

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

Artikel: Die neue Falten-Zugbrücke in Chicago
Autor: Ritter, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-18182>

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: 09.02.2026

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

Grösse der Bausumme in Fr.	Honorar in Franken.
40 000	4 000
über 40 000 bis 200 000	4 000 + 6,5% d. Mehrbetrags über 40 000
200 000	14 400
über 200 000 bis 400 000	14 400 + 5,2% d. Mehrbetrags ü. 200 000
400 000	24 800
über 400 000 bis 1 000 000	24 800 + 4,2% d. Mehrbetrags ü. 400 000
1 000 000	50 000
über 1 000 000	50 000 + 4% d. Mehrbetrags ü. 1 000 000

Die neue Falten-Zugbrücke in Chicago.

Von Prof. W. Ritter.

In der Nähe des Geschäftsmittelpunktes von Chicago mündet der Chicago-River in den Michigansee. Er ist innerhalb der Stadt meist 40—60 m breit und auf eine Länge von etwa 30 km schiffbar. Nicht weit von seinem Ausflusse spaltet er sich in zwei Arme und teilt dadurch die Stadt in einen südlichen, einen westlichen und einen nördlichen Teil. Unzählige Drehbrücken überschreiten den Fluss. Sie bilden eine Musterkarte verschiedener Anordnungen. Die einen sind für Strassen-, die andern für Bahnverkehr eingerichtet, die einen aus Holz, die andern aus Eisen hergestellt. Die einen werden von Hand, die andern mit Dampf betrieben, eine einzige bis jetzt elektrisch. Alle sind symmetrisch gebaut, mit einem Drehpfeiler in der Mitte. Der Raum, der beim Öffnen frei wird, ist daher für grössere Schiffe kaum genügend.

Vor kurzem ist etwas südlich vom Geschäftsviertel eine neue bewegliche Brücke nach einem durchaus abweichenden und neuen System gebaut worden, eine Zugbrücke mit zwei Brückentafeln, die jedoch beim Heben in eigentümlicher Weise zusammenknicken, ungefähr wie wenn ein Blatt Papier gefaltet würde. Der Erbauer nennt daher auch sein Bauwerk „Faltenbrücke“ (Folding Bridge).

Die Abbildungen auf S. 82, 83 u. 84 geben von der Einrichtung der Brücke eine ziemlich deutliche Vorstellung*). Sie zeigen die Brücke im geschlossenen, im halb und ganz geöffneten Zustande. Die freiwerdende Oeffnung hat eine Weite von 24 m. An diese Oeffnung schliesst sich links und rechts je eine kleinere, mit einem Blechbalken überbrückte Oeffnung an. Die lichte Strassenbreite beträgt etwa 11 m. Die eisernen Portale sind etwa 14 m hoch. Auf jeder Seite der Brücke steht in einem kleinen Häuschen eine 10-pferdige Dampfmaschine. Diese setzt eine Gallische Kette in Bewegung, die den hinteren Teil der Brückentafel, an dem ein Gegengewicht hängt, nach unten zieht. Hierbei knickt die Tafel von selbst zusammen. Ihr vorderes Ende hängt an einem langen, kettenförmigen Zugbande und bewegt sich in einem Kreisbogen nach unten. Ein zweites Zugband unterstützt die Knickstelle, ist aber nur bei geschlossener Brücke in Thätigkeit. Die Spannkette, die vom Portal nach hinten läuft, ist im Mauerwerk verankert. Bei ganz geöffneter Brücke stehen die beiden Teile der Brückentafel nahezu lotrecht.

Der Vorteil dieser neuen Einrichtung besteht darin, dass der Schwerpunkt der Brückentafel sich lotrecht nur wenig verschiebt; die zur Bewegung nötige mechanische Arbeit ist daher geringer, als bei der für Zugbrücken sonst üblichen Anordnung. Ferner bietet die gefaltete Tafel beim Öffnen dem Winde weniger Angriffsfläche dar. Die beim Öffnen aufzunehmende Arbeit ist genau berechnet und das Gegengewicht danach angeordnet worden. Für gewöhnlich genügt eine Pferdekraft, um die Reibungswiderstände zu überwinden und die Ungleichheiten in gewonnener und verllorener Arbeit auszugleichen; um aber auch bei Wind

*) Die Bildstöcke sind nach Photographien angefertigt, die ein in Chicago lebender Zürcher, Herr Karl Stadler, aufgenommen hat.

