

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	21/22 (1893)
Heft:	2
Artikel:	Der Einfluss der gegenseitigen Stellung der Kurbeln bei zweistufig. Zwillings-Lokomotiven
Autor:	Fliegner, A.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-18150

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: 15.01.2026

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

Schon die Zusammenkuppelung der Erzeugnisse der freien Künste mit allen möglichen Fabrikaten ist eine unnatürliche. Wird dann ferner noch in Betracht gezogen, dass jeweilen ein Stück der viel niedrigeren, durch Zwischen-geschosse abgetrennten Gallerie zu dem jedem Lande zugewiesenen Stück Bodenfläche in der Mittelhalle einbezogen wird, so kann man sich eine Vorstellung davon machen, wie ausserordentlich mühsam es ist, einen Ueberblick über die Ausstellung eines Landes zu gewinnen; denn die Besucher werden entweder die Gallerien oder die Mittelhalle betreten, um nicht bei jedem Land treppauf und -ab gehen zu müssen. Die letztere ist durch zwei in der Mitte sich kreuzende Strassenzüge abgetrennt an die von den verschiedenen Ländern mehr oder weniger gelungene und geschmackvolle Fassaden gestellt sind. Das Innere

dieser Einbauten ist meist durch grosse Tep-piche abgedeckt und infolge dessen an einzelnen Orten so dunkel, dass die Ausstellungsgegenstände nur mit Mühe zur Geltung kommen. Durch hervorragende Langweiligkeit soll sich namentlich der Fassadenbau der amerikanischen Ausstellung auszeichnen, während die französische und deutsche Ausstellung gelobt wird, auch die kleine schweiz. Ausstellung findet beifällige Beurteilung.

* * *

Wir haben in unserem Rundgang nun sämtliche grösseren Bauwerke beschrieben, die den sogenannten Ehrenhof (court of honours), den Hauptplatz der Ausstellung umgeben und demselben durch die ruhige Pracht ihrer Architektur eine hervorragende Bedeutung verleihen. Alle diese palastähnlichen Gebäude, deren Verhältnisse meist glücklich gewählt und abgemessen sind, haben als Vorbilder Werke des klassischen Altertums, sei es, dass sie sich direkt anlehn an die Bauweise der Griechen und Römer, sei es, dass Motive aus der Blütezeit der italienischen und spanischen Renaissance benutzt wurden. Im Gegensatz zu den kleinen Landesausstellungen Deutschlands findet man nicht den leisen Anklang an Roccoco- oder Barokstil, der daselbst fast unumschränkt herrschte. Die äussere Erscheinung ist durchweg gleichartig; die Hauptfarbe ist weiss mit zarten Abtönungen in's gelbliche oder rötliche. Wie es bei solchen Bauten von kurzer Lebensdauer nicht anders erwartet werden kann, haben Cement und Gips herhalten müssen, um dem Auge grossartige Marmorfassaden mit reichem architektonischem und figuralem Schmuck vorzutäuschen. Die Täuschung ist zumeist eine gelungene, besonders nachts, wenn die Helle des Tages die Wahrheit nicht so krass enthüllt und das elektrische Licht mit seinen kräftigen Schatten die Architektur plastischer hervortreten lässt.

Eine weitere Aufgabe wäre es nun, auch auf die anderen zahlreichen Ausstellungsbauten einzutreten, welche fern vom Hauptplatz den geräumigen Jackson-Park beleben, und es wären hier namentlich in Betracht zu ziehen das Kunstgebäude, das Fischerei-Gebäude, die Gartenbauhalle

mit ihrem gewaltigen Dom, das Gebäude des Staates Illinois, der Frauenpavillon und der Bau für Transportmittel. Dann wäre noch zu besprechen die höchst interessante Ausstellung, welche die Admiraltät der Vereinigten Staaten in dem besonders hiezu angelegten Hafen (35) veranstaltet hat, ferner einzelne hervorragende Bauten in Midway - Pleasance, die Wasserversorgung mit ihrem grossartigen Pumpwerk, Krupp's Pavillon, die Stufenbahn (Pl. 33) und vieles andere mehr.

Wir fürchten jedoch, durch das bisher Gebotene die Geduld unserer Leser bereits auf eine harte Probe gestellt zu haben und glauben, dass ein vorläufiger Ruhepunkt geboten sei. Einzig auf einen Bau sei es uns noch gestattet einzutreten, nämlich auf:

Das Gebäude der Vereinigten Staaten-Regierung (Pl. 7),

das sich hinter der Nordfassade des Industriepalastes mit seinem schönen Kuppelbau erhebt. Dasselbe wurde errichtet, um den verschiedenen Departementszweigen der Regierung Gelegenheit zu geben, ihre Thätigkeit vor den Ausstellungsbesuchern zu entfalten. Es sind darin einlogiert das Schatzamt, das Departement des Innern, die Landesvermessung, die Post-Verwaltung, das Kriegs- und das Ackerbau-Departement, die Fischerei - Kommission und das Smithson'sche

Institut. Anordnung und äussere Erscheinung des Baues sind durch den Grundriss auf dieser, sowie durch die beiden Perspektiven auf dieser und letzter Seite dargestellt. Der rechteckige Grundriss des Baues ist 107 m lang und 78 m breit. Der vornehmste Raum ist die grosse Rotunde, deren innerer Durchmesser 35 m beträgt und über welchen sich ein imposanter Kuppelbau erhebt, der mitsamt der Laterne auf eine Höhe von 46 m emporsteigt. Der Entwurf zu diesem Bau, dessen Kosten, wie schon erwähnt, 2 Millionen Fr. betragen, röhrt von Arch. W. J. Edbrooke her. Ein Hauptausstellungsobjekt, welches sehr bewundert wird, ist das von dem Vermessungsamt (Coast Survey Departement) ausgestellte Relief des

Gesamtgebietes der Vereinigten Staaten, das eine Fläche von 400 Quadratfuss (36 m^2) einnimmt.

Damit sind wir am Schlusse unserer Berichterstattung angelangt und es verbleibt uns nur noch eine Pflicht zu erfüllen, nämlich der Redaktion der Zeitschrift „Engineering“, welche uns in zuvorkommendster Weise die hauptsächlichsten Daten und eine Reihe von bildlichen Darstellungen, namentlich die Holzschnitte auf Seite 132 u. 139 letzten und Seite 11 dieses Bandes zur Verfügung gestellt hat, unseren ergebensten Dank auszuprächen.

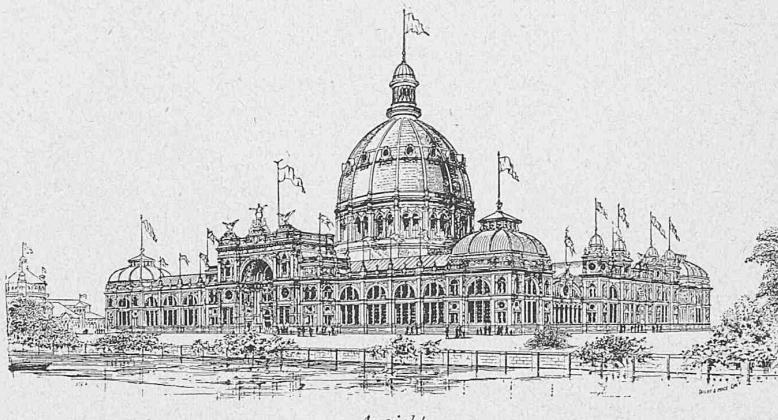
Der Einfluss der gegenseitigen Stellung der Kurbeln bei zweistufigen Zwillings-Lokomotiven.

Von Professor A. Fliegner.

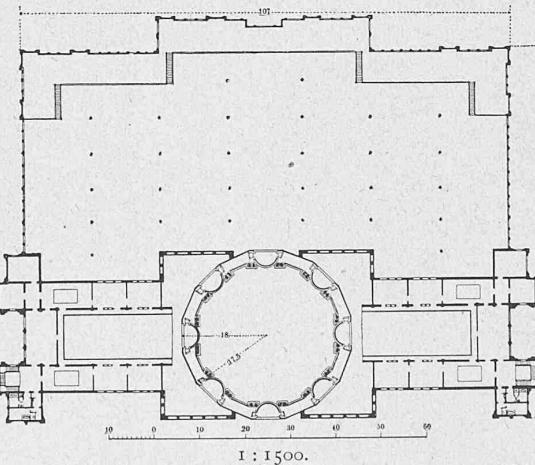
Die Untersuchung, die ich im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift (Band XIX, Seite 166 und ff.) über die Reihenfolge der Kurbeln bei zweistufigen Lokomotiven mit zwei

Kolumbische Weltausstellung in Chicago.

Gebäude der Vereinigten Staaten-Regierung. — Architekt W. J. Edbrooke.



Ansicht.



Grundriss vom Hauptgeschoss.

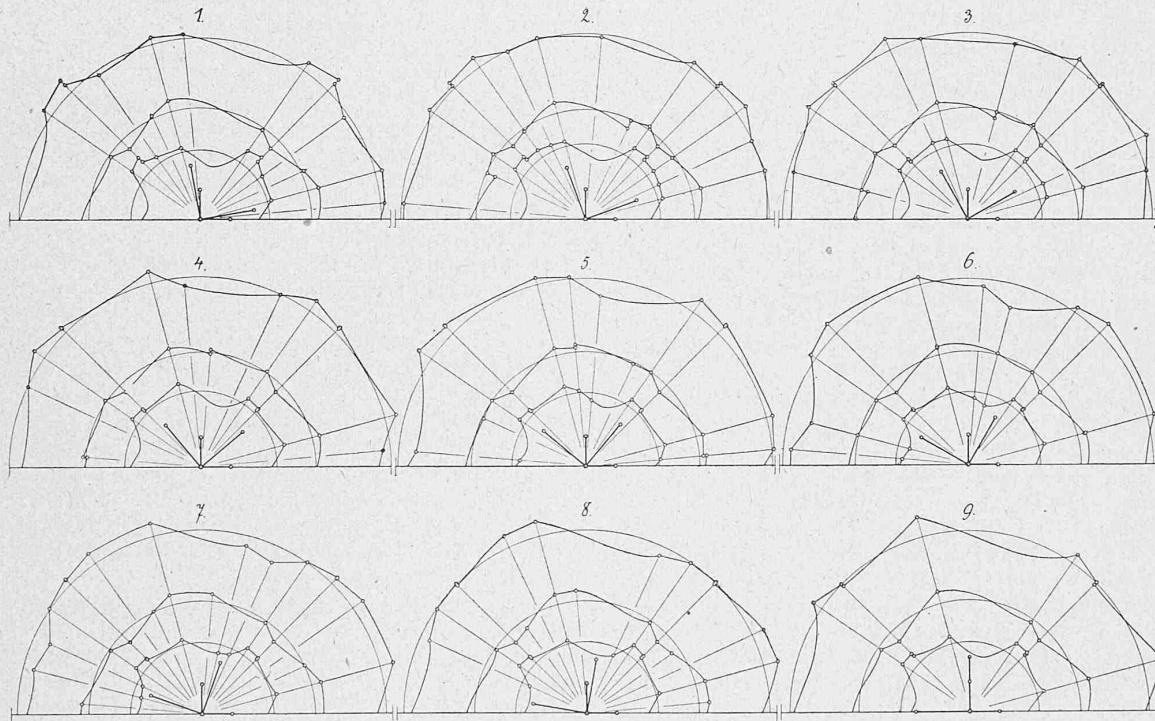
Cylindern veröffentlicht habe, hat mir den Gedanken nahe gelegt, zweistufige *Zwillings-Lokomotiven* mit vier Cylindern in ähnlicher Richtung zu untersuchen. Dabei kann es sich aber nur um Lokomotiven handeln, bei denen jedes Paar von Cylindern auf eine von der andern unabhängige Gruppe von Triebachsen wirkt, also um Maschinen wie z. B. die neuere, grosse, sechsachsige Lokomotive der *Gotthard-Bahn*. Bei solchen Maschinen stehen die Hochdruckkurbeln unter sich rechtwinklig, ebenso die Niederdruckkurbeln. Dagegen werden die beiden Gruppen von Kurbeln nicht miteinander verbunden, so dass sich ihre gegenseitige Stellung im Verlauf des Betriebes ändern kann und voraussichtlich auch ändern wird.

Mit einer solchen Änderung ist aber auch eine Änderung der Dampfverteilung verbunden, und da scheint es nicht ausgeschlossen, dass gewisse Stellungen besonders günstig, andere besonders ungünstig werden. Allerdings ist der Einfluss hier von vornherein nicht gerade bedeutend zu erwarten. Die Änderung der Dampfverteilung röhrt nämlich nur von dem geänderten Ueberströmen aus den Hochdruckcylindern durch den Zwischenbehälter in die Niederdruck-

gesetzte, die Kolbenstange mit gleicher Dicke durchgehend, so dass die nutzbaren Kolbenflächen auf beiden Seiten jedes Cylinders je gleich ausfallen. Durch diese Annahmen ist für die Ausrechnung die bedeutende Vereinfachung erreicht, dass sich die Phasen der Dampfwirkung bei jeder Umdrehung vier Mal kongruent wiederholen.

Die weitere Rechnung habe ich im wesentlichen in der gleichen Weise durchgeführt, wie damals bei der zweicylindrigen Lokomotive. Nur traten die dabei nötigen Gleichungen hier sowohl in andrer Anzahl als auch in andrer Gestalt auf, da jetzt vier Cylinder zu berücksichtigen waren, aber mit kongruenter Dampfverteilung auf beiden Seiten des Kolbens. Ich unterlasse jedoch eine genauere Mitteilung der ganzen Entwicklung, verzichte auch auf eine Wiedergabe der Kolben- und Indikatordiagramme und beschränke mich auf eine Darstellung und kurze Besprechung des Verlaufes der Tangentialkräfte an den Kurbelwangen oder der ihnen proportionalen Zugkraft und auf Untersuchung der Ausnutzung des Adhäsionsgewichtes der Lokomotive und der Gefahr eines Schleuderns.

Die Berechnung der Tangentialkräfte an den Kurbel-



cylinder her. Da aber von jeder Art zwei doppeltwirkende Cylinder mit je rechtwinklig stehenden Kurbeln vorhanden sind, so muss die häufigere Wiederholung der einzelnen Phasen der Dampfverteilung eine gewisse Ausgleichung bewirken.

Zur Erledigung dieser Fragen habe ich ein bestimmtes Zahlenbeispiel durchgerechnet, und zwar für folgende Werte: Verhältnis der Cylindervolumina 0,475, Zwischenbehälter 0,5 eines grossen Cylinders, schädliche Räume bei den Hochdruckcylindern 15 %, bei den Niederdruckcylindern 10 %, Einströmungsdruck in den Hochdruckcylindern 10 Atm. abs., Gegendruck beim Ausströmen aus den Niederdruckcylindern 1,2 Atm. abs., Füllung in beiden Arten von Cylindern während 80° Drehwinkel von den toten Punkten der Kurbeln an, Ausströmen ebenso während 120°. Ein Voröffnen ist weder für das Einströmen noch für das Ausströmen berücksichtigt. Bei dieser Dampfverteilung hat sich allerdings die in den Hochdruckcylindern gewonnene Arbeit stets bedeutend kleiner ergeben, als die von den Niederdruckcylindern erhaltene, nämlich nur rund etwa 2/3 von dieser. Da das aber die folgende graphische Darstellung deutlicher ausfallen liess, so habe ich keine Änderung der Annahme vorgenommen. Die Kurbelstange ist unendlich lang voraus-

wangen erfolgte in bekannter Weise, wobei ich zur Berücksichtigung des Einflusses der hin- und hergehenden Massen wegen des langsameren Gangs der hier in Frage kommenden Lokomotiven die Grösse $m r \omega^2 = 1$ Atm. angenommen habe. In den obenstehenden Figuren sind die so gefundenen Werte der Tangentialkräfte dargestellt, und zwar, wie damals, als Polardiagramm in Funktion der Stellung der Halbierungslinie des rechten Winkels zwischen den Kurbeln jeder Gruppe. Da aber die Tangentialkräfte, ebenso wie die sonstige Einwirkung des Dampfes, unter den gemachten Annahmen bei einer Umdrehung je vier kongruente Phasen durchlaufen, so habe ich nur einen halben Umfang hingezzeichnet.

In den Figuren gelten die inneren Kurven für die Hochdruckcylinder, die mittleren für die Niederdruckcylinder, beide aufgetragen auf die Halbierungslinie des Winkels der zugehörigen Kurbeln. Die äusseren Kurven geben die gesamte Tangentialkraft aller vier Cylinder oder die Zugkraft der ganzen Lokomotive, aufgetragen auf die Stellung der Halbierungslinie des Winkels der Hochdruckkurbeln. Wo durch die Steuerungen eine Änderung in der Einwirkung des Dampfes hervorgebracht wird, zeigen die Tangentialkraftkurven Ecken, die noch durch kleine Kreischen hervor-

gehoben sind. Bei Herstellung der Verbindung der einen Seite eines Hochdruckzylinders mit dem Zwischenbehälter und gelegentlich durch diesen mit einer Seite eines Niederdruckzylinders tritt ein Spannungssprung auf, der auch aus den Figuren ersichtlich ist. Nur in Fig. 6 ist er bei der äusseren Kurve so klein ausgefallen, dass er in dem Massstab der Zeichnung nicht mehr dargestellt werden konnte. Das Gleiche gilt bei allen Figuren für den Spannungssprung, der auftritt, wenn ein schädlicher Raum eines der Niederdruckzylinder mit dem Zwischenbehälter in Verbindung gesetzt wird.

Die durch die Tangentialkraftkurven gehenden, schwach gezeichneten Kreise haben zu Halbmessern die zugehörigen konstanten Mittelwerte der Tangentialkräfte. An den Mittelpunkten der verschiedenen Diagramme sind noch die beiden Kurbelgruppen in richtiger gegenseitiger Lage kräftig eingezeichnet, die Hochdruckkurbeln kürzer, die Niederdruckkurbeln länger. Dabei eilen die Hochdruckkurbeln den Niederdruckkurbeln nach, Drehung im Sinne des Uhrzeigers vorausgesetzt, in Fig. 1 um 10° , in 2 um 20° u. s. w., in 9 um 90° . Das Nacheilen um 90° ist übrigens unter den gemachten angenäherten Annahmen gleichbedeutend mit Parallelität der Kurbeln.

Die Gegengewichte an den Triebräder sind so angebracht, dass ihr gemeinschaftlicher Schwerpunkt auf der Rückwärtsverlängerung der Halbierungslinie des Kurbelwinkels liegt. Daher werden die Triebräder durch die Gegengewichte in dem Augenblick am stärksten entlastet, in welchem die Halbierungslinie vertikal nach abwärts steht. Da aber die nicht gezeichnete untere Hälfte der Tangentialkraftkurven eine kongruente Wiederholung der oberen bilden würde, so kann man die der stärksten Entlastung zugehörige Grösse der Tangentialkraft auch aus der Stellung der Halbierungslinie vertikal nach oben finden.

Über die Ausnutzung des Adhäsionsgewichtes und die Gefahr eines Schleuderns solcher Lokomotiven gestatten nun die Figuren folgende Schlüsse:

Die Tangentialkraft der Hochdruckmaschinen hat einen grössten Wert, der auch meistens ihr absolutes Maximum ist, wenn eine der Kurbeln in oder unmittelbar vor einem toten Punkte steht, wenn also die Halbierungslinie des Kurbelwinkels ungefähr unter 45° geneigt ist. Bei diesen Kurbelstellungen beträgt die Entlastung der Triebräder rund 0,7 von der Centrifugalkraft der Gegengewichte. 15° vor der gefährlichsten vertikalen Stellung der Halbierungslinie zeigen die meisten Kurven ausspringende Ecken, denen in den Fällen 4 und 5 sogar das absolute Maximum der Tangentialkraft entspricht. In diesem Augenblicke beträgt die Entlastung etwa 0,97 ihres grössten Wertes. Wenn also überhaupt bei der durch die Hochdruckzylinder getriebenen Rädergruppe ein Schleudern auftreten kann, so würde das zu erwarten sein, wenn die Niederdruckkurbeln den Hochdruckkurbeln um $40-50^{\circ}$ nacheilen würden. Die in dieser Richtung ungünstigste gegenseitige Stellung beider Kurbelgruppen wäre also die unter rund 45° .

Anders verläuft die Tangentialkraft bei den Niederdruckmaschinen, also bei den mittleren Kurven. Hier zeigt sich stets 15° vor der vertikalen Stellung der Halbierungslinie ein absolutes Maximum der Tangentialkraft; nur in Fall 8 tritt es erst 5° vor der Vertikalen auf, ist aber dort nur sehr wenig grösser als der Wert bei 15° . Von der Stellung bei 15° oder dann bei 5° an nimmt die Tangentialkraft mehr oder weniger langsam ab, bleibt aber doch noch verhältnismässig gross. Wo sie rascher abnimmt, wie in den Fällen 2 bis 5, tritt ein anderer ungünstiger Umstand hinzu, nämlich 25° nach bis 5° vor der Vertikalen eine rasche, sprunghaft Zunahme der Tangentialkraft, die dadurch erzeugt wird, dass die Steuerung in diesem Augenblicke den einen der Hochdruckzylinder mit dem Zwischenbehälter und dem betrachteten Niederdruckzylinder in Verbindung setzt. Oeffnet die Steuerung, wie es in Wirklichkeit geschieht, für das Ausströmen aus dem Hochdruckzylinder vor, so liegt dieser Sprung entsprechend früher.

Die gegenseitige Stellung der beiden Kurbelgruppen

scheint hiernach auf die Gefahr des Schleuderns der Niederdruckmaschine keinen erheblichen Einfluss auszuüben.

Bei einer Lokomotive der untersuchten Art werden die beiden Rädergruppen unter sich angenähert gleich belastet. Würde sich nun die Arbeit wirklich so ungleich auf die beiden Maschinen verteilen, wie in dem durchgerechneten Beispiel, so wäre an der Hochdruckmaschine ein Schleudern überhaupt ausgeschlossen, die Adhäsion der zugehörigen Räder wäre aber nur zum Teil ausgenutzt. Aenderst man jedoch das Verhältnis der Cylindervolumina, oder wenigstens bei der einen Maschine die Dampfverteilung, bis die Arbeiten in beiden Maschinen ungefähr gleich ausfallen, so ändern sich zwar die Tangentialkraftkurven auch mit, es ist aber doch anzunehmen, dass dann auch im ungünstigsten Falle die Gefahr des Schleuderns bei beiden Maschinen angenähert gleich gross oder gleich klein bleiben wird. In den günstigeren Fällen wäre die Hochdruckmaschine etwas sicherer.

Die ganze Tangentialkraft beider Maschinen, also auch die gesamte Zugkraft der Lokomotive, wird durch die äusseren Kurven dargestellt. Diese zeigen nun, namentlich im Falle 2 und 3, sehr geringe Abweichungen von den Mittelwerten. Bei Fall 6 ändert sich die Zugkraft verhältnismässig am stärksten. Doch bleiben auch da ihre Schwankungen, verglichen mit den Schwankungen bei zweicylindrischen Lokomotiven, sehr klein, so dass in allen Fällen eine durchaus genügende Gleichförmigkeit der Fahrt der Lokomotive zu erwarten sein wird. Man braucht also auch in dieser Richtung keiner gegenseitigen Kurbelstellung einen Vorzug einzuräumen.

Ein geringer Unterschied zeigt sich noch in der Grösse des Mittelwertes der Zugkraft. Dieser ist im vierten Fall am grössten. Um den Unterschied bei den übrigen Kurbelwinkeln zu zeigen, habe ich bei allen übrigen Figuren den horizontalen Durchmesser bis auf die Länge seines grössten Wertes eingezzeichnet und durch kurze Bogenstückchen begrenzt.

Mit der Zugkraft ändert sich auch der indicierte Dampfverbrauch. Beide Grössen verlaufen dabei aber fast genau proportional. Der Quotient aus dem Dampfverbrauch, dividiert durch den mittleren konstanten Wert der Zugkraft, schwankt in seinen Grenzwerten um nur rund 1 %. Man muss also auch in dieser Richtung die verschiedenen Fälle als ziemlich gleichwertig erklären.

Die mit den gemachten Annahmen gefundenen Ergebnisse sind so beschaffen, dass mir eine weitere Untersuchung der vorliegenden Frage zwecklos erschien. Es ist zu erwarten, dass ganz allgemein bei zweistufigen Zwillings-Lokomotiven mit zwei unabhängigen Rädergruppen die gegenseitige Stellung der beiden Kurbelgruppen keinen wesentlichen Einfluss auf den Gang und die Leistung der Maschine ausüben wird.

Zürich, April 1893.

Elektrischer Uhrenbetrieb

in Verbindung mit Centralanlagen für elektrische Beleuchtung
von F. v. Hefner-Altenbeck.

Die vorliegende Erfindung befähigt die elektrischen Stromlieferungsanlagen und hauptsächlich die sogenannten Centralen in Städten, ihren Kunden nicht nur Licht und Kraft, sondern auch ohne ihr Zuthun stets richtig gehende Uhren in beliebiger Anzahl zu verschaffen.

Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, dass überall, wo eine auf Zusammenwirken von Vielen beruhende Thätigkeit vorhanden ist, den Einzelnen wie die Gesamtheit nur die allgemein verbreitete Kenntnis der richtigen Zeit gegen Zeitverluste, d. h. gegen Herabminderung der Leistungsfähigkeit überhaupt schützen kann. Das Bedürfnis danach wird sich in dem Masse steigern, als das Verkehrsleben sich mehr und mehr entfaltet, und zur Bewältigung desselben Eisenbahnen und andere Beförderungsmittel herangezogen werden müssen. Es wird ferner in dem Grade wachsen, als durch verbesserte Einrichtungen auf dem Gebiete der Zeitmitteilung die Vorteile, welche eine genaue Zeitkenntnis gewährt, mehr erkannt und gewürdigten werden.