

gebracht werden können. Es bleibt also immer ein jährlicher Zuschuss von 8000—10000 Mk. zu beschaffen.

Will man sich auf die Monteurschule beschränken, so wird man allerdings mit einem Fünftel der oben genannten Summe auskommen können. Der jährliche Zuschuss vermindert sich aber nicht, dürfte sogar noch höher ausfallen, da die Schulgelder in diesem Falle nicht sehr ins Gewicht fallen und unter 12000—15000 Mk. die Unterhaltung genügender

persönlicher und sachlicher Lehrmittel kaum zu erzielen sein wird.

Man kann sich allerdings für diese begrenzte Aufgabe der Schule mit kleineren Mitteln einrichten, und wenn günstige Umstände zusammentreffen, nicht nur ausreichende Erfolge erzielen, sondern auch mit der Zeit die Schule erweitern. Sich selbst ernähren kann die Schule aber auf keinen Fall, sie wird allezeit auf Unterstützung seitens der Interessenten angewiesen bleiben.



ÜBER EIN VERFAHREN ZUR ELEKTROCHEMISCHEN AUFZEICHNUNG DER WECHSELSTROMVORGÄNGE.

Das schon früher angewendete Verfahren, die Vorgänge in Wechselstromkreisen dadurch wahrnehmbar zu machen, dass man den Wechselstrom auf passend präpariertes Papier wirken lässt und so für die einen Halbwellen farbige Striche wie im Kopiertelegraphen erzielt, ist neuerdings von Prof. Janet verbessert worden und hat, wie es scheint, unter seiner Hand gute Ergebnisse gehabt. Prof. Janet hat der Société Internationale des Électriciens einen Vortrag über seine Versuche gehalten, der im folgenden nach L'Éclairage Électrique auszugsweise wiedergegeben werden soll.

Das Prinzip seiner Methode ist mit wenigen Worten dargelegt. Es seien M und N (Fig. 1) zwei Punkte, zwischen denen eine Wechselspannung herrsche. Auf die umlaufende Trommel E eines Registrierapparates wird ein Papier gelegt, das mit einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz und salpetersaurem Ammoniak (gleiche Teile gesättigter Lösung beider Salze und dazu 6 Teile Wasser) getränkt ist. Die Oberfläche des Papiers berührt leicht ein Stift S aus Eisen oder Stahl (die etwas abgestumpfte Spitze einer Stricknadel), welcher mit dem Punkte M verbunden wird, während N durch einen Schleifkontakt mit der Achse der Trommel und also mit dieser und dem Papier in leitende Verbindung gebracht ist. Läuft nun die Trommel schnell um (wobei wir uns, was Prof. Janet nicht ausdrücklich angibt, denken können, dass auch noch eine axiale Verschiebung entsteht), so wird die positive Halbwelle des Stromes, sobald sie mit ihrer Spannung über die erforderliche Zersetzungsspannung gestiegen

ist, einen blauen Strich auf dem Papier ziehen, dessen Mitte dem Maximum der Welle entspricht, wenn wir die Kongruenz der beiden Äste der Welle voraussetzen. Man erhält demnach eine fortlaufende Reihe von Strichen, die durch weisse Zwischenräume getrennt sind, welche die einzelnen Wellen bezeichnen. Man erkennt nun sofort, dass man die zeitliche Lage der Wellen leicht bestimmen kann, wenn man durch eine Zusatzvorrichtung auch noch die Sekunden auf dem Papier markieren lässt und

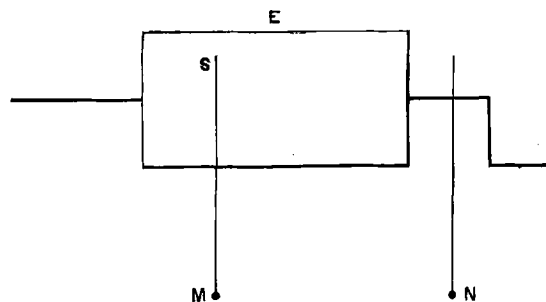


Fig. 1.

dass weiter auch das Verhältnis zweier Ströme zu einander in dieser Weise graphisch bestimmt werden kann.

Damit die Stromschrift deutlich und klar wird, ist es erforderlich, dass man ein starkes Papier anwendet, welches man einige Stunden in der Salzlösung belässt. Für den Gebrauch legt man es glatt auf die Trommel, so dass es weder Falten noch Luftblasen bildet, und nimmt rasch mit einer Löschrolle, wie sie vielfach als Tintenlöcher benutzt werden, den Überschuss an Feuchtigkeit von dem Papier ab. Die Fläche des Papiers muss

dann matt erscheinen, ohne dass das letztere zu trocken sein darf. Die Stromschrift muss dann sofort aufgenommen werden, worauf dann das Papier gewaschen und getrocknet wird.

Als Träger des oder, da ihrer mehrere in Anwendung kommen können, der Schreibstifte dient ein Halter von folgender Gestalt. Auf einem Ebonitklotz AB sind eine Anzahl Metallröhrchen m, m, m befestigt, die sich um die Achsen o drehen können. In diese Röhrchen, die entsprechend mit den Klemmen P, P, P verbunden sind, steckt man die Schreibstifte — Stricknadeln —, welche durch Reibung darin festgehalten werden. Der Ebonitklotz sitzt mit einer centralen Bohrung auf einer Messingstange CD und kann sich leicht um dieselbe drehen. Eine Spiralfeder R , welche Klotz und

in die gewünschte gleichmässige Umlaufgeschwindigkeit kommt, man also erst eine Anzahl Umgänge abzuwarten hat, bis man zur Aufnahme schreitet, dann aber für nur einen Umgang die Niederschrift haben will. Auf die Konstruktion einer solchen selbstthätigen Schaltvorrichtung brauchen wir hier wohl nicht einzugehen, da sich die Aufgabe auf mehreren und im übrigen einfachen Wegen lösen lässt.]

Wir wollen nun im weiteren die Verwendung des Apparates für die Bestimmung dreier Wechselstromgrössen betrachten, nämlich

der Wechselzahl,

der Phasenverschiebung und

der Form der Stromwelle in Bezug auf die Zeitachse.

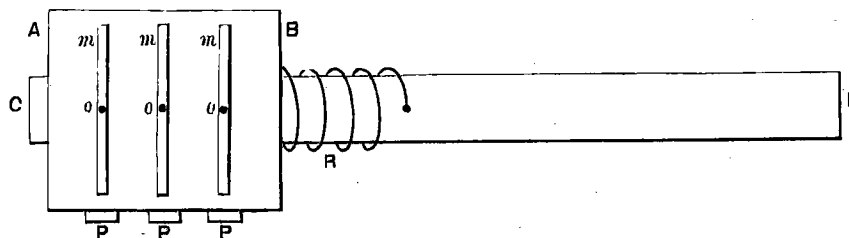


Fig. 2.

Stange verbindet, drückt die auf dem Klotz sitzenden Schreibstifte auf das Papier, so dass man den Druck der Stifte auf das Papier durch veränderte Spannung der Feder regulieren kann.

[Anmerkung des Übersetzers: Es dürfte für das Ein- und Ausschalten eine Zusatzvorrichtung notwendig sein, wenn man mit nur einem Umgang der Trommel und ohne axiale Verschiebung derselben arbeitet, was bei der später zu erwähnenden gleichzeitigen Schrift mit mehreren Stiften der Fall sein wird. Lässt man nämlich während mehrerer Umgänge schreiben, so werden die Zeichen sich im allgemeinen nicht decken, sondern es wird vielfach beim zweiten Umgang der farbige Strich in unbeschrieben gebliebene Stellen des ersten Umganges fallen, wodurch das Bild undeutlich wird. Man wird daher den Apparat zweckmässig mit einer Vorrichtung verbinden, welche selbstthätig beim Beginn des Umganges den Strom einschaltet und kurz vor Beendigung des Umganges unterbricht, so dass also unter allen Umständen nur während eines Umganges der Trommel die Stromwirkung stattfindet. Man wird hierzu auch durch den Umstand genötigt werden, dass die Trommel erst allmählich

I. Bestimmung der Wechselzahl.

Es soll die Wechselzahl der zwischen M und N (Fig. 3) herrschenden Spannung bestimmt werden. Man ersieht sofort, dass hierzu nur notwendig ist, neben den Wellen noch die Zeiteile aufzuzeichnen, so dass man hieraus erkennen kann, wieviel Wellen auf einen Zeiteil fallen. Zu diesem Zwecke wird nun neben dem Stift S ein zweiter S' angebracht, der mit dem positiven Pole einer Batterie Q in Verbindung ist. Der andere Pol ist mit dem Sekundenpendel P verbunden, welches mit Hilfe eines Kontaktes, der seinerseits mit der Achse der Trommel verbunden ist, den Batteriestromkreis jede Sekunde für einen Zeitmoment schliesst und somit die Sekunden auf dem Papiere markiert. Die zwischen zwei Sekundenmarken liegenden Einzelstriche des Stiftes S geben dann in ihrer Zahl die Frequenz oder die halbe Wechselzahl an.

Prof. Janet hat diese Bestimmungsmethode bei einem Wechselstromkreise von 110 Volt angewendet. Er schaltete in den Stromkreis 5—6 Glühlampen von 20 Volt in Reihe ein und nahm dann den Markierstrom an den Polen einer oder zweier Lampen ab, da in dem gedachten Falle 20—30 Volt

für die deutliche Schrift erforderlich waren. Diese Bestimmung ergab 44 Wellen in der Sekunde. In ähnlicher Weise hat er diese Bestimmung bei einer Gramme'schen Wechselstrommaschine wiederholt, welche durch einen Gasmotor betrieben wurde. Die mittlere Frequenz wurde mit 70 bestimmt. Bei dieser Bestimmung liess sich in den Marken deutlich das Spiel des Kolbens verfolgen.

Die Bestimmung der Wechselzahl, welche unnötig ist, wenn man sich beim Stromerzeuger befindet, hat für solche Fälle eine Bedeutung, wenn man

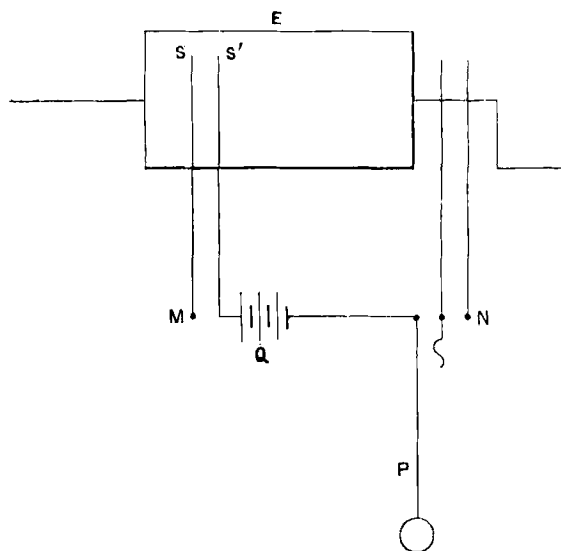


Fig. 3.

ausser stande ist, den Erzeuger zu beobachten, wenn man sich beispielsweise von dem Elektricitätswerk entfernt an einer Stelle des Leitungsnetzes befindet, aus welcher man den Wechselstrom entnimmt.

II. Bestimmung der Phasenverschiebung.

Soll die gegenwärtige Lage der Wellen zweier Wechselstromkreise bestimmt werden, so lässt man sie nach dem beschriebenen Verfahren nebeneinander schreiben. Man erhält dann zwei parallele gestrichelte Linien, wie sie Fig. 4 zeigt, von denen

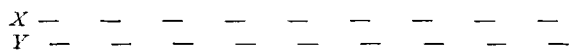


Fig. 4.

die eine gegen die andere mit ihren Maximalpunkten verschoben erscheint. Ein Maximum der unteren Linie Y teilt dann die Strecke vom links zum rechts liegenden Maximum der oberen Linie in zwei Teile, deren Verhältnis, auf die Periode bezogen, die Phasenverschiebung angiebt.

Die Bestimmung der Phasenverschiebung zwischen einem Spannungsunterschiede und der zugehörigen Stromstärke lässt sich in ähnlicher Weise ermitteln, indem man den Strom durch einen induktionsfreien Widerstand führt und den Spannungsunterschied an den Enden dieses Widerstandes für die Markierung der Strombewegung benutzt.

Prof. Janet hat dieses Verfahren für nachstehende Beispiele verwendet.

1. Es seien, Fig. 5, M , N , P drei Punkte, welche sich hintereinander in einem Wechselstromkreise befinden. Zwischen je zwei dieser Punkte

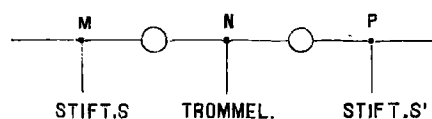


Fig. 5.

ist ein induktionsfreier Widerstand, z. B. eine Glühlampe, eingeschaltet. Legen wir N nun an die Trommel, M und P an zwei nebeneinander liegende Schreibstifte, so werden die Potentialübergewichte von M und P gegen N um eine halbe Periode gegeneinander verschoben sein. Denn wenn M gegen N und also auch N gegen P ein positives Maximum hat, so hat P gegen N in diesem Augenblicke ein negatives Maximum, das sich nach einer halben Periode in ein positives Maximum verwandelt, wo dann M gegen N ein negatives Maximum hat. Die von den Stiften M und P aufgezeichneten Marken werden also um eine halbe Periode gegeneinander verschoben sein und die Form, wie Fig. 6 sie dar-

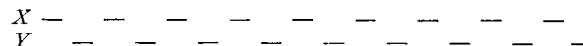


Fig. 6.

bietet, zeigen. Der Versuch bestätigt diese Schlüsse vollständig.

2. Teilt sich ein Wechselstrom in zwei Arme, von denen der eine einen induktionslosen Widerstand aufweist, der andere einen induktiven Widerstand enthält, so werden die beiden Zweigströme eine Phasenverschiebung aufweisen; es wird der durch den induktiven Widerstand gehende Strom mit seiner Phase bis zu einem Viertel der Periode zurückbleiben. Dieses Gesetz hat nun Prof. Janet mit seinem Apparate zur sichtbaren Erscheinung gebracht. Zu diesem Zwecke teilt er den Stromweg (Fig. 7) in zwei Arme, NMQ und NFQ , und schaltet in den einen eine Anzahl Glühlampen von

20 Volt in Reihe, in den anderen eine Drahtspule mit Eisenkern unter Vorschaltung einer (als Abnahme-Widerstand dienenden) Glühlampe von ebenfalls 20 Volt. Der über den unteren Zweig NFQ gehende Strom bleibt also in der Phase gegen den anderen zurück. Verbinden wir nun den Punkt N mit der Trommel und die beiden Punkte M und P bzw. mit den Stiften S und S' , so werden wir, da die zwischen N und M bzw. N und P liegen-

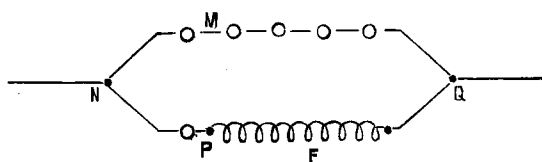


Fig. 7.

den Abnahmewiderstände induktionslos sind, die Marken der positiven Wellen beider Ströme in richtiger Stellung zu einander erhalten und aus der gegenwärtigen Verschiebung derselben die Thatsache und den Betrag des Zurückbleibens des über den induktiven Zweig gehenden Stromes abnehmen können.

3. Wenn wir unsere Anordnung, Fig. 5, dahin abändern, dass wir an Stelle des zwischen N und P liegenden induktionslosen Widerstandes einen induktiven Widerstand setzen, wie es Fig. 8 zeigt, so

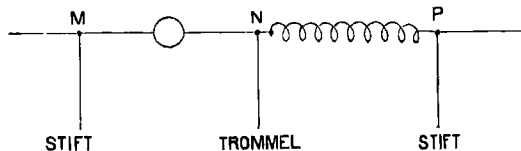


Fig. 8.

werden wir nicht mehr die um eine halbe Periode gegeneinander verschobenen Marken erhalten, sondern die Verschiebung wird eine grössere sein, was durch den Versuch bestätigt wird.

4. In verwandter Weise lassen sich auch die Vorgänge bei mehrphasigen Strömen fixieren, wofür sich am besten die Sternschaltung eignet. Es sei O der Mittelpunkt des Sternes, M, N, P die Endpunkte der Strahlen. Man verbindet dann die Punkte M, N, P mit drei Schreibstiften S, S', S'' und erhält dann drei Linien, die um je ein Drittel Periode gegeneinander verschoben erscheinen.

Man ersieht aus diesen wenigen Beispielen, wie sich das Verfahren in einfacher Weise für das Studium der Wechselstromerscheinungen benutzen lässt.

III. Bestimmung der Form der Stromwellen.

Über die Bedeutung, welche man einer genauen Kenntnis der Form der Stromwellen beilegen muss, sind wir nicht im Zweifel. Denn wenn wir auch in den theoretischen Arbeiten die Sinuslinie als die zu Grunde liegende Form annehmen, so ist dieselbe in der Praxis doch nicht immer, um nicht zu sagen selten, wirklich vorhanden.

Um nun den Apparat auch für diesen Zweck der Ermittlung der wirklichen Wellenform eines vorhandenen Stromes zu benutzen, geht Prof. Janet von folgenden Erwägungen aus. Es sei in Fig 9 S die über der Zeitachse gezeichnete Form der Spannungswelle. Wenn wir nun die zwei Punkte M und N , zwischen denen die Wechselspannung herrscht, in geschilderter Weise mit dem Apparat verbinden, so erhalten wir unsere unterbrochene blaue Linie. Wir wollen uns nun die Frage vorlegen, welche Bedingungen die Länge des einzelnen blauen Striches bestimmen. Zu diesem Zwecke ändern wir den Massstab der Kurve S ab, wodurch ihre Form nicht geändert wird. Wir setzen an Stelle der Zeitachse eine andere, welche die Umlaufgeschwindigkeit der Trommel darstellt.

Nun ist ersichtlich, dass der Schreibstift so lange schreiben wird, als die Spannung oberhalb einer gewissen Höhe a bleibt. Diese Grösse a bleibt zwar unbekannt, doch beeinträchtigt dies nicht die weiteren Folgerungen. Wir ziehen nun parallel zur Zeitachse O eine zweite XY in der Höhe der Ordinate a . Denken wir uns nun, die Papierfläche der Fig. 9 sei das Markierpapier selbst und der Schreibstift verschiebe sich längs der Linie XY , so wird er bei dem Punkte A anfangen zu schreiben und bis B einen Strich ziehen, dann, da mittlerweile die Spannung unter a gesunken ist, aufhören zu schreiben und von A' bis B' wiederum den blauen Strich ziehen u. s. w., so dass also die mit S erhaltenen Markierstriche in Länge und Lage die oberen Abschnitte der Wellen darstellen.

Wir verbinden nun weiter den Punkt M mit dem negativen Pole einer Batterie und legen deren positiven Pol an einen zweiten Schreibstift S' , der neben dem ersteren S liegt. Ist die E. M. K. der Batterie e und ist V die Wechselspannung, so wird zwischen Trommel und S' der Spannungsunterschied $V + e$ herrschen, der geometrisch durch die Wellenlinie S' dargestellt wird; dieselbe ist keine andere als S , verschoben um den Betrag e .

Infolge der Zusatzspannung e wird der Wert a , bei welchem die Aufzeichnung, in S' früher erreicht und später verlassen, es wird also der Stift S' ein

symmetrisch zu einer senkrechten Achse) auf Papier aufzeichnen, erhalten wir die Form des von der Welle S nach oben hin abgegrenzten Raumes, also

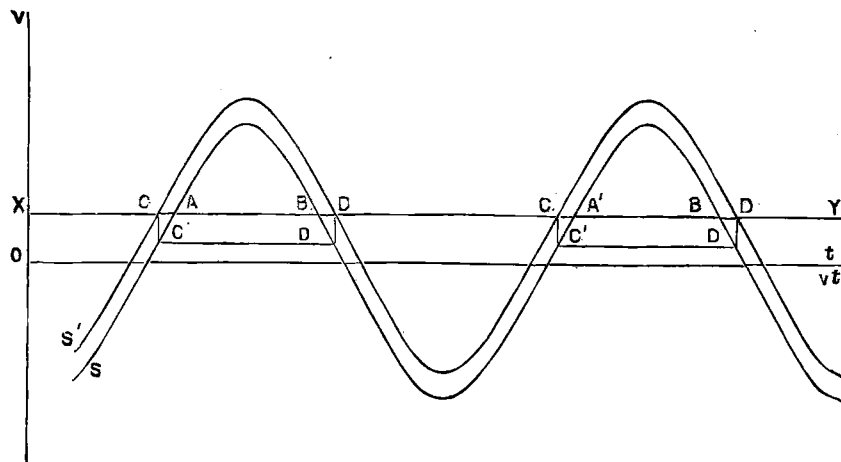


Fig. 9.

längeres Stück schreiben, nämlich $C_1 D_1$ bzw. $C'_1 D'_1$ u. s. w. Diese Stücke $C_1 D_1$ entsprechen

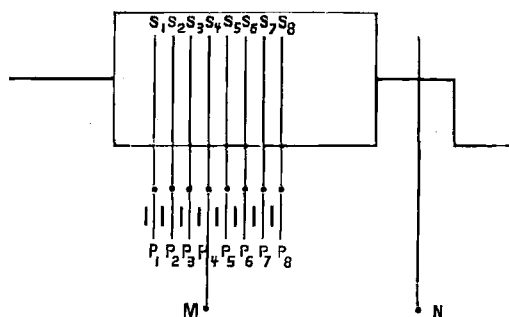


Fig. 10.

den Stücken CD der Welle S , das heisst: es sind zwei parallele Sehnen derselben. Wir können nun,

auch die Form von S selbst mit genügender Genauigkeit. Um auch den über AB liegenden Kopf der Welle zu erhalten, haben wir e , das für AB gleich Null ist, in negative Werte zu verwandeln, mit anderen Worten, statt den Stift mit dem positiven Pole der Batterie zu verbinden, ihn an den negativen zu legen.

Diese Abstufung der Zusatzspannung gestaltet sich nun nach Janet ausserordentlich einfach, und ein Blick auf Fig. 10 wird genügen, die von ihm gewählte Anordnung erkennen zu lassen.

Eine Anzahl Akkumulatoren sind hintereinander geschaltet; ihre Pole bzw. Verbindungsstellen seien mit $P_1, P_2, P_3 \dots P_n$ bezeichnet, und diese P sind nun entsprechend mit den in gleichen Entfernungen voneinander liegenden Schreibstiften $S_1,$

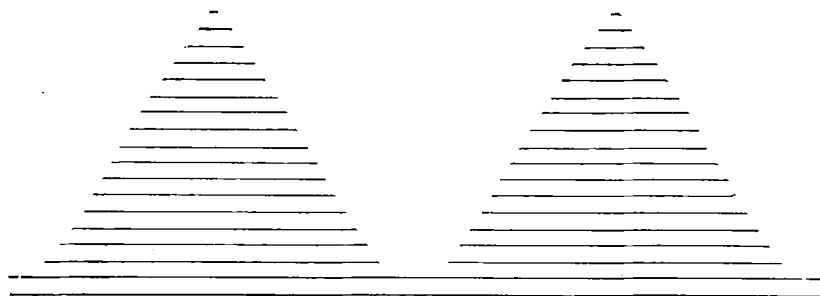


Fig. 11.

indem wir e entsprechend vergrößern, noch weitere solche mehr nach unten liegende Sehnen erhalten und, wenn wir uns dieselben mit den für die verschiedenen e gewählten Intervallen parallel (und

$S_2, S_3 \dots S_n$ verbunden. Der Punkt M wird nun mit der Mitte der Batterie verbunden und somit ist die Zusatzspannung für die Stifte additiv und subtraktiv abgestuft gegeben.

Wenn nun der Wechselstrom wirkt, wird jeder Stift die ihm entsprechende Sehne der Welle aufzeichnen und diese Sehnen geben uns dann in ihren Endpunkten eine Umrisslinie, welche der Spannungswelle entspricht. Fig. 11 zeigt uns eine solche Zeichnung. Es bleibt uns noch übrig, den Massstab der Ordinatenachse mit demjenigen der Abscissenachse in Einklang zu bringen und wir haben in der denkbar einfachsten Weise ein genaues Bild der Spannungswelle gewonnen.

Das Gesagte wird erkennen lassen, dass dieses Verfahren von Prof. Janet sich ausgezeichnet für das Studium der Wechselstromerscheinungen sowohl im Laboratorium wie in der Technik eignet. Es ist einfach, billig, arbeitet rasch und giebt übersichtliche Bilder von den Vorgängen. Es dürfte darum für die Wechselstromtechnik eine ähnliche Bedeutung erhalten, wie der Indikator für die Dampfmaschinentechnik.



GITTER FÜR AKKUMULATORENPLATTEN.



on Messrs. H. und E. Headland in Leyton, Essex, ist ein Gitter für Akkumulatorenplatten konstruiert worden, das aus einzelnen durchbrochenen Stäben von der in beistehender Figur dargestellten Form besteht. Eine Anzahl solcher Stäbe sind oben und unten durch ange-

und Entladung eintreten. Ausserdem soll aber auch eine grössere Berührungsfläche zwischen Platte und Säure erzielt werden. Die Erfinder wollen damit ihren Akkumulator für starke Entladungen geeignet machen und eine Verminderung des relativen Gewichtes des Akkumulators erzielen.



lötete Querleisten zu einem plattenförmigen Körper verbunden. Der Zweck, der mit dieser Anordnung erreicht werden soll, ist zunächst die grössere Unabhängigkeit der einzelnen Teile der Platte bei den Streckungen und Kürzungen, wie sie bei Ladung

Eine positive Headland-Elektrode von 2,25 kg Gewicht kann mit 25 Ampère Stromstärke entladen werden und leistet bei dieser Entladungsstärke 50 Ampèrestunden.



ELEKTRISCHE STRASSENBAHN MIT DREILEITER IN ST. LOUIS.



as Dreileiter-System ist neuestens mehrfach zur Anwendung in elektrischen Strassenbahnen gebracht worden, so u. a. in Portland, Oregon, und Bangor M. E., wo es sich seit drei Jahren gut bewährt hat. Mit Rücksicht auf die in ihm erzielte Ersparnis an Kupfer für die Leitungen verdient es demnach doch mehr Beachtung, als ihm in dem Artikel S. 383 d. Zeitschr. zugestanden wird. Thatsächlich wird auch eine nicht unerhebliche Ersparung an Leitungsmaterial erzielt, sowohl wenn die Bahn doppelgleisig, als auch wenn sie eingleisig und in Blocks geteilt ist.

Die einzigen Schwierigkeiten, welche bei dem Dreileiter-System bestehen, liegen darin, dass man für eine gleichmässige Belastung bei der Aussenleitung Sorge tragen muss, und weiter in der

grösseren Schwierigkeit der Isolation, bei welcher man mit der doppelten Spannung, nämlich mit 1000 Volt zu rechnen hat.

Neuerdings ist nun eine derartige Bahnanlage versuchsweise in St. Louis errichtet worden und, da diese trotz der erschwerenden Verhältnisse gut gearbeitet hat, so seien hier die Einzelheiten der Anlage kurz nach Street Railway Review wiedergegeben. Man hatte für diese Versuchsanlage absichtlich einen schwierigen Stadtteil ausgewählt, in welchem ein starker Verkehr herrscht und die Bahn zahlreiche Kurven und Kreuzungen findet. Es geschah dies in der Erwägung, dass das Dreileiter-System, wenn es sich auf diesem schwierigen Felde erfolgreich erwies, dann auch ohne weiteres für die anderen Stadtteile geeignet sei.