öffnen zu können, sind die Dampfmaschinen und die übrigen mechanischen Einrichtungen weit stärker gemacht worden. Die zum Öffnen und Schliessen erforderliche Zeit beträgt nur wenige Minuten.

Ob sich das neue System bewähren wird, muss die Erfahrung zeigen. Zu befürchten steht, dass sich einzelne Teile rasch abnützen werden und dass die Brücke in geschlossenem Zustande nicht den gewünschten Grad von Steifigkeit besitzt.

Miscellanea.

Kunsthistoriker-Kongress. Vom 25. bis 27. dies findet in Nürnberg der erste kunsthistorische Kongress statt, der den Anfang zu einer Reihe weiterer periodischer Zusammenkünfte bilden soll. Neben der Beratung der Satzungen wird ein Antrag auf Gründung eines Institutes für neuere Kunstforschung, sowie eine Reihe von Vorträgen das Interesse der Teilnehmer in Anspruch nehmen. Besondere Beachtung verdient vornehmlich der von Dr. Bodenstein in Wien angekündigte Vortrag: „Ueber Wege und Ziele des Kunstunterrichtes an technischen Hochschulen und verwandten Lehranstalten.“

Pariser Weltausstellung von 1900. Noch ist die Chicagoer Ausstellung nicht zu Ende und schon erscheint im „Journal officiel“ der französischen Republik das offizielle Dekret über die Organisation der für 1900 in Aussicht genommenen Weltausstellung zu Paris. Die Anordnungen weichen nur wenig von denjenigen der letzten Pariser Weltausstellung von 1889 ab, die sich ja sehr gut bewährt haben.

Deutscher Verein für den Schutz des gewerblichen Eigentums. An der bereits in Nr. 5 erwähnten, am 16. und 17. Oktober in Nürnberg stattfindenden Hauptversammlung genannten Vereins werden Vorträge halten: Ing. Pieper aus Berlin über die Staatenunion, Prof. Kohler aus Berlin über die Entwicklung des gewerblichen Rechtsschutzes in den letzten Jahren, Sekretär Wunder aus Nürnberg über den Warenzeichengesetzentwurf und Sekretär Herrl aus Chemnitz über Musterschutz.

Die Generalversammlung der deutschen Geschichts- und Altertums-Vereine findet dieses Jahr vom 21. bis 25. dies in Stuttgart statt. Es werden in den Verhandlungen die Fragen des Denkmalschutzes und der Herausgabe historischer Grundkarten für Deutschland zur Behandlung kommen. Der Verband zählt zur Zeit 117 Vereine mit zusammen rund 30 000 Mitgliedern.

Der Verband der Elektrotechniker Deutschlands hält seine I. Jahresversammlung vom 27. bis 30. dies in Köln ab.

Konkurrenzen.

Jonas Furrer-Denkmal in Winterthur. (Bd. XXI S. 104, Bd. XXII S. 49.) Da keiner der vier prämierten Entwürfe zur Ausführung empfohlen werden konnte und ein nachträglich herangezogenes Projekt eines Winterthurer Künstlers ebenfalls nicht zu befriedigen vermochte, beschloss der dortige Kunstverein, die vier mit Preisen bedachten Bewerber einzuladen, ihre Entwürfe im Sinne der vom Preisgericht gemachten Ausstellungen umzuarbeiten, wobei dann der besten Arbeit die Ausführung übertragen würde. Sollte abermals keine der vier Arbeiten befriedigen, so soll den Bewerbern für ihre weiteren Bemühungen eine Entschädigung bis auf total 600 Fr. ausgesetzt werden.

Gerichtsgebäude und Untersuchungsgefängnis in Gotha. Auf deutsche Architekten beschränkter Wettbewerb. Termin: 15. Jan. 1894. Preise: 5000, 3000 und 1000 Mark. Bausumme: 450 000 Mark. Verlangt werden *skizzenhafte* Zeichnungen im Masstab 1:100 (!). Im Preisgericht sitzen: Prof. Ende (Berlin), Oberbaurat Weltzien (Darmstadt), Oberbaurat Direktor Licht (Leipzig), Baurat Eberhard (Gotha) und Oberbaurat Hartmann (Koburg). Programme etc. sind kostenfrei zu beziehen von der Registratur des Departements III des herzoglichen Staatsministeriums zu Gotha.

