieb.

Es ist jedoch zu bemerken, dass die so gefundenen Nutzeffekte, welche das Verhältnis aus gebremster und absorbierter Arbeit darstellen, noch korrigiert werden müssen, um daraus den wirklichen Nutzeffekt der elektrischen Anlage allein zu erhalten; denn erstlich war der Widerstand der Uebertragungsleitung während der Proben infolge hoher Lufttemperatur und Insolation um etwa 8,9 % grösser als bei der Berechnung angenommen wurde, was bei den erreichten Belastungen eine Verminderung des Gesamtnutzeffektes um 1,0—1,2 % bewirkte. Im Weitern wurde ein Teil der transmittierten Kraft für den Antrieb der Holländertransmission verbraucht, welche nicht losgekuppelt werden konnte. Die Rechnung zeigt, dass bei einem approximativen Gewicht der Transmission inklusive Riemenscheiben, Kuppelung und Bremse von 2200 *kg* und einem Wellendurchmesser von 110 *mm* in den Lagern mindestens 1,75 P. S. verbraucht worden sind, wenn der Reibungskoefficient für die neuen, noch nicht eingelaufenen Lager zu 0,6 angenommen wird. In Wirklichkeit kann der Verlust in der Transmission noch bedeutend grösser gewesen sein, da es sich erst nachträglich herausstellte, dass die Lager-Schmierung während der Versuche ungenügend war.

Geht man indessen nur von dem Werte 1,75 P. S. aus, so folgt mit Sicherheit, dass an den Wellen der Sekundärmaschinen bei 15° Lufttemperatur jedenfalls 61,85 P. S. bezw. 132,55 P. S. effektiv vorhanden sein müssen, wenn die Turbine 92,5 P. S. bezw. 190 P. S. an die Generatoren abgiebt. Nach den im Lieferungsvertrag enthaltenen Garantien sollen dagegen die Sekundärmaschinen 65 P. S. bezw. 180 P. S. leisten, wenn die Generatoren 97 P. S. bezw. 260 P. S. absorbieren. Diesen Beziehungen entsprechen aber folgende Nutzeffekte, aus denen hervorgeht, dass die

Nutzleistung der Turbine .	92,5	97,—	190	260	P. S.
Gebremster Nutzeffekt .	**66,8**	—	**69,7**	—	%
Garantierter Nutzeffekt .	—	67,—	—	69,2	„
an den Wellen der Sekundärmaschinen.					

elektrische Anlage den vertraglichen Bedingungen entspricht, dass es dagegen noch weiterer Versuche bedarf, um entscheiden zu können, woher die Differenz rührt, welche noch zwischen den aus elektrischen Messungen abgeleiteten Resultaten und den durch Bremsen gefundenen besteht.

Welches übrigens auch das schliessliche Ergebnis in dieser Frage sein mag, es wird an der Thatsache nichts ändern, dass die Krafttransmissionsanlage der Papierfabrik Biberist eine hervorragende Leistung und zugleich wieder einen namhaften Fortschritt auf dem Gebiete der Gleichstromübertragung darstellt, welcher der schweiz. Elektrotechnik zur Ehre gereicht.

Honorar-Norm für Arbeiten der Ingenieure.

In der ersten Tabelle des kurzen Auszuges, den wir in unserer letzten Nummer aus der Vorlage des Central-Komitees veröffentlicht haben, ist folgendes zu berichtigen: Es sollte jeweilen in der 2., 4., 6. und 8. Zeile von oben heissen:

+ 6,5 %	des Mehrbetrages über	**40 000**	Fr.	anstatt	4 000 Fr.
+ 5,2 %	„ „ „	**200 000**	„	„	14 400 „
+ 4,2 %	„ „ „	**400 000**	„	„	24 800 „
+ 4,0 %	„ „ „	**1 000 000**	„	„	50 000 „

Wir bedauern es aufrichtig, dass gerade in dieser wichtigen Frage ein solcher Verstoss vorgekommen ist und möchten nur hoffen, dass dadurch nicht etwa zum Nachteil des Entwurfes Unklarheit geschaffen worden sei.

Um allen Zweifeln zu begegnen, lassen wir hier noch das Schema, genau wie es in dem betreffenden Entwurf steht, folgen:

Das Honorar wird für die *I. Klasse* nach folgendem Schema bestimmt: