

TECHNISCHE MITTI-IEILUNGEN IO. HEFT.

Die  
eleetrischen Uhren

---

Mit besonderer Riicksicht  
auf die  
von HIPP construirten Regulatoren und Zeigerwerke.

VON  
Dr. H. SCHNEEBELI,  
PROFESSOR AN DER ACADEMIE NEUCHÂTEL.

*Mit 25 Figuren im Text und 2 lithographischen Beilagen.*



ZURICH  
Druck unil Verlag von Orell Füssli & Co.

Kopie angefertigt durch Niklaus Maag, CH-8427 Rorbas

Januar 2005

## V o rred e.

Die vorliegende Arbeit soll eine Lücke in der heutigen Literatur über praktische Anwendungen der Electricitat ausfüllen. In der That, durchblättert man die verschiedenen Werke, die über Anwendungen des Electromagnetismus geschrieben wurden, so findet man dem Kapitel über electrische Uhren einen ganz kleinen Platz angewiesen oder sind dieselben ganz unvollständig behandelt.

Die Gründe dieser Erscheinung sind vielseitiger Natur. In ei'ster Linie hat die genaue Zeitübertragung mittelst Electricitat bis jetzt im Allgemeinen weniger praktische Wichtigkeit als die Télégraphié im eigentlichen Sinne des Wortes. Indessen wächst von Tag zu Tag die Zahl der Administrationen und Privaten, welche die Bedeutung der genauen Zeiteintheilung einsehen und würdigen, wie es in der Schlussbemerkung durch Zahlen bewiesen ist.

In zweiter Linie ist der grösste Theil der bis jetzt vorgeschlagenen und theilweise ausgeführten Système electrischer Zeitindicatoren von so viel Fehlerquellen und Störungen begleitet, dass sich dieselben in der Praxis nicht Bahn brechen konnten.

Um so mehr hätte man erwarten sollen, dass dasjenige System electrischer Uhren, das bis jetzt die grösste Ausbreitung gefunden hat und sich vorzüglich bewährt, wir meinen Hipp's System, in der einschlägigen Literatur einen gebührenden Platz hatte finden sollen. Dem ist aber nicht so ; ja Schellen selbst in den neuesten Auflagen seines Werkes „Der electrische Telegraph etc. nebst einein Anhang über den Betrieb electrischer Uhren“ kennt nicht einmal die Hipp'schen electrischen Uhren dem Namen nach.

Es schien mir desshalb angezeigt, da mir das nôthige Material und aile wünschenswerthe Auskunft bereitwillig zur Verfligung gestellt wurde, dasselbe durch die Publication auch einem weitern Kreise zugänglich zu machen.

In wie weit es mir gelungen ist, zum Verstandniss und zur Wiirdigung dieser schönen Erfindung beizutragen, liberasse ich dem wohlwollenden Urtheil der Leser und bemerke blass noch, dass ich absichtlich jede theoretische Erörterung auf der Seite gelassen habe.

Im November 1877.

**Der Verfasser.**

## Einleitung.

Das Problem, ein System von Uhren herzustellen, die alle dieselbe Zeit zeigen, ist schon oft und seine Lösung auf verschiedene Art und Weise versucht worden.

Wenn es sich bloss um Uhren handelt, die dem Verkehr und dem gewöhnlichen Leben dienen, genügt es, einfache Uhren zu haben, die von Zeit zu Zeit nach einer Normaluhr einer Sternwarte gerichtet werden. Sobald es sich aber um eine grössere Genauigkeit handelt, wie es unsere Zeit der Eisenbahnen und Telegraphen erfordert, genügt dieses Auskunftsmittel nicht mehr. Ueberdiess setzt dieses System für jeden Ort, an welchem die Zeit bekannt sein soll, eine wirkliche Uhr voraus, wodurch der Preis einer solchen Anlage viele Kosten verursachen würde.

Der Gedanke, zur Lösung dieser Aufgabe die Wirkung des galvanischen Stromes zu verwenden, datirt aus der gleichen Epoche, in welcher die ersten Versuche über die Anwendung des Elektromagnetismus zur Télégraphié gemacht wurden. Die Erscheinung, dass erst jetzt die elektrischen Uhren anfangen, an Ausbreitung zu gewinnen, ist wohl dem Umstände zuzuschreiben, dass die Anwendung der Elektrizität zur Zeitübertragung eine viel schwierigere ist, als deren Anwendung auf Télégraphié. In der That kommen, wie wir später sehen werden, bei dieser Anwendung sehr viele Faktoren in's Spiel, die für Télégraphié entweder von untergeordneter Bedeutung oder au ch ganz unerheblich sind.

Das Résultat, das man durch den Strom erreichen will, ist folgendes: Eine beliebige Anzahl Uhren soll unter sich stets dieselbe Zeit anzeigen und zwar die gleiche wie die Haupt- oder Normaluhr, von welcher sie abhängen. Je nach dem Zweck der Zeitübertragung wandt und wendet man jetzt noch, ihm dieses Résultat zu erhalten, zwei Methoden an:

1. Die Hauptuhr sendet in den aufeinanderfolgenden Zeitintervallen, Sekunden oder Minuten, einen Strom in die elektromagnetischen Zeigerwerke, deren Zeiger dadurch um das entsprechende Zeitintervall vorrücken. Die Zeitindicateuren sind in diesem Falle sehr einfacher mechanischer Natur und haben alsdann viel Ähnlichkeit mit den Zeigertelegraphen.
2. Die Hauptuhr sendet in grösseren Zeitintervallen, z. B. stündlich oder täglich, einen Strom in die Uhren, wodurch dieselben entweder automatisch gleich gerichtet oder durch Hülfspendel von Hand gleich gerichtet werden können.

Diese letztere Méthode wendet man jetzt hauptsächlich an, wenn es sich darum handelt, die Zeit in grosse Entfernung zu geben.

Es ist nicht der Zweck der vorliegenden Arbeit, eine Monographie der elektrischen Uhren und elektrischen Zeigerwerke im Allgemeinen zu geben, sondern speziell auf das beinahe einzig angewandte Hipp'sche System einzutreten.

Wir begnügen uns daher, eine kurze historische Uebersicht über die hauptsächlichsten vorgeschlagenen Système zu geben und verweisen im Uebrigen auf das Werk von Kuhn, wo man eine ziemlich vollständige Zusammenstellung findet.

Die ersten Versuche, die Elektrizität zur Zeitübertragung zu benützen, datiren vom Jahr 1839 und wurden von Steinheil und Wheatstone unternommen.

In dem Steinheil'schen Vorschlage findet sich schon eine Idee, die später auch in nutzbringender Weise von andern verwertet wurde. Steinheil wendet nämlich Stromumkehr und magnetische Anker an. Seine Idee besteht wesentlich in folgendem : Der Strom einer Batterie wird jede Sekunde oder jede Minute durch eine Normaluhr hergestellt in der Weise, dass die unmittelbar aufeinanderfolgenden

Ströme entgegengesetzt gerichtet sind. Dieselben durchlaufen in den Zeitindikatoren entweder die Umwindungen einer Magnetnadel oder die Spulen eines Elektromagnets, der mit zwei polarisierten Ankern versehen ist. Es wirken alsdann die Magnetnadel oder die beiden Anker auf dieselbe Weise wie ein Echappement, indem sie die Zeigerbewegung hervorbringen.

Weniger Gewicht müssen wir seinem Stundensteller beilegen, der, wenn er auch eine praktische Ausführung gefunden bat, doch einen geringen prinzipiellen Fortschritt enthält. Der Strom wird durch eine Normaluhr jede halbe Stunde durch sämmtliche zu controllirende Uhren (gewöhnliche Uhren) gesandt. Er durchläuft in denselben die Spulen eines Elektromagnets, welcher seinen Anker anzieht und dadurch vermittelst eines Hebels den Minutenzeiger auf die halbe Stunde rückt. Es werden also sämmtliche Uhren zu derselben Zeit die halben und die ganzen Stunden anzeigen.

Die elektromagnetischen Zeitindikatoren von Wheatstone haben im Wesentlichen dasselbe Prinzip wie sein Zeigertelegraph. Ein Elektromagnet, indem er seinen Anker anzieht, treibt ein Rad um einen Zahn vorwärts, dasselbe geschieht, wenn der Anker durch die Abreissfeder zurückgeht. Der Strom, welcher diese Bewegung des Ankers bewirkt, wird jede Sekunde durch das Steigrad einer Normaluhr entweder geschlossen oder unterbrochen. Der Hin-, ebenso wie der Hergang des Ankers bewirkt also, wie schon bemerkt, ein Vorwärtsgehen eines Rades, dessen Bewegung sich auf ein Raderwerk überträgt. Der Zeitindicator beschränkt sich also auf ein sehr einfaches Raderwerk, wodurch dessen Preis auf ein Geringes reduziert wird.

Die elektrischen Zeitindikatoren von Bain sind in ihrem Wesen nicht viel verschieden von denen Wheatstone's ; wir begnügen uns daher mit deren Erwähnung und verweisen im Uebrigen auf deren Kritik, die unten folgt.

Einen wesentlichen Fortschritt beurkundet die elektrische Zeitübertragung von Garnier, welcher zuerst die Schwierigkeiten der genauen astronomischen Zeitübertragung zu überwinden suchte, indem er die Stromemission von dem Pendel der Normaluhr unabhängig machte und einem selbstständigen Nebenuhrenwerk übertrug.

Das Prinzip seiner Zeitindicatoren ist wesentlich dasselbe wie dasjenige Wheatstone's, nur die mechanische Ausführung weicht davor ab. Die Stromemission findet dagegen nicht jede Sekunde statt, sondern in einem Zeitintervall von 5—6 Sekunden.

Es würde den Rahmen unserer Arbeit tiberschreiten, wenn aile Système elektrischer Zeitindicatoren hier auch nur eine oberflächliche Beschreibung finden würden ; indessen eine Idee, die unserer Arbeit naher steht, dürfen wir nicht übergehen, ohne derselben Erwähnung zu thun.

Stöhrer wendet in seinen elektromagnetischen Zeitindicatoren einen Anker an, der pendelartig zwischen den Polen eines Elektromagnets aufgehängt und durch einen angenäherten permanenten Magneten beständig polarisiert ist. Der Strom, der jede Minute durch die Normaluhr in entgegengesetzter Richtung durch die Spulen des Elektromagnets gesandt wird, bringt eine hin- und hergehende Bewegung des Ankers hervor. Der Anker ist auf einer Axe befestigt, die an einem Ende ein Echappement trägt, welches die Bewegung des Ankers direkt auf das Steigrad überträgt.

Es ist dieses Prinzip dasselbe, das Hipp später in so fruchtbegender Weise in seinen elektromagnetischen Zeitindicatoren vervollkommnete und ebenfalls von B régout in seinen elektrischen Zeigerwerken angewandt wird.

Die elektrischen Zeitindicatoren von Siemens-Halske und Dr o z nähern sich mehr den Ideen Wheatstone's, während G1 o e -sener unter andern Vorschlagen sich wieder auf die Seite Steinheil's neigt.

Eine der schonsten Vervollkommnungen der elektromagnetischen Zeigerwerke ist von H o u d i n gemacht worden. Die anziehende Kraft des Elektromagnets nimmt rasch zu, wenn der Anker sich demselben nähert, während der durch den Anker zu überwindende Widerstand am Anfang der Bewegung am grössten ist. Das Moment der Kraft und der zu überwindende Widerstand wachsen also in umgekehrter Weise bei der Bewegung. Um die Bewegung zu einer gleichförmigen zu machen, und mit einer minimen Kraft doch eine bestimmte Wirkung zu erzeugen, wendet er ein gut gedachtes Hebelsystem an, das

in nebenstebender Figur dargestellt ist. Aus der Figur 1 gelit sofort die Funktion desselben hervor.

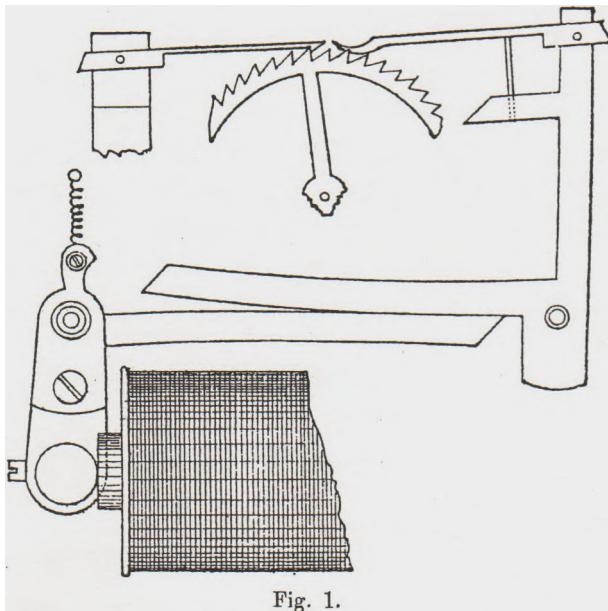


Fig. 1.

Es ist überdies klar, dass mit dieser Vorrichtung ein selbst sehr schwacher Strom einen bedeutenden Widerstand überwinden und eine Bewegung hervorbringen kann, der bei gewöhnlicher Anordnung keine Spur von Bewegung erzeugen würde.

Hipp hat durch die eigenthümliche Form, die er seinem Anker gibt, auf einfacher Weise dasselbe Résultat erreicht.

Beinahe ebenso ait als der Gedanke, die Elektrizitat zur Zeitübertragung zu benützen, ist ihre Anwendung als bewegende Kraft für ein Uhrenpendel.

Bain bat zuerst versucht, die Wirkung des Gewichtes oder der Feder einer Uhr durch die Wirkung eines Elektromagneten zu ersetzen. Eine solche Uhr kann dann in passender Weise mit dem Nàmen elektrische Uhr bezeichnet werden.

In Bain's elektrischer Uhr ist die Metalllinse des Pendels durch eine Drahtspule ersetzt, wovon das eine Ende immer mit der Saule

verbunden ist, während das andere nur während der grossten Amplitude des Pendels, z. B. nach rechts für eine kurze Zeit mit dem andern Pol der Saule in Verbindung stelit. Die Spule schwingt zwischen den Polen eines permanenten Magnets und wird, wenn der Strom geschlossen ist, von dem einen Pol abgestossen, vom andern angezogen, wodurch das Pendel einen Impuls erhält. Der Impuls repetirt sich nach jeder ganzen Schwingung des Pendels und man soll auf diese Weise einen ziemlich gleichförmigen Gang des Uhrwerkes erzielen.

W e a r e ersetzt in seinem elektroniagnetischen Pendel die oben beschriebene Drahtspirale durch einen Elektromagneten und erreicht iibrigens durch eine ähnliche Anordnung die Bewegung des Pendels.

L a m o n t gibt seinem elektrischen Pendel den Impuls nicht durch direkte Wirkung des Stromes auf das Pendel. Ueber dein Aufhängepunkt des Pendels befinden sich zwei Elektromagnete, die abwechselnd wirkend den Anker nach rechts oder links ziehen. Der Anker ist um eine Axe drehbar und trägt ein vertikales Metallstück, das während der Bewegung des Ankers bald nach der einen, bald nach der andern Seite geneigt ist und durch sein Gewicht dem Pendel die Reibung überwinden hilft. Die Kontaktvorrichtung befindet sich direkt über der Linse des Pendels und besteht aus zwei mit Quecksilber gefüllten Glasrohren, über welchen sich unabhängig vom Pendel ein festes Platinscheibchen befindet. Bei der grossten Elongation des Pendels nach rechts oder links schwingt die eine oder andere der beiden Röhren unter dem Platinscheibchen, welches in dieser Lage den Meniscus des Quecksilbers schneidet und für eine kurze Zeit den Strom herstellt. Eine selbstständige Vorrichtung vermeidet die Entstehung eines Oeffnungsfunkens am Pendel. und reinigt überdies selbstthätig das Platinscheibchen.

Unter den spatern Systemen elektrischer Uhren verdienen diejenigen von Detouche und Houdin eine besondere Erwähnung ; wir verweisen aber für die Details auf Kuhn und Schellen.

Die elektrische Uhr von Shepherd kann, was die Genauigkeit des Ganges anbelangt, mit einer astronomischen Uhr rivalisiren. Eine solche, auf der Sternwarte in Neuchâtel aufgestellt, zeigt Variationen, die 0,2 bis 0,3 Sekunden täglich nicht übersteigen.

## Vergleichende Bemerkungen.

Wenn wir ini grossen Ganzen die verschiedenen vorgeschlagenen und theilweise auch ausgeführten Système electrischer Zeitindicatoren überschauen, so können wir wohl die angewandten Prinzipien in zwei grosse Gruppen eintheilen.

1. Gruppe: Die Bewegung des Zeigers der Zeitindicatoren wird bewirkt durch einen Elektromagneten, der z. B. von Sekunde zu Sekunde oder jede Minute von einem Strom umflossen wird und dadurch einen Anker von weichem Eisen anzieht, resp. loslasst. Durch jede Bewegung des Ankers wird ein Rad um einen Zahn vorgeschenkt und dadurch ein Zeigerwerk um den aliquoten Theil vorgerückt. In diese Categorie gehören die elektrischen Zeitindicatoren von Wheatstone, Bain, Siemens-IIalske, Droz etc.

2. Gruppe: Die Bewegung der Zeiger der Zeitindicatoren geschieht durch einen Elektromagneten der in bestimmten Zeitintervallen, z. B. jede Sekunde oder Minute, von einem Strom umflossen ist, wo aber die aufeinander folgenden Ströme in umgekehrter Richtung gehen. Zwischen den Schenkeln der gewöhnlichen Hufeisenmagnete befindet sich ein polarisirter Anker (durch Influenz magnetisch oder ein permanenter Magnet) der bei jeder Stromemission, von einem Pol abgestossen, vom andern angezogen, eine Bewegung vollführt und dadurch das Zeigerwerk vorwärts bewegt. (Steinheil, Glosener, Stöhrer, Breguet, Hipp).

Die grosse Unvollkommenheit der ersten Categorie besteht wesentlich in folgendem: Bei der gewöhnlichen Ankerkonstruktion, wie sie in allen citirten Systemen vorkommt, muss der Anker nahe dem Elektromagneten sich befinden und kann daher bei der Magnetisirung nur einen kleinen Weg beschreiben. Jede massige Erschütterung der Uhr kann daher eine Bewegung des Ankers und mit ihm ein Springen des Zeigers veranlassen. Es ist ebenfalls klar, dass jeder Strom atmosphärische Elektrizität ein Vorgehen der Zeigerwerke bewirken muss. Ferner ist die Abreissfeder ein Elément, das sehr wohl zu Störungen Anlass geben kann. — Da nämlich, wie Jedermann weiss, die Spannung der Feder sich nach der Strom-

intensität zu richten hat, so müsste, wenn, was immer geschieht, die Intensität des Stromes schwankt, die Federspannung verändert werden, was bei einem ausgedehnten Uhrnetz in der Praxis zu grossen Unannehmlichkeiten führen würde. Ueberdies hat' der Strom bei Anwendung von Abreissfedern ausser seiner eigentlichen Arbeit, der Zeigerbewegung, noch die Federspannung zu überwinden, w'ozu oft mehr Arbeit erforderlich sein wird, als zur eigentlichen Aufgabe des Stromes gehört. Endlich bringt die Feder eine stossweise Bewegung der Zeiger hervor, was in der Uhrmacherei zu vermeiden ist. Man könnte zwar nach dem Vorschlage von Gloesener diese Fehlerquelle vermeiden, inden man die Abreissfeder ersetzt durch einen zweiten Elektromagneten ; dadurch würden aber die Anlagekosten wesentlich vermehrt, da eine zweite Linie erstellt werden müsste.

Die Zeigerwerke der zweiten Categorie haben keine Abreissfeder nôthig und ferner wird der Einfluss der athmospharischen Elektrizität, so zu sagen, auf Null reduzirt, wie wir später an den Hipp'schen Indicatoren zeigen wollen.

Die kleine Hubhöhe des Ankers und die damit verbundene Unsicherheit bleiben bei den meisten Systemen der zweiten Categorie bestehen, und ferner tritt bei denselben eine neue Fehlerquelle auf, die von prinzipieller Tragweite für den genauen Gang der Indicatoren ist, besonders wenn eine grössere Anzahl in Betrieb sein soll. Beim Oeffnen des Stromes, also nacbdem der Anker seine Bewegung gemacht hat, entstehen Induktionsströme. Da der Oeffnungsinduktionsstrom erster Ordnung dieselbe Richtung hat, wie der primare Strom kann er weiter keine Bewegung hervorrufen, da bloss ein Strom von entgegengesetzter Richtung von jetzt an im Stande ist, den Anker von Neuem zu bewegen. Der Induktionsstrom zweiter Ordnung aber, der dem primaren entgegengesetzt gerichtet ist, kann oft zu einer solchen Intensität ansteigen, dass er sofort nach der Bewegung des Ankers durch den primaren Strom denselben wieder zurücktreibt und dadurch die Zeiger zweimal nach einander gehen lässt.

Es ist klar, dass der alsdann folgende direkte Strom seine Arbeit schon verrichtet findet und den Zeiger nicht mehr bewegt, der Indicator daher wieder richtig zeigt. Sein Oeffnungsinduktionsstrom

zweiter Ordnung aber wird den Anker wieder zurückwerfen, und es kann vorkommen, dass derselbe alsdann in der Mitte zwischen den beiden Polen stehen bleibt, wodurch neue Unregelmässigkeiten entstehen. An einem ziemlich leicht gehenden Anker haben wir dieses Phanomen sehr häufig beobachtet. Es ist diese Fehlerquelle um so gefährlicher, da sie oft nur in grössern Zeitintervallen sich geltend macht und ohne jedes weitere Zuthun wieder verschwindet.

Ein anderer Uebelstand, der sammlichen Systemen elektrischer Uhren bis jetzt anhaftet, ist die Eunkenbildung bei der Stromöffnung. Wie schon erwähnt, hat Lamont versucht, diesem Uebelstande abzuhelfen ; er hat indessen bloss eine Verschiebung desselben erreicht, d. h. der Funken bildet sich in dem Nebenapparat. Herr Hipp hat mir mündlich mitgetheilt, dass er früher einen Quecksilbercontact habe anwenden wollen, dass er aber diese Idee habe verlassen müssen, weil der Contact zu unsicher war, obschon man den Kontaktplatinstift einen ganzen Centimeter tief in's Quecksilber tauchen liess. Es scheint sich nach einiger Zeit eine Oxydschicht zu bilden, die als isolirende Haut den Durchgang des Stromes verhindert.

Bei Beurtheilung eines elektrischen Zeitindicators hat man sich genaue Rechenschaft von allen den erwähnten Umständen zu geben, weil blos durch die Vermeidung sammlicher Fehlerquellen ein System soleher Zeitindicators für die Praxis von Werth ist, denn ein einziges Ausbleiben der Wirkung des Stromes bewirkt eine bleibende Störung im Gange der Uhren.

Seit 30 Jahren beschäftigt sich Dr. Hipp unablässig mit der Vervollkommenung sowohl der eigentlichen elektrischen Uhren, als auch hauptsächlich der elektromagnetischen Zeigerwerke, welche heute auf einen Punkt der Vollkommenheit gelangt sind, dass sie wohl bald alle andern Système verdrängen werden. Uebrigens sind sie jetzt schon in grosser Zahl verbreitet und geniessen überall, wo sie angewandt werden, die vollste Anerkennung. Durch die neueste Verbesserung, die der Commutator erhalten hat, ist die letzte zu befürchtende Fehlerquelle, die an ihnen haftete, verschwunden, und es bilden diese Verbesserungen ein Monument für das, was ein consequenter Wille erreichen kann.

Die Vorziige der Hipp'schen Zeitindicatoren von andern Systemen bestehet in folgendem:

1. der Anker beschreibt einen grossen Bogen (ungefähr 60°);
2. die Bewegung des Ankers ist eine gleichformige, anstatt eine accelerirte (Houdin, Hipp);
3. die OefEhungsfunkten an der Kontaktstelle sind vermieden; es bleibt daher dieselbe stets rein und der Kontakt macht sich sicher (Brunn, Hipp).

## A. Die electrische Uhr von Hipp.

Je nach dem Zweck und der Genauigkeit, die man von einer elektrischen Uhr verlangt, unterscheiden wir zwei Categorien, namlich :

- a. die elektrische Pendeluhr,
- b. der elektrische Regulator.

### I. Die electrische Pendeluhr.

in Figur 2 wiedergegeben besteht hauptsächlich aus 3 Theilen:

1. dem elektromagnetischen Pendel,
2. der Kontaktvorrichtung,
3. dem Zeigerwerke,

und wenn sie zugleich als Normaluhr für ein System elektrischer Zeitindicators dienen soll, so kommt noch ein vierter Theil, die Contact vor richtung it Commutator, hinzu.

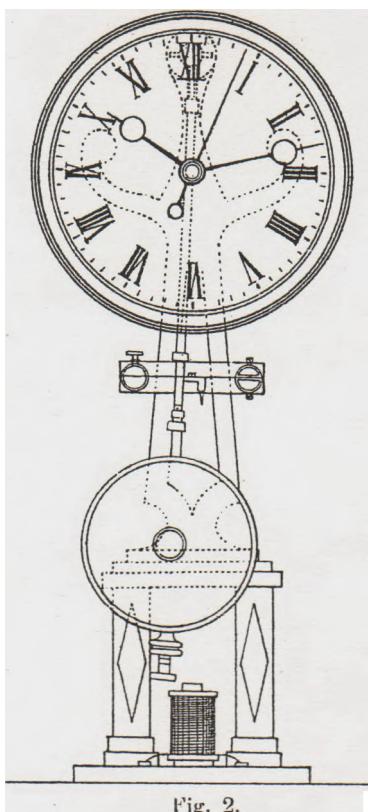


Fig. 2.

Wir wollen im Folgenden eiue elektrische Uhr beschreiben, die zugleich als Normaluhr dienen soll und bemerken, dass, wenn man blass eine elektrische Uhr haben will, man nur den vierten Theil wegzulassen hat.

### I. Das elektrische Pendel.

Die allgemeine Anordnung ist aus nachstehender Figur ersichtlich. Das Pendel (Halbsekundenpendel), ist vermittelst einer Feder aufgehängt und besteht aus einer Stahlstange, die ungefähr in der Mitte abgekropft ist und unterhalb der ziemlich schweren Messinglinse einen kleinen Anker von weichem Eisen trägt. In unmittelbarer Nähe des Ankers befindet sich ein zweischenkliger Elektromagnet, über welchen das Pendel in der Ruhelage

hinwegschwingt. Der abgekröpfte Theil des Pendels trägt einen Messingarm, an welchem ein ldeines Stück glasharten Stahles oder Agat angebracht ist. Die nähere Beschreibung und Funktion dieses Sttickchens wollen wir auf die Beschreibung der Kontaktvorrichtung

verschieben. Bringt man das Pendel aus seiner Gleichgewichtslage, und lässt man dasselbe alsdann frei schwingen, so wird die Amplitude seiner Scliwingungen nacli und nach abnehmen und schliesslich wird es in seine Ruhelage zurückkehren. Man muss dabey, wenn man nicht vorzieht, demselben bei jeder Schwingung einen kleinen Impuls zu geben, von Zeit zu Zeit, sobald die Amplitude auf eine bestimmte Grenze heruntergegangen ist, einen neuen Impuls geben, der sich wie-

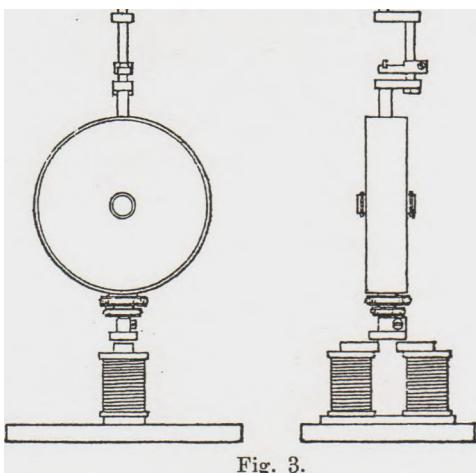


Fig. 3.

derholt, sobald die Amplitude der Scliwingungen wieder auf die erwähnte Grenze gesunken ist. Hipp hat nun diese zweite Méthode angewandt, d. h. er gibt dem Pendel blos dann einen Impuls, wenn es absolut nothwendig ist. Der Impuls wird dem Pendel gegeben durch die in einem günstigen Moment wirkende Anziehung des Elektromagnets auf den am Pendel befestigten Anker. Die Funktion, den Elektromagnet in Thätigkeit zu setzen, wenn es nothwendig wird, ist der Kontaktvorrichtung übertragen.

## 2. Die Contactvorrichlung-

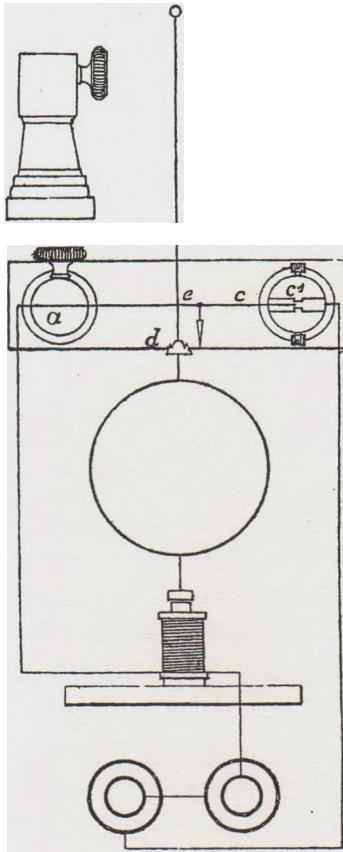


Fig. 4.

ist in nebenstehender Figur wieder-gegeben. Eine Stahlfeder ac ist an dem Punkt a, ganz unabhängig vom Pendel, befestigt und trägt am andern Ende einen Platincontact, der sich in unmittelbarer Nähe des festen Platin-contaktes c befindet. Die Feder ist im Punkte e mit einer feinen Axe versehen, die ein schneideformiges Stahlblätt chen, die Palette, trägt, das mit der Axe in feinen Spitzen-lagern leicht beweglich ist. Eine ähn-liche Vorrichtung ist von Foucault vorgeschlagen worden.

Der Punkt e befindet sich seitlich von der Ruhelage des Pendels in der Pendelebene, weshalb an dieser Stelle die Pendelstange gekröpft ist. Die Entfernung des Punktes e von der Ruhelage des Pendels bedingt die kleinste Amplitude, die das Pendel haben soll. Sobald der Umkehrpunkt des Pendels mit diesem Punkte zusammenfällt, bekommt das Pendel einen neuen Impuls. Es geschieht dies wie folgt:

Sind die Umkehrpunkte des Pendels weiter von der Ruhelage desselben entfernt, als der Punkt e, so gleitet die Palette bei jedem Hin- und Hergang des Pendels über das am Pendel befestigte Stahl-

°) Der wesentliche Theil der Contactvorrichtung, die Palette, wurde von Hipp schon im Jahr 1843 zu einem andern Zwecke praktisch angewandt. (Dingler, polyt. Journal Bd. 138 Heft 4 und 6).

stückchen liinweg; die Feder bleibt daher ruhig und der Strom unterbrochen. Die Amplituden nehmen nach und nach ab, und schliesslich fällt der Umkehrpunkt ungefähr mit dem Punkte e zusammen. In diesen Momenten aber befindet sich die Palette nach aussen senkrecht auf dem Stahlstück d, dessen Oberfläche mit einigen Furchen versehen ist. Wenn daher nun das Pendel zurückgeht, drückt die sich alsdann aufrichtende und schliesslich nach innen geneigte Palette die Feder nach oben, wodurch der Contact geschlossen wird. In diesem Augenblicke aber befindet sich der am Pendel befestigte Anker seitwärts des Elektromagnets und schwingt gegen denselben; es befindet sich also das Pendel während dieser Zeit nicht nur unter dem Einfluss der Schwere, sondera überdies noch unter demjenigen der Anziehungskraft des Elektromagnets und wird daher mit stärkerer Kraft nach der Ruhelage hingetrieben, d. h. seine Geschwindigkeit und darnit die Amplitude vergrössert. Der Strom ist sofort wieder unterbrochen, sobald das Stahlblättchen die Palette verlässt. Das Pendel hat einen neuen Impuls erhalten, seine Amplitude ist grösser geworden, und die Palette gleitet, wie früher über das Stahlstück weg. Dasselbe Spiel wiederholt sich nun jedesmal, sobald die Amplitude des Pendels bis zu der angegebenen Grenze heruntergesunken ist. Es ist hiebei eine grosse Sicherheit vorhanden ; denn wenn bei der ersten Funktion der Palette der Strom aus irgend einem Grunde nicht wirkt, so wiederholt sich dasselbe Spiel noch einige mal, bis schliesslich der Elektromagnet in Thätigkeit tritt.

Wie man sich aus dem vorigen leicht überzeugt, ist durch diese Anordnung der Strom in der denkbar besten Weise ausgebeutet; er wirkt bloss, wenn es absolut nothwendig ist. Es wird dadurch die Saule w'enig in Anspruch genommen, und kann daher lange Zeit in Thätigkeit bleiben. Bei den andern Systemen elektrischer Uhren wirkt der Strom jede Sekunde oder doch w'enigstens in ganz kurzen Zeiträumen (Shephard jede zweite Sekunde), während bei obiger Anordnung und bei geringer Stromstärke eine Stromemission nur ungefähr jede halbe Minute stattfindet. Es ist ferner der Gang der Uhr viel weniger von der Stromstärke und den zu überwindenden Widerständen abhängig, als bei den andern Systemen, da durch Änderung

dieser Faktoren blos die Impulsionsintervalle verändert werden; die Amplitude aber annähernd dieselbe bleibt, aa sie nie unter eine bestimmte Grenze sinken kann.

Ein Uebelstand bleibt übrigens doch dieser Contactvorrichtung anhaftten. Bei jeder Oeffnung des Stromes entstelt zwischen den beiden Platincontacten ein Funke, der einen Theil des Contactes oxidirt und dadurch schliesslich zu Störungen Anlass geben kann. Wie schon in der Einleitung erwähnt, haben die meisten Construktore elektrischer Uhren die Bedeutung dieser Fehlerquelle erkannt und, wie z. B. Lamont, auf mehr oder weniger complizirte Weise zu heben gesucht.

Poggendorff hat die Funkenbildung beim Wagner'schen Hammer vermindert, indem er gleichzeitig in den Schliessungskreis eine aus zwei neben einander gewickelten Drahtlagen bestehende Drahtspirale einfügt. Sind alsdann die beiden Drahtlagen so verbunden, dass der Strom sie in entgegengesetzter Richtung durchfliesst, so vernichten sich die Extraströme beim Oeffnen und Schliessen des Stromkreises durch den Wagner'schen Hammer und der Funke an der Unterbrechungsstelle des letztern ist klein und unscheinbar.

Es ist nun Hipp gelungen, auf eine höchst einfache Weise den Funken bei seinen Uhren zu vermeiden, indem er während der Un-

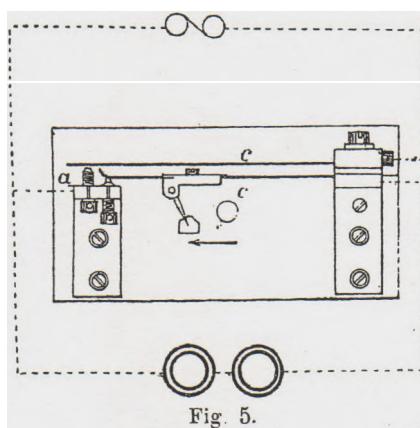


Fig. 5.

terbréchung des Stromkreises, dem in den Spuhlen der Elec-tromagnete entstehenden Induc-tionsstrom einen selbstständigen Stromkreis darbietet. Die An-ordnung ist aus folgendem Schéma ersichtlich. Zu ungefähr der-selben Zeit und ganz unabhängig von einander ist dieselbe Vor-richtung von Brunn bei elektri-schen Uhren angewandt worden.

Wenn, wie wir schon oben beschrieben, die Umkehr des Pendels eintritt, während dem die Palette noch auf dem Stahlstückchen schleift, wird die Feder C nach

oben gedrückt und hebt die obéré Feder C' auf. Sobald aber die untere Feder die obéré berührt, ist der Strom bergestellt. Gelit nun die Feder C wieder nach unten, so werden, bevor der Kontakt mit der oberen Feder aufhört, die Spulen des Elektromagnets in sich selbst geschlossen, indem sich die Feder C' auf den Kontakt a auflegt und erst in diesem Momente verlässt die Feder C die Feder C', d. h. wird der Strom unterbrochen. Man hat in diesem Falle keine Spur eines Funlcens an der Unterbrechungsstelle.

Beide Federn b'egen im Ruhezustand auf regulirbaren Schrauben: die Feder C' auf einem Platincontact, die Feder C auf einer Elfenbeinspitze.

Die Entmagnetisirung nach dem Stromunterbruch geht bei dieser Anordnung viel langsamer vor sich als bei gewöhnlicher Stromunterbrechung, es hat dies aber für unsern Zweck wenig Bedeutung.

### 3. Das Zeigerwerk

ist sehr einfacher Natur. Das Pendel nimmt bei jeder Schwingung nach rechts einen um die Axe a drehbaren Winkelhebel mit sich,

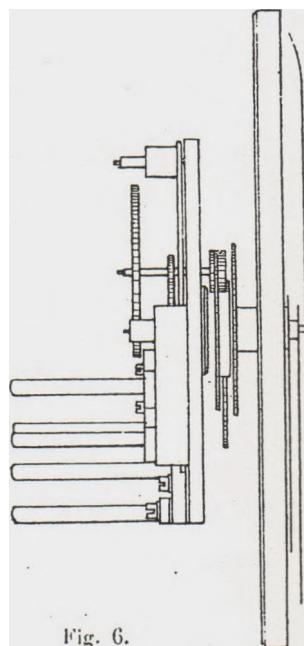
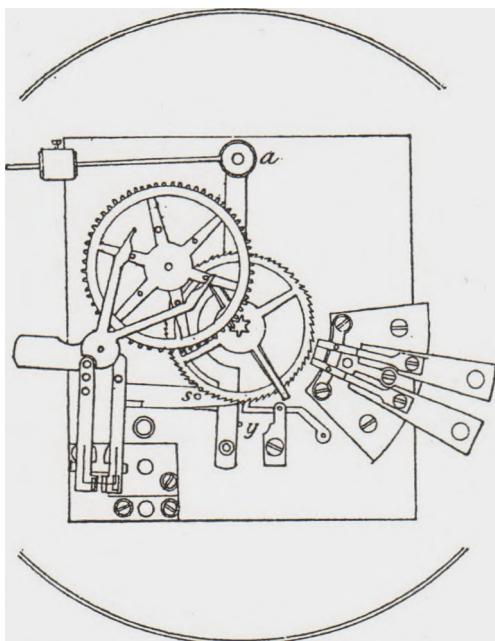


Fig. 6.

der an seinem oberen Arm ein verschiebbares Gewicht trägt, das denselben wieder zurücktreibt. Am untern Ende trägt der Hebel eine Schiebevorrichtung, welche bei jedem Rückgang des Hebels das Steigrad um einen Zahn vorwärtschiebt. Der Arretirungskegel y verhindert das Zurückgehen des Steigrades und der Stift s ein Vorschieben um mehr als einen einzigen Zahn. Wie nun an einer gewöhnlichen Uhr, so überträgt das Steigrad durch Räderübersetzungen seine Bewegung an den Minuten- und Stundenzeiger.

**4. Kontaktvorrichtung mit Commutator, wenn die elektrische Uhr zugleich als Normaluhr zum Betrieb von elektrischen Zeitindicatoren dienen soll.**

Die Aufgabe, welche diesem Theile der elektrischen Uhren zufällt, besteht in folgendem. Jede Minute soll ein Strom in abwechselnd entgegengesetzter Richtung durch die Indicatoren gesandt werden: Es zerfällt also der Apparat in zwei Theile, nämlich : a. einen Commutator, der während jeder Minute den Stromweg so einrichtet, dass immer abwechselnd der eine oder andere Pol den Strom in die Linie senden kann, b. eine Kontaktvorrichtung, die jede Minute den Strom eine kurze Zeit schliesst.

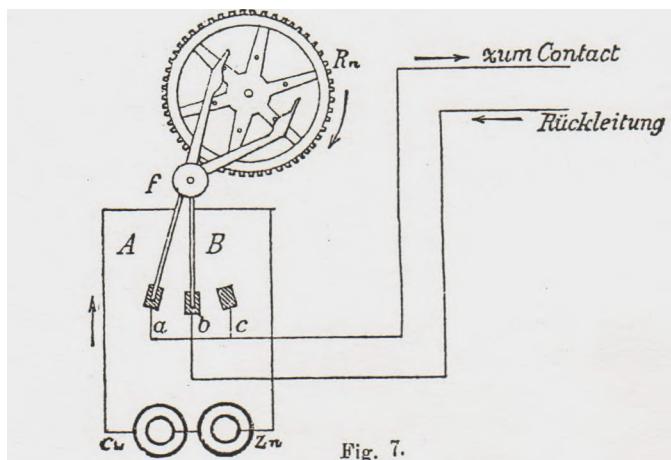


Fig. 7.

## a. Der Commutator

besteht aus einem um die feste Axe f leicht drehbaren Doppelhebel. Die obern beiden Arme von eigenthümlicher Form ruben abwechselnd auf den Stiften, die an den Speichen eines durch das Steigrad bewegten Rades angebracht sind. Der untere Arm trägt zwei von einander isolirte Federn, welche während der Bewegung des Rades R auf den drei Contakten abc schleifen, auf denen sie jede Minute abwechselnd entweder auf ab oder bc liegen. Die beiden äussersten Contakte a und c sind in metallischer Verbindung. Nehmen wir an, der Hebel befindet sich in diesem Augenblicke in der in Figur 7 dargestellten Lage. Der Strom kann alsdann in folgender Weise circuliren: Vom Kupferpol nach A, a in die Linie und in der durch

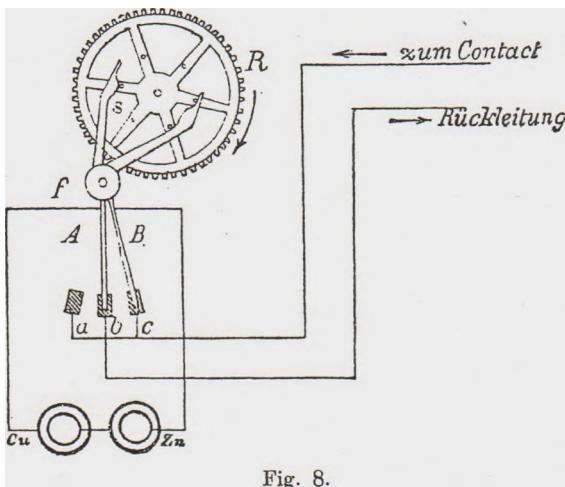


Fig. 8.

den Pfeil angedeuteten Richtung durch die Elektromagnete der Zeigerwerke zurück zum Zinkpol der Saule.

Während der folgenden Minute bewegt sich das Rad R um  $30^\circ$  vorwärts und während dieser Bewegung drückt der Stift S den Commutatorhebel nach unten, indem er sich auf die Erhöhung desselben schiebt. Es liegen folglich am Ende der Minute die beiden Federkontakte auf den Contakten b und c auf und es kann alsdann der Strom in folgender Richtung circuliren: Kupferpol, A, b in die Linie und also in umgekehrter Richtung als vorher in die Elektro-

magnete der Zeigerwerke, schliesslich über c und B zurück zum Zinkpol der Saule.

Während der folgenden Minute gehen die Federkontakte auf a und b und der Strom cirkulirt wieder in dem ersten Sinne ; dasselbe Spiel wiederholt sich immer.

### b. Die Kontaktvorrichtung.

ist, wie aus der Figur 6 leicht hervorgeht, rechts angebracht. Auf dem Steigrad befindet sich ein Arm befestigt, welcher an seinem Ende einen beidseitigen Platineontakt trägt.

Während der Bewegung des Steigrades geht derselbe jede Minute zwischen zwei Contakten C und C' hindurch, und, indem er beide berührt, schliesst er während dieser Zeit den Strom und wird

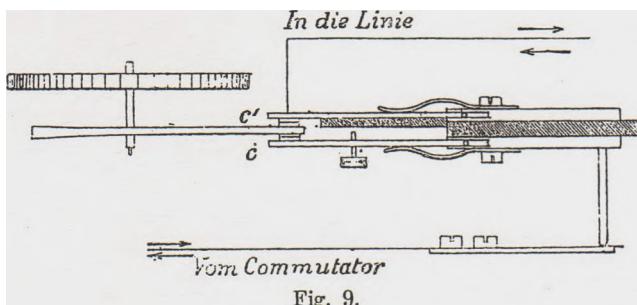


Fig. 9.

nach einer kleinen Pause weitergeschoben. Die beiden Platinkontakte c und c' sitzen auf Hebeln, welche durch Federn gegeneinander getrieben werden. Ihre gewöhnliche Entfernung ist durch eine Schraube begrenzt und es ist diese Distanz so gewählt, dass der am Steigrad befestigte Arm jedesmal bei seinem Durchgange zwischen den beiden Contakten dieselben etwas heben muss. Man erhält auf diese Weise einen, sozusagen absolut sicheren Kontakt, da durch die schleifende Wirkung des Contakthebels auf den beiden Platincontakten letztere stets von etwaigen Staubtheilchen, Oxydschichten etc. gesäubert werden.

Der Stromunterbruch hat bei dieser Vorrichtung immer an einer andern Stelle des Contaktes statt. Da durch den Funken an der Unterbruchstelle eine Oxydation verursacht wird, so wird der Strom bei der nächsten Emission schon vor dieser Stelle wieder unter-

brochen und es rückt auf diese Weise die Unterbruchstelle im inci' etwas vorwärts, bis schliesslich die gleitende Reibung die Oxydationsschicht entfernt liät.

Sollte während der Bewegung des Hehels zwischen den beiden Contacten der Strom durch Staubtheile oder Oxydationsschichten einmal unterbrochen und dann wieder hergestellt werden, so hat dies absolut keinen Einfluss auf die Zeigerwerke, da der Strom beide mal in derselben Richtung geht. Bei Zeitindicatoren ohne polarisirten Anker kann diess Anlass zu Storungen geben, die man nur sehr schwer entdecken kann, da sie ganz unregelmässig erfolgen.

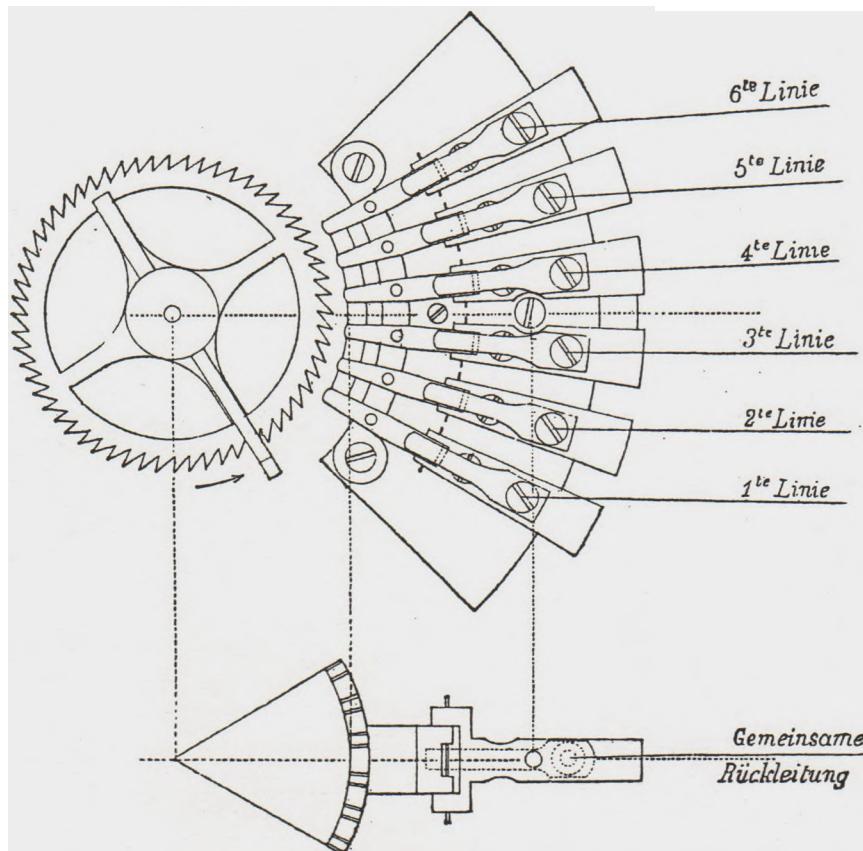


Fig. 10.

Wie wir später sehen, werden aus praktischen Rücksichten in eine einzelne Linie nur 20 à 25 Zeitindicators eingeschaltet ; soll daher unsere elektrische Uhr mehr Indicators treiben, so ist man genöthigt, die Uhren in Gruppen zu theilen und den Strom auf einander folgend in die verschiedenen Gruppen zu senden. Zu diesem Zwecke befinden sich mehrere der oben erwähnten Contacte hinter einander und der am Steigrad befestigte Arm gleitet jede folgende Sekunde auf einen derselben und sendet den Strom in die betreffende Linie. Die Zeiger der verschiedenen Gruppen springen daher nicht gleichzeitig jede Minute, sondern jedes folgende System um eine Sekunde später als das vorhergehende, was indessen für die gewöhnlichen Zwecke nicht von Bedeutung und, wenn die Kenntniß der Zeit genauer gefordert wird, leicht zu erfahren ist.

Es ist einleuchtend, dass, sobald eine grössere Anzahl von Contacten, z. B. jede Minute, durch den am Steigrad angebrachten Arm bewerkstelligt werden soll, der Gang der Uhr darunter leiden muss. Einer durch ein Gewicht oder eine Feder getriebene Uhr wäre eine solche Funktion nicht zuzumuthen, da offenbar dadurch ihr Gang so beeinträchtigt würde, dass die Zeitangabe nur eine angenäherte sein könnte. Für die elektrische Uhr hingegen existirt dieser Uebelstand, nicht, da durch den vermehrten Widerstand, den sie zu überwinden hat, einzig die vom Elektromagnet zu ertheilenden Impulse häufiger werden, ihr Gang aber nur in untergeordneter Weise dadurch beeinflusst wird.

Soll indessen die Zeit mit astronomischer Genauigkeit mitgetheilt werden, so sind dafür andere Einrichtungen zu treffen, die später beschrieben werden sollen.

## B. Der elektrische Regulator oder das elektromagnetische Pendel.

In dieser Uhr, welche mit astronomischer Genauigkeit gehen soll, ist das Uhrwerk vom Pendel getrennt. Das Pendel ist ein kompensirtes Sekundenpendel, welches durch passend angebrachte Contacte, jede Sekunde einen Strom in das Zeigerwerk sendet. Die bewegende

Kraft ist die Elektrizität, die in analoger Weise wie bei der oben beschriebenen Uhr das Pendel in Thätigkeit erhält. Ich beschränke mich auf diese wenigen Bemerkungen und füge bloss noch hinzu, dass Hipp gegenwärtig bedeutende mechanische Verbesserungen an denselben probirt, deren Résultat zur Stunde noch nicht definitiv festgesetzt ist und daher ich deren Beschreibung auf spätere Zeit verschieben muss.

## C. Die Normaluhr eines Systems elektrischer Zeitindicatoren.

Wir haben oben eine Einrichtung beschrieben, die geeignet ist, ein ganzes System elektrischer Zeitindicatoren zu bewegen. Indessen erwähnten wir schon dazumal, dass, wenn sich die Zeitübertragung mit astronomischer Genauigkeit machen soll, noch andere Vorrichtungen getroffen werden müssen. Im Folgenden soll eine Zusammenstellung beschrieben werden, die sich an den verschiedenen Orten, wo sie eingeführt ist, ganz ausgezeichnet bewahrt. Es ist in diesem Falle der Regulator für sich ganz selbstständig und löst bloss das Kontaktwerk aus und er kann daher entweder in einem gewöhnlichen astronomischen Regulator oder in einem elektrischen Regulator bestehen. Man hat aber aus später zu erörternden Gründen einen Regulator mit beständiger Kraft gewählt.

### a. Der Regulator mit Auslösung.

In Fig. 11 a und 11 b ist der Regulator, wie sie in grösseren Städten, so in Berlin, Mailand, Zurich, Genf, Neuenburg etc. angewandt werden, wiedergegeben. a ist das Steigrad und b der Anker. Die Axe des Steigrades tragt hinten das Getriebe c. Das Rad d greift einerseits in das Trieb c, anderseits in das Trieb e ein. Die Axe des Zahnrades d befindet sich auf einer Gabel, welche um die

Axe f drehbar ist. Die Gabel ist nach hinten mit einem Arme versehen, welcher an seinem Ende eine regulirbare Spitze g trâgt. "Wâhrend der Bewegung des Steigrades und des mit ihm festverbundenen Getriebes c sinkt das Zahnrad d und mit ihm die Gabel nach unten.

Die Spitze g geht daher continuirlich nach oben und stôsst schliesslich gegen den Winkelhebel h, der sich ein wenig dreht und infolge dessen den Doppelhebel i fallen lässt. Dieser Hebel kann aber vorlaufig nur einen ganz kurzen Weg beschreiben, da er vom untern Arme des Winkelhebels k eingehackt wird und dieser letztere selbst in diesem Momente mit dem âussersten Ende seines oberen Armes auf einen am Steigrad seitlich angebrachten Stift l sich legt. Die beiden Hebel h und k sind beinahe im Gleichgewicht, haben indessen ein ldeines Drehmoment in der Richtung des Zeigers einer Uhr. Bei der nun folgenden Weiterbewegung des Steigrades fällt der Hebel k von dem Stifte des Steigrades ab, der Hebel i hackt sich dadurch definitiv los und fällt nach unten. Es ist derselbe aber an seinem festen Ende mit einer halbkreisförmigen Scheibe s' versehen, die sich, sobald der Hebel fällt, dreht und dadurch den auf ihr liegenden Hebel m loslasst. Dieser um die Axe n drehbare Hebel ist mit einem zweiten Arme versehen, dessen Ende während des Fallens des oberen Theiles eine Bewegung in der Richtung des Pfeiles vollführt. Die Stange o folgt dieser Bewegung und dreht eine Welle um die Axe p. Auf dieser Welle sitzt ein Hebel x, welcher durch die Bewegung derselben einen Winkel beschreibt und zur gleichen Zeit die Stange q in der Richtung des Pfeiles bewegt. Es ist aber diese Stange q ein Theil eines Hebelsystems, das durch das Gegengewicht r (Fig. 12) im Gleichgewicht gehalten wird und vermittelst der Stange s (Fig. 13) das Centrifugalpendel, resp. Windflügel eines durch Gewicht betriebenen Râderwerkes auslöst. Auf der Welle p sitzt ein zweiter Arm y, der sich zugleich mit ihr bewegt und in die Trommel o hineinfällt.

Wâhrend der Bewegung dieses Râderwerkes, welches ungefähr nach 10 Sekunden wieder eingehackt und angehalten wird, geht der Minutenzeiger des an demselben angebrachten ZilTerblattes um eine Minute vorwârts und zur gleichen Zeit bewegt sich durch eine einfache Râderübersetzung der Stundenzeiger um den aliquoten Theil

auf dem Zifferblatte vorwärts. In das Räderwerk greift vermittelst eines conischen Zahnrades die Welle  $t$  und treibt während einer Bewegung des Räderwerkes die Trommel des Commutators und die mit ihr fest verbundene Welle  $u$  um eine balbe Umdrehung vorwärts. Wie aber aus Grund- und Aufriss des Regulators ersichtlich ist, trägt diese Welle  $u$  an dem Ende, mit welchem sie den Regulator erreicht, eine liohle Trommel  $v$ , deren freier Rand zwei schiefe Ebenen bildet, von denen jede eine Länge gleich einem halben Umfang hat.

Wie schon früher erwähnt, trägt die Welle  $p$  zwei zu ihr rechtwinklig stehende Arme  $x$  und  $y$ , von denen der eine  $x$ , wie oben angegeben, bei der Drehung der Welle die Stange  $q$  in der Richtung des Pfeilers bewegt, der andere  $y$ , der vorn mit einer kleinen Rolle versehen ist, in die Trommel  $v$  einfällt. Es liegt die kleine Friktionsrolle also, wie die Auslösung stattgefunden hat, auf einer der beiden schiefen Ebenen auf, und während der nun eintretenden Drehung der Trommel  $v$  steigt die kleine Walze  $z$  die schiefe Ebene hinauf; der Arm  $y$  dreht die Welle  $p$  in ihre Anfangslage zurück oder um ein wenig über dieselbe hinaus ; die Stange  $o$  bewegt sich infolge dessen in der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung und hebt den Hebel  $m$  empor, dessen Hacken nun an der Scheibe  $S'$  des Hebels  $i$  vorbei kann, da sie noch gedreht ist. Während so der Hebel  $y$  seine Funktionen ausübt, wirkt aber zu gleicher Zeit die Welle  $u$  weiter vermittelst des auf ihr festen conischen Rades  $1$  auf das kleine Zahnrad  $2$ , das eine ganze Umdrehung vollführt und auf dessen Axe das schon oben erwähnte Getriebe  $e$  sitzt.

Es hat diese Welle nur zwei Funktionen:

Erstens stößt gegen das Ende der Bewegung der am Rade  $2$  senkrecht zu seiner Ebene angebrachte Stift  $3$  gegen den gebogenen Arm des Winkelhebels  $i$  und stößt diesen zurück ; sein anderer Arm hebt sich daher und hackt sich am Hebel  $h$  fest; die Scheibe  $S'$  dreht sich in ihre Anfangslage und lässt nun den Hebel  $m$ , welcher vorher schon bei ihr vorbeipassirt ist, nicht mehr zurück, und es fällt daher dieser letztere, sobald die Walze  $z$  die schiefe Ebene erstiegen und verlassen hat, auf die Scheibe  $s'$  auf und ist festgehackt. Es be-

finden sich also in diesem Momente alle Hebel in ihrer Anfangslage, und sind bereit, ihre Funktion von Neuem wieder zu beginnen.

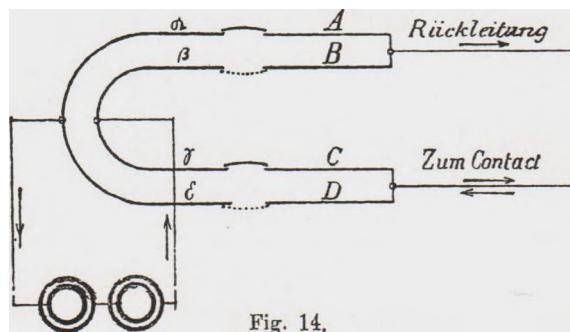
Zweitens hebt das Getriebe e während seiner Rotation das treibende Gewicht des Regulators, d. h. das Zahnrad d, in die Höhe, indem es dasselbe um das Getriebe c dreht und führt auf diese Weise seine Axe in die Anfangslage zurück.

Es werden also durch die halbe Rotation der Welle u nicht nur die Hebel in ihre Anfangslage gebracht, bereit, sofort wieder ihre Funktion zu beginnen, sondern es wird zu gleicher Zeit auch der Regulator wieder aufgezogen. Dasselbe Spiel wiederholt sich nun jede Minute, und zwar beginnt es genau im Momente, wo der Sekundenzeiger auf die 60. Sekunde springt; denn in diesem Augenblicke verlässt der am Steiggrad angebrachte Stift 1 den Hebel k.

### b. Der Commutator mit Kontaktvorrichtung.

In Fig. 12 haben wir eine Kontaktvorrichtung dargestellt, die bestimmt ist, 6 Linien zu betreiben..

Auf der schon oben erwähnten Trommel w sitzen 4 halbkreisförmige Scheiben A B C D auf, von denen je zwei A und C und B und D auf derselben Seite des Walzenumfangs liegen. Ferner sitzen auf der Trommel, auf ihrer übrigen Länge gleichmassig verteilt, aber je um einen entsprechenden Winkel gedreht, 6 Paare



Erhöhungen, die sich diametral gegenüber befinden und von welchen das erste Paar in Fig. 12 a dargestellt ist. Sowohl den halbkreisförmigen Scheiben, wie diesen Erhöhungen gegenüber befinden sich

Hebel, deren über der Walze befindliches Ende je mit einer Friktionsrolle und deren hinteres Ende mit Contakten versehen ist, welche gegen dort angebrachte Federnkontakte anliegen, sobald der vordere Theil des betreffenden Hebels auf eine der ibm entsprechenden Erhöhungen während der Bewegung der Walze trifft.

Betrachten wir zuerst die 4 Scheiben A B C D und die ihnen entsprechenden Federn  $a$   $y$   $<5$ . Die beiden Federn « und J und die beiden andern und  $y$  sind je gemeinschaftlich mit dem einen Pol einer Batterie verbunden. Von den über den Spulen befindlichen Hebeln werden aber zur gleichen Zeit entweder diejenigen über A und C oder über B und D gehoben und es kommen daher entweder A und  $a$  und zugleich C und / oder aber B und f1 und zugleich D und  $<5$  mit einander in Kontakt. Man ersieht leicht aus der schematischen Figur, dass alsdann der Strom jedesmal in entgegengesetzter Richtung zum Kontakt gesandt wird. Da die Walze jede Minute eine halbe Umdrehung macht, so findet bei jeder Bewegung der Walze eine Stromumkehr statt. Es bilden also die 4 Scheiben A B C D mit ihren Hebeln und correspondirenden Federn den Commutator.

Während jeder Bewegung der Walze gelangen successiv die Contakthebel der Linie mit ihren resp. Erhöhungen in Berührung. Der vordere Arm derselben steigt die schiefe Ebene hinan, um nachher wieder auf der zweckmässig gewählten Absteigungscurve durch die Spannfeder in seine frühere Lage zurückgeführt zu werden. Während dieser Bewegung des vordern Armes vollführt der hintere Theil des Hebels die umgekehrte Bewegung ; er geht zuerst successiv nach unten, verweilt dort einige Zeit, um nachher in zwei cadenzförmigen Bewegungen, welche durch die eigenthümliche Form der Erhuhung hervorgerufen werden, nach oben zu gehen und seine frühere Lage einzunehmen.

Es wird während dieser Bewegung des Contakthebels nicht nur der Strom in die betreffende Linie gesandt, sondern auch zu gleicher Zeit der bei der Stromunterbrechung entstehende Induktionsfunken vermieden, wie man sich leicht aus den folgenden schematischen Figuren überzeugen kann.

Das Ende G des hintern Armes des Contacthebels bewegt sich zwischen den beiden Contaktfedern H und I, welche durch dasselbe, während je einer Bewegung der Walze, aus ihrer Ruhelage gedrückt werden. Das Hebelende ist mit zwei Stiften versehen, von denen der obérē in einer Elfenbeinfläche, der untere in einem Platinstiftchen endigt. Die eine der beiden Federn steht mit der betreffenden Uhrenlinie in Verbindung, die andere mit der gemeinsamen Rückleitung. Zwischen beiden Federn befindet sich ein Metallstück K, das auf beiden Enden mit Platincontacten versehen ist, auf welchen die Federn, wenn sie nicht vom hintern Arm des Contacthebels ergriffen sind, aufliegen.

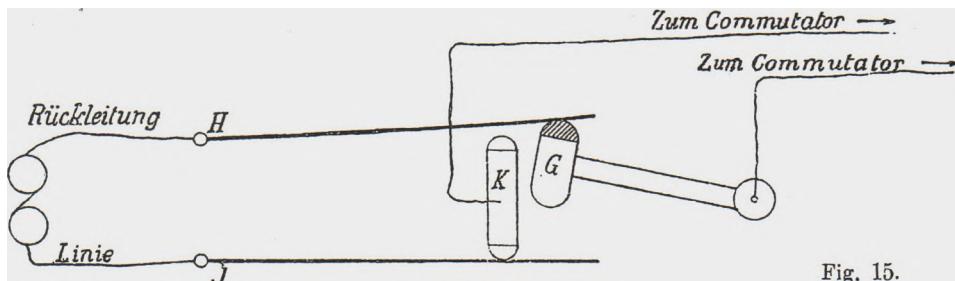


Fig. 15.

In der Ruhelage des Contacthebels drückt sein Ende G die Feder H nach oben, während die untere Feder am Contact K anliegt, wie es Fig. 15 zeigt.

Sobald aber sein vorderes Ende auf der schiefen Ebene seiner Erhöhung steigt, geht  $G$  nach unten, und die Verbindung ist alsdann schematisch in Fig. 16 dargestellt.

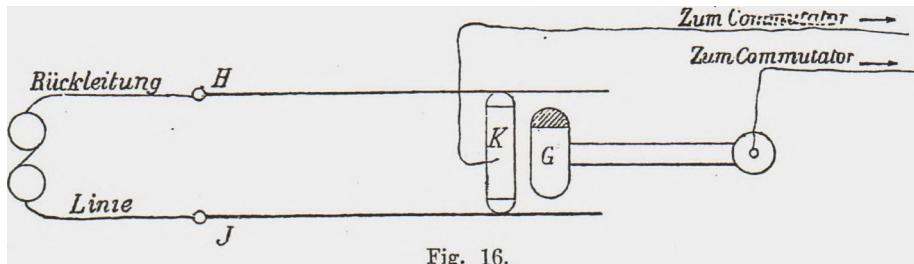


Fig. 16.

Steigt aber die Frictionsrolle immer weiter auf der schiefen Ebene empor, so sinkt  $G$  beständig nach unten, stößt gegen die Feder I,

welche sie sofort von K abhebt und stellt dadurch den Strom in der Linie lier. Es findet nämlich derselbe jetzt folgenden Stromkreis:

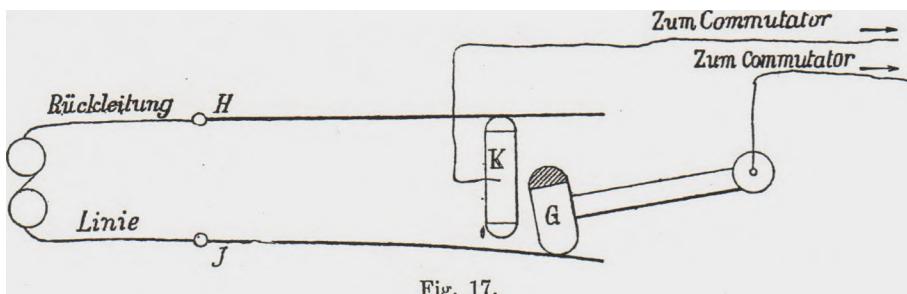


Fig. 17.

Vom Commutator nach G, in die Feder I, Linie, Rückleitung, durch die Feder H zum Kontaktvund vondiesem zum Commutator. Der Stromschluss findet einige Zeit statt, nämlich so lange als der Contakthebel auf dem obersten Theil der Erhöhung ruht. Bei der AWeiterbewegung der Walze geht die Frictionsrolle wieder von der Erhöhung nach unten ; es bewegt sich daher G wieder nach oben. Bevor aber die Feder I von dem Kontakt Gverlassen, d. h. der Strom unterbrochen wird, legt sich dieselbe an den Kontakt K an, und erst jetzt verlässt G die Feder I.

Der durch den Stromunterbruch entstandene Extrastrom in der Linie findet also sofort einen geschlossenen Stromkreis, und der Inductionsfunke ist daher, wie schon oben erwähnt, vermieden. Der Contakthebel G kehrt nun vollständig in seine Ruhelage zurück und liebt dadurch die Feder H wieder vom Kontakt K. Seit der Anwendung dieser neuesten Verbesserung zeigen nun die elektrischen Zeigerwerke einen ganz ausgezeichnet regelmässigen Gang, und die Batterie wird viel weniger rasch erschöpft als früher.

### c) Der Hilfsregulator und Kurbelcommutator.

Bei einer vollständigen Anlage liät man auch den Fall in's Auge zu fassen, dass in einer einzelnen Linie Störungen vorkommen können, während die andern vollständig in guter Ordnung sind ; oder auch der Hauptregulator aus irgend einer Ursache unregelmässig gelien kann und der Reinigung bedarf und dadurch ein Unterbruch in der Zeitmittheilung stattfände.

Um nun im ersten Falle rasch von der Uhr aus die betreffende Linie in Uebereinstimmung mit den andern Linien zu bringen, ist in der Nähe des Regulators eine Kontaktvorrichtung für die verschiedenen Linien angebracht. Sie ist in Fig. 18 dargestellt. M ist der Hebel eines gewöhnlichen von Hand zu bewegenden Commutators, dessen beide Arme « und «' entweder auf den Contakten f1 und y oder •/ und ü aufliegen oder auch gar keine der Contacte berühren. Durch die Bewegung dieses Hebels wird also die Richtung des Stromes geändert. Der Hebel N ist der Contakthebel, welcher auf die Contacte a b c d sich legen kann und dadurch den Strom in die betreffende Linie oder Linien senden kann. Um die Funktion dieses Hilfsapparates besser zu illustriren, wollen wir annehmen, die Zeigerwerke der zweiten Linie gehen um drei Minuten nach. Man stelle alsdann den Hebel N auf den mit der Linie zwei verbundenen Kontakt b und wechsle alsdann mit dem Commutatorhebel M drei Mal den Strom.

Im • zweiten Falle ist ein Hilfsregulator nothwendig, für den man zweckmassiger Weise die oben beschriebene elektrische Pendeluhr mit Kontaktvorrichtung verwendet.

Für gewöhnlich sind natürlich diese beiden Hilfsapparate weder mit der Saule noch mit der Linie verbunden. Es kann nun aber diese Verbindung auf eine höchst einfache Weise durch den am Kurbelcommutator angebrachten Stöpselapparat geschehen. Stecken die Stöpsel in den mit A bezeichneten Löchern, so sind Linien und Batterie mit dem Regulator in Verbindung; befinden sie sich in den Löchern B, so sind sie mit dem Hilfsregulator verbunden; und sind sie endlich in C, so stehen sie mit dem Kurbelcommutator in Verbindung, und es kann also in dem betreffenden Falle nur einer der drei Apparate wirken. Es ist daher der Beschreibung der Wirkung des Kurbelcommutators noch beizufügen, dass, sobald derselbe in Funktion treten soll, die Batteriestöpsel und die Stöpsel der respektiven Linien an den richtigen Ort placirt werden müssen.

Die Drahtverbindungen der Apparate sind übrigens in nebenstehender Tafel 2 wiedergegeben, auf welcher die vollständige Einrichtung für 4 Linien dargestellt ist.

## D. Die elektrischen Zeigerwerke.

### I. Der gewöhnliche elektrische Zeitindicator.

In nebenstehender Figur ist ein ganz einfaches Zeigerwerk abgebildet. Die weichen Eisenkerne  $m$  und  $m'$  des Elektromagnets be-

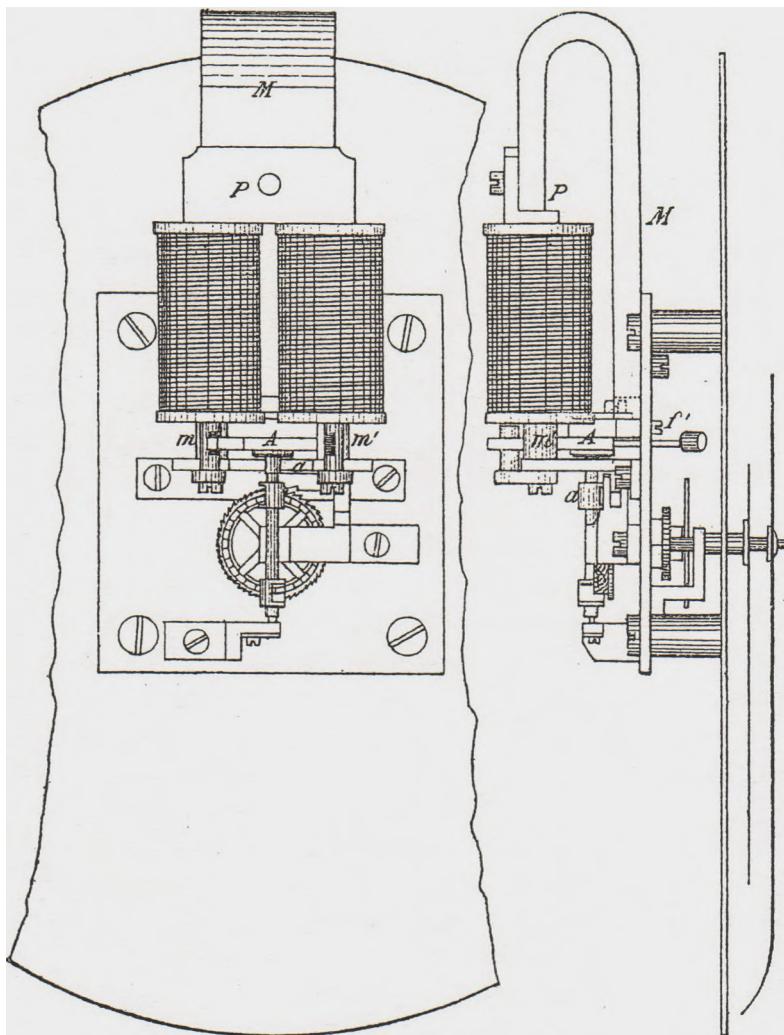


Fig. 19.

finden sich auf dem Pol P des permanenten Magnets M ; sie sind daher beständig durch Influenz magnetisch. In unmittelbarer Nähe des andern Pôles P des permanenten Magnets befindet sich der und eine vertikale Axe a zwischen den Polen des Elektromagnets drehbare Anker A aus weichem Eisen, der infolge dessen stets polarisirt ist, und zwar den beiden Polen des Elektromagnets entgegengesetzt, solange wenigstens kein Strom in den Spulen zirkulirt. Die Form des Ankers, welche nun erlaubt, selbst mit einem schwachem Strom einen grossen Weg desselben hervorzubringen und welche zugleich eine gleichförmige

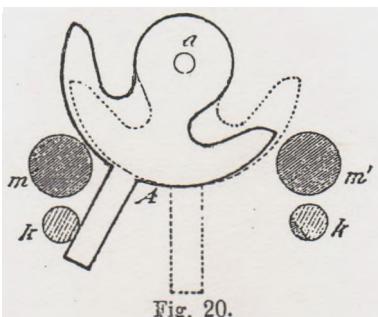


Fig. 20.

auf einem Arm verschiebbar ein Gewicht f, welches ihn im Gleic-

Bewegung desselben bewirkt, ist in Figur 20 wiedergegeben. Die punktierte Lage des Ankers lässt erkennen, dass seine äussere Begrenzung kein concentrischer Kreis sondern eine excentrische Kurve bildet, deren Radius in der Mitte am grossten und an den Enden am ldeinsten ist. Der Anker trägt ferner

Gewicht f, welches ihn im Gleic-

gewicht hält.

des elektrischen Indicators von Hipp ist ohne Frage dasjenige Organ, das der Form und der Wirkung nach am meisten von den andern abweicht und hauptsächlich zu dem regelmässigen Gange beiträgt; er wurde im Jahr 1863 in einigen Staaten patentirt. Die wesentlichen Vorzüge, welche diesen Anker zum Betriebe elektrischer Zeigerwerke geeignet machen, sind vor allen Dingen der grosse Weg, den derselbe bei jedem Stromdurchgange zurücklegt, welcher circa  $60^\circ$  beträgt. Dadurch wird bewirkt, dass Stösse, sowohl mechanischer als elektrischer Natur (schwache Inductionsströme oder geringe atmosphärische Ströme u. s. w.), keinen Einfluss haben, wenn sie nicht langere Zeit andauern.

In zweiter Linie ist durch die Form des Ankers die Möglichkeit gegeben, die Kraft, mit welcher der Anker in Bewegung gesetzt wird, in solcher Weise auf die verschiedenen Bewegungsphasen zu vertheilen, dass das durch die Kraft ausgeübte Drehungsmoment in

derselben Weise wächst oder abnimmt, wie das Moment des zu überwindenden Widerstandes. Im Anfange der Bewegung ist daher die bewegende Kraft am grössten, weil in dieser Phase der Bewegung das Trägheitsmoment des zu bewegenden Mechanismus überwunden werden muss.

In dritter Linie ist es durch diese Form des Ankers möglich geworden, einen sichern Gang mit bedeutend geringerer Stromstärke zu erzielen. Die Intensität des jetzt anzuwendenden Stromes verhält sich zur Intensität des Stromes bei der früheren Einrichtung um unter denselben Umständen denselben Zweck zu erreichen, wie 1 zu 2 ; es kann also mit derselben Stromquelle gegenwärtig die doppelte Anzahl Uhren im Gang erhalten werden, als früher.

Endlich ist noch hervorzuheben, dass dieser grosse Gang die Anwendung einer Schiebvorrichtung (Spindelgang mit sog. Klotzspindel) gestattet, welche sicher und leicht geht und dabei den Zeiger so feststellt, das ein Vorwärtschieben in der Ruhelage nicht möglich ist. Auch wird der Gang des Zeigers ruhig und es können viel grössere Zeiger getrieben werden, ohne einen Rückschlag des Zeigers befürchten zu müssen, was bei anderen Einrichtungen so oft vorkommt.

Es darf ohne- Weiteres angenommen werden, dass durch diese Ankerform und der dadurch erzielten Vortheile eine Hauptursache des bisherigen Misslingens der elektrischen Zeigerwerke weggefallen ist.

Auf den beiden Metallaufsätzen, die sich vor den Polen der Elektromagnete befinden, sind zwei kleine Kissen  $k$  von Sammet angebracht, damit der schwache Stoss des Ankers ganz sanft und geräuschlos erfolge.

Das Räderwerk des Indicators besteht einfach aus einem Steigrad mit doppelter, senkrecht zu einander stehender, Zahnung. In die eine Zahnung greift die Spindel ein, welche dasselbe bewegt, in den Zähnen der andern liegt ein kurzer leicht beweglicher Arm, der Sperrkegel, der ein Rückwärtsgehen des Steigrades unmöglich macht. Zwischen der Messingplatte, welche den elektromagnetischen Theil des Indicators trägt und dem Zifferblatt befindet sich die aus drei Zahnräder bestehende Uebersetzung des Minutenrades an den Stundenzeiger.

Jede Minute sendet der Regulator oder die Normaluhr einen Strom abwechselnd in entgegengesetzter Richtung durch die Spulen der Elektromagnete ; einer der beiden Kerne verliert seinen Magnetismus, den er durch Influenz besitzt und magnetisirt sich in entgegengesetztem Sinne. Der Magnetismus des andern wird verstört. Der dem ersten Pol anliegende magnetische Anker wird daher von demselben abgestossen, da sie jetzt gleichnamig polarisirt sind, hingegen von dem andern Pol angezogen. Es macht alsdann wie schon bemerkt, der Anker eine stetige Bewegung von einem Pol zum andern und schiebt dadurch das Steigrad um einen Zahn vorwrt.

Ein in die Uhrlinie gelangender Strom atmospharischer Electricitat kann keine bleibende Störung im Gange der Zeitindikatoren bewirken, denn hat er die Richtung, wie der vorhergegangene Batteriestrom, so wird er keine Bewegung hervorrufen. Hat er aber entgegengesetzte Richtung, so wird der Zeiger um eine Minute vorwrt springen, es findet aber der alsdann folgende Batteriestrom seine Arbeit bereits verrichtet und der Indikator zeigt wieder die richtige Zeit.

Die Wirkung des atmosphärischen Stromes besteht also im schlimmsten Falle in einem einzigen falschen Springen des Zeigers, die folgenden Minuten sind aber wieder richtig.

## 2. Zeigerwerke mit zwei Zifferblattern.

Für Uhren, die sich auf den Perrons der Bahnhöfe, in Strassen, in den Ggen grösserer Gebaude etc. befinden, ist es sehr oft wünschenswerth, dass dieselben mit zwei Zifferblattern versehen seien. Je nach der Lage wird man parallele Zifferblter oder solche, die etwas gegeneinander geneigt sind, wählen.

Im Folgenden beschreiben wir ein Zeigerwerk mit parallelen Zifferblattern und bemerken im iibrigen, dass die geneigten ganz auf dieselbe Weise construirt sind und bloss die beiden Arme m und n in einem entsprechenden Winkel stehen. Fig. 21. Diese Zeigerwerke bestehen im wesentlichen aus denselben Organen, wie die früher beschriebenen. Der Anker bewegt indessen hier nicht direkt das Steigrad, sondern übertragt seine Bewegung durch die ganz gleiche

Schiebvorrichtung, die wir oben besclirieben liaben, an die Axe a, deren obérés Ende mit einem conischen Getriebe c verseben ist. In das conische Rad c greifen die beiden Rader r und r', deren Axen

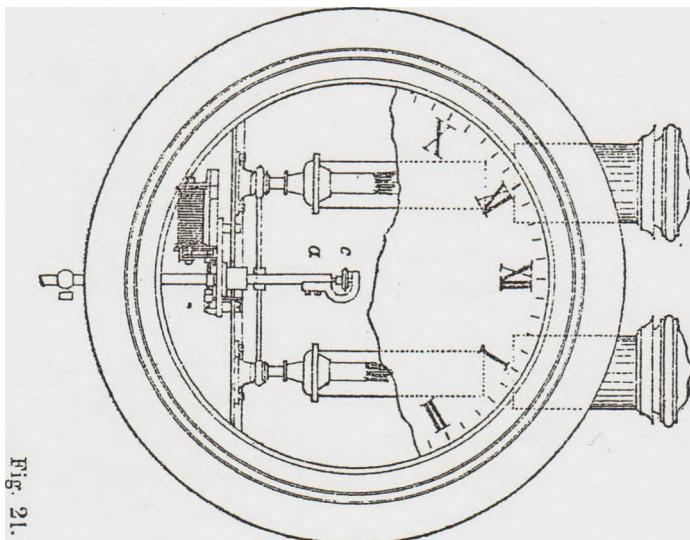
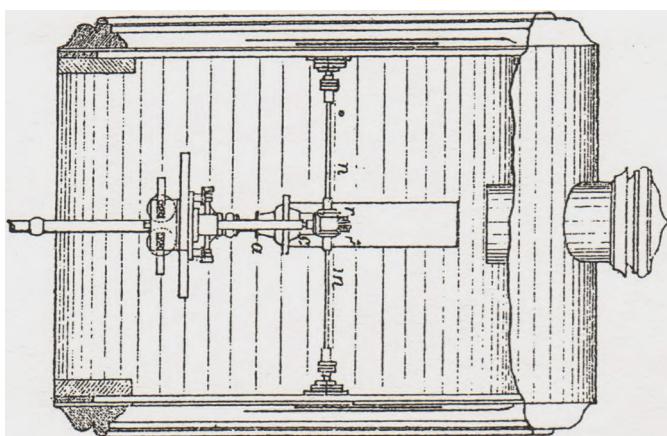


Fig. 21.



n und m alsdann direkt das betreffende Zeigerwerk bewegen. Es ist noch zu bemerken, dass der Anker sich in einer verticalen Ebene bewegt und dass der Einfluss der Schwere aber durch ein am Anker angebrachtes Gegengewicht eliminiert ist.

Bei Strassen- und Perronuhren ist es wichtig, dass dieselben auch Nachts gesehen werden können. Es sind zu diesem Zwecke im Innern, wie es die Zeichnung zeigt, entweder 1 oder 2 Gasflammen angebracht, so dass das aus einem Milchglas bestehende Zifferblatt auch Nachts auf grosse Distanzen sichtbar ist.

In einigen Fällen wendet man auch Zifferblätter aus Spiegelglas an, auf welchen die Ziffern mit weißer Farbe angebracht sind. Die Zeiger sind in diesem Falle ebenfalls weiß und durchscheinend. Bei Tage zeigen sich alsdann die Ziffern und Zeiger weiß auf schwarzem Hintergrund, und Nachts findet dasselbe statt, wenn man die Lampen so plaziert, dass sie von aussen nicht gesehen werden können, sondern ihr Licht durch Reflexion auf das Zifferblatt senden.

### 3. Elektrisches Zeigerwerk mit Gewichtsaufzug.

Soll ein Zeigerwerk sehr grosse Zeiger bekommen, z. B. ein Zifferblatt, das einen Durchmesser von mehr als 120 % hat, insbesondere wenn es nicht mit einer Glasscheibe bedeckt ist, so wäre es nicht ratsam, solche grosse Zeiger direct durch den elektrischen Strom zu bewegen, weil eine allzu starke Batterie nötig wäre. In diesem Falle bedient man sich eines Werkes, das durch ein Gewicht getrieben wird und z. B. alle 8 Tage aufgezogen werden muss. Der Electromagnet, mit einem ganz gleichen Anker versehen, wie der oben beschriebene, dient alsdann nur dazu, das Werk je alle Minuten auszulösen, und dadurch die Uhrzeiger um eine Minute vorrücken zu lassen. Es wird auf diese Weise möglich, mit einem und demselben Regulator jede Große von Zeigern, in Thurmuhren und dergleichen, in eben denselben regelmässigen Gang zu bringen, wie die kleinsten eingeschalteten Zeigerwerke.

In den Folgenden ist die elektrische Auslösung beschrieben, wie sie für Thurmuhren angewendet wird.

Auf der Axe b sitzt eine halbkreisförmige Scheibe a, auf welcher ein Arm der um die Axe c drehbaren Gabel aufliegt. Die Enden der beiden Gabelarme sind in Gelenken beweglich, wie aus der Fig. 22 ersichtlich ist. Der schwere Doppelhebel d liegt auf der Axe e auf, und sein hinterer Arm stützt den auf der Axe e lose aufsitzenden

Winkelhebel  $g$  in Punkt  $f$ . Auf dem oberen Arme des Winkelhebels  $g$  liegt der mit der Windflügelaxe fest verbundene Arm  $h$ , welcher die Bewegung hemmt.

Kommt also ein Strom in den Elektromagnet, so bewegt sich

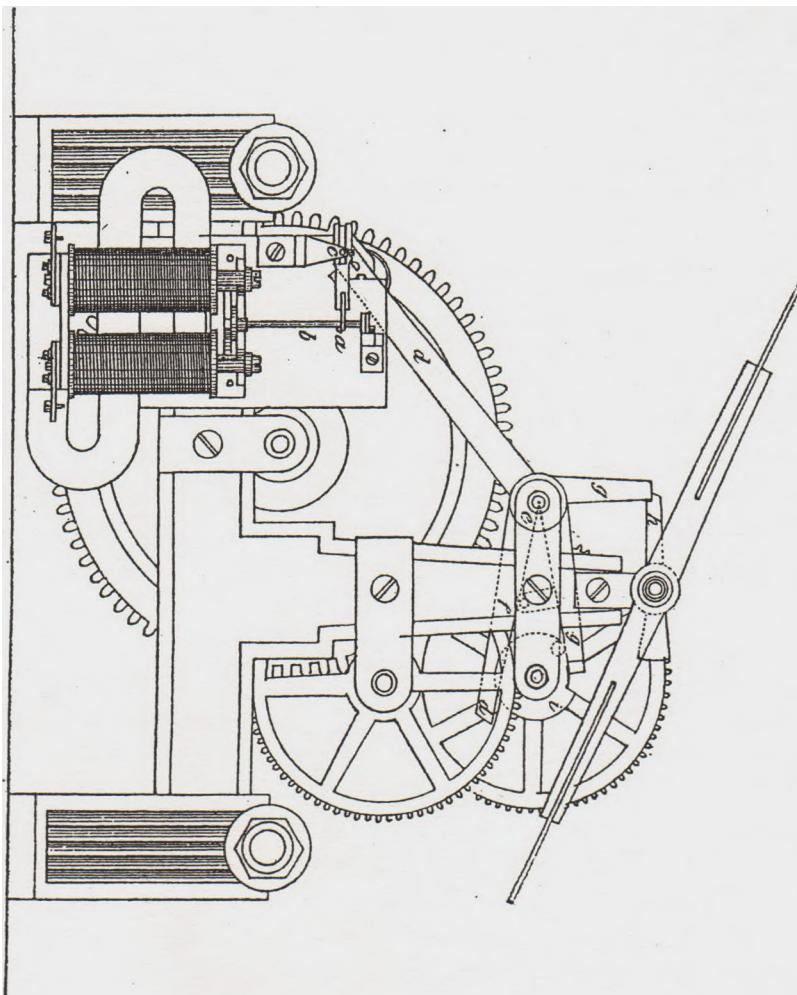


Fig. 22

der Anker wie in gewöhnlichen Uhren, von dem einen Pol zum andern. Die Axe  $b$  dreht sich. Die kleine Scheibe lässt den auf ihr ruhenden Arm fallen, zu gleicher Zeit verliert daher der Arm  $d$

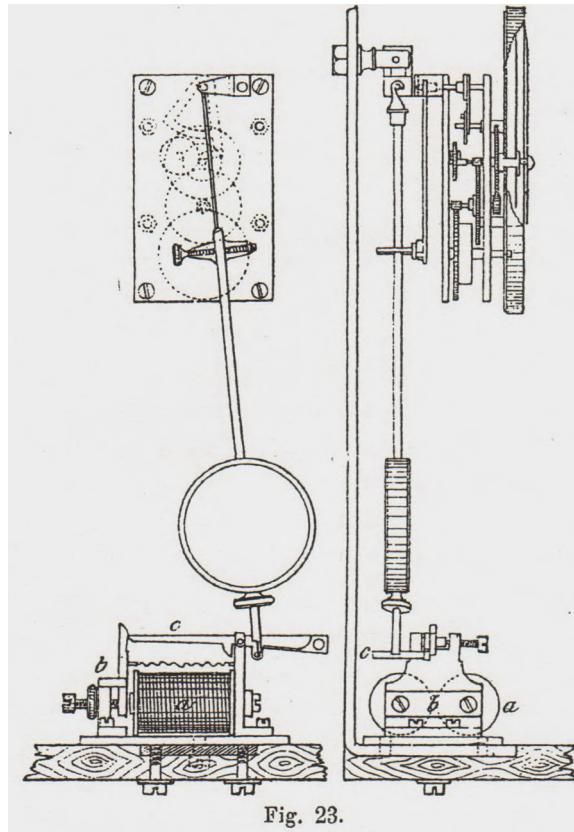
seinen Stützpunkt und fällt ebenfalls nach unten. Sein hinterer Theil stossst dann den Winkelhebel *g* nach oben, es dreht sich derselbe also und lasst den Windfang los. Das ganze Räderwerk setzt sich nun in Bewegung und das Zeigerwerk dreht sich um eine Minute vorwärts. Während der Bewegung aber macht die Scheibe *i* eine voile Umdrehung. Der Hebel *g* ist während der Hebelauslösung aus der in der Scheibe angebrachten Vertiefung herausgehoben worden und schleift nun auf der Périphérie derselben entlang. Auf der Scheibe befindet sich aber ein seitlicher, senkrechter Stift, der während der Bewegung derselben auf den Hebel *d* stossst, denselben abwärts drückt und dadurch das ganze Hebelsystem in seine ursprüngliche Lage bringt, mit dem einzigen Unterschied, dass nun der andere Arm der Gabel auf der halbkreisformigen Scheibe *a* aufliegt. Die beiden Enden der Gabel sind um verticale Axen drehbar, bei der Hinaufbewegung kann das vorher abgefallene Gabelende ungehindert an der Scheibe vorbei, das andere schleift an seinem conischen Rande hinauf, indem es sich nach aussen biegt; sobald es aber die Scheibe passirt hat, wird es durch eine Feder wieder nach innen getrieben, so dass es jetzt nicht mehr über die Scheibe hinuntergehen kann, so lange wenigstens dieselbe in dieser Lage bleibt. Erst bei einer neuen Drehung der Scheibe, d. h. des Ankers, kann die Gabel wieder nach unten fallen.

Nach der vollständigen Drehung der Scheibe *i* fällt der hintere Arm des Winkelhebels *g* von ihrer Périphérie in den Ausschnitt und es fängt dann sein anderer Arm den an der Windfangaxe befestigten Hebel auf, und das ganze Räderwerk ist in Ruhe, bis eine neue Stromemission, in umgekehrter Richtung, dasselbe Spiel wiederholen lässt.

Es ist selbstverständlich, dass mit dieser Uhr ein Schlagwerk in Verbindung sein kann, wie es bereits an mehreren Orten der Fall ist. Wahrscheinlich das grösste Zeigerwerk Europa's, die Thurmuhru zu St. Peter in Zürich, wird auf oben beschriebené Weise bewegt. Die Zeiger wiegen zusammen ca. 14 Zentner und haben eine Länge von 28 Schweizerfuss. Trotzdem ist diese Uhr auf gewohnliche Weise in eine der städtischen Uhrenlinien eingeschaltet und geht ebenso regelmässig wie die kleinen eingeschalteten Zeigerwerke.

#### 4. Die elektrische Coincidenz-Uhr.

Sollen blos in grösseren Zeitintervallen, z. B. taglich, Zeitsignale gegeben werden, so bedient man sich mit Vortheil der unten beschriebenen Coincidenzuhren.



Ein einfaches Exemplar ist in nebenstehender Figur wiedergegeben. Sobald der Elektromagnet a seinen Anker b anzieht, lässt der an ihm festverbundene Hacken den Hebel c los. Dieser dreht sich infolge seiner Schwere und hackt das auf seiner durchschnittenen Axe sitzende Pendel los, welches dann zu schwingen anfängt.

Je nach dem Zwecke der Coincidenzuhru macht das Pendel während einer Minute 60 oder 61 ganze Schwingungen.

Erstere Einrichtung hat den Vortheil, gegenüber einem blosen Signal, dass eine Zeitvergleichung auch dann noch gemacht werden kann, wenn man selbst die Ankunft des Stromes verpasst batte, und ferner erlaubt diese Errichtung eine mehrmalige Vergleichung, da die Uhr nach der Auslösung noch eine geraume Zeit fortgeht.

Die zweite Einrichtung ist vorzuziehen, wenn man z. B. einen Regulator nach dem Signal ■ der astronomischen Uhr vergleichen will. In diesem Falle handelt es sich stets um eine Schätzung kleinerer Bruchtheile einer Sekunde, die man durch gewöhnliche Vergleichung nur ungenau bekommen würde. Es bildet nämlich in diesem Falle das Pendel der Coincidenzuhr mit dem Pendel des zu vergleichenden Regulators einen Vernier, welcher sodann den 61. Theil einer Sekunde noch zu beobachten erlaubt. Vergehen z. B. 20 Schwingungen der Coincidenzuhr bis zu dem Augenblicke, wo seine Schwingungen mit denjenigen des Regulators übereinstimmen, so entspricht dieses einem Zeitunterschied der beiden von  $20/61$  einer Sekunde. Durch vorausberechnete Reduktionstabellen ist dieser Bruch sofort in Hundertstel umgewandelt.

Am Regulatorpendel angebrachte Hülfspendel, die man beliebig lange Zeit mit demselben in Verbindung lassen kann, erlauben diesen Gangunterschied zu korrigieren.

In speziellen Fällen kann die Coincidenzuhr mit einem gewöhnlichen elektrischen Zeitindikator verbunden sein und alsdann jede beliebige Minute in Thatigkeit gesetzt werden, was besonders für Uhrmacherateliers von grossem Werth ist.

## E. Einschaltung der elektrischen Zeigerwerke.

Sobald es sich darum handelt, eine grossere Anzahl von Zeigerwerken durch eine einzige und nicht zu grosse Batterie zu treiben, ist man geneigt, dieselben neben einander einzuschalten, damit der Widerstand nicht zu bedeutend werde. Man hat es für zweckmäßig erachtet, in einer einzelnen Linie nie mehr als 20 à 25 Uhren anzubringen. Wollte man aber die Uhren auf gewöhnliche Weise neben einander einschalten, so würde auf die letzte Abzweigung nur noch ein Minimum vom Strom gelangen. Man schaltet daher in jeder Abzweigung einen solchen Widerstand ein, dass sämtliche Abzweigungen von Stromen gleicher Intensität durchflossen werden. Eine einfache Berechnung gibt leicht die in jeder Abzweigung einzuschaltenden Widerstände. Man sieht sofort ein, dass die einzuschal-

tenden Widerstände von dem Widerstände der Uhren unabhängig, und nur abhängig sind von den Widerständen der zwischen den einzelnen Abzweigungen befindlichen Linien, da man als Rückleitung für kleinere Distanzen (Städte etc.), die Gasleitung benutzt oder für grossere Distanzen die Erde, so kann man diesen Widerstand, weil für jede Abzweigung derselbe, ausser Betracht lassen.

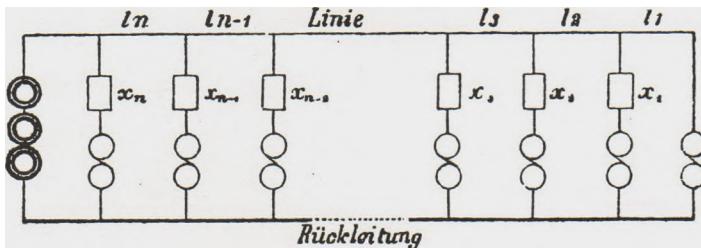


Fig. 24.

Bezeichnet man alsdann mit  $l_j$   $l_2, l_3, \dots, l_n$  die Linienwiderstände zwischen den einzelnen Abzweigungen vom Ende angefangen; ferner mit  $x_2, x_3, \dots, x_n$  die in den resp. Ableitungen einzuschaltenden Widerstände, so erhält man den in irgend einer Abzweigung, z. B. der  $m$ ten, vom Ende an gerechnet, einzuschaltenden Widerstand nach der Formel:

$$x_m = m^2 m' + C^m - 1$$

oder wenn man ihn ganz unabhängig von den andern berechnen will:

$$x_m = m^2 m' + C^m - 1 = 1 + \dots + 3 + 2l_2 + l_3$$

Vermittelst dieser leicht im Gedächtniss zu behaltenden Formel hat man sofort die einzuschaltenden Widerstände für eine ganze Reihe von Abzweigungen berechnet, indem man  $m$  successiv alle Werthe von 1 bis  $n$  gibt.

Als praktisches Beispiel wähle ich die Linie, durch welche das Zeitsignal täglich von der Sternwarte in Neuchâtel in die hauptsächlichsten Uhrenfabrikationscentren, resp. in dort aufgestellte Coincidenzuhren, und nach Bern gesendet wird. Jede Uhr der Leitung wird nach diesen Dispositionen durch einen Strom von gleicher Intensität durchlaufen. Wenn der in einer Abzweigung einzuschaltende Widerstand grosser oder ebenso gross ist als derjenige einer Uhr, so kann

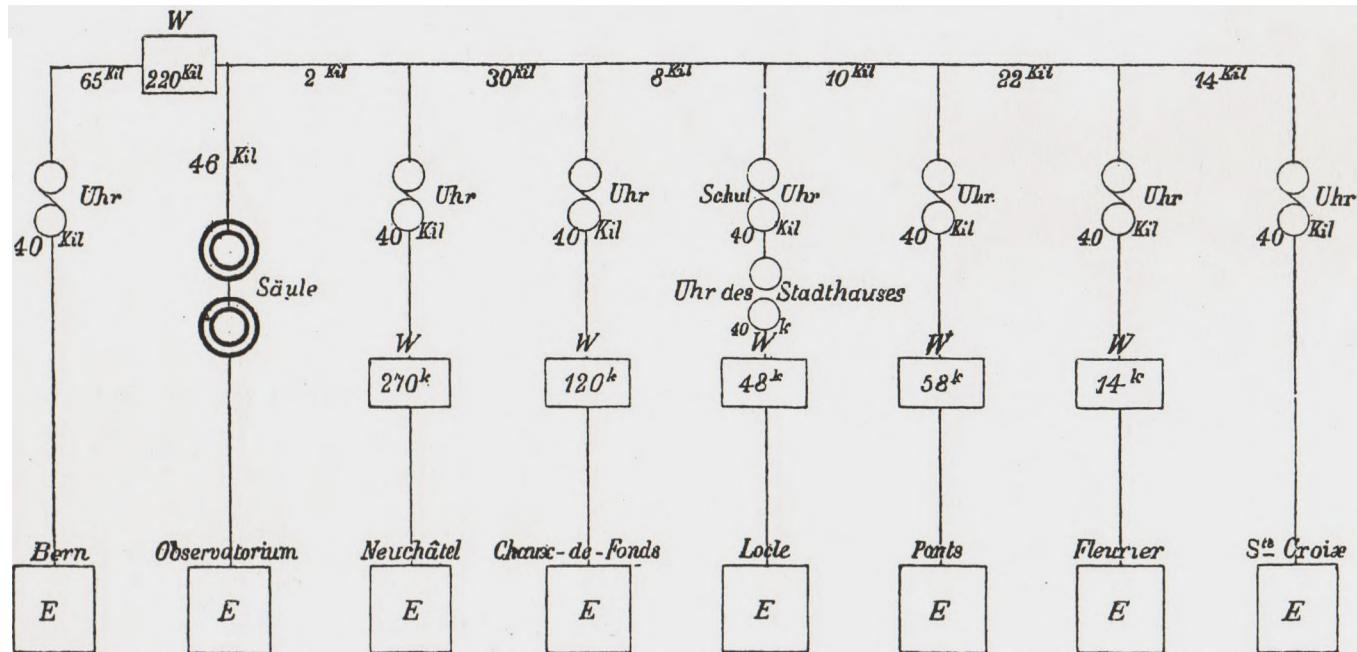
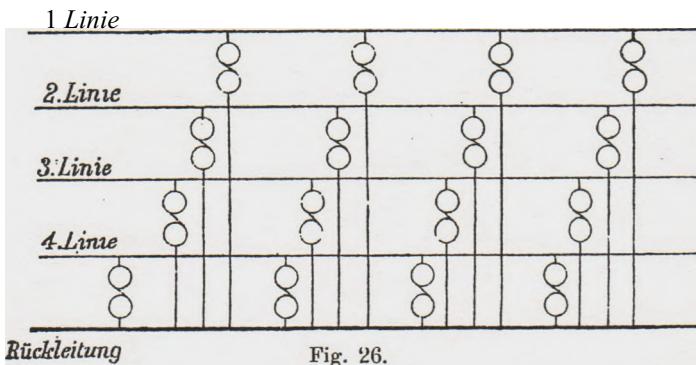


Fig. 25.

man mit Vortheil anstatt des Widerstandes noch eine oder mehrere Uhren in derselben anbringen, wie in obigem Beispiel es in Locle geschehen ist. Die Widerstände in obigem Beispiel sind in Kilometern des schweizerischen Telegraphendrahtes angegeben (Eisendraht von 3 " <sup>1</sup> i) ich füge bei, dass 1 Kilometer dieses Drahtes einem Widerstande von 17,77 Quecksilbereinheiten entspricht.

Diese Art der Einschaltung der Indicatoren genügt, wenn, wie schon erwähnt, deren höchstens 25 von den Regulatoren zu treiben sind. Wenn indessen, wie diess in grössern Starken der Fall ist, hundert und mehr durch denselben Batteriestrom bewegt werden müssen, könnte diess nur bei Anwendung einer sehr starken und daher kostspieligen Batterie geschehen. Man theilt daher in diesem Falle die Zeigerwerke in Gruppen von 20 à 25 ; schaltet dieselben, wie oben erwähnt, je in eine Linie und schickt dann nacheinander den Strom in die erste Linie, dann in die zweite etc. Es ist zu



diesem Zwecke, wie friher erläutert, die Contactvorrichtung vervielfältigt ; in jeder folgenden Sekunde ist der Contact mit der folgenden Linie hergestellt.

Die allgemeine Anordnung ist aus folgendem Schéma ersichtlich ; es ist nur noch hinzufügen, dass die für alle Linien gemeinsame Riickleitung entweder ein dicker Draht oder die Gasleitung oder die Erde ist. Welche von den drei Arten der Riickleitung gewählt wird, hängt natirlich von den Kosten, die sie in jedem speciellen Falle verursachen, ab.

Es ist selbstverständlich, dass bei längern Leitungen, die sich in freier Luft befinden, vor den Uhren Blitzplatten eingeschaltet werden. Ueber dieselben habe ich weiter nichts beizufügen ; es sind dieselben Apparate, die man in der Télégraphié verwendet und in allen Lehrbüchern der Physik beschrieben sind.

## F. Die Batterie.

Die Batterie als motorische Kraft bedarf einer besondern Beachtung. Die mannigfachsten Erfahrungen haben gezeigt, dass die Zinkkohlenbatterien in grossen Dimensionen sich am besten zum Betrieb eines Netzes elektrischer Indicatoren eignen. Der Strom ist ziemlich stark und lange constant, wenn er nur in Intervallen für kurze Zeit geschlossen wird, wie es beim Betrieb elektrischer Uhren der Fall ist.

Als beste Füllung werden empfohlen :

3 Theile Salmiak,

1 Theil Kochsalz,

20 Theile Wasser.

Da diese Mischung grosse Kälte erzeugt, so muss dieselbe in hölzernen Gefässen vorgenommen werden, und erst dann wird die Flüssigkeit in die Elemente gegossen.

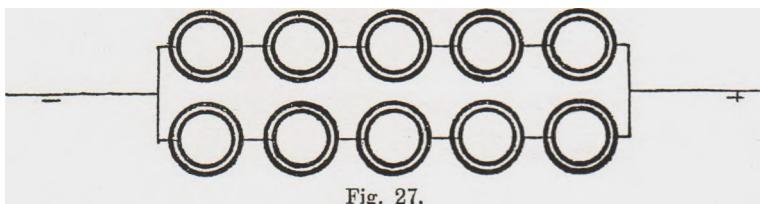


Fig. 27.

Eine gesättigte Auflösung von Chlorzink, ebenso von Kochsalz, letztere etwas weniger günstig, sollen ebenfalls denselben Zweck erfüllen.

Ziemlich häufig findet man die Meidinger Batterie angewendet, die sich durch ihre Constanz auszeichnet. Als Füllung benützt man am Besten eine ziemlich concentrirte Auflösung von Bittersalz (schwefel-

saure Magnesia) in Wasser. In neuerer Zeit scheinen auch die verbesserten Leclanché Elemente für den Betrieb elektrischer Uhren eine Rolle spielen zu sollen.

Es ist von grösster Wichtigkeit, dass die Batterie ganz sicher ihre Wirkung ausübe ; es kann aber das Zerspringen eines Glases etc. vollständige Störung liefern führen. Um diess zu vermeiden, schaltet man zwei Batterien nebeneinander ein, wie es in Fig. 27 dargestellt ist, von denen jede für sich das System zu treiben vermag. Wird dann eine der beiden Batterien unthätig, so übt die andere die Funktion aus.

## G. Schlussbemerkung.

Wir haben exclusive die Hipp'schen electrischen Uhren und Zeitindicatoren behandelt; es schien dies angezeigt, da der Zweck der vorliegenden Arbeit nicht eine historische Darlegung der bis jetzt vorgeschlagenen und theilweise auch ausgeführten Système electrischer Uhren und Zeitindicatoren ist, sondern vielmehr eine für den Techniker und Physiker angelegte Beschreibung einer wirklich brauchbaren Erfindung auf diesem Gebiet. Es geht der praktische Werth dieses Systems aus folgenden Mittheilungen hervor, die mir gütigst aus dem Bureau der Telegraphenfabrik in Neuenburg übermittelt worden sind. (Siehe beiliegendes Tableau.)

„Die Zahl der Uhren, die für Privathauser, Hôtels, Kranken-, „hauser, Verwaltungsgebäude etc. bis jetzt geliefert wurden, beträgt „mehr als das Vierfache der in obigem Verzeichniss angeführten Zahl.

„Der Beweis für die befriedigenden Leistungen unserer electrischen Uhren liegt in der grossen und stets wachsenden Zahl von „Städten, Eisenbahn- und Postverwaltungen etc., welche dieselben eingeführt und in den Zeugnissen, welche diese verschiedenen Administratoren über den regelmässigen und sichern Gang derselben ausgestellt haben.

„Eine Thatsache verdient besonders hervorgehoben zu werden, „nämlich, dass mehrere Verwaltungen nach Einführung der ersten „electrischen Uhren, deren Anzahl vermehrt haben und das Uhrennetz je nach Bedürfniss ausdehnen.“

# A r e r zeichniss

## der in verschiedenen Städten aufgestellten electrischen Uhren.

### System Hipp.

Städte.		Datum der Aufstellung der ersten Uhren.	Regulator.	Zahl der Uhren.	Nach> fragliche Bestel- lungen.	ta h	Durchmesser der grossten Zifferblatter.	Art der Regnlatoren.
Basol	Stadt	1872	1	22	26	48	90	Coiitimeter.
Berlin	Lchrtor-Bahnhof	1874	1	8	—	8	172	Mit Gewicht, nebst- Commutator.
Berlin	Berlin-Stettiner-Eiscnbahn	1876	1	7	—	7	80	
Bellagio	Grand Ilotol	1873	1	15	—	15	80	Durch die Elektrizität getrieben.
Biel	Stadt	1876	1	8	—	8	60	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Bochum	Stadt	1876	1	11	—	11	75	
Buda-Pest	Tolegraphcnbureau	1873	1	39	—	39	123	Durch die Elektrizität getrieben.
Bukarest	A. Engels	1875	1	13	—	13	50	
Cüln	Balinhof	1871	1	6	—	6	90	
Chemnitz	Balinhof	1872	1	6	—	6	40	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Constanz	Bad- Hôtel	1875	1	12.	—	12	32	Durch die Elektrizität getrieben.
Genf	Stadt	1862	1	15	16	31	186	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Ilaag	Balinhof	1872	1	8	20	28	40	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Heilbronn	Balinhof	1874	1	16	—	16	175	Durch die Elektrizität getrieben.
Heilbronn	lConigl, Postbau-V erwaltung	1876	—	5	—	5	50	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Königsbcrg	Stadt	1869	1	4	—	4	60	Durch die Elektrizität getrieben.
Königsbcrg	Borse	1875	1	3	—	3	60	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Lichtenstcig	Bank	1873	1	5	—	5	60	
Lima	Gobrüder Roggero & Cio.	1876	1	5	—	5	33	
Lin z	Stadt	1876	1	3	—	3	60	
Madrid	M. Ilofler	1875	4	27	—	27	26	
Magdeburg	Potsdamer-Bahnhof	1874	1	17	—	17	180	Mit Gewicht., nebst Commutator.

Magdeburg	Leipz.igor-Bahnhof	1875	—	12	—	12	140	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Mailand	Stadtrath	1875	1	18	9	27	60	n n u n
Mannheim	Badische Stantsbahncn	1876	1	3	—	3	90	Durch die Elektrizität getrieben.
Nouenburg	Stadt	1864	1	16	20	36	120	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Odessa	Hôtel Europa	1873	1	6	—	6	40	Durch die Elektrizität getrieben.
Paris	Mcnior	1875	1	13	—	13	110	n n n n
Philadelphia	G. W. Russell	1876	1	8	—	8	55	Mit Gewicht, nebst. Commutator.
Plauen	Bahnhof	■ 1875	2	6	—	6	100	Durch die Elektrizität getrieben.
Ragatz	Hôtel Quollenhof	1869	1	9	—	9	40	TJ n n n
Schinznach	Bail Schinznach	1868	1	14	15	29	90	
Stuttgart	Bahnhof	1867	1	30	8	38	120	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Stuttgart	Postgebiudo	1872	—	14	—	14	60	nun n
Stuttgart	Künigl. Roalanstalt.	1876	1	6	—	6	26	Durch die Elektrizität getrieben.
Wion	Tolographenbureau	1873	1	30	—	30	123	nun n
Windisch	Spinnerci Kunz	1876	1	15	—	15	33	nun n
Winterthur	Stadt	1869	1	52	—	52	60	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Winterthur	Bank	1869	1	15	8	23	100	Durch dio Elektrizität getrieben.
Zug	Rathhaus	1875	1	10	—	10	35	nun n
Zttrich	Stadt	1865	1	55	35	90	60	Mit Gewicht, nebst Commutator.

P. S. Fcmcr wurden scithcr in den Stüdtcn Mailand, Zurich, Winterthur, Basel, Genf, Nouenburg u. s. w. den sebon bestehendon eine noeue Anzahl Zeigorwerko beigeftigt.

Wir haben vorstehendem Verzeichniss blos noch hinzuzufügen, dass der die Zeigerwerko treibende Regulator entweder in einer gewöhnlichen elektrischen Halbsckundenpendeluhr (in unscrm Verzeichniss „Durch die Elcktrizitat getrieben“ bezeichnet) oder in einer vollstiindigen Normaluhr eines Systems elektrischer Zeit-indicatoren besteht (in vorstehendem Verzeichniss durch „Mit Gewicht nebst Commutator“ angedeutet).

# Inhaltsverzeichniss.

Einleitung:	Seite.
a. Die elechischen Zeigerwerke .....	1
b. Die electrischen Uhren .....	5
Vergleichende Bemerkungen .....	7
A. Die electrische Uhr von Hipp.	
I.            Die electrische Pendeluhr .....	11
1. Das electrische Pendel .....	11
2. Die Contacteinrichtung .....	13
3. Das Zeigerwerk ... .....	16
4. Die Contactvorrichtung mit Commutator .....	17
B. Der electrische R egulator oder das eléetro-magnétische Pendel	21
C. Die Normaluhr eines Systèmes ele ctrischer Zei tin di- catoren: .....	22
a. Der Regulator mit Auslösung .....	22
b. Der Commutator mit Contactvorrichtung .....	25
c. Der Hülfssregulator und Kurbelcommutator .....	28
D. Die electrischen Zeigerwerke.	
1. Der gewöhnliche electrische Zeitindicator.....	30
2. Zeigerwerke mit zwei Zifferblättern.....	33
3. Electrisches Zeigerwerk mit Gewichtsaufzug.....	35
4. Die electrische Coïncidenz-Uhr.....	38
E. Einschaltung der electrischen Zeigerwerke .....	39
F. Die Batterie .....	43
C. Schlussbemerkung.....	45