Donau-Brücken in Budapest. (S. 49 und 70 d. B.) Die Profilzeichnungen mit dem Ergebnis der Probebohrungen sind nunmehr herausgekommen und können an den genannten Stellen nachbezogen, ebenso können die Bohrproben in der Konstruktionssektion des k. ungar. Handelsministeriums in Budapest besichtigt werden.

Garnisonkirche in Dresden. (Bd. XXI S. 161.) Der Termin wurde bis zum 1. November erstreckt.

Redaktion: A. WALDNER
32 Brandschenkestrasse (Selnau) Zürich.

Vereinsnachrichten.

Gesellschaft ehemaliger Studierender
der eidgenössischen polytechnischen Schule in Zürich.
Stellenvermittlung.

Gesucht auf das Hochbau-Bureau einer grösseren Bahngesellschaft ein jungerer *Architekt* mit etwas Praxis. (9008)

Gesucht für ein städtisches Licht- und Wasserwerk ein jungerer *Ingenieur* als Assistent bei Kanalisationen, elektrischer Beleuchtung und Kraftübertragungen. (9009)

Auskunft erteilt

Der Sekretär: H. Paur, Ingenieur,
Bahnhofstrasse-Münzplatz 4, Zürich.

ligen Beschädigungen scheinen ein wirksames Präservativmittel gegen das Zerschneiden von Isolatoren zu bilden, wodurch sonst die Mehrzahl der auf langen Starkstromleitungen vorkommenden Betriebsstörungen 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. Ob schon eine solche Beanspruchung nur von der Linie her denkbar 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 Betriebspersonal.

Unterführungskabel und Brook'sche Röhren überneh-

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

Die Kabelwagen laufen wesentlich rascher als Pferdewagen. 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 Bahn⁵⁾ 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

men 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.

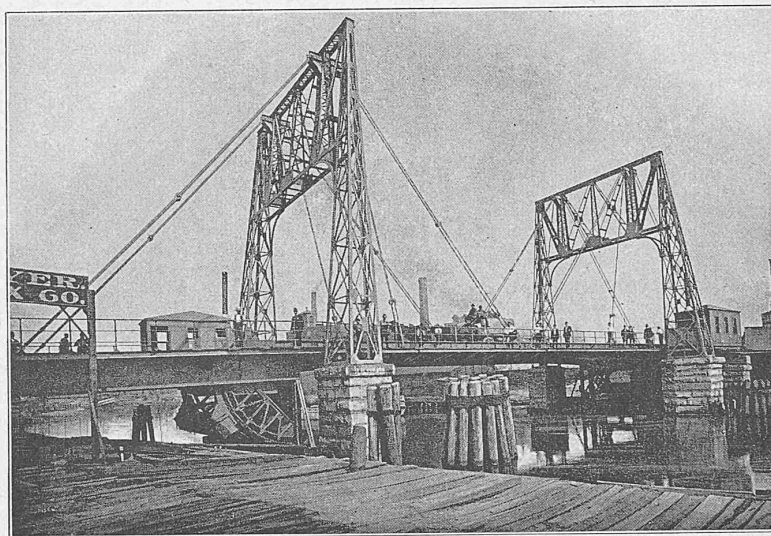
Werden die Kabel und die Ueberwachung erfordern den Blitzschutzvorrichtungen durch blanke Leitungen ersetzt, welche in gemauerten Unterführungskanälen auf Isolatoren montiert sind, so riskiert man das Auftreten von Kurzschlüssen und Erdverbindungen durch eindringendes Wasser, durch Eisbildungen, welche 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.

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 willkommen sein und seine Aufnahmefähigkeit 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 Amperemeter, ein System von Schaltebelen, 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 Frin villier abzustellen.

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

Telephonanlage.

Zur Erleichterung des Verkehrs zwischen Frin villier 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 Staniol-einlagen 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 Drahtbruchs 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 Hilfe 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 hierbei erhaltenen Resultate sind in mehrfacher Hinsicht instruktiv und mögen deshalb hier in extenso wiedergegeben werden.

Da im Versuchslokal keine genügend starken Motoren und Hilfsdynamomas 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.

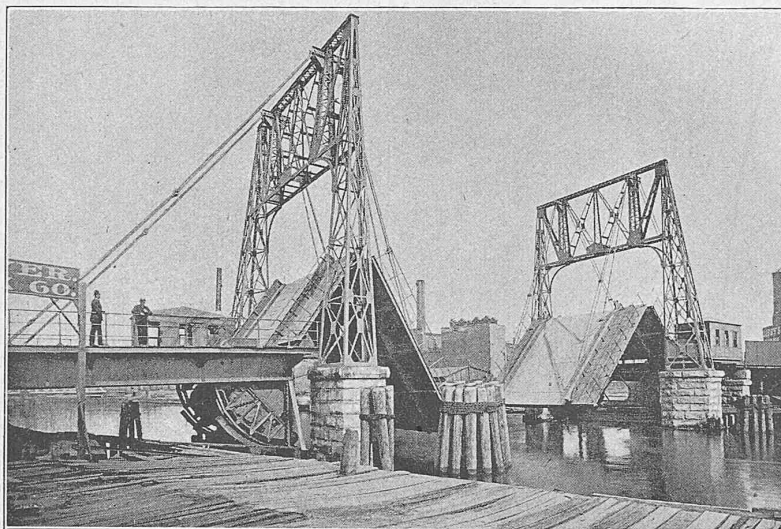
Die Versuchsanordnung zur Feststellung der Leerlaufarbeit war folgende:

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 $\approx 29,7$ 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 Hilfe 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 hierbei 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 die jeweilige 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 ergibt 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 reduzierten Verluste sind unter A_R eingetragen, während

$$A_L = A_H + A_F + A_R$$

die *Gesamtleerlaufarbeit* 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 Wicklung 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 Korrektur war nicht genau bestimmbar, weil der Erregerstrom eine so ge-

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

ringe Intensität besass, dass eine Interpolation aus der rückwärts verlängerten Verlustkurve ganz unsicher ist.

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

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

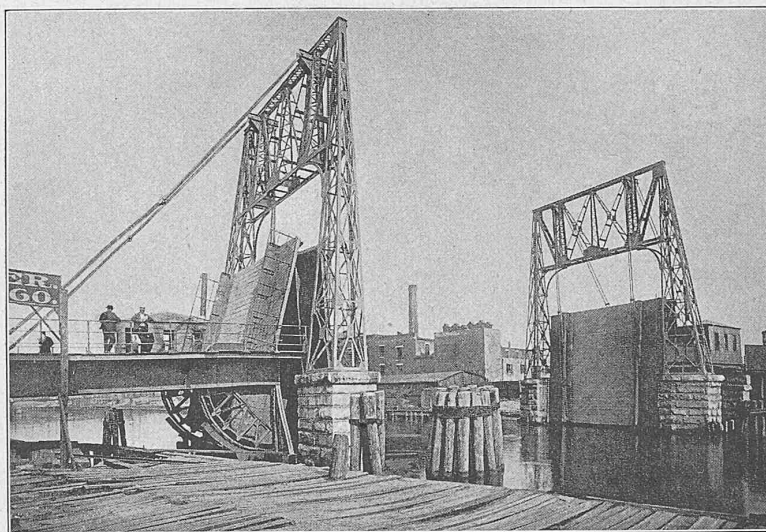
ermittelt werden. Da der mechanische Nutzeffekt η_p mit der Belastung der Primärdynamos variiert, so wurde die Rechnung für fünf verschiedene Wertpaare von J und P_p durchgeführt, welche den in der untenstehenden Tabelle mit I—V bezeichneten Nutzleistungen der Turbine bzw. Dynamomaschine entsprechen.

Bei der Berechnung des *Nutzeffektes der Uebertragungsleitung*

$$\eta_{LZ} = \frac{2 P_p - J W_L}{2 P_p}$$

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 bzw. 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 gear-

Falten-Zugbrücke in Chicago.



Ganz geöffnet.

beitet werden kann.

	Nutzleistung der		Primär-		Nutzeffekt
	Turbine	Dynamo	Strom	Spannung	
	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-		Spannungsabfall	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